

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Инструментальные и метрологические системы»

Утверждено на заседании кафедры  
«Инструментальные и метрологические  
системы»

18 сентября 2024 г., протокол № 1

И.о заведующего кафедрой

 В.А. Белякова

**Методические указания по проведению  
практических (семинарских) занятий по дисциплине (модулю)**

**«Системный анализ и принятие решений»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
27.03.04 «Управление в технических системах»

с направленностью (профилем)  
«Цифровые технологии в системах обеспечения качества»

Форма обучения: *очная*

Идентификационный номер образовательной программы: 270304-01-24

Тула 2024 год

## Введение

Повседневная жизнь человека, отдельного коллектива, фирмы и даже государства в целом зависит от правильности принимаемых решений и их последующего исполнения.

Критерий правильности решений ясно не определен. Обычно оценку производят после исполнения решений, что безусловно верно, но поздно, поскольку последствия могут быть не только положительными и не всегда достигать запланированного уровня.

С философских позиций правильное решение известно только всевышнему, в реальных условиях можно только приближаться к этому идеалу, поэтому нами предлагается говорить не о правильности, а о качестве принимаемых решений.

Измерение качества относительно новой науки квалиметрии, зародившейся в 60-е годы двадцатого века в СССР и в настоящее время получившей всемирное признание.

Изучая любой предмет с позиций квалиметрии необходимо выделить его основные критерии, определить их значимость и балльные оценки. Эта информация позволяет определить комплексный показатель качества.

Применительно к управленческим решениям квалиметрическая оценка их качества в достаточной мере не разработана. Главный недостаток в том, что между оценкой продукта, который уже изготовлен, и управленческим решением, которое еще не реализовано в настоящее время нет существенной разницы, а она безусловно есть.

Не учитываются возможные уровни эффектов или потерь, тенденция изменения ситуации, переменные факторы, влияющие на ситуацию.

Каждое решение выносится при неполной информации, т.е. всегда присутствует доля риска, величину которого необходимо прогнозировать. Методики оценки риска для принятия решений тоже не разработано и, тем не менее, есть объект, который может служить прототипом принятия решения - это технические решения и вся совокупность т.н. инструментов качества для их оценки и исполнения.

Хронология оценки качества технических решений уходит корнями в глубокую древность, а управленческие решения всегда предшествуют техническим, но система их оценки несовершенна.

Принимая решение всегда пытаются найти исторический аналог, но время уже прошло, ситуация изменилась и оценка решения требует новой методики.

Существует многообразие решений - информационные, организационные, управленческие, технические решения.

## Практическая работа №1

### Системный анализ инженерной задачи (проблемы), путем применения статистических методов. Методика оценки рисков принимаемых решений

#### *Классификация принимаемых решений. Понятие качества принимаемых решений*

В процессе управления организациями принимается огромное количество самых разнообразных решений, обладающих различными характеристиками. Тем не менее, существуют некоторые общие признаки, позволяющие это множество определённым образом классифицировать.

Существует следующая классификация принимаемых решений (рис. 1.1):

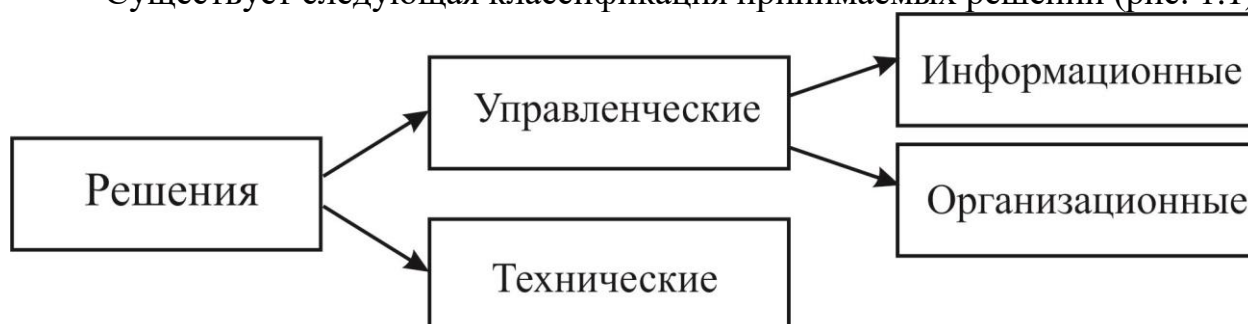


Рисунок 1 – Классификация решений

- **управленческое решение**, при котором оформляется конкретный документ, доводится до исполнителей, осуществляется контроль исполнения;
- **информационное решение**, при котором проводится сбор необходимой информации и разрабатывается план исследования;
- **организационное решение**, при котором вырабатываются мероприятия, направленные на достижение цели (приказ по организации, приказ на изменение технических параметров, план мероприятий и т. п.);
- **техническое решение**, представление технической системы в виде описания ее основных элементов, их взаимного расположения в пространстве, способов соединения между собой, последовательности действия элементов во времени, особенностей конструктивного исполнения элементов (геометрическая форма, материал и др.) принципиально важных соотношений параметров.

**Управленческое решение (УР)** – это выбор альтернативы, осуществлённый руководителем в рамках его должностных полномочий и компетенции и направленный на достижение целей организации.

В расширенном плане принятие управленческого решения понимается как весь процесс управления и в этом смысле к нему применим процессный подход.

Управленческое решение – это творческий акт субъекта управления, направленный на устранение проблем, которые возникают в объекте управления.

**Качество принимаемого решения** — комплексная характеристика, которая согласно правилам квалиметрии оценивается с помощью т.н. комплексных показателей качества (КПК).

В общем виде комплексный показатель качества, по принципу среднего взвешенного  $\overset{M}{Q}$  определяют по формуле:

$$\overset{M}{Q} = \sqrt[\gamma]{\frac{\sum_{i=1}^n q_i \times Q_i^\gamma}{\sum_{i=1}^n q_i}},$$

где  $\gamma$  - параметр логики усреднения;  $q_i$  – весовые коэффициенты показателей качества (важность показателя);  $Q_i$  - единичные показатели качества;  $n$ - число единичных показателей качества.

Задавая разные значения  $\gamma$  можно получить различные виды средних взвешенных показателей:

**Таблица 1**

**Комплексные показатели качества**

Наименование комплексного показателя	Параметр логики усреднения	Математическое выражение
Среднее арифметическое взвешенное	$\gamma = 1$	$\hat{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i \times Q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$
Среднее квадратическое взвешенное	$\gamma = 2$	$\bar{Q} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n q_i Q_i^2}{\sum_{i=1}^n q_i}}$
Среднее гармоническое взвешенное	$\gamma = -1$	$\tilde{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_i}}$
Среднее геометрическое взвешенное	$\gamma = 0$	$\overset{=}{Q} = \left( \prod_{i=1}^n Q_i^{q_i} \right) \times \frac{1}{\sum_{i=1}^n q_i}$

Будем использовать среднеарифметические КПК.

Использование КПК требует определения номенклатуры единичных показателей качества (критериев качества) и их весомостей (значимостей), характеризуемых весовыми коэффициентами  $q_i$ , разработки систем формирования балльных экспертных оценок  $Q$  и определения среднеарифметического значения КПК.

В результате, управленческое решение с большим значением КПК признается лучшим.

Хотя результат принятого решения окончательно оценивается после реализации, его качество закладывается в процессе подготовки.

Необходимо учитывать, что на качество решения оказывают влияние уровень квалификации руководителя, его личные качества, стиль руководства,

состояние информационной базы и уровень технической оснащенности управленческого труда.

## Практическая работа №2

### Сформулировать и определить возможные альтернативы, критерии и ограничения

Оценку качества принятия решения целесообразно проводить в два этапа:  
I. На первом этапе оценивается риск принимаемого решения.  
II. На втором этапе качество решения с использованием КПК.

Риски разработчика и потенциального потребителя решения должны обязательно рассчитываться, используя положения теоретической метрологии и квалиметрии. Проект, с определенными критериями риска должен иметь более высокую балльную оценку, чем конкурентное решение с отсутствием такой оценки.

Для определения весовых коэффициентов единичных показателей качества УР необходимо получить балльную оценку по каждому показателю, например путем опроса, анкетирования, интервьюирования, голосования и т.д.

В идеальном случае значения весовых коэффициентов единичных показателей УР  $q_i$  могли бы определяться, например, сотрудниками департамента управления качеством. Полученные данные могли бы публиковаться и рекомендоваться для использования. К сожалению, такая возможность отсутствует, поэтому ниже рассмотрим общие методы, широко используемые в квалиметрии для решения поставленной задачи.

Как отмечалось ранее, коэффициент весомости определяет важность или ценность единичных показателей качества. В квалиметрии, значения весовых коэффициентов определяют экспертными методами, которые используют, главным образом, в тех случаях, когда количественное выражение, какого либо свойства объекта невозможно другим способом.

Независимо от целей и задач, применение экспертных методов предполагает соблюдение следующих условий:

- экспертная оценка должна производиться только в том случае, когда нельзя использовать для решения вопроса более объективные методы;
- в работе экспертной комиссии не должно присутствовать факторов, которые могли бы влиять на искренность суждений экспертов; мнения экспертов должны быть независимыми;
- вопросы, поставленные перед экспертами, не должны допускать различного толкования;
- эксперты должны быть компетентны в решаемых вопросах;
- количество экспертов должно быть оптимальным;
- ответы экспертов должны быть однозначными и обеспечивать возможность их математической обработки.

Все экспертные методы можно разделить на методы индивидуальной работы с экспертом и методы работы с экспертной группой (рис. 2), где во всех без исключения случаях экспертиза должна проводиться грамотными, высококвалифицированными, вполне компетентными в рассматриваемых вопросах и достаточно опытными специалистами.

Для формирования экспертной группы целесообразно провести тестирование, самооценку, взаимную оценку экспертов друг другом, анализ их надежности и проверку согласованности мнений.

*Тестирование* экспертов состоит в решении экспертами задач, подобных реальным, с известными ответами. На основании результатов тестирования устанавливается компетентность и профессиональная пригодность экспертов.

*Самооценка* экспертов состоит в ответе каждым из них в строго ограниченное время на вопросы специально составленной анкеты, в результате чего быстро и просто проверяются ими же самими их профессиональные знания и деловые качества. Оценка их дается каждым экспертом по балльной системе. При всей субъективности такой оценки опыт показывает, что экспертные группы с высокими показателями самооценки экспертов ошибаются в меньшей степени.

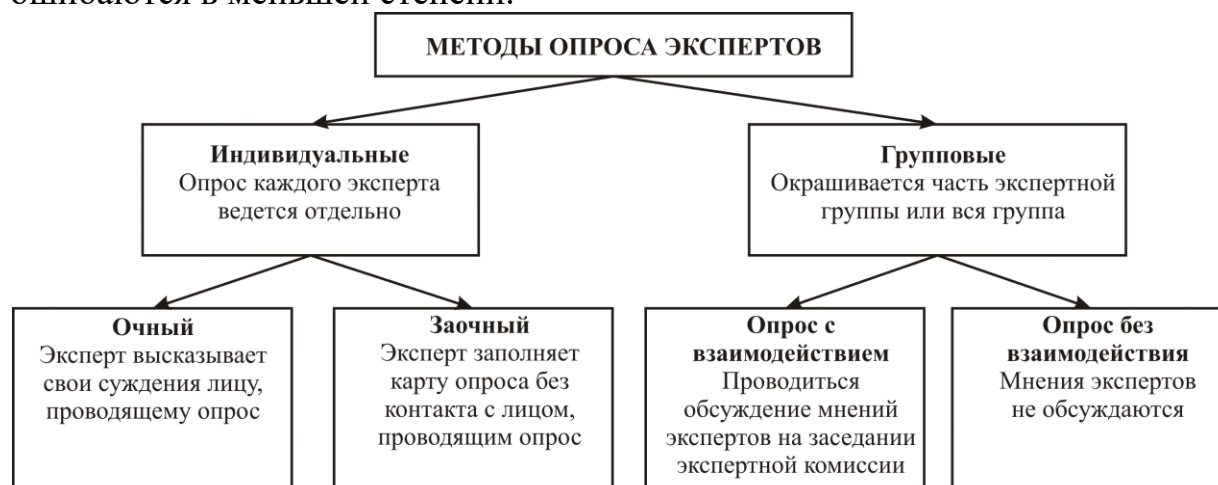


Рисунок 2 - Методы и способы опроса экспертов

Весьма показательной является *взаимная оценка экспертами друг друга* (также по балльной системе). Для этого они должны иметь опыт совместной работы.

При наличии сведений о результатах работы эксперта в других экспертных группах критерием его квалификации может стать *показатель* или *степень надежности* — отношение числа случаев, когда мнение эксперта совпало с результатами экспертизы, к общему числу экспертиз, в которых он участвовал. Использование этого подхода к отбору экспертов требует накопления и анализа большого объема информации, но открывает возможность непрерывного совершенствования качественного состава экспертных групп.

При подборе экспертов большое внимание уделяется *согласованности их мнений*. С этой целью на этапе формирования экспертной группы проводятся контрольные измерения с математической обработкой их результатов. Нередко при этом используется не один, а сразу несколько объектов измерений, которые в зависимости от их ценности или качества нужно расставить по шкале порядка. За меру согласованности мнений экспертов в этом случае принимается так называемый *коэффициент конкордации* Кендалла (от лат. concordare - привести в соответствие, упорядочить):

$$W = \frac{12 \times S}{n^2(m^2 - m)}$$

где  $n$  — число экспертов;  $m$  — число объектов экспертизы;  $S$  — сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднего арифметического рангов:

$$S = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^n R_{i,j} - \frac{n \cdot (m+1)}{2} \right)^2$$

где  $R_{i,j}$  — ранг  $j$ -го объекта, присвоенного  $i$ -ым экспертом.

В зависимости от степени согласованности мнений экспертов коэффициент конкордации может принимать значения от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полном единодушии).

Если степень согласованности мнений экспертов оказывается неудовлетворительной, принимают специальные меры для ее повышения. Сводятся они, в основном, к проведению тренировок с обсуждением результатов и разбором ошибок. Если возможности для предварительной подготовки экспертов нет, измерение экспертным методом проводится по *методу Дельфы*.

Метод Дельфы впервые был предложен в начале 1950-х г. американскими учеными Т. Дж. Гордоном и О. Хелмером для решения военных проблем. Название его происходит от древнегреческого города Дельфы, где по преданию при храме Аполлона с IX в. до н. э. по IV в. н. э. существовал совет мудрецов ("дельфийский оракул"), славившийся своими предсказаниями.

В отличие от традиционного подхода к достижению согласованности мнений экспертов путем открытой дискуссии метод Дельфы предполагает полный отказ от коллективных обсуждений. Это делается с целью уменьшить влияние таких психологических факторов, как присоединение к мнению наиболее авторитетного специалиста, нежелание отказаться от публично высказанного мнения, следование за мнением большинства. В методе Дельфы принимаются специальные меры, чтобы исключить влияние на конечный результат экспертов, обладающих даром убеждать других. Он является самым распространенным как за рубежом, так и в нашей стране.

Характерными чертами этого метода являются:

- анонимность; эксперты не встречаются друг с другом, чтобы избежать влияния авторитета и красноречия кого-либо из них;
- многоэтапность; после каждого тура опроса все эксперты знакомятся с мнением друг друга и при необходимости представляют письменные обоснования своих точек зрения. Соглашаясь или не соглашаясь с мнениями своих коллег, они могут пересматривать свою точку зрения;
- контроль; после каждого тура проверяется согласованность мнений экспертов до тех пор, пока разброс отдельных мнений не снизится до заранее выбранного значения.

Недостатками метода Дельфы являются значительное время, требуемое на повторение большого числа итераций экспертизы; необходимость неоднократного пересмотра экспертом своих ответов, вызывающая у него отрицательную реакцию.

### Практическая работа №3

#### Построение укрупненного иерархического дерева целей предприятия. Особенности технологии экспертной оценки качества. Обработка результатов экспертной оценки. Метод последовательно приближения

По тому, в какой форме эксперты выражают свое мнение, т.е. по способу проведения экспертизы, различают:

- непосредственное измерение;
- ранжирование.

При *непосредственных измерениях* экспертным методом значения физических величин или показателей качества определяются сразу в установленных единицах (то ли в единицах СИ, то ли в баллах, нормо-часах, рублях, единицах условного топлива и т.д.). Такие измерения могут проводиться как по шкале отношений, так и по шкале интервалов или шкале порядка.

Примерами непосредственных измерений являются: измерения в баллах, по реперным шкалам порядка, силы морского волнения, силы землетрясения, уровня знаний учащихся и т.п.

Непосредственное измерение экспертным методом является наиболее сложным и предъявляет к экспертам наиболее высокие требования.

*Ранжирование* состоит в расстановке объектов измерений или показателей качества в порядке их предпочтения. Чем выше ранг, тем предпочтительней объект.

Например, ранжировка  $A > B > C > D$  представляет предпочтение объектов по проявлению некоторого показателю качества от максимального А до минимального Д.

Ряды предпочтений (ранжировки) могут быть построены методом последовательного сравнения, частичного или полного попарного сравнения.

*Попарное сопоставление* самое простое и наиболее оправданное с психологической точки зрения. Психологами доказано, что попарное сопоставление лежит в основе любого выбора. Результаты измерений, полученные попарным сопоставлением, можно уточнить, например методом последовательного приближения, с использованием теоремы Перрона-Фробениуса.



**Опросный листок для проведения экспертной оценки весомости, показателей качества управленческих решений**

<p>Опросный листок для определения весовых коэффициентов единичных показателей качества управленческих решений</p>			
<b>Цель опроса:</b>		<u>Разработка методики оценки качества управленческих решений</u>	
<b>Задача опроса:</b>		<u>Разработка системы балльных оценок и весовых коэффициентов критериев качества принятия управленческих решений</u>	
<b><u>Укажите Ваши данные:</u></b>			
<b>ФИО</b> _____			
<b>Должность</b> _____			
<b>Организация</b> _____			
<b>Стаж работы</b> _____			
<b><u>Укажите степень значимости следующих критериев при принятии решений</u></b>			
№ п/п	Критерии*	Балльная оценка (от 1 до 10*)	Примечание
1	Своевременность		
2	Целенаправленность		
3	Экономичность		
4	Правомочность		
5	Научная обоснованность		
6	Масштабность		
Предложите свои дополнения к существующим критериям:			
*– расшифровка на обратной стороне листа			
<b>Дата</b> _____			
<b>Подпись</b> _____			

Непосредственно данные параметры оценить невозможно: нет ни эталонов, ни объективных критериев, поэтому эксперты выразили мнение последовательным ранжированием показателей в порядке их предпочтения, опираясь на собственную логику, которую численно можно оценить по шкале относительной важности приведенной в опросном листе (таблица 2).

Эксперт в этом случае выступает в качестве средства измерения, который ранжирует по десятибалльной шкале объекты экспертизы в порядке их предпочтения от большего к меньшему: чем выше ранг, тем предпочтительнее показатель, сильнее влияние.

**Практическая работа №4**

**Определение множества альтернативных решений путем проведения синтез системы.**

На основе практических работ 1-3 разработать альтернативные решения, учитывающие единичные показатели. Все их свести в матрицы взаимосвязи (морфологические матрицы)

## Практическая работа №5

### Методика оценки рисков принимаемых решений. FMEA анализ

В настоящее время, разработанная в США система FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) и ее отечественный аналог ГОСТ Р 51.814.2-2001 «Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов» позволяет выполнять оценку риска уже на стадии проектирования.

Однако, как показали исследования, информации об определении весовых коэффициентов, балльных оценок, приоритетного числа риска, за редким исключением в настоящее время не существует методик для определения этих данных при оценке управленческих решений.

Задачи второго этапа можно проиллюстрировать с помощью таблицы 1, где каждый единичного показателя качества характеризуется весовым коэффициентом  $q_i$  и балльной оценкой  $Q_i$ .

Таблица 3

#### Единичные показатели (критерии) качества принятия решения

№ п/п	Единичный показатель	Весовой коэффициент	Балльная оценка
1	Своевременность	$q_1$	$Q_1$
2	Целенаправленность	$q_2$	$Q_2$
3	Экономичность	$q_3$	$Q_3$
4	Правомочность	$q_4$	$Q_4$
5	Научная обоснованность	$q_5$	$Q_5$
6	Масштабность	$q_6$	$Q_6$

Представленная номенклатура единичных показателей (таблицы 3) приведена априорно. Состав единичных показателей (критериев качества) можно расширить и уточнить, например, с помощью опросных листов.

Рассмотрим содержание каждого единичного показателя определяющего качество управленческих решений.

**Своевременность.** Преждевременные решения также нежелательны, как и запоздалые. В первом случае система может быть не готова к восприятию управляющего воздействия, во втором - решение может не принести должного результата.

**Целенаправленность** - способность выполнять возложенные функции в конкретных условиях.

Немаловажное значение для определения качества решения имеет и такой показатель, как **экономичность**, которая определяется как разность между экономическим эффектом, полученным от реализации решения, затратами на его разработку, реализацию и контроль за исполнением.

Критерий **правомочности**, в первую очередь, связан с уровнем образованности специалистов, готовящих решения, и, в некоторых случаях, с наличием лицензии на право выполнения работ.

Оценка показателя правомочности решения производится путем выявления доли решений, которые были отменены как не отвечающие установленным нормативным актам.

**Научно обоснованным** (объективным) считается решение, которое вытекает из конкретных потребностей системы, способствует ее прогрессу и содержит необходимые технические расчеты, техническое задание, чертежи, алгоритмы и обоснования, а не является интуитивной догадкой руководителя.

Решение должно приниматься на основе тщательного изучения информации о сложившейся ситуации, выделения в ней главного звена в соответствии с требованиями экономических законов и с учетом реальных возможностей его практической реализации.

**Масштабность** решения – различна в разных областях промышленности, в массовом производстве всегда выше и очень хорошо, когда решение может использоваться в смежных областях. Всегда, при одинаковых затратах предпочтение отдается более масштабному решению.

Значения весовых коэффициентов  $q_i$  (таблица 3) будут постоянными для всех УР, а их сумма, в соответствии с законом «Об обеспечении единства измерений» должна равняться единице:

$$\sum_{1}^n q_i = 1, \quad (1)$$

где  $n$ - число показателей;  $q_i$  - весовой коэффициент.

Использование такого подхода позволяет проводить оценку решений в одинаковых условиях.

Значения балльных оценок  $Q_i$  (таблица 3) для различных вариантов решений, могут быть различными. По своей сути это могут быть экспертные оценки или относительные оценки.

Задачи определения весовых коэффициентов  $q_i$  и балльных оценок единичных показателей качества УР  $Q_i$  решаются отдельно.

Квалиметрия для оценки  $q_i$  предлагает два способа:

- 1) попарное сравнение единичных показателей;
- 2) метод балльных оценок.

В обоих случаях результатом является ранжированный ряд весовых коэффициентов, каждый из которых имеет численное значение, сумма которых равна единице.

Результатом анализа первого этапа является отбор двух-трех решений для выполнения следующего этапа анализа.

В конечном итоге первый этап оценки можно провести с помощью среднеарифметического КПК  $\bar{Q}_1$ :

$$\bar{Q}_1 = \sum_{1}^n q_i Q_i, \quad (2)$$

где  $n$ - число показателей;  $q_i$  - весовой коэффициент;  $Q_i$  - балльная или относительная оценка.

Рассмотрим каждый этап и детали его реализации подробно.

Процедура принятия решения связана с определением риска. Например, при выборочном контроле (а это решение о приемке или браковке продукции) принято оценивать как риск производителя (ошибка первого рода  $\alpha$ ) так и риск потребителя (ошибка второго рода  $\beta$ ).

Расчеты выполняются с помощью оперативных характеристик, когда значения  $\alpha$  и  $\beta$  задаются по таблицам, а далее составляются планы контроля.

При оценке качества решения не следует разделять риски производителя и потребителя, - нужно определить общий риск, выражаемый конкретным числом, которое устраивает обе заинтересованные стороны. Причина такого подхода в том, что решения индивидуальны, это не одинаковая продукция, изготавливаемая партиями.

Дефектность технологических процессов оценивается формулой:

$$1 - q_{\Sigma} = (1 - q_1) \cdot (1 - q_2) \cdot \dots \cdot (1 - q_n); \quad (3)$$

где  $q_{\Sigma}$  – общая дефектность техпроцесса;

$q_1 \dots q_n$  – дефектности отдельных операций.

Принятие решений, по сути, тоже технологический процесс и на различных стадиях тоже возможно появление ошибок, но вместо стадий лучше использовать *единичные показатели*, с помощью которых оценивается качество решения.

Обозначим  $\alpha_C \dots \alpha_n$  доли дефектности, соответствующие каждому из единичных показателей в соответствии с их индексом.

Например, если  $\alpha_1 = 0$ , то решение по данному показателю идеально. Такая ситуация маловероятна и нужна методика оценки дефектности, исключая такие варианты.

Перепишем зависимость (3) с учетом принятых нами обозначений:

$$1 - \alpha_{\Sigma} = (1 - \alpha_C) \cdot (1 - \alpha_{II}) \cdot \dots \cdot (1 - \alpha_n); \quad (4)$$

где  $\alpha_{\Sigma}$  – общий риск от принятия решения, выраженная в долях единицы.

Попытаемся найти механизм определения величин  $\alpha_i$  для каждого единичного показателя.

Вначале рассчитаем максимально допустимые значения  $\alpha_{i \max}$ . Эту величину можно определить в ситуации, когда все значения  $\alpha_i$  максимальны и равны между собой, т.е.:

$$\alpha_{1 \max} = \alpha_{2 \max} = \alpha_{n \max} = \alpha_{i \max}. \quad (5)$$

В этом случае после преобразований зависимость (4) примет вид:

$$1 - \alpha_{\Sigma} = (1 - \alpha_{1 \max})^n; \quad (6)$$

где  $n$  – число единичных показателей, используемых для оценки качества решения.

Преобразуя (6), получаем выражения:

$$\alpha_{i \max} = 1 - (1 - \alpha_{\max})^{\frac{1}{n}}. \quad (7)$$

Если теперь задать значение  $\alpha_{\max}$ , то предельно допустимое значение  $\alpha_{i\max}$  для конкретного единичного показателя можно легко определить по формуле (7).

Как определить конкретное значение  $\alpha_i$  ?

Воспользуемся логикой построения системы FMEA, где составляющие коэффициенты риска определяются с помощью таблиц ГОСТ Р 51814.2 – 2001 «Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов.», в которых значения рисков возрастают по мере степени недоработки решения.

Допустим, что таблица имеет  $m$  строк (или градаций) и для каждой строки нужно найти значение  $\alpha_i$ .

Можно использовать принцип равномерности и определить  $\alpha_i$  по формуле:

$$\alpha_N = \frac{\alpha_{\Sigma} \cdot N}{m}; \quad (8)$$

где  $N$  – номер строки таблицы, начиная с первого;

$\alpha_N$  – значение дефектности для строки с номером  $N$ ;

$\alpha_{\Sigma}$  – общий риск от принятия УР.

Например,  $\alpha_{\Sigma} = 0,1$ ,  $m = 6$ , а  $N = 3$ . Тогда  $\alpha_{N=3} = \frac{0,1 \cdot 3}{6} = 0,05$ , а строки воображаемой таблицы будут иметь следующие значения  $\alpha$  (Таблица 4).

**Таблица 4**

Вид таблицы для оценки рисков с равномерной шкалой изменения  $\alpha$

№ п/п	Условия оценки	$\alpha$
1	Полная уверенность в верности решения	0,016
2	Проведен анализ всех известных аналогов	0,03
3	Проведен анализ не менее 75% всех известных аналогов	0,05
4	Проведен анализ не менее 50% всех известных аналогов	0,06
5	Нет уверенности в верности решения	0,083
6	Анализ не выполнялся. Штрафное значение $\alpha$	0,10

Приведенное решение требует доработки:

- необходимо заполнить строки с условиями оценки;
- равномерная шкала изменения  $\alpha$  сомнительна, т.к. жизненные процессы редко бывают равномерными, а точнее не бывают таковыми.

Для определения  $\alpha$  подходит квадратное уравнение вида:

$$\alpha_N = p \cdot N^2; \quad (9)$$

где  $p$  – параметр параболы;

$N$  – номер строки в таблице для определения рисков  $\alpha_i$ .

Допустим  $\alpha_{\Sigma} = 0,1$ ,  $m = N_{\max} = 6$ , а  $N = 3$ .

Тогда:

$$\alpha_{N=3} = p \cdot 3^2. \quad (10)$$

Значение  $p$  определим по пятой строке, для которой известно значение  $\alpha_{N=6} = \alpha_{\max}$ .

$$p = \frac{\alpha_{\max}}{m^2} = \frac{0,1}{6^2} = 0,0028.$$

В этом случае формула (9) примет окончательный вид:

$$\alpha_N = \frac{\alpha_{\max}}{m^2} \cdot N^2. \quad (11)$$

Предлагается шкала для определения  $\alpha$  и условия оценки для данного примера показаны в таблице 5.

**Таблица 5**

**Определение уровня дефектности при оценке качества решения**

№ п/п	Условия оценки	$\alpha$	График $\alpha = f(N)$
1	Полная уверенность в верности решения	0,0028	
2	Проведен анализ всех известных аналогов	0,0111	
3	Проведен анализ не менее 75% всех известных аналогов	0,025	
4	Проведен анализ не менее 50% всех известных аналогов	0,0444	
5	Нет уверенности в верности решения	0,0694	
6	Анализ не выполнялся. Штрафное значение $\alpha$	0,1	

Проведем расчет для оценки верности решения для ранее приведенных единичных показателей  $Q_1...Q_5$  с использованием данных таблицы 3.

Вначале в соответствии с условиями оценки выберем для виртуального решения следующие значения  $\alpha$ .

$$\alpha_1 = 0,0028; \alpha_2 = 0,025; \alpha_3 = 0,025; \alpha_4 = 0,0444; \alpha_5 = 0,0111; \alpha_6 = 0,025. P$$

ешая уравнение относительно  $\alpha_{\Sigma}$ , получим:

$$\alpha_{\Sigma} = 1 - (1 - \alpha_1) \cdot (1 - \alpha_2) \cdot \dots \cdot (1 - \alpha_5) =$$

$$= 1 - (1 - 0,0028) \cdot (1 - 0,025) \cdot (1 - 0,025) \cdot (1 - 0,0444) \cdot (1 - 0,0111) \cdot (1 - 0,025) = 0,1263$$

$$0,1263 > 0,1$$

Поскольку расчетное значение  $\alpha_{\Sigma}$  превышает 0,1, решение нуждается в доработке, причем следует более детально исследовать показатель  $Q_4$ , например, доводя до  $\alpha_4 = 0,036$ .

Предложенная методика расчета рисков достаточно универсальна, поскольку число единичных показателей  $n$ , количество градаций оценки  $m$  и само допустимое значение  $\alpha_{\Sigma}$ , можно изменять в соответствии с мнением заказчика.

Выполнение подобных расчетов заставит исполнителей выполнять самооценку решений до того, как они будут представляться заказчику, например в виде технического предложения.

### **Практическая работа №6** **Математический аппарат для формирования балльных оценок** **показателей качества управленческих решений**

Используемая в настоящее время методика определения экспертных оценок несовершенна, она не раскрывает границ (пределов), в которых работает экспертиза и не оценивает тенденцию изменения ситуации с течением времени. Нами сделана попытка устранить этот недостаток путем разработки математического аппарата формирования балльных оценок..

Среди критериев оценки качества УР (таблица 3.), только критерий экономичности может определяться по известным методикам, остальные для формирования балльных оценок требуют разработки специальной методики, использующей современный математический аппарат и возможности ЭВМ.

Почти любое управленческое решение разрабатывается лучше, когда обдумывается его экономическая основа. С давних времен деловые люди, принимая решение шли на риск, т.е. они представляли не только денежную сумму, которую они могли приобрести при удачном завершении какого-то решения, но и убытки при неудачном его исходе.

При логических рассуждениях руководитель считал, что он готов минимально потерять, например, сумму  $C_{\min}$ , а максимально  $C_{\max}$ . Как и везде в природе, он пользовался понятием допуска, т.е.:

$$T_C = C_{\max} - C_{\min} \quad (15)$$

где  $T_C$  – допуск на возможные потери.

Вместе с тем возможны и решения как внутри поля допуска, так и за его пределами, но их тяжело оценивать квалитметрически, ввиду отсутствия соответствующего математического аппарата.

Необходимо найти зависимость, которая легко нормируется, учитывает различное количество стадий исполнения решения и является относительной величиной (безразмерной), которую можно далее использовать при определении комплексного показателя качества.

В технике, например, при оценке воздействия какой-либо величины (температуры, скорости и т.п.) в течение определенного времени, пути и т.п. часто используются зависимости:

$$P = P_{\max} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}, \quad (16)$$

или похожая формула:

$$P = P_{\min} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}. \quad (17)$$

Зависимость (16) показывает нарастание величины  $P$  по мере возрастания параметра  $t$ , зависимость (17) его уменьшение. Если в качестве предельных значений  $t$  использовать  $t_{\min}$  или  $t_{\max}$ , зависимости (16) и (17) покажут предельные значения  $P$ , т.е.  $P_{\min}$  и  $P_{\max}$ .

Например, если в зависимости (16) принять  $t = t_{\max}$ ,

$$\text{то } P = P_{\max} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t_{\max}}{t_{\max}}} = P_{\max} \quad (18)$$

а если  $t = 0$ , то

$$P = P_{\max} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^1 = P_{\min} \quad (19)$$

При экспертных оценках величина  $t$  может иметь как физический смысл (например, время), так и приобретать новый, например, это может быть изменение цены, количества изделий в партии, изменение числа потенциальных потребителей, изменение ставок, величины рисков и т.п.

Примем условие, что всегда, чем выше балльная оценка, тем лучше ожидаемый результат. Поэтому при оценке положительных эффектов, например, прибыли при увеличении параметра  $t$  будем использовать формулу (16), а балльную оценку  $Q$  формировать как отношение фактической величины  $P_i$  к минимально возможной величине  $P_{\min}$ . Тогда величина  $P_i$  изменяется от  $P_{\min}$  до  $P_{\max}$ , а балльная оценка  $Q$  определится как:

$$Q_i = \frac{P_i}{P_{\min}} = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}} \quad (20)$$

Предельные значения балльных оценок определяются следующими условиями:

1) При  $t = 0$ , т.е. все возможности упущены.

$$Q_{\min} = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \cdot \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = 1. \quad (21)$$

2) При  $t = t_{\max}$ , т.е. все возможности реализованы

$$Q_{\max} = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^0 = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \quad (23)$$

Если  $t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$ , то  $1 \leq Q_i \leq \frac{P_{\max}}{P_{\min}}$ .

Если положительный эффект возрастает по мере уменьшения параметра  $t$ , используется формула, а балльная оценка  $Q_i$  формируется как отношение величины  $P_i$  к максимально возможной величине  $P_{\max}$ .  $P_i$  также изменяется в пределах от  $P_{\max}$  до  $P_{\min}$ . Балльная оценка  $Q_i$  определится как:



$$Q_i = \frac{P_i}{P_{\max}} = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}. \quad (24)$$

При  $t = 0$ , т.е. все возможности реализованы:

$$Q_{\max} = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \cdot \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = 1.$$

Если  $t = t_{\max}$ , т.е. все возможности упущены:

$$Q_{\min} = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^0 = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}.$$

В итоге, если  $t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$ , то  $\frac{P_{\min}}{P_{\max}} \leq Q_i \leq 1$ .

При оценке отрицательных эффектов, а чем он ниже, оценка  $Q$  должна быть больше согласно принятому условию, тоже возможны две ситуации.

1. Когда отрицательный эффект возрастает по мере увеличения параметра  $t$ .

2. Когда отрицательный эффект возрастает по мере уменьшения параметра  $t$ .

Остальные ситуации являются частными случаями рассмотренных.

В первом случае используется формула (2.4).

$$Q_i = \frac{P_{\min}}{P_i} = \frac{P_{\min}}{P_{\max} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}}. \quad (25)$$

При  $t = 0$ , когда потери минимальны:

$$Q_{\max} = 1.$$

Если  $t = t_{\max}$ , когда потери максимальны:

$$Q_{\min} = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}.$$

В этом случае, если  $t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$ , то  $\frac{P_{\min}}{P_{\max}} \leq Q_i \leq 1$ .

Во втором случае используется формула (2.5):

$$Q_i = \frac{P_{\max}}{P_i} = \frac{P_{\max}}{P_{\min} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}}; \quad (26)$$

при  $t = 0$ , когда потери максимальны:

$$Q_{\max} = 1;$$

и при  $t = t_{\max}$ , когда потери минимальны:

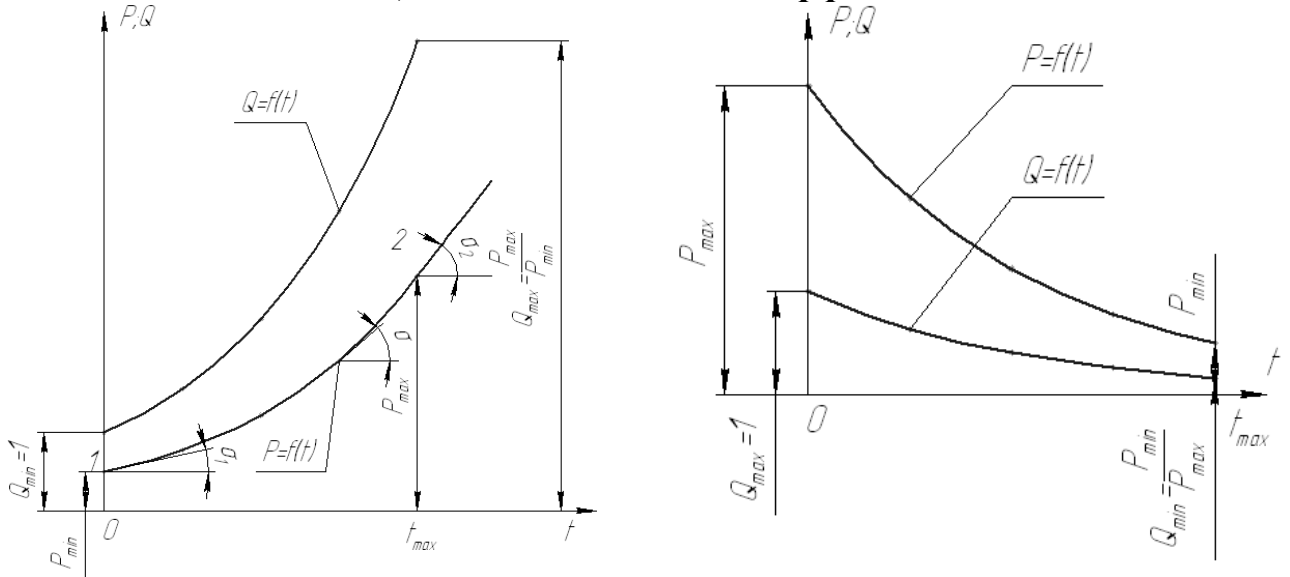
$$Q_{\min} = \frac{P_{\max}}{P_{\min}}.$$

В случае, когда  $t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$ , то  $1 \leq Q_i \leq \frac{P_{\max}}{P_{\min}}$ .

Во всех рассмотренных случаях группа экспертов назначает величины  $P_{\min}$ ,  $P_{\max}$ , определяет параметр  $t$ , и, как следствие, определяет балльную оценку  $Q$ .

Графики изменения величин  $P$  и  $Q$  приведены (рисунок) для всех четырех рассмотренных случаев.

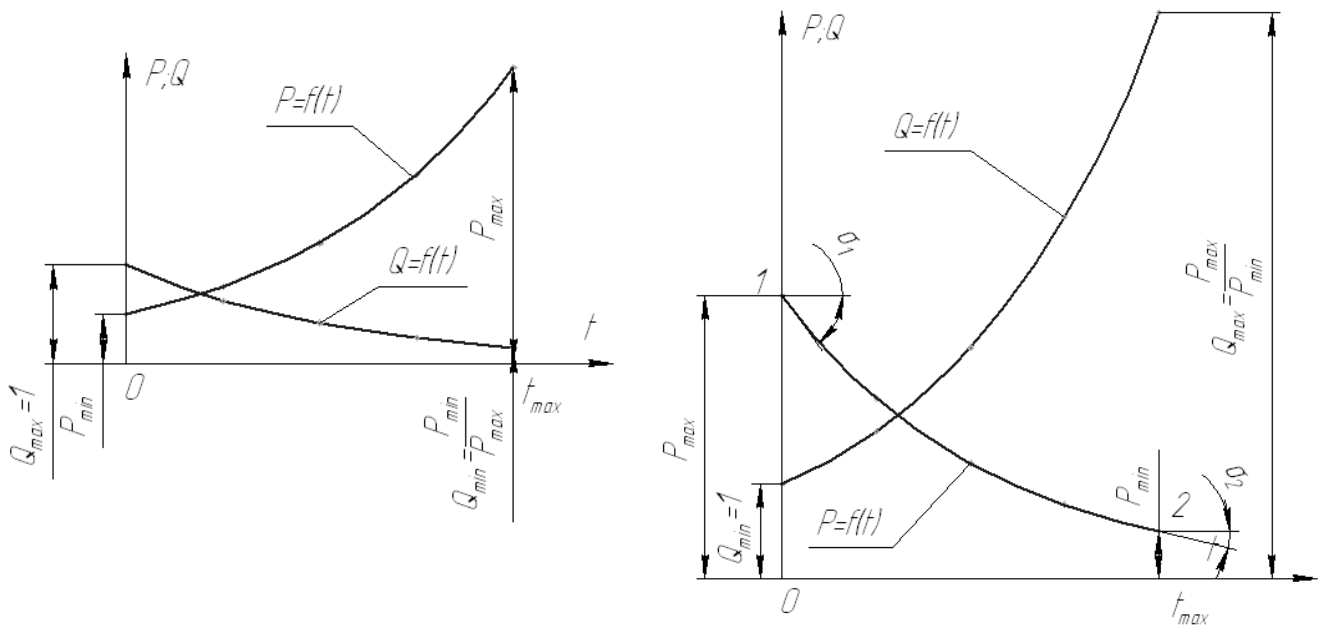
### Оценка положительных эффектов



а) эффект возрастает при увеличении  $t$ ;

б) эффект уменьшается при уменьшении  $t$ ;

### Оценка отрицательных эффектов



в) эффект возрастает при увеличении  $t$ ;

г) эффект уменьшается при уменьшении  $t$ ;

Рисунок 4 - Изменение величин  $P$  и  $Q$  в зависимости от параметра  $t$

На рисунке 4 рассмотрены ситуации, когда по мере увеличения параметра  $P$  эффект (как положительный, так и отрицательный) ускоренно возрастает (рисунок 4 а; в) либо плавно уменьшается (рисунок 4 б; г).

Возможны и другие случаи:

- когда эффект по мере увеличения  $t$  возрастает не ускоренно, а плавно;
- когда эффект по мере увеличения  $t$  уменьшается не плавно, а ускоренно.

Формальным признаком для оценки изменения функции  $P$  может служить величина угла касательной  $\sigma$  в произвольной точке кривой (рисунок 4 а).

Если  $\sigma_1 < \sigma_2$  эффект имеет признаки ускорения, а если  $\sigma_1 > \sigma_2$  эффект имеет признаки замедления.

Величина угла  $\sigma$  для формул (2.4) и (2.5) определяются отношением:

$$\operatorname{tg} \sigma = \frac{dP}{dt}. \quad (2.10)$$

Для (2.4):

$$\operatorname{tg} \sigma = \frac{-P_{\max}}{t_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max}-t}{t_{\max}}} \cdot \ln \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right). \quad (2.11)$$

Для (2.5):

$$\operatorname{tg} \sigma = \frac{-P_{\min}}{t_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max}-t}{t_{\max}}} \cdot \ln \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right). \quad (2.12)$$

Анализ показывает, что формула (2.11) определяет положительное значение угла  $\sigma$ , а формула (2.12) отрицательное.

Отсчет положительных и отрицательных углов выполняется в соответствии с рисунком 5 и математическими правилами. Поэтому отрицательные углы  $\sigma$  нужно сравнивать по абсолютной величине.

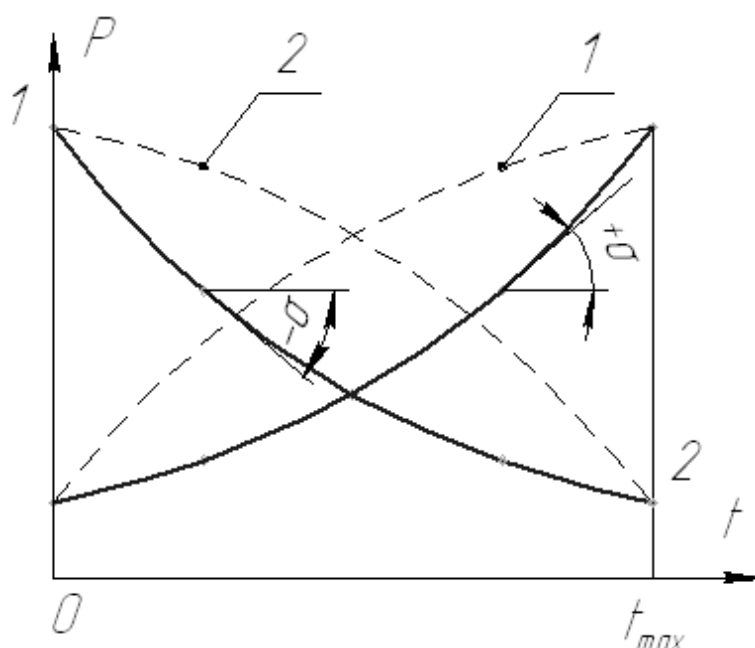


Рисунок 5 - Отсчет положительных и отрицательных углов  $\sigma$   
Для рассмотренных дополнительно ситуаций нами предлагаются формулы:

$$P = P_{\max} + P_{\min} - P_{\min} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}, \quad (2.13)$$

когда предполагается возрастание  $P$  с замедлением (кривая 1 на рисунке 2.5);

$$P = P_{\max} + P_{\min} - P_{\max} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}, \quad (2.14)$$

когда предполагается уменьшение  $P$  с ускорением (кривая 2 на рисунке 2.5).

Величина углов  $\sigma$  для этих кривых определяется формулами:

$$tg \sigma' = \frac{P_{\min}}{t_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}} \cdot \ln \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right), \quad (2.15)$$

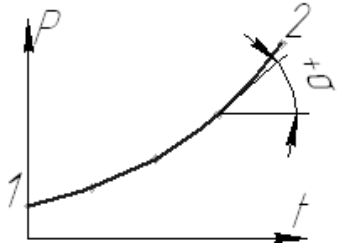
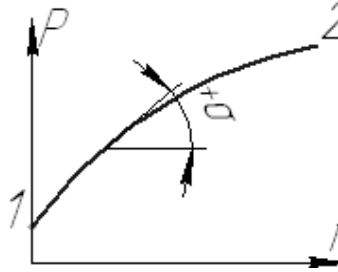
для зависимости (2.13) и

$$tg \sigma' = \frac{-P_{\max}}{t_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}} \cdot \ln \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right), \quad (2.16)$$

для зависимости (2.14).

Функции для формирования балльных оценок для удобства использования сведены в таблицу 5.

Таблица 5 Функции для формирования экспертных оценок

№ п/п	Признаки функции	Математическое выражение функции $P = f(t)$	Зависимость для определения угла $\sigma$	Вид функции $P = f(t)$	Пределы для балльной оценки	Формирование балльной оценки $Q$
1	Возрастающая с ускорением $\sigma_1 > \sigma_2$	$P = P_{\max} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}$	$\operatorname{tg} \sigma = \frac{P_{\max}}{t_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}} \times \ln \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)$		$1 \leq Q_i \leq \frac{P_{\max}}{P_{\min}}$	$Q = \frac{P}{P_{\min}}$
2	Возрастающая с замедлением $\sigma_1 < \sigma_2$	$P = P_{\max} + P_{\min} - P_{\min} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}$	$\operatorname{tg} \sigma' = \frac{-P_{\max}}{t_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}} \times \ln \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)$		$1 \leq Q_i \leq \frac{P_{\max}}{P_{\min}}$	$Q = \frac{P}{P_{\min}}$

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Признаки функции	Математическое выражение функции $P = f(t)$	Зависимость для определения угла $\sigma$	Вид функции $P = f(t)$	Пределы для балльной оценки	Формирование балльной оценки $Q$
3	Убывающая с замедлением $ \sigma_1  >  \sigma_2 $	$P = P_{\min} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}$	$\operatorname{tg} \sigma = \frac{P_{\min}}{t_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}} \times$ $\times \ln \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)$		$\frac{P_{\min}}{P_{\max}} \leq Q_i \leq 1$	$Q = \frac{P}{P_{\max}}$
4	Убывающая с ускорением $ \sigma_1  <  \sigma_2 $	$P = P_{\max} + P_{\min} -$ $- P_{\max} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}$	$\operatorname{tg} \sigma' = \frac{-P_{\max}}{t_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}} \times$ $\times \ln \left( \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \right)$		$\frac{P_{\min}}{P_{\max}} \leq Q_i \leq 1$	$Q = \frac{P}{P_{\max}}$

## Практическая работа №7

### Построение матрицы планирования логического эксперимента

Приступая к экспертизе необходимо в соответствии с таблицей 5 определить:

- функцию для формирования рассматриваемого эффекта (колонка 5);
- подтвердить выбор функции по значениям углов  $\sigma$  и  $\sigma'$  в точках 1 и 2 (колонка 4 и 5);
- выбрать функцию для формирования балльной оценки  $Q$  (колонка 7);
- определить величину балльной оценки в указанных пределах (колонки 7 и 6).

Часто какой-либо параметр оценивается по мере выполнения т.н. стадий или этапов. Например, в технике используется довольно некорректное «правило десяти», согласно которому цена ошибки на каждом последующем этапе проектирования вырастает в десять раз. Такое заключение очень неточно. Между тем, такую ситуацию легко прогнозировать и нормировать. Например, управленческое решение (рисунок 6) выполняется в девять стадий и эксперты могут оценить максимальные потери, если ошибка обнаружена на последнем, девятом этапе ( $L_9$ ) и если она обнаружена на первом этапе ( $L_1$ ), когда все легко исправить и потери минимальны.

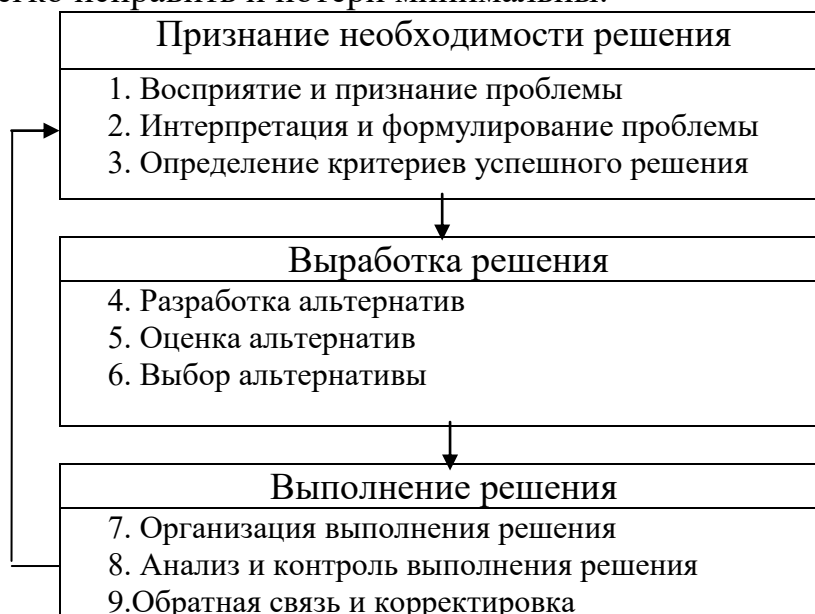


Рисунок 6 - Последовательность (стадии) принятия и выполнения решения  
Формула (2.4) для этого случая примет вид:

$$L_i = L_{\max} \cdot \left( \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \right)^{\frac{n_{\Sigma} - n}{n_{\Sigma}}}; \quad (2.17)$$

где  $n_{\Sigma}$  - общая сумма этапов (в нашем случае 9);

$n$  - номер этапа на котором допущена ошибка.

Если  $n=0$ ,  $L_1 = L_{\min}$  если  $n=9$ , то  $L_9 = L_{\max}$ .

Поскольку этапы (стадии) представляют собой временные отрезки, т.е. каждый этап имеет начало и конец, имеется особенность в расчетах величин  $L$  и  $Q$ . Если  $n = 0$ , то это начало первого этапа, если  $n = 1$ , это конец первого этапа и начало второго и т.п.

Балльная относительная оценка  $Q$  определится как и ранее отношением  $L_{\max}$  к  $L_i$ .

Потери от ошибок, если они допущены на всех этапах (редкий, но принципиально возможный случай) имеют тенденцию к накоплению (рисунок 3.1). Если ошибок несколько, например две, то величина  $L_i$  должна определяться как сумма потерь для этих этапов, которые определяются, например, формулой (2.17).

$$L_{\min} = L_2 + L_6, \quad (2.18)$$

где 2 и 6 - номера стадий, где, например, допущены ошибки.

Приведем два примера использования предложенных уравнений.

1. Допустим, что величина  $P$  (возможная прибыль) нарастает по мере быстроты  $t$  принятия решения, т.е. чем  $t$  меньше, выше доход.

Эксперты определили  $P_{\min} = 5000$  руб.,  $P_{\max} = 100\,000$  руб. и время реализации решения  $t_{\max} = 30$  дней.

Допустим, что  $t = 0,5t_{\max}$ . Формула (2.7), используемая для этого случая показывает:

$$Q = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} \cdot \left( \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - 0,5t_{\max}}{t_{\max}}} = \frac{5000}{100000} \cdot \left( \frac{100000}{5000} \right)^{0,5} = 0,05 \cdot 20^{0,5} = 0,223 \text{ 1.}$$

По рассмотренному принципу можно оценивать такие критерии как своевременность, экономичность, научная обоснованность, масштабность и экономичность.

2. Допустим для оценки возможных ошибок, что ошибка допущена на третьей стадии разработки управленческого решения.

Эксперты определили  $L_{\min} = 5000$  руб.,  $L_{\max} = 50\,000$  руб.

$$Q = \frac{L_{\max}}{L_i} = \frac{L_{\max}}{L_{\max} \cdot \left( \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \right)^{\frac{n_{\Sigma} - 3}{n_{\Sigma}}} = \frac{1}{\left( \frac{5000}{50000} \right)^{\frac{9-3}{9}}} = 4,64$$

Если ошибка обнаружена вначале проектирования ( $n = 0$ ), то  $Q_{\max} = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = 5$ , если на последней стадии ( $n = 9$ )  $Q_{\min} = \frac{L_{\max}}{L_{\max}} = 1$ .

Таким образом, предложена универсальная методика формирования балльных оценок, учитывающая реальные условия, включающая заданный допуск на возможные потери (прибыль) и управляемые факторы  $t$  и  $n$ .

Далее, установленные критерии качества (таблица 2.1) рассмотрим по отдельности для учета их особенностей и более подробного разъяснения, а



также для разработки методик определения их балльных оценок. Весовые коэффициенты  $q_i$  будем считать определенными (таблица 2.3) и их значения использовать в дальнейших расчетах.

### Практическая работа №8

#### Разработка жизненного цикла продукции для принятия решения о ней.

На основе выбранной продукции разработать жизненный цикл для конкретной продукции, который должен состоять из 12 этапов, описать каждый из них, опираясь на документацию (ГОСТ).

### Практическая работа №9

#### Применение статистической информации для анализа дефектов продукции на стадиях жизненного цикла продукции

Используя информацию, полученную путем анкетирования в работе 3 провести обработку статистических данных (по методическим указаниям для выполнения курсовой работы).

Эксперт в этом случае выступает в качестве средства измерения, который ранжирует по десятибалльной шкале объекты экспертизы в порядке их предпочтения от большего к меньшему: чем выше ранг, тем предпочтительнее показатель, сильнее влияние.

Результаты опроса сведены в таблицу 4.

Таблица 4.

#### Результаты опросов экспертов по оценки весомости показателей качества управленческих решений

№ п/п	Единичный показатель	Оценки экспертов 1-16														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Своевременность	10	10	9	10	9	10	8	8	10	8	10	10	10	10	10
2	Целенаправленность	8	10	7	10	9	9	10	8	10	9	7	10	9	8	9
3	Экономичность	7	8	7	10	6	5	8	7	9	4	6	5	8	5	7
4	Правомочность	8	6	5	7	6	7	5	5	10	5	4	6	10	5	7
5	Научная обоснованность	7	7	2	2	3	7	5	7	7	4	3	6	7	7	8
6	Масштабность	5	5	9	8	7	4	7	3	6	3	3	4	4	5	4

№ п/п	Единичный показатель	Оценки экспертов 17-28													
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1	Своевременность	10	9	8	10	10	10	9	9	10	8	9	9	10	
2	Целенаправленность	8	8	9	8	8	8	10	8	9	10	9	10	10	
3	Экономичность	8	7	9	7	6	7	9	6	4	6	7	6	7	
4	Правомочность	10	8	7	4	7	5	7	9	6	8	7	5	9	
5	Научная обоснованность	5	6	5	6	2	7	7	5	5	5	4	7	6	
6	Масштабность	6	6	5	5	5	5	6	4	3	5	7	6	6	

После получения результатов опроса - экспертных оценок весовых коэффициентов, необходимо выполнить анализ результатов опроса, который

начинаем с проверки согласованности экспертных суждений, путем определения коэффициента конкордации.

Определяем среднее арифметическое рангов:

$$\frac{263 + 248 + 191 + 188 + 152 + 146}{6} = 198$$

Значение суммы рангов, отклонение от среднего и квадрат отклонения необходимые для проведения оценки согласованности сведены в таблицу 5.

**Таблица 5.**

**Данные для проведения оценки согласованности экспертов**

№ п/п	Единичный показатель	Сумма рангов	Отклонение от среднего	Квадрат отклонения
1	Своевременность	263	65	4225
2	Целенаправленность	248	50	2500
3	Экономичность	191	-7	49
4	Правомочность	188	-10	100
5	Научная обоснованность	152	-46	2116
6	Масштабность	146	-52	2704

Используя данные таблицы 6 получаем:

$$S = 4225 + 2500 + 49 + 100 + 2116 + 2704 = 11694$$

Производим расчет коэффициента конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot 11694}{28^2(6^3 - 6)} = \frac{140328}{164640} = 0,85$$

Учитывая, что коэффициент конкордации, в зависимости от степени согласованности мнений экспертов, может принимать значения от 0 (при отсутствии согласованности) до 1 (при полной согласованности), то степень согласованности мнений экспертов для рассматриваемого примера можно считать удовлетворительной.

Высокий коэффициент согласованности экспертной группы позволяет перейти к нормированию коэффициентов весомости полученных экспертным методом:

Поскольку сумма коэффициентов весомости всех показателей должна быть равна 1, расчет нормированных коэффициентов весомости производится по формуле:

$$q_i^n = \frac{\text{сумма рангов по } i \text{ - му коэффициенту весомости}}{\text{общее количество рангов полученное при экспертной оценке}}$$

где  $q_i^n$  - нормированное значение  $i$ - го коэффициента весомости.

Результаты расчетов нормированных коэффициентов весомости сведены в таблицу 6.

**Таблица 6**

**Нормированные значения весовых коэффициентов единичных показателей качества управленческих решений**

№ п/п	Единичный показатель	Сумма рангов	Нормированное значение весового
-------	----------------------	--------------	---------------------------------

			коэффициента
1	Своевременность	263	0,221
2	Целенаправленность	248	0,208
3	Экономичность	191	0,160
4	Правомочность	188	0,158
5	Научная обоснованность	152	0,127
6	Масштабность	146	0,122
	Итого:	1188	1,0

Рассчитав нормированные значения коэффициентов весомости задачу по определению весовых коэффициентов можно считать завершённой.

## Практическая работа №10

### Оценка единичного показателей качества «целенаправленность»

Цель – один из элементов поведения и сознательной деятельности человека, предвосхищение в мышлении результатов деятельности с помощью определенных средств. Цель выступает как способ интеграции различных действий человека, в некоторую последовательность или систему.

Целенаправленность - предполагает выявление несоответствий между жизненной ситуацией и целью. Будем учитывать, что «цель, для которой нужны неправомерные средства, не есть правая цель.».

Несоответствия могут выявляться как в процессе подготовки решения, так и при его реализации. Ранее отмечалось, что в технике используется т.н. «правило десяти» [28, 39] суть которого в том, что на первой стадии подготовки технического решения цена ошибки самая незначительная, на каждой последующей эта цена возрастает в десять раз.

Применительно к техническим решениям «правило десяти» иллюстрируется рисунком 3.2.

Потери, обозначенные латинской буквой  $L$ , определяются зависимостью:

$$L = L_1 \cdot 10^{(n-2)}; \quad (3.10)$$

где  $L_1$  - возможные потери от ошибки на первом этапе;

$n$  – номер этапа в соответствии с рисунком 2.7.

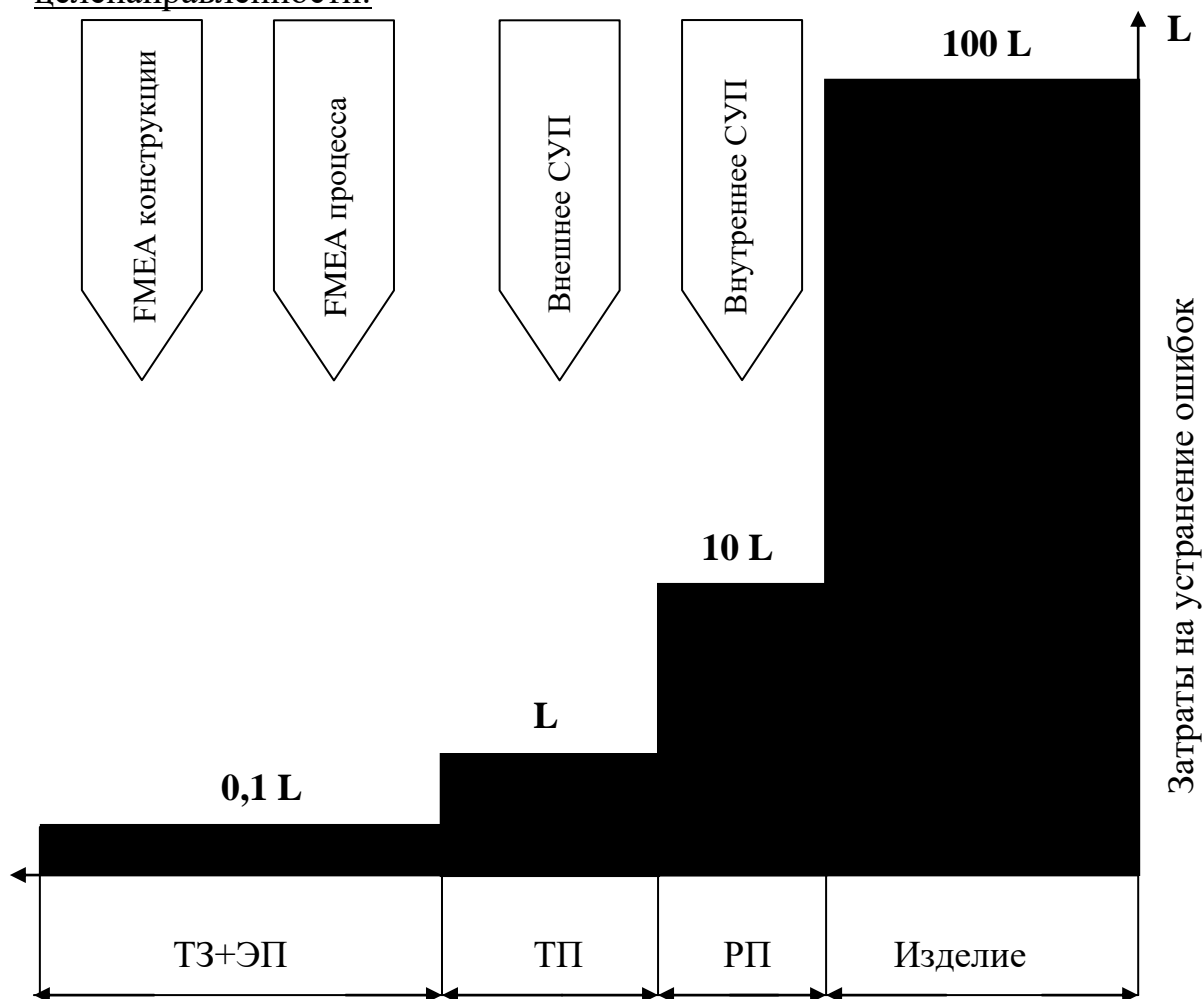
Из анализа этого рисунка следует, что ошибки может обнаруживать как сам разработчик технического решения, так и заказчик, причем обнаружение ошибки заказчиком обходится очень дорого! Для предупреждения и поиска ошибок используются системы FMEA и СУП (статистическое управление процессами).

Для управленческих решений ничего подобного не разработано, поскольку технические решения более формализованы, чем управленческие.

Последовательность (стадии и этапы)  $ghbyznbz$  решения показана на рисунке 3.

Даже грамотный специалист в течение сорока минут совершает одну ошибку, критерий «целенаправленность» требует осмысления и разработки методики определения балльных оценок.

Далее, в соответствии с принятым правилом «чем выше балльная оценка, тем лучше» принимается шкала обратной пропорциональности, т.е. чем меньше потери, тем выше балльная оценка показателя целенаправленности.



ТЗ – техническое задание; ЭП – эскизный проект; ТП – технический проект, РП – рабочий проект.

Рисунок 3.2 - Потери от несоответствий для технических проектов.

Сумму потерь на каждом этапе (точнее тенденцию их возрастания) нами предлагается выразить формулой:

$$L_i = L_9 \cdot \left( \frac{L_1}{L_9} \right)^{\frac{9-n}{9}}; \quad (3.11)$$

где 9 - число этапов принятия решения;

n - номер этапа в соответствии с рисунком 3.3;

L<sub>1</sub> - потери, оцениваемые экспертно от несоответствий на первом этапе (n = 1);

L<sub>9</sub> - потери на девятом этапе (n = 9).

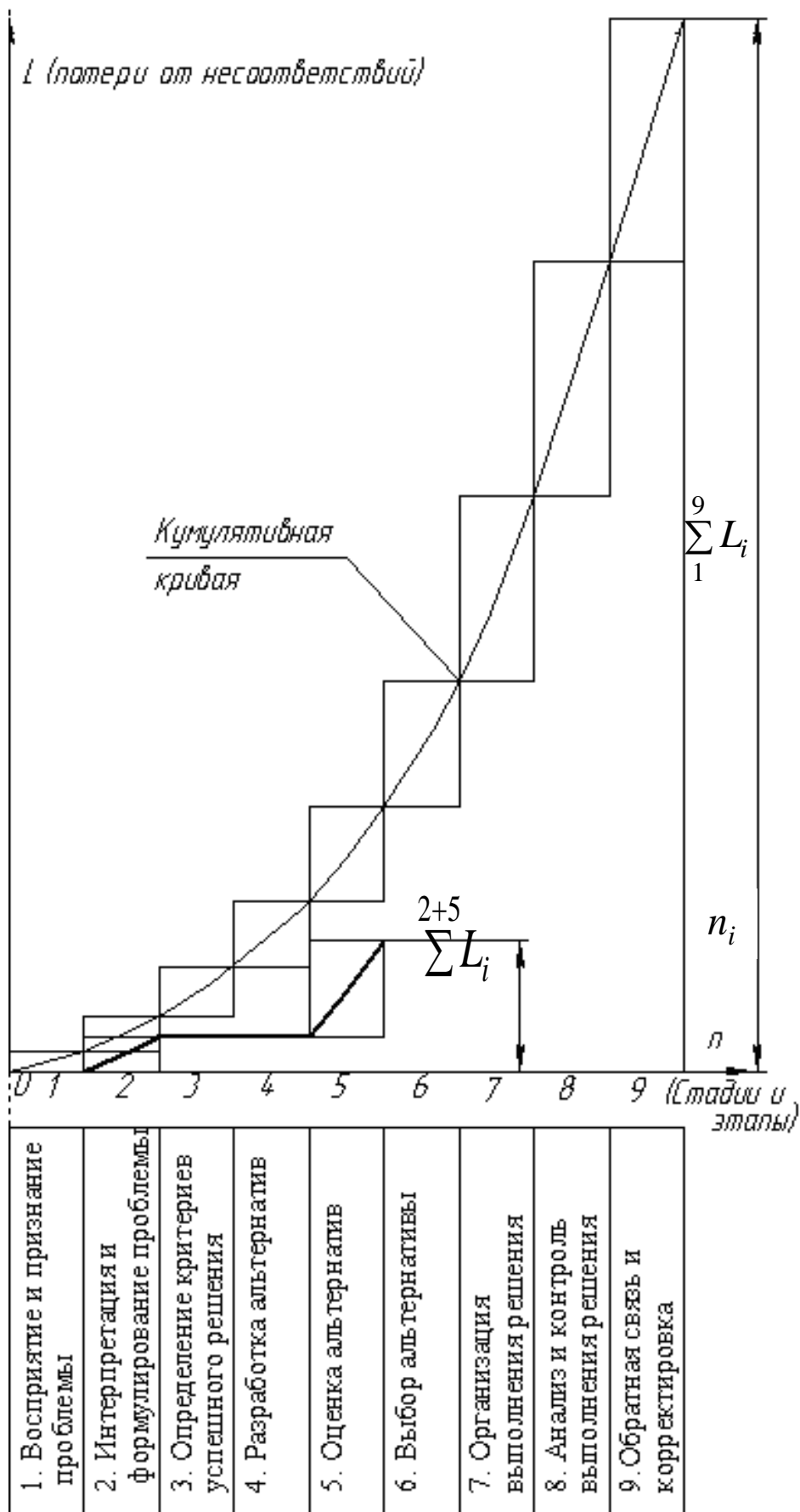


Рисунок 3.3 - Величины потерь и их накопление на стадиях принятия управленческого решения

Формула 3.11 легко нормируется. Для этого нужно либо экспертно задать величины  $L_1$  и  $L_9$ , либо их отношение  $m = \frac{L_1}{L_9}$ .

Особенность анализируемых потерь в том, что они имеют тенденцию к накоплению [58]. Если ошибки имеются на всех этапах, то общая сумма потерь  $L_\Sigma$  возрастает очень резко, поскольку:

$$L_\Sigma = \sum_1^9 L_i ; \quad (3.12)$$

где  $L_i$  - потери на этапах, где допущена ошибка.

Этапы, где ошибки не обнаружены, из суммирования исключаются. Решение с обнаруженными ошибками должно отправляться на доработку!

В идеальном случае, когда доработка выполнена, критерий целенаправленности имеет максимально возможную оценку  $Q_{ц\max}$ .

Балльную оценку предлагается определять в два этапа. На первом из них определяется оценка с использованием приоритетного числа риска (ПЧР), на втором оценка зависит от соотношения максимально возможных потерь к ожидаемым. Далее формируется окончательная оценка критерия «целенаправленность».

Для обнаружения ошибок, влияющих на величину риска, можно с коррективами, предложенными нами, использовать систему FMEA (ГОСТ Р 51 814.2 – 2001 г. «Метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов»). Как основа этого стандарта использована система FMEA (Ponetzial Failure Mode and Effects Analysis) – точнее анализ FMEA процесса с расчетом приоритетного числа риска ПЧР.

$$ПЧР = S \cdot O \cdot D ; \quad (3.13)$$

где  $S; O; D$  балльные оценки от 1 до 10 в соответствии с системой FMEA.

где  $S$  - балл значимости - экспертно выставаемая оценка, соответствующая значимости возможного несоответствия;

$O$  - балл возникновения - экспертно выставаемая оценка, соответствующая вероятности возникновения несоответствия;

$D$  - балл обнаружения - экспертно выставаемая оценка, соответствующая вероятности обнаружения несоответствия.

В качестве относительной балльной оценки  $\alpha_{ц}$  может использоваться отношение допустимого  $[ПЧР]$  к определенному ГОСТ Р 51 814.2 значению.

$$\alpha_{ц1} = \frac{[ПЧР]}{ПЧР} ; \quad (3.14)$$

где  $[ПЧР] = 125$  допустимая величина, которая по желанию заказчика может изменяться;

$ПЧР$  - расчетная величина.

В случаях, когда оценивается возможность возникновения нескольких ошибок, определяется средняя величина  $\bar{\alpha}_{ц1}$ .

$$\alpha_{u_1} = \frac{\alpha_{u_1} + \alpha_{u_2} + \dots + \alpha_{u_n}}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_n \alpha_{u_i},$$

где  $n$  – количество возможных ошибок.

Таблицы 3.2 ... 3.4, разработанные в рамках настоящей работы, облегчают экспертам определение баллов S; O и D.

Если  $\alpha_{u_1} < 1$  решение, как несоответствующее требованиям FMEA, должно дорабатываться. Оценка величины  $\alpha_{u_1}$  является первым этапом определения критерия целенаправленности. На втором этапе определяется балльная оценка  $Q_{u_2}$  как отношение максимально возможных потерь  $L_9$  к фактически ожидаемым  $L_i$

$$Q_{u_2} = \frac{L_9}{L_i} = \frac{L_9}{L_9} \cdot \left(\frac{L_1}{L_9}\right)^{\frac{9-n}{9}} = \left(\frac{L_1}{L_9}\right)^{\frac{9-n}{9}} = m^{\frac{9-n}{9}}; \quad (3.15)$$

где  $n$  – номер этапа, на котором возможно возникновение несоответствия.

Таблица 3.2 Рекомендуемая шкала значимости дефекта S для FMEA решения

Последствие	Критерий значимости последствия	Балл S
Опасное и неожиданное	Существование фирмы или подобного ей учреждения вызывает несоответствия обязательным требованиям законодательства. Сбой в работе не прогнозировался. Отказ целевой функции. Потребитель в панике!	10
Опасное	Весьма высокий ранг значимости. Может нарушить работу на длительный период с тяжелыми последствиями. Сбой в работе можно предвидеть. Потребитель близок к панике.	9
Очень важное	Большое нарушение производственной деятельности. Возможен сбой финансовой деятельности и целевой функции. Потребитель очень недоволен.	8
Важное	Незначительное нарушение производственной деятельности. Незапланированные финансовые затраты. Возможно нарушение целевой функции. Потребитель неудовлетворен.	7
Умеренное	Небольшое нарушение производственной деятельности. Система работоспособна, но ее некоторые составляющие нарушают целевую функцию. Потребитель испытывает дискомфорт	6
Слабое	Несущественное нарушение производственной деятельности, понимая эффективность. Потребитель испытывает неудовлетворение.	5
Очень слабое	Незначительное нарушение производственной деятельности, но потребители испытывают неудобства	4
Незначительно	Неудобства испытывают не более 50% потребителей	3

Очень незначительное	Неудобства испытывают не более 25% потребителей	2
Отсутствует	Нет неудовлетворительных последствий	1

Таблица 3.3 Рекомендуемая шкала для выставления балла возникновения  $O$  для FMEA решения

Вероятность дефекта	Балл, $O$
Очень высокая: дефект почти неизбежен	10,9
Высокая: ассоциируется с аналогичными процессами, которые часто отказывают	8 7
Умеренная: в общем ассоциируется с предыдущими процессами, у которых наблюдались случайные дефекты, но не в большой пропорции	6,5,4
Низкая: отдельные дефекты, связанные с подобными процессами	3
Очень низкая: отдельные дефекты, связанные с почти идентичными процессами	2
Малая: дефект маловероятен. Дефекты никогда не связаны с такими же идентичными процессами	1

Таблица 3.4 Рекомендуемая шкала для выставления балла обнаружения  $D$  для FMEA управленческого решения

Обнаружение	Критерии вероятности обнаружения дефекта	Балл $D$
Почти невозможно	Нет известного способа контроля для обнаружения вида дефекта в производственном процессе	10
Очень плохое	Очень низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	9
Плохое	Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	8
Очень слабое	Очень низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	7
Слабое	Низкая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	6
Умеренное	Умеренная вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	5
Умеренно хорошее	Умеренно высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	4
Хорошее	Высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	3
Очень хорошее	Очень высокая вероятность обнаружения вида дефекта действующими методами контроля	2
Почти наверняка	Действующий контроль наверняка обнаружит вид дефекта. Для подобных процессов известны надежные методы контроля	1

Если возможно накопление ошибок, формула примет следующий вид:

$$Q_u = \frac{L_9}{\sum_1^{n_i} L_i}; \quad (3.16)$$

где  $n_i$  - номера этапов с возможными несоответствиями,



$Q_{u_i}$  - потери на этих этапах.

Допустим, что принимается решение о закупке партии нового товара. Фирму более всего волнует вопрос о наличии покупателей при массовом появлении этого товара на рынке крупного областного города, например г.Тулы. Товар – термосы из КНР, которые вместо стеклянных имеют пластмассовые «небьющиеся» колбы.

На первой стадии с помощью таблицы 3.5 и таблиц 3.2; 3.3; 3.4 определим *ПЧР*. Таблица 3.5 Данные для расчета *ПЧР*

№ п/п	Возможная ошибка	Возможное последствие ошибки	<i>S</i>	Меры по обнаружению	<i>O</i>	Возможная причина ошибки	<i>D</i>	<i>ПЧР</i>
1.	Избыточный объем партии товара	Избыточные финансовые потери	6	Социальный опрос	3	Неправильная оценка конкурентов, отставание рекламы	5	90
2.	Избыточная цена товара	Существенные финансовые потери	6	Анализ ситуации	4	Неправильная оценка возможностей потребителей	4	96

По обеим ситуациям *ПЧР* меньше критического значения [*ПЧР*] = 125, поэтому перейдем к оценке второго этапа. Допустим, что фирма считает приемлемыми следующие значения потерь:

$$L_9 = 500\,000 \text{ руб.}, L_1 = 50\,000 \text{ руб. Тогда } m = \frac{L_9}{L_1} = \frac{50\,000}{500\,000} = 0,1.$$

Возможно, ошибка на седьмой стадии, т.е.  $n = 7$ .

Определим относительную балльную оценку  $Q_{u_2}$ :

$$Q_{u_2} = m^{\frac{9-n}{9}} = 0,1^{\frac{9-7}{9}} = 0,599 \approx 0,6.$$

Максимальное значение  $Q_{u_2}$  приобретает, когда  $n = 1$ . Таким образом, предложена методика экспертной оценки критерия (единичного показателя качества) целенаправленности, которая выполняется в два этапа. На первом с использованием видоизмененной системы FMEA определяется т.н. приоритетное число риска (*ПЧР*) и разработчик представляет опасность принятия решения.

На втором этапе, если результат первого удовлетворяет заказчика, определяется относительная оценка рассматриваемого критерия. Оценка первого этапа (риск) используется для определения общего риска управленческого решения.

Оценка риска по критерию «целенаправленность» требует особого осмысления. Задавая допустимое число, например,  $ПЧР = 125$  мы уже задаемся риском, который можно рассчитать следующим образом.

Минимально возможная величина  $ПЧР_{\min}$  при  $O = S = D = 1$  равна 1, максимально возможное значение  $ПЧР_{\max}$  при  $O = S = D = 10$  равно 1000.

Следовательно минимальный риск системы «ФМЕА» и предлагаемой нами составляет:

$$\alpha_{\min} = \frac{ПЧР_{\min}}{ПЧР_{\max}} = \frac{1}{1000} = 0,001;$$

Соответственно допускаемый заказчиком риск составит:

$$[\alpha_{y1}] = \frac{[ПЧР]}{ПЧР_{\max}} = \frac{125}{1000} = 0,125;$$

а определенный по конкретному значению  $ПЧР$  риск  $\alpha_{y1}$  определяется формулой:

$$\alpha_{y1} = \frac{ПЧР}{1000}.$$

Это значение  $\alpha_{y1}$  далее используется при общей оценке риска управленческого решения.

Предельные значения относительной базовой оценки  $Q_{y2}$ , являющейся итоговой для второго этапа, как отмечалось ранее, согласно формуле (3.15) возникает при  $n = 1$ .

$$Q_{y2 \max} = \left( \frac{L_1}{L_9} \right)^{\frac{9-n}{9}} = \left( \frac{L_1}{L_9} \right)^{\frac{8}{9}};$$

Минимальная оценка  $Q_{y2 \min}$  соответственно формируется при  $n = 9$

$$Q_{y2 \min} = \left( \frac{L_1}{L_9} \right)^{\frac{9-9}{9}} = 1;$$

Значения возможных потерь  $L_1$  и  $L_9$ , задаются экспертами, они же решают на каком этапе допущена ошибка (определяют величину  $n$ ) и соответственно определяют фактическую оценку  $Q_{y2}$ , которая должна находиться в диапазоне:

$$Q_{y2 \min} < Q_{y2} < Q_{y2 \max}.$$

Оценка рисков на данном этапе проводится по методике, отличающейся от рассмотренной ранее по причине использования различных оценочных условий.

## **Практическая работа №11** **Оценка единичного показателя «своевременность»**

Своевременность принятия решения можно сравнить с упущенной выгодой или с минимальными потерями для фирмы, личности или общества

в целом. Последнее (потери общества и т.д.) хорошо согласуется с философией потерь потребителя, выдвинутой Г. Тагути.

Принимая решение, руководство должно взвесить возможные потери от принятия несвоевременного решения, т.е. пронормировать быстроту его принятия.

Например, можно определить соотношение максимальных и минимальных потерь, которые фирма считает допустимыми.

Допустим:

$$K = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} ;$$
$$L_{\max} = K \cdot L_{\min} ;$$

где  $L_{\max}; L_{\min}$  – максимальные и минимальные потери соответственно (выраженные в рублях);

$K$  – коэффициент пропорциональности.

Обращаясь к общей методике (раздел 2.6) заметим, что чем меньше время принятия УР, тем лучше, поэтому для оценки потерь воспользуемся формулой, в таблице 2.4 эта формула, которая в принятых обозначениях примет вид:

$$L = L_{\max} \left( \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}},$$

где  $t_{\max}$  – время выделенное фирмой для принятия решения, при котором потери максимальны;

$t$  – фактическое время принятия решения.

Пронормируем функцию, приняв, что, например:

$$L_{\max} = 2,5 \cdot L_{\min},$$

т.е.  $K = 2,5$ .

Тогда

$$L = 2,5 \cdot L_{\min} \left( \frac{L_{\min}}{2,5 \cdot L_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}.$$

Пусть, как частный случай,  $t = t_{\max}$  тогда:

$$L = 2,5 \cdot L_{\min} \left( \frac{1}{2,5} \right)^{\frac{t_{\max} - t_{\max}}{t_{\max}}} = 2,5 \cdot L_{\min} (1) = 2,5 \cdot L_{\min} = L_{\max},$$

т.е. фирма понесет заранее запланированные максимальные потери.

Если решение принято моментально, т.е.  $t = 0$ , то

$$L = 2,5 \cdot L_{\min} \left( \frac{1}{2,5} \right)^{\frac{t_{\max}}{t_{\max}}} = L_{\min}, \text{ т.е. потери будут минимальными.}$$

Если фирма на принятие решения затратит время  $t = 0,5 \cdot t_{\max}$ , то потери составят:

$$L = 2,5 \cdot L_{\min} \left( \frac{1}{2,5} \right)^{\frac{t_{\max} - 0,5t_{\max}}{t_{\max}}} = 2,5 \cdot L_{\min} \left( \frac{1}{2,5} \right)^{0,5} =$$

$$= 2,5 \cdot L_{\min} \cdot 0,632 = 0,632 \cdot L_{\max}$$

Если фирма не выполнила работу даже в максимально запланированное время для принятия решения, т.е., например  $t = 2 \cdot t_{\max}$ . То показатель степени в формуле (3.24) становится отрицательным.

$$L = L_{\max} \left( \frac{1}{2,5} \right)^{\frac{t_{\max} - 2t_{\max}}{t_{\max}}} = L_{\max} \left( \frac{1}{2,5} \right)^{-0,5} = 1,581 \cdot L_{\max},$$

и потери резко возрастают.

Коэффициенты 1,581; 0,632, приведенные в примерах являются критериями своевременности принятого решения, чем они меньше, тем лучше!

Если общая оценка качества решения оценивается по принципу чем больше комплексный показатель качества, тем лучше, то целесообразно использовать величины обратные ранее рассчитанным критериям.

Обозначив, такой критерий буквой  $Q_C$  и преобразова ранее приведенные формулы запишем:

$$Q_C = \frac{L}{L_{\max}} = \frac{L}{K \cdot L_{\min}} = \frac{K \cdot L_{\min} \left( \frac{L_{\min}}{K \cdot L_{\min}} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}}}{K \cdot L_{\min}} = \left( \frac{1}{K} \right)^{\frac{t_{\max} - t}{t_{\max}}},$$

$$= \left( \frac{1}{K} \right)^{\frac{t_{\max} - \beta \cdot t_{\max}}{t_{\max}}} = \left( \frac{1}{K} \right)^{1 - \beta}$$

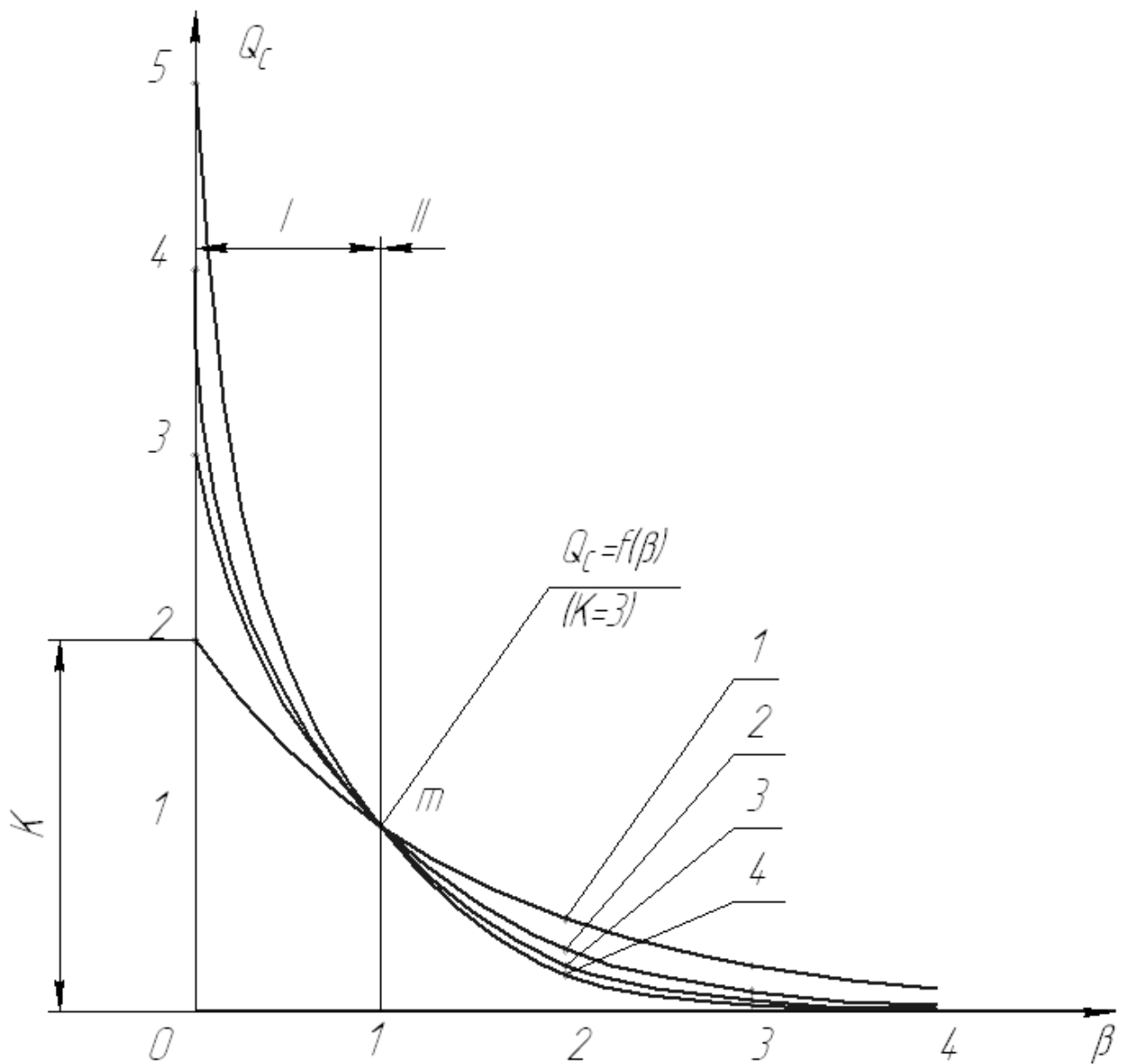
где  $t = \beta \cdot t_{\max}$ ;

$\beta$  - коэффициент своевременности.

Формула работает по принципу: чем  $Q_C$  меньше, тем лучше. Это неудобно для балльной оценки, поэтому нужно брать величину обратную.

$$Q_C = \frac{L_{\max}}{L} = \left[ \left( \frac{1}{K} \right)^{1 - \frac{\beta \cdot t_{\max}}{t_{\max}}} \right]^{-1}.$$

Изменение балльной оценки  $Q_C$  в зависимости от коэффициента своевременности  $\beta$  показано на рисунке 3.4. Характерным является то, что все графики при различных коэффициентах  $K$  проходят через точку  $m$  после которой значения  $Q_C$  катастрофически уменьшаются.



$$1 - \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = 5; 2 - \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = 4; 3 - \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = 3; 4 - \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = 2.$$

Рисунок 3.4 - Изменение величины  $Q_C$  в зависимости от параметра  $\beta$

Предельные значения  $Q_C$  можно рассчитать из условия, когда параметр  $\beta$  находится в I интервале, т.е.

$$0 \leq \beta \leq 1.$$

Тогда при  $\beta = 0$ :

$$Q_{C \max} = \frac{L_{\max}}{L} = K;$$

а при  $\beta = 1$

$$Q_{C \min} = \frac{L_{\max}}{L} \cdot \frac{L}{L_{\max}} = 1.$$

Эти пределы должны вычисляться и реальное значение  $Q_C$  должно находиться в интервале  $Q_{C \min} \leq Q_C \leq Q_{C \max}$ .

### **Практическая работа №12** **Оценка единичного показателя «экономичность»**

Экономическая эффективность - это относительный показатель, соизмеряющий полученный эффект с затратами, обусловившими этот эффект, или с ресурсами, использованными для достижения этого эффекта:

$$\text{Экономическая эффективность} = \frac{\text{экономический эффект}}{\text{затраты(ресурсы)}}.$$

Зависимость (3.26) неудобна для экспертных оценок.

Расчет данных по числителю и знаменателю обычно является долговременной и достаточно «неудобной» процедурой, главное - он требует привлечения не экспертов, а экономистов. Смысл экспертной оценки при этом нарушается.

Для исключения этих противоречий нами принято решение об использовании зависимостей из таблицы 2.4. Предполагается, что руководитель определяет вид функции (по данным, предоставленным например аналитическим отделом): возрастающая с ускорением/замедлением; убывающая с замедлением/ускорением. И дальнейшие расчеты производятся в зависимости от выбранной функции с учетом времени исполнения решения.

Например: чем выше балльная оценка, тем лучше ожидаемый результат, поэтому при оценке положительных эффектов, будем использовать формулы из строки 3 таблицы 2.4.

Оценка риска  $\alpha_3$  рассматриваемого критерия выполняется с по методике, описанной в разделе 3.1.

### **Практическая работа №13** **Оценка единичного показателя «правомочность»**

Управленческое решение должно удовлетворить требованию правомочности. Правомочность каждого руководителя в пределах его служебных обязанностей заключается, как правило, в возможности распоряжаться трудовыми, материальными, денежными и другими ресурсами в целях достижения заданных результатов. Нарушение этой правомочности, т.е. принятие решений, не соответствующих правам, обычно ведет к невыполнению этих решений. Управленческие решения вырабатываются в соответствии с полномочиями линейных руководителей, коллегиальных органов, принимающих эти решения. Выполнение данного

требования обеспечивается разработкой положений об органах управления, отделах, должностных инструкций.

Требование законности управленческого решения состоит в том, чтобы решение не противоречило действующим государственным и ведомственным законоположениям, приказам, нормативам, стандартам, инструкциям и другим документам. Работники аппарата управления предприятий и организаций общественного питания, деятельность которых связана с выработкой управленческих решений, обязаны хорошо знать постановления и законы, хозяйственные нормативные акты, постановления и приказы руководителей вышестоящих организаций, применительно к специфике решаемых вопросов.

Правомочность по своей сути это аргументированность соответствие прав и обязанностей органов принятия решения. Аргументы по возможности должны носить формализованный характер. Для достижения правомочности необходимо обеспечить:

- 1) наличие у исполнителя документации, позволяющей выполнять определенные виды работ, т.е. лицензий, сертификатов и т.п.;
- 2) необходимый опыт в выполнении работ.

Например, решение задач в области металлургии требует наличия документов, дающих право их выполнять. Получение такого права зависит от подтвержденных, например лицензиями, знаний особых требований техники безопасности т.п.

Необходимый опыт тоже имеет важное значение. Например, многочисленные объявления о приеме на работу обязательно включают требования о наличии стажа на подобных должностях.

Квалиметрическая оценка критерия «правомочность» по нашему мнению должна выполняться в два этапа. На первом используется правило Вето - отсутствие лицензионной документации является поводом для снятия проекта с рассмотрения. Если идея решения необычна, оригинальна, нужно привлекать специалистов, которые решат реализовать идею, отклонять или дорабатывать.

В таком случае критерий «правомочность» связан с наличием опыта, например, его можно оценить количеством удачных решений в сравнении с их общим количеством. Воспользуемся для формирования балльной оценки  $Q_{II}$  уравнением из строки 1 таблицы 2.4.

$$Q_{II} = Q_{II \max} \left( \frac{Q_{II \min}}{Q_{II \max}} \right)^{\frac{n_{\max} - n}{n_{\max}}},$$

где  $Q_{II \min}$  и  $Q_{II \max}$  балльные оценки принимаемого решения, значения которых принимаются экспертами по 10 балльной шкале после обследования фирмы;

$n_{\max}$  - общее количество решений;

$n$  - количество удачных решений.

При  $n=0$  (фирма некомпетентна)  $Q_{II} = Q_{II \min} = 1$ , а при  $n = n_{\max}$  (фирма не допускает ошибок)  $Q_{II} = 10$ . Таким образом, уравнение позволяет сразу получить балльную оценку в пределах:

$$1 \leq Q_{II} \leq 10.$$

### **Практические работы для самостоятельного выполнения.**

#### **Практическая работа №14**

#### **Оценка единичного показателя «научная обоснованность»**

Принцип научной обоснованности управления исходит из того, что средства и методы управления должны быть научно обоснованы и выверены на практике. Его соблюдение возможно только на основе непрерывного сбора, переработки и анализа различной информации: научно-технической, экономической, правовой и др. с использованием новейшей техники и математических методов;

Критериями научной обоснованности являются:

- достоверность используемой информации;
- соответствие принципов и методов исследования объекту исследования;
- теоретическая обоснованность предлагаемых вариантов решения проблемы (задачи).

Приведенные критерии своеобразны и базовые формулы (указанные в таблице 2.4) не могут использоваться для получения балльной оценки  $Q_H$ .

В связи с изложенным, рекомендуется использование традиционного среднеарифметического комплексного показателя качества, определяемого формулой:

$$Q_H = \sum_1^3 q_i \cdot Q_i,$$

где  $q_i$  - весовые коэффициенты каждого из ранее показанных критериев научной обоснованности;

$Q_i$  - экспертные балльные оценки каждого критерия.

По нашему мнению весовые коэффициенты для приведенных критериев равнозначны, т.е.  $q_1 = q_2 = q_3 = 0,333$ , а балльные оценки  $Q_i$  могут различаться по величине в зависимости от качества представленной информации по тому или иному решению.

Формула с учетом равенства весовых коэффициентов  $q_i$  может быть преобразована:

$$Q_H = 0,333 \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3).$$

Рекомендуется оценки  $Q_i$  выполнять по десятибалльной системе.

Если хотя бы один из критериев не обоснован, балльная оценка принимается равной нулю (используется правило «Вето») и решение признается в целом неудовлетворительным.



Для облегчения работы экспертов далее приведены таблицы 3.6...3.8 рекомендаций для каждого критерия.

Таблица 3.6 Оценка достоверности используемой информации (весовой коэффициент  $q_1 = 0,333$ , оценка  $Q_1$ )

№ п/п	Источник информации	$Q_1$
1	Информация неполная и вторично неподтвержденная. Степень полноты 15-20%.	1-2
2	Информация получена из устаревших источников, но вполне достоверная. Степень полноты 20-30%.	3-4
3	Информация соответствует текущей обстановке. Степень полноты 40-60%.	5-6
4	Информация достоверная и основана на оценке ближайших событий. Степень полноты 60-80%.	7-8
5	Использованы данные из наиболее цитируемых источников. Степень полноты 80-100%	9-10

Таблица 3.7 Оценка соответствия методов исследования объекту исследования (весовой коэффициент  $q_2 = 0,333$ , оценка  $Q_2$ )

№ п/п	Характеристики методов исследования	$Q_2$
1	Соответствует на 10-20%.	1-2
2	Соответствует на 30-40%.	3-4
3	Соответствует на 50-60%.	5-6
4	Соответствует на 70-80%.	7-8
5	Соответствует на 90-100%	9-10

Таблица 3.8 Оценка теоретической обоснованности (весовой коэффициент  $q_3 = 0,333$ , оценка  $Q_3$ )

№ п/п	Характеристика теоретической обоснованности	$Q_3$
1	Выполнена на 10-20%.	1-2
2	Выполнена на 30-40%.	3-4
3	Выполнена на 50-60%.	5-6
4	Выполнена на 70-80%.	7-8
5	Выполнена на 90-100%	9-10

В таблицах 3.6...3.8 используется простой критерий – оценка по процентному соответствию, поэтому примера использования таблиц не приводится. Очень похожий пример нами приведен при оценке критерия целенаправленности.

### Оценка единичного показателя «масштабность»

**Масштабность** решения – различна в разных областях промышленности, в массовом производстве всегда выше и очень хорошо,

когда решение может использоваться в смежных областях. Всегда, при одинаковых затратах предпочтение отдается более масштабному решению.

Предположим, что эффект, выраженный, например в рублях, от критерия масштабности  $\mathcal{E}_M$  выражается видоизмененной формулой.

$$\mathcal{E}_M = \mathcal{E}_{M \max} \cdot \left( \frac{\mathcal{E}_{M \min}}{\mathcal{E}_{M \max}} \right)^{\frac{N_{\max} - \gamma N_{\max}}{N_{\max}}},$$

где  $\mathcal{E}_{M \max}$ ;  $\mathcal{E}_{M \min}$  - экспертно назначаемые эффекты при максимальном охвате  $N = N_{\max}$  и при минимальном охвате  $N = N_{\min}$ .

$\gamma$  - коэффициент предполагаемого охвата.

$$\gamma = \frac{N}{N_{\max}},$$

где  $N = \gamma \cdot N_{\max}$

Экспертная относительная оценка  $Q_M$  определяется с помощью видоизмененной формулы

$$Q_M = \frac{\mathcal{E}_M}{\mathcal{E}_{M \min}} = \frac{\mathcal{E}_{M \max} \cdot \left( \frac{\mathcal{E}_{M \min}}{\mathcal{E}_{M \max}} \right)^{\frac{N_{\max} - \gamma N_{\max}}{N_{\max}}}}{\mathcal{E}_{M \min}},$$

По своей сути формулы (3.31) и (3.32) для оценки своевременности одинаковы, поэтому ее анализ не приводится. Характер изменения  $Q_M$  от коэффициента охвата  $\gamma$  показан на рисунке 3.5.

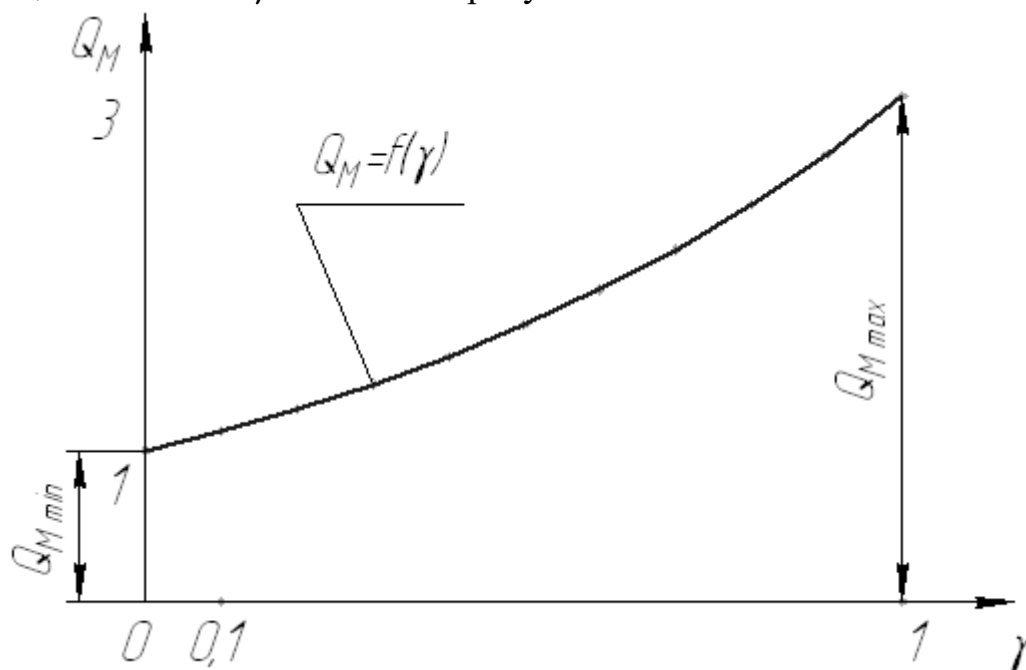


Рисунок 3.5 - Изменение величины  $Q_M$  в зависимости от параметра охвата  $\gamma$   
Оценка риска  $\alpha_M$  выполняется в соответствии с данными раздела 3.1.

## Практическая работа 15

### Использование программно-методического комплекса «Auctoritas» при оценки качества управленческих решений

#### Алгоритм ПМК «Auctoritas»

Инструментарий для расчета весовых коэффициентов и оценки качества управленческих решений обеспечивает программно-методический комплекс «Auctoritas». Алгоритм работы ПМК показан на рисунке. ПМК представлен в виде конфигурации для платформы 1С:Предприятие .

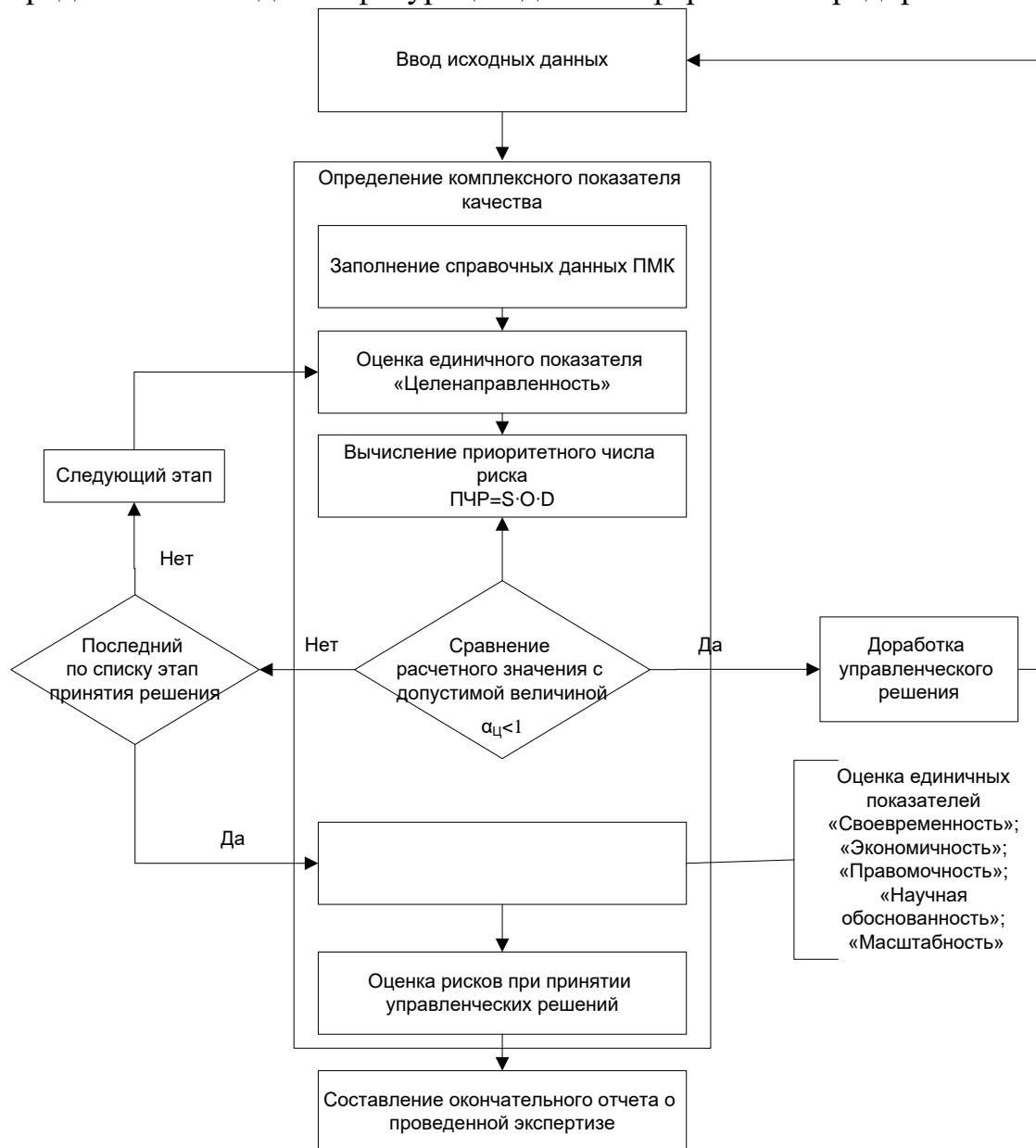


Рисунок – Алгоритм работы ПМК «Auctoritas»

## Описание ПМК «Auctoritas» и его особенности

ПМК «Auctoritas» позволяет оценить качество принятого управленческого решения или решения, которое только планируется принять. Главное меню программы показано на рисунке.

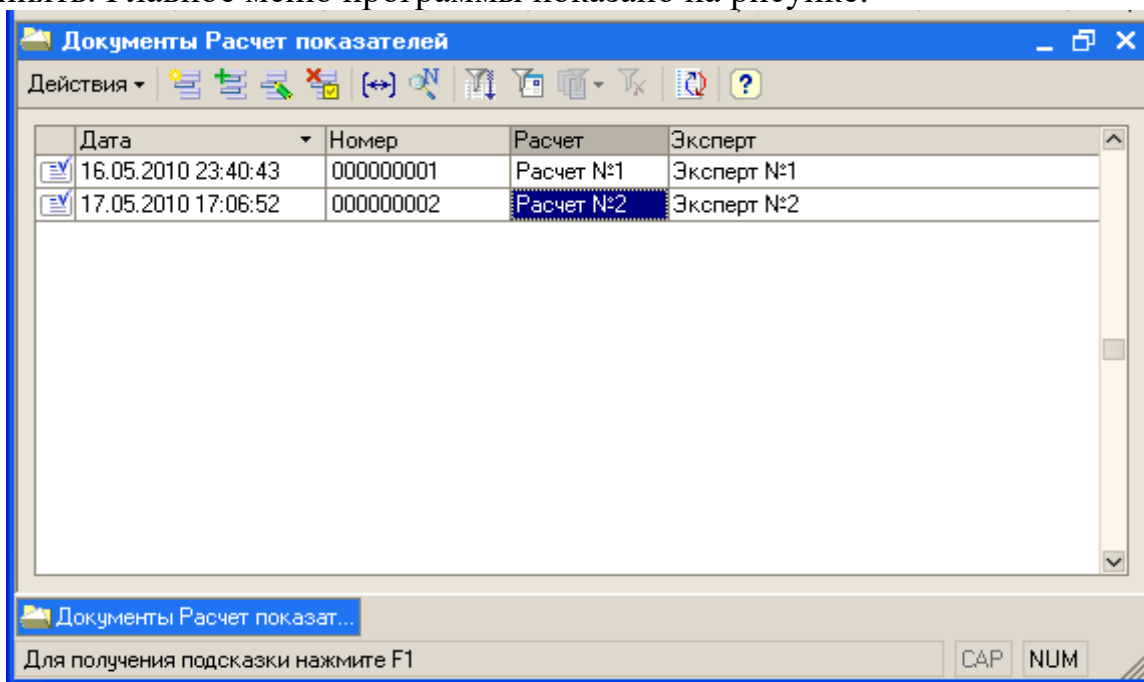


Рисунок - Главное меню программы (перечень проведенных расчетов)

Укрупнено работа с программой состоит из следующих шагов:

- ✓ Проведение обследования в организации;
- ✓ Настройка ПМК, внесение параметров эталонного «лица Чернова» и заполнение базовых справочников ПМК («Расчеты»; «Эксперты»);
- ✓ Определение балльных оценок единичных показателей качества и риска для управленческих решений (проведение расчетов);
- ✓ Расчет комплексного показателя качества, его максимального и минимального значений;
- ✓ Предоставление полученных результатов;

### Настройка ПМК «Auctoritas»

После проведения опроса и сбора анкет - производятся расчеты,

Информация заносится в справочник «Расчеты». Причем в зависимости от вида управленческого решения можно создать типовые наборы единичных критериев (при этом производится расчет и вывод значений весовых коэффициентов единичных показателей) и в дальнейшем использовать при оценке качества УР. В справочнике «Расчеты» (рисунок) также указывается информация, необходимая для построения графиков и расчета ПЧР.

Действия ▾

Код: 000000001 Наименование: Расчет №1

**Параметры расчета:**

Шаг шкалы времени: 1,00

Шаг охвата: 1,00

Базовое значение ПЧР: 125,00

**Показатели расчета:**

Показатель	Весовой коэффициент
Своевременность	0,221380
Целенаправленность	0,208754
Экономичность	0,160774
Правомочность	0,158249
Научная обоснованность	0,127946
Масштабность	0,122896

Выводить лица чернова

Способ построения лиц чернова:

По всем параметрам

Базовые значения | Связь показателей

Базовый параметр: Контрольная точка

N	Показатель расчета	Параметр
1	Масштабность	Овал лица
2	Научная обоснованность	Левый глаз
3	Правомочность	Правый глаз
4	Своевременность	Левая бровь
5	Целенаправленность	Правая бровь
6	Экономичность	Рот

Рисунок - Вид элемента справочника «Расчеты»

Также могут оцениваться результаты, полученные несколькими экспертами. Для этого вносится информация об эксперте в соответствующий справочник, причем можно вносить ФИО эксперта или «обезличить» экспертов (указав «Эксперт №1,2 и т.д.»)

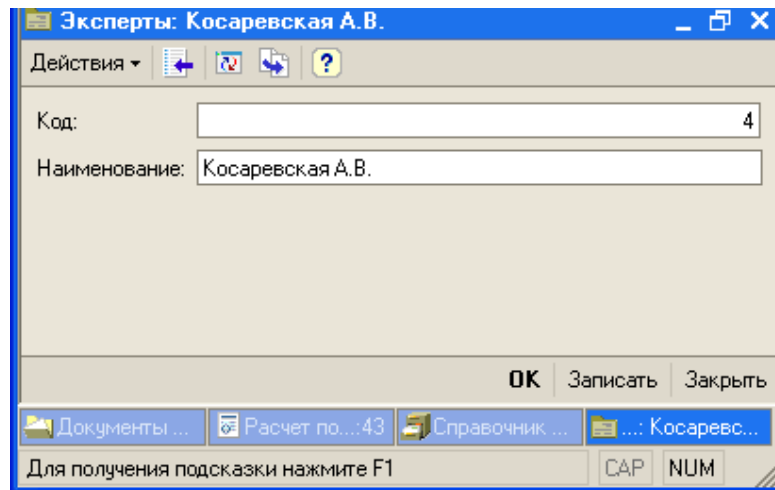


Рисунок - Ввод информации об эксперте (с указанием ФИО)

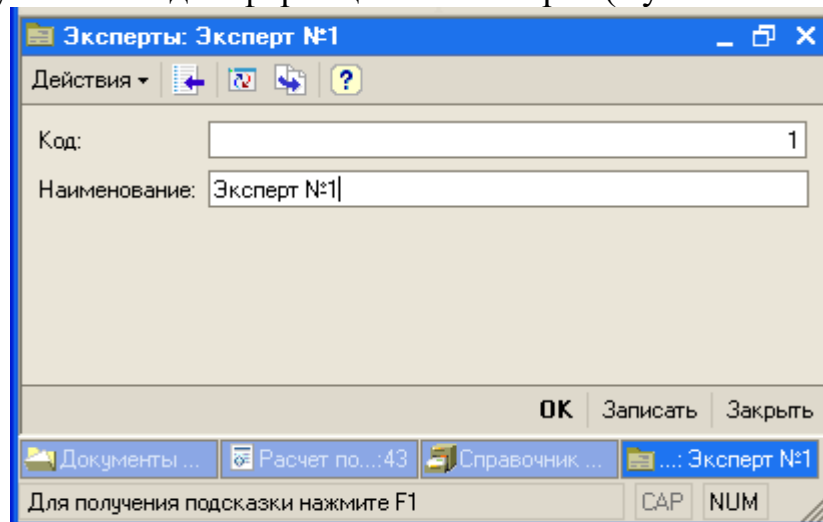


Рисунок - Ввод информации об эксперте (обезличенная информация)

### **Ввод исходных данных**

ПМК «Auctoritas» позволяет производить расчеты по показателям, указанным при настройке ПМК (не всегда при оценке управленческого решения необходимо учитывать все критерии).

ПМК «Auctoritas» предоставляет основные справочные данные для расчета единичных показателей, причем можно вводить дополнительные элементы справочников и их значения, если это необходимо, либо изменять существующие значения.

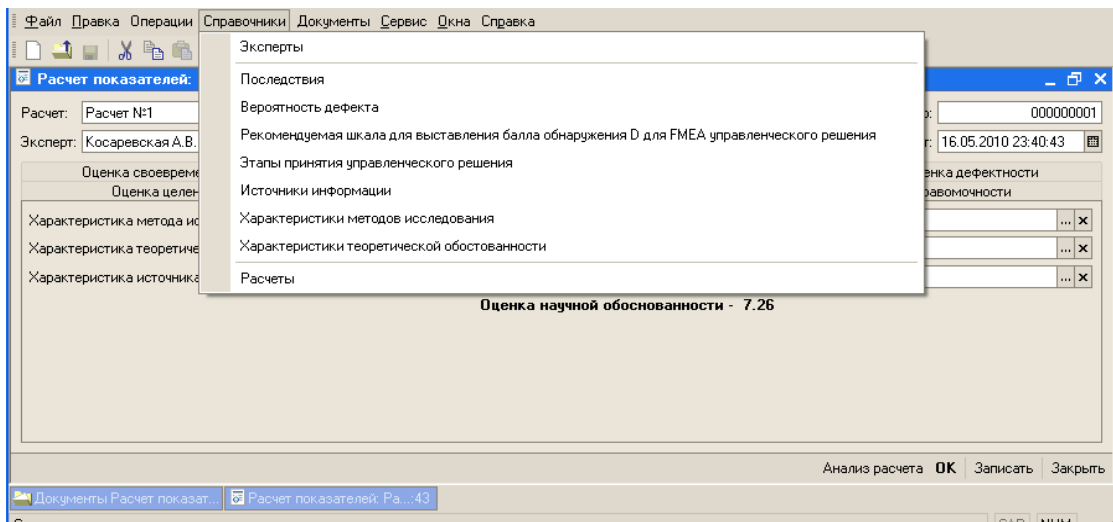


Рисунок - Окно выбора справочников ПМК

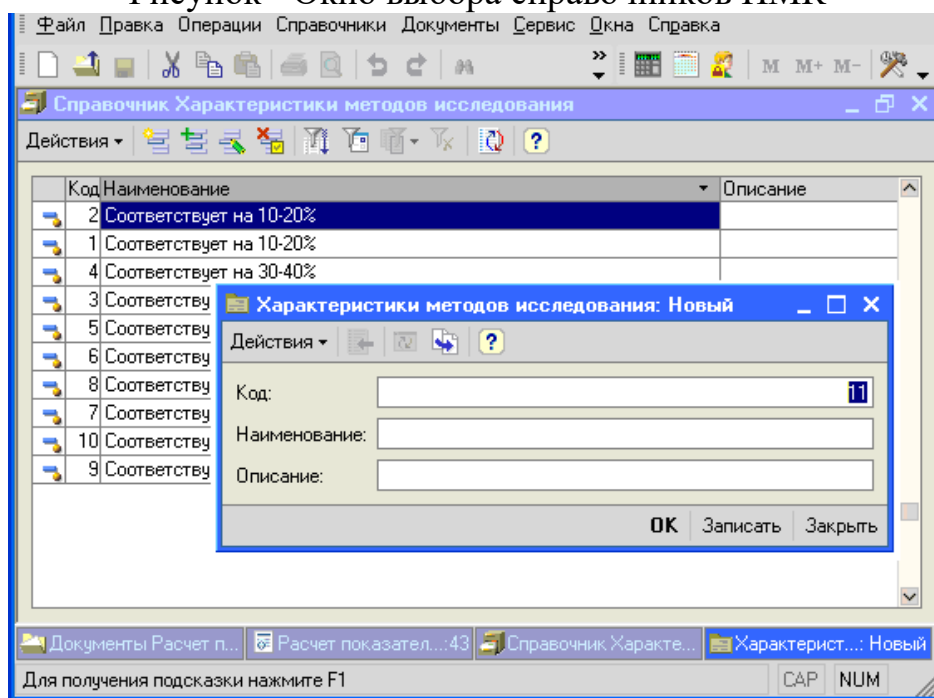


Рисунок - Добавление нового элемента в справочник «характеристики методов исследования»

### Представление полученных результатов

ПМК «Auctoritas» позволяет вводить данные и просматривать результаты расчета в целом или по каждому конкретному показателю. Для каждого единичного показателя на соответствующей вкладке можно выбрать вариант «Показать результат», после чего появится окно, в котором отображена функция балльной оценки и приведены значения балльной оценки в каждой точке.

Оценка целенаправленности		Оценка научной обоснованности		Оценка правомочности	
Оценка своевременности		Оценка масштабности		Оценка экономичности	
				Оценка дефектности	
Минимальный охват:	<input type="text" value="100,00"/>	Эффект при минимальном охвате:	<input type="text" value="100 000,00"/>		
Максимальный охват:	<input type="text" value="600,00"/>	Эффект при максимальном охвате:	<input type="text" value="4 000 000,00"/>		
Фактический охват:	<input type="text" value="200,00"/>				
<b>Прочие показатели:</b>					
Значение в контрольной точке:	3,42				
Риск:	0,001390		<input type="button" value="Показать результат"/>		
Анализ расчета <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Записать"/> <input type="button" value="Закреть"/>					

Рисунок – Окно расчета

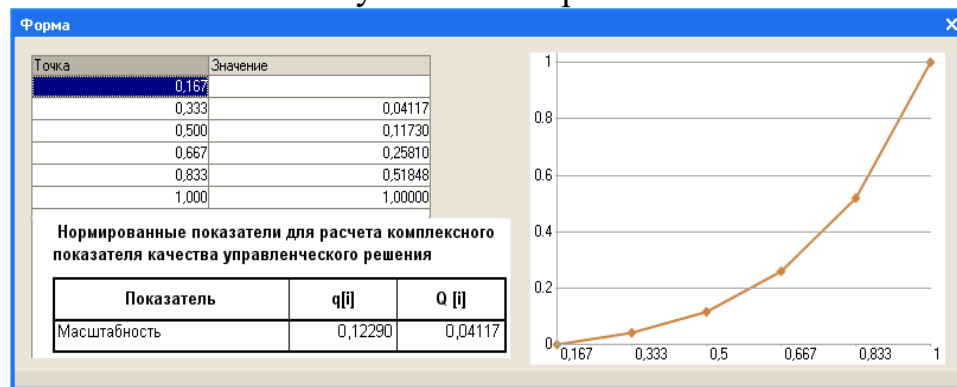


Рисунок - Отображение результатов расчета балльной оценки одного из единичного показателя

Для просмотра результатов расчета по всему решению, необходимо нажать кнопку «Анализ расчета» после чего появится окно, в котором отобразится информация по всем единичным показателям в табличном виде, а также значение комплексного показателя качества.

Таблица с расчетными данными преобразовывается в нормированную таблицу путем пересчета абсолютных показателей в нормированные для каждого столбца по формуле:

$$a' = (a - a_{\min}) / (a_{\max} - a_{\min});$$

где  $a$  - преобразуемый показатель конкретного столбца;

$a_{\min}$  - минимальное значение в столбце преобразуемого показателя;

$a_{\max}$  - максимальное значение в столбце преобразуемого показателя;



Оценка целенаправленности		Оценка научной обоснованности		Оценка правомочности	
Оценка своевременности		Оценка масштабности		Оценка экономичности	
Оценка дефектности					
Минимальный охват:	<input type="text" value="100,00"/>	Эффект при минимальном охвате:	<input type="text" value="100 000,00"/>		
Максимальный охват:	<input type="text" value="600,00"/>	Эффект при максимальном охвате:	<input type="text" value="4 000 000,00"/>		
Фактический охват:	<input type="text" value="200,00"/>				
<b>Прочие показатели:</b>					
Значение в контрольной точке:	3,42				
Риск:	0,001390		<a href="#">Показать результат</a>		
<input type="button" value="Анализ расчета"/> <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Записать"/> <input type="button" value="Закрыть"/>					

Рисунок - Окно расчета

### Дополнительные возможности ПМК

ПМК «Auctoritas» позволяет экспортировать в Microsoft Office Excel все результаты расчета и дополнительные исходные данные. Программа также обеспечивает включение в отчет графиков и пиктограмм («лиц Чернова»)

Показатель	q[i]	Q [i]	D	Связь показателей с лицами Чернова
Целенаправленность	0,20875	0,40654	0,02222	Овал лица
Своевременность	0,22138	0,18739	0,00556	Рот
Масштабность	0,12290	0,04117	0,00139	Правая бровь
Экономичность	0,16077	0,13653	0,01250	Левый глаз
Правомочность	0,15825	0,82855	0,01250	Правый глаз
Научная обоснованность	0,12795	0,65333	0,02222	Левая бровь

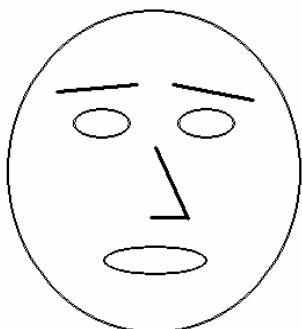
Нормированный комплексный показатель качества управленческого решения равен 0,36807

Общий риск при принятии решения управленческого решения равен 0,07417

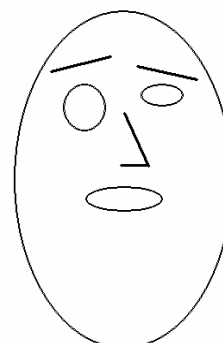
Рисунок - Окно с расчетными данными по оценке качества УР

Для графического представления полученных результатов необходимо нажать на кнопку «Анализ расчета», в результате чего появится окно в котором, отображается эталонный и расчетный вид «лица Чернова».

Образец  
пиктограммы («лиц Чернова»)



Расчетное значение:



### Рисунок - Представление результатов в виде «лиц Чернова»

Рисунок представляет собой квадрат с началом координат в центре рисунка. Все элементы лица Чернова должны находиться в области с координатами от -1,-1 (левый нижний угол) до 1,1 (правый верхний угол). Чтобы элементы лица, находящиеся на границах этой области, не сливались с размерами рисунка, рисунок имеет несколько большие размеры, чем эта область.

При построении лиц Чернова используются отрезки и овалы, данные о размерах и расположении которых должны располагаться в таблице, содержащей данные, описывающие лица Чернова указанные в справочнике «Расчет» (рисунок 4.14).

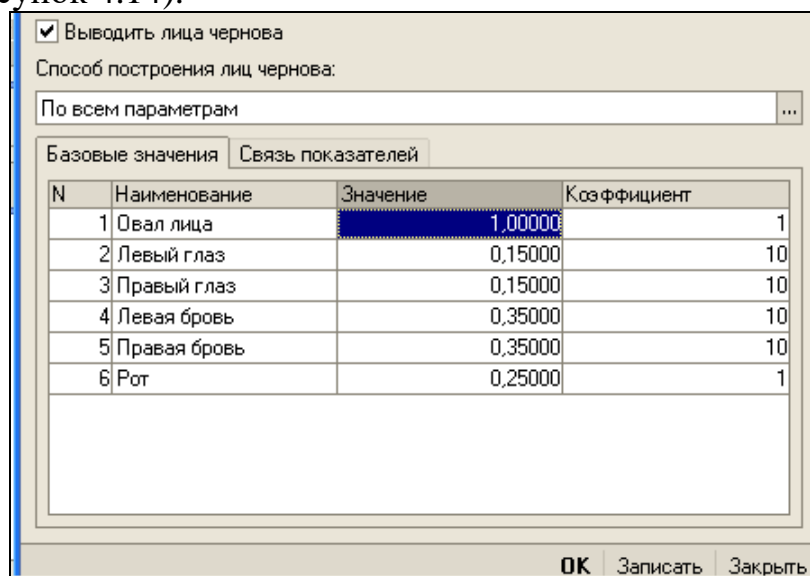
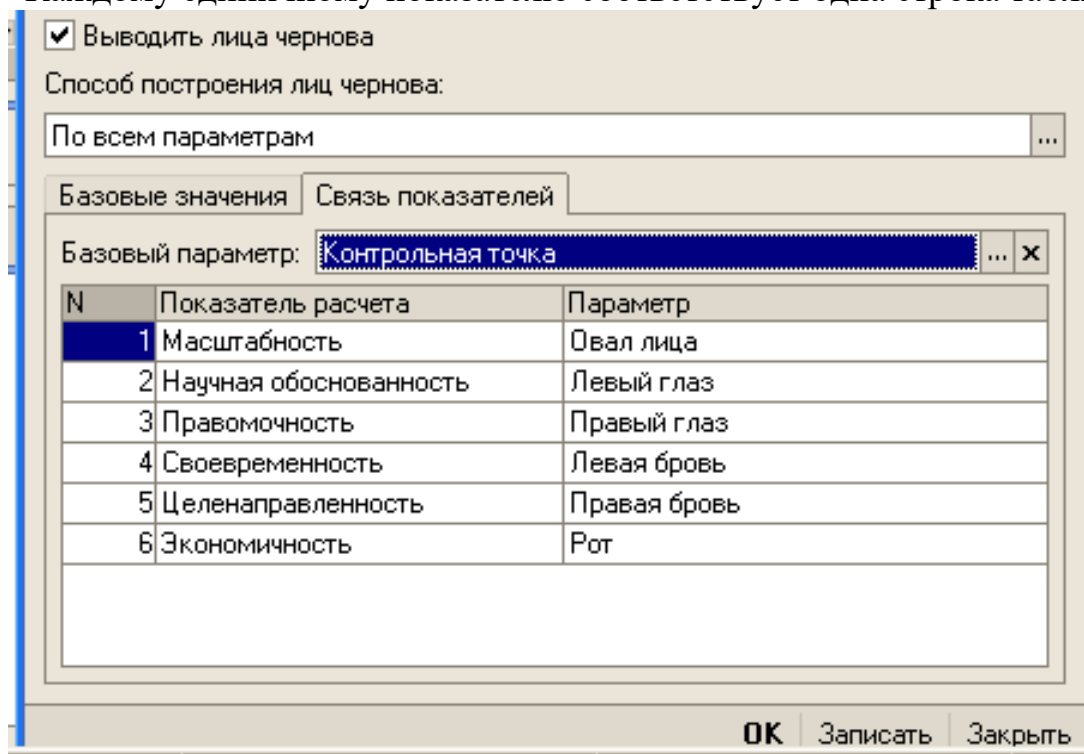


Рисунок - Вкладка «Базовые значения» элемента справочника «Расчеты»

Каждому единичному показателю соответствует одна строка таблицы.



### Рисунок - Вкладка «Связь показателей» элемента справочника «Расчеты»

Гармонические черты лица показывают на взвешенное по всем единичным показателям качества решение при КПК, приближающимся к верхней границе. Уродливость «лица Чернова» показывает как на общий низкий уровень УР так и на недоработанность по отдельным единичным показателям качества УР.

Моделирование и анализ расчетных данных позволяет выявить возможные пути оптимизации УР (в некоторых случаях его конкретных единичных показателей) стимулируя тем самым выработку «верных» решения, а также определение «узких мест». Что позволит, принимать превентивные меры для оптимизации УР, т.к. такая оценка может проводиться и для решений, которые только планируется принять.

ПМК «Auctoritas» позволяет быстро создавать варианты оценки качества УР с использованием копирования данных из существующих расчетов, что экономит время при оценке однотипных решения.

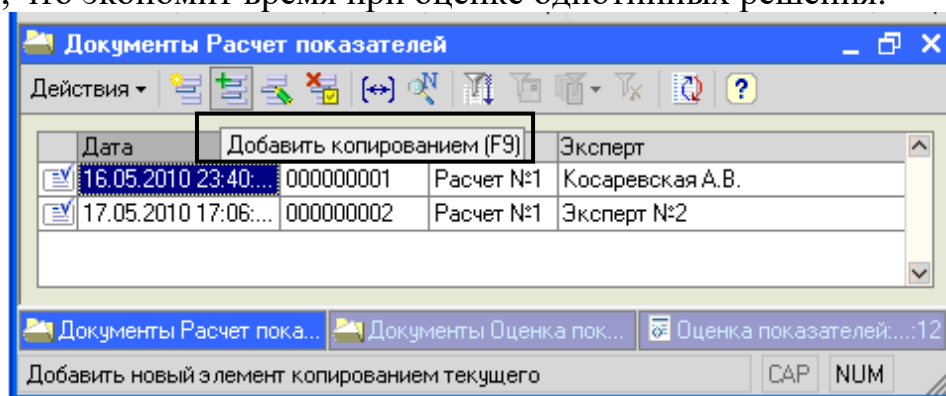


Рисунок - Быстрое создание варианта расчета

## **Темы коллоквиумов и игровых практикумов**

1. Что такое система, системный анализ решение?
2. Условия, при которых осуществляется принятие решения?
3. Какие этапы включает моделирование решения?
4. На каких требованиях осуществляются функции принятия решений?
5. Какие возможны варианты соотношения выгоды и затрат на получение информации?
6. Какие основные требования к цели при проведении системного анализа?
7. Проектирование организации незапрограммированных решений может включать какие основные фазы?
8. Что такое обучение как форма реализации принятия решений?
9. Что такое решение, какие они могут быть?
10. Что такое эффективность решений?
11. Какие могут быть включены качественные показатели эффективности разработки управленческих решений?
12. На чем основан метод измерения эффективности принятия решений – косвенный метод
13. На чем основан метод измерения эффективности принятия решений – метод определения по конечным результатам
14. Что такое качество принтия решений?
15. Какие методы, применяют на этапе диагностики проблемы и формулировки ограничений и критериев?
16. Что такое неопределенность и риск?
17. Какие критерии рационального выбора вариантов решений из множества возможных?
18. Что такое максимаксное решение?
19. Что такое минимаксное решение?
20. Один из способов определения будущего спроса?
21. Что такое эффективность принятия решений как экономического понятия?
22. В чем сущность и источники неопределённости? Примеры принятия решений в условиях неопределённости

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
Практическая работа №1 Системный анализ инженерной задачи (проблемы), путем применения статистических методов. Методика оценки рисков принимаемых решений .....	3
Практическая работа №2 Сформулировать и определить возможные альтернативы, критерии и ограничения .....	5
Практическая работа №3 Построение укрупненного иерархического дерева целей предприятия. Особенности технологии экспертной оценки качества Обработка результатов экспертной оценки. Метод последовательно приближения .....	8
Практическая работа №4 Определение множества альтернативных решений путем проведения синтез системы. ....	9
Практическая работа №5 Методика оценки рисков принимаемых решений. FMEA анализ .....	10
Практическая работа №6 Математический аппарат для формирования балльных оценок показателей качества управленческих решений	15
Практическая работа №7 Построение матрицы планирования логического эксперимента	1
Практическая работа №8 Разработка жизненного цикла продукции для принятия решения о ней.....	3
Практическая работа №9 Применение статистической информации для анализа дефектов продукции на, стадиях жизненного цикла продукции .....	3
Практическая работа №10 Оценка единичного показателей качества «целенаправленность»	5
Практическая работа №11 Оценка единичного показателя «своевременность»	12

Практическая работа №12 «экономичность»	Оценка единичного показателя 16	
Практическая работа №13 «правомочность»	Оценка единичного показателя 16	
Практические работы для самостоятельного выполнения. ....		18
Практическая работа №14 «научная обоснованность»	Оценка единичного показателя 18	
Оценка единичного показателя «масштабность» .....		19
Практическая работа 15 методического комплекса «Auctoritas» при оценки качества управленческих решений	Использование программно- 21	
Алгоритм ПМК «Auctoritas» .....		21
Описание ПМК «Auctoritas» и его особенности .....		22
Настройка ПМК «Auctoritas» .....		22
Ввод исходных данных .....		24
Дополнительные возможности ПМК .....		27