



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Естествознания и стандартизации  
/И.Ю. Мезин

«29» октября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В КВАЛИМЕТРИИ  
И УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ***

Направление подготовки (специальность)  
27.06.01 Управление в технических системах

Направленность (профиль) программы  
Стандартизация и управление качеством продукции

Уровень высшего образования  
Подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
Очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

*Естествознания и стандартизации  
Технологий, сертификации и сервиса автомобилей*  
2  
3

Магнитогорск  
2018г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 27.06.01 Управление в технических системах, утвержденного приказом МОиН РФ от 30.07.2014г. № 892.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий, сертификации и сервиса автомобилей «23» октября 2018г., протокол № 3.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа одобрена методической комиссией Института Естествознания и стандартизации «29» октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель \_\_\_\_\_ / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:

доцент, кандидат технических наук

\_\_\_\_\_ / Г.Ш. Рубин /

Рецензент:

профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук

\_\_\_\_\_ / М.А. Полякова /



### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Основы оптимизации прикладных задач в квалиметрии и управлении качеством» являются: развитие у аспирантов личностных качеств, а также формирование у обучающихся знаний и умений в области разработки математических моделей на основе экспериментально-статистических методов исследования, использование методов оптимизации и компьютерных технологий при исследовании технологических процессов.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы оптимизации прикладных задач в квалиметрии и управлении качеством входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

История и философия науки

Методы теоретических и экспериментальных исследований в области управления в технических системах

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Организационные и методические основы стандартизации и управления качеством

Математическое моделирование в управлении качеством продукции

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы оптимизации прикладных задач в квалиметрии и управлении качеством» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ПК-1 Разрабатывает проблемы воздействия стандартизации и управления качеством на ускорение научно-технического прогресса, повышение безопасности и конкурентоспособности продукции и услуг, результативности технологических систем производства на совершенствование систем управления качеством.
Знать	основные концепции и принципы построения статистических математических моделей в технологических процессах; основы статистической обработки численной информации и моделирования технологических процессов.
Уметь	применять существующие методы математического моделирования и оптимизации для решения задач повышения безопасности и конкурентоспособности продукции и услуг; распознавать эффективный метод математического моделирования и оптимизации при оценке результативности объектов стандартизации.
Владеть	способами демонстрации умения анализировать уровень безопасности и конкурентоспособности продукции и услуг на основе результатов математического моделирования и оптимизации; совершенствования профессиональных знаний и умений в области математического моделирования и оптимизации

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 36 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов
- в форме практической подготовки – 4 акад. часа;
- самостоятельная работа – 36 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Математическое моделирование – современный метод анализа и исследования технологических процессов. Роль статистических методов при обработке	3	3		3	6	Анализ литературы.	Собеседование.	ПК-1
1.2 Роль оптимизация при решении прикладных задач.		3		3/2И	6	Анализ литературы. Написание реферата.	Собеседование. Защита реферата.	ПК-1
1.3 Основные концепции и принципы построения статистических математических моделей в технологических процессах. Понятие факторного пространства, статистических моделей, функции отклика, поверхности отклика. Общий вид уравнение регрессии, параметры		3		3/2И	6	Написание реферата.	Защита реферата. Собеседование.	ПК-1
1.4 Основы линейного программирования.		3		3/2И	6	Написание доклада.	Собеседование.	ПК-1

1.5 Методы оптимизации технологических процессов: постановка задачи оптимизации. Функция цели, ограничения и оптимизирующие параметры. Понятие критерия оптимальности, требования к нему Классификация методов	3		3/2И	6	Написание контрольной работы.	Собеседование.	ПК-1
1.6 Элементы теории игр. Основы динамического	3		3/2И	6	Написание реферата.	Собеседование.	ПК-1
Итого по разделу	18		18/10И	36			
Итого за семестр	18		18/10И	36		зао	
Итого по дисциплине	18		18/10И	36		зачет с оценкой	ПК-1

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная, информационная и интерактивные технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений происходит на лекциях с использованием мультимедийного оборудования (компьютер, интерактивная доска, проектор, документ-камера).

Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа аспирантов направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к практическим занятиям, на подготовку к контрольным работам и итоговой аттестации.

В качестве интерактивных методов обучения используются:

- опережающая самостоятельная работа;
- проблемное обучение при поиске информационных источников, составлении и написании сообщения по полученным индивидуальным заданиям.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Сунтеев, А. Н. Управление внутренними резервами снижения себестоимости продукции машиностроительных предприятий : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / А.Н. Сунтеев. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 192 с. - ISBN 978-5-16-108736-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1149000> (дата обращения: 02.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-5697-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145848> (дата обращения: 02.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Черткова, Е. А. Статистика. Автоматизация обработки информации : учебное пособие для вузов / Е. А. Черткова ; под общей редакцией Е. А. Чертковой. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01429-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452447> (дата обращения: 08.10.2020).

2. Картозия, Б. А. Методология работы по формулированию базовых понятий диссертаций и выпускных квалификационных работ : учебно-методическое пособие / Б. А. Картозия, А. С. Вознесенский. — Москва : МИСИС, 2019. — 58 с. — ISBN 978-5-907061-87-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129024> (дата обращения: 02.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Кайнова, В.Н. Статистические методы в управлении качеством : учебное пособие / В.Н. Кайнова, Е.В. Зимина ; под общей редакцией В.Н. Кайновой. —



Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-3664-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121465> (дата обращения: 18.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Зубарев, Ю. М. Динамические процессы в технологии машиностроения. Основы конструирования машин : учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-2990-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103067> (дата обращения: 02.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Статистические методы обработки и анализа числовой информации, контроля и управления качеством проката : учебное пособие / М. И. Румянцев, С. А. Левандовский, Н. А. Ручинская и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 259 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1120.pdf&show=dcatalogues/1/1120539/1120.pdf&view=true> (дата обращения: 08.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0576-4. - Имеется печатный аналог.

#### **в) Методические указания:**

Методические указания приведены в приложении 3.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>



Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
---	---

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; учебная аудитория для проведения практических занятий.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля промежуточной аттестации.

Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно – образовательную среду университета. Специализированная мебель.

Помещение для самостоятельной работы.

Компьютерная техника с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно – образовательную среду университета. Специализированная мебель.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Оборудование: станок сверлильный, станок токарно-винторезный, стол подъемный, штангенциркуль, тисы слесарные, ножовка по металлу, станок наждачный.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины являются домашние задания и рубежная контрольная работа.

В домашнее задание № 1 (реферат) входят теоретические вопросы по следующим разделам:

объект исследования в прикладных задачах, некоторые элементы теории вероятности и математической статистики, математические модели на основе пассивного эксперимента, методы корреляционного и регрессионного анализа.

В домашнее задание № 2 (реферат) входят следующие вопросы: методы планирования эксперимента. Планы первого и второго порядков. Дробный факторный эксперимент. Статистический анализ результатов эксперимента и уравнения регрессии по статистическим критериям.

В рубежную контрольную работу входят теоретические вопросы: статистический, симплексный методы планирования и оптимизации.

Итоговой формой контроля является зачет в виде собеседования по теоретическим вопросам дисциплины.

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ПК-1: Разрабатывает проблемы воздействия стандартизации и управления качеством на ускорение научно-технического прогресса, повышение безопасности и конкурентоспособности продукции и услуг, результативности технологических систем производства на совершенствование систем управления качеством.</p>		
<p>Знать</p>	<p>основные концепции и принципы построения статистических математических моделей в технологических процессах; основы статистической обработки численной информации и моделирования технологических процессов.</p>	<p>1. Стандартизация.                  2. Задача оптимизации. Постановка задач математического и линейного программирования. Примеры задач оптимизации с технологическим содержанием.                  2. Производственная функция. Однофакторные и многофакторные производственные функции. Примеры производственных функций и их изоквант.                  3. Функции полезности. Линии безразличия. Приведите пример функции полезности и укажите ее линии безразличия.                  4. Каноническая и стандартная форма задач линейного программирования. Приведение задач линейного программирования к стандартной и канонической формам.</p>
<p>Уметь</p>	<p>применять существующие методы математического моделирования и оптимизации для решения задач повышения безопасности и конкурентоспособности продукции и услуг; распознавать эффективный метод математического моделирования и оптимизации при оценке</p>	<p>1. Приведите примеры задач линейного программирования.                  2. Геометрический смысл задачи линейного программирования с <math>n</math>-переменными. Теорема о существовании решения задачи линейного программирования в случае ограниченной целевой функции.                  3. Что такое угловая точка выпуклого множества? Опишите способы отыскания угловых точек выпуклого многогранного множества.                  4. Теорема о достижимости оптимального решения в угловой точке.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	результативности объектов стандартизации.	<p>5. В чем состоит графический метод решения задачи линейного в случае двух переменных? Какие еще случаи допускают графическое решение?</p> <p>6. Изложите алгоритм решения задачи линейного программирования симплекс-методом</p> <p>7. Двойственный симплекс-метод (ДСМ). Псевдорешение. Условия применимости ДСМ.</p> <p>8. Постановка задачи целочисленного программирования. Примеры задач.</p> <p>9. Предмет теории игр. Примеры игровых моделей в экономике.</p> <p>10. Антагонистическая игра двух лиц с нулевой суммой.</p> <p>11. Оптимальные стратегии игроков. Верхняя и нижняя цена игры и соотношение между ними.</p> <p>12. Игра с седловой точкой. Решение игры в чистых стратегиях. Приведите примеры игр с седловой точкой.</p>
Владеть	способами демонстрации умения анализировать уровень безопасности и конкурентоспособности продукции и услуг на основе результатов математического моделирования и оптимизации; совершенствования профессиональных знаний и умений в области математического моделирования и оптимизации	<p>1. Смешанные стратегии. Свойство оптимальности. Теорема Неймана.</p> <p>2. Сведение матричной игры к задачам линейного программирования. Приведите примеры.</p> <p>3. Матричная игра и взаимно двойственные задачи линейного программирования. Приведите примеры.</p> <p>4. Постановка задачи выпуклого программирования. Условие регулярности. Теорема Куна-Таккера.</p> <p>5. Постановка задачи динамического программирования. Состояния системы. Управление. Уравнение состояний. Поясните смысл отсутствия последствия в динамической системе.</p> <p>6. Эффективность шага в задаче динамического программирования. Как оценивается эффективность всего процесса всего процесса в задаче</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>динамического программирования? Поясните обозначения.</p> <p>7. Запишите уравнения Беллмана для общей задачи динамического программирования. Поясните обозначения. В каком порядке их решают?</p> <p>8. Непрерывная задача о распределении средств между предприятиями. Постановка задачи. Уравнения Беллмана.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «**Методы теоретических и экспериментальных исследований в области управления в технических системах**» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

***Показатели и критерии оценивания зачета:***

на оценку «**зачтено**» студент должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине на уровне воспроизведения и объяснения информации, продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку «**не зачтено**» студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

### ВВЕДЕНИЕ

Качество, как характеристика сущности объектов и их свойств, всегда имело и имеет для людей большое практическое значение. Поэтому вопросы оценки качества всего, с чем имеет дело человек, были и остаются среди важнейших. Наряду с различными аналитическими методами, практически для каждой ситуации принятия решения может быть применено экспертное оценивание.

Методы экспертных оценок - это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов. Эти мнения обычно выражены частично в количественной, частично в качественной форме. Экспертные исследования проводят с целью подготовки информации для принятия решений лицом, принимающим решения (ЛПР). Для проведения работы по методу экспертных оценок создают Рабочую группу (РГ), которая и организует по поручению ЛПР деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию (ЭК).

В квалиметрии экспертный метод применяется:

- 1) для измерения показателей качества;
- 2) для определения значений весовых коэффициентов.

Существует масса методов получения экспертных оценок. В одних с каждым экспертом работают отдельно, он даже не знает, кто еще является экспертом, а потому высказывает свое мнение независимо от авторитетов. В других экспертов собирают вместе для подготовки материалов для ЛПР, при этом эксперты обсуждают проблему друг с другом, учатся друг у друга, и неверные мнения отбрасываются. В одних методах число экспертов фиксировано и таково, чтобы статистические методы проверки согласованности мнений и затем их усреднения позволяли принимать обоснованные решения. В других - число экспертов растет в процессе проведения экспертизы. Не меньше существует и методов обработки ответов экспертов.

Целью работы:

- 1) Изучение методов экспертного оценивания.
- 2) Приобретение навыков оценки качества с экспертных методов.
- 3) Приобретение навыков обработки результатов экспертизы.



## ЭКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ В КВАЛИМЕТРИИ

Основной задачей современных экспертных технологий является повышение эффективности и качества принимаемых решений. Из практики измерений известно, что чаще всего однократное измерение неудовлетворительно. Качество результата измерения можно повысить путем многократного выполнения измерительного эксперимента, корректной обработки данных и их представление в виде результата многократных измерений. При этом возможно многократное измерение:

- одним средством при постоянстве условий измерений;
- разными средствами при переменных условиях измерений;
- разными средствами в разное время.

При экспертных методах подход будет аналогичным, если считать экспертов средством измерения. Качество измерения повышается за счет привлечения новой дополнительной информации и увеличения объема измерительной информации. На рис. 1 показана укрупненная блок-схема принятия решений на основе экспертных оценок.

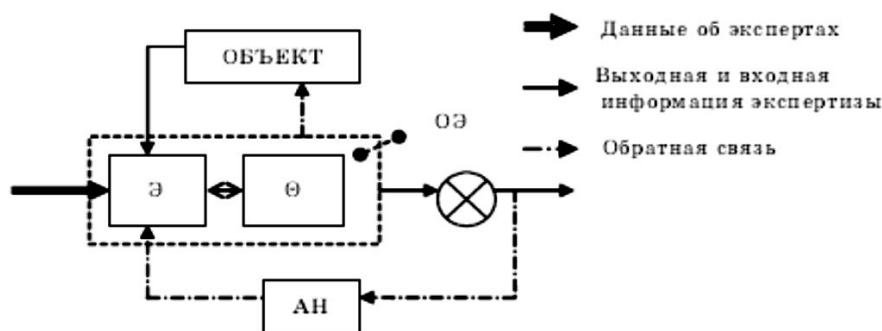


Рис. 1. Блок-схема экспертного оценивания: Э – эксперт; Q – оператор оценивания; ОЭ – орган экспертизы; АН – анализ данных.

Объект оценивания рассматривается органом экспертизы (ОЭ), могущим состоять из группы экспертов или ЛПР. В ОЭ входит субъект экспертизы, имеющий в распоряжении набор методов и средств, названный оператором оценивания. Эксперты подбираются на основе заданных правил экспертизы, что характеризуется вектором данных об экспертах. Информация на выходе ОЭ может быть представлена в терминах любой статистической измерительной шкалы и выражена в виде количественной, качественной или лингвистической информации. Полученная выходная информация поступает на вход анализатора (АН), представляющего собой группу специалистов, оценивающих качество принимаемых экспертами решений (достаточность, согласованность) и необходимость проведения следующего тура оценивания. В группу анализа может входить ЛПР, решение которого становится обязательным для ОЭ. В общем случае в коллективной экспертизе всегда участвуют три группы специалистов: руководитель, группа подготовки и анализа и непосредственно эксперты. Саму экспертизу, можно разделить на три перекрывающихся этапа:

- подготовки экспертизы;
- проведения экспертизы;
- оценки результатов и принятия решения.

На каждом из этапов можно уточнять решения, принятые на предыдущем этапе.

При подготовке экспертизы руководителю и аналитикам группы подготовки необходимо решать следующие вопросы:

- определить ситуацию, при которой будет проходить экспертиза, цели и приоритеты этих целей;

- определить ожидаемые сценарии развития ситуации;
- предложить методику отбора будущих экспертов, систему тестового оценивания, процедуры повышения, степени согласованности мнений экспертов.

Классификация экспертных процедур может быть построена на основе ряда критериев:

1. *Индивидуальные и коллективные*: критерий – количество экспертов.
2. *Однотуровые и многотуровые*: критерий – число итераций.
3. *Без обмена информацией и с обменом*: критерий – возможность обмена информацией.
4. *Открытые и анонимные*: критерий – степень закрытости.

На этапе проведения экспертизы непосредственно осуществляется оценка поставленных задач с помощью одного из возможных методов, чаще всего объединяющего приведенные нами критерии. В числе таких методов можно назвать:

- методы круглого стола (методы комиссий, «суда»);
- метод мозговой атаки;
- методы изолированной работы (методы сценариев, прогнозного графа);
- методы обратной связи (метод Делфи).

Среди применяемых методов экспертного оценивания наиболее широкое применение находят метод Делфи и его модификации.

## **1 НЕДОСТАТКИ И ВОЗМОЖНЫЕ ОШИБКИ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ**

Неправильное применение экспертного метода может привести к существенным ошибкам или просто к неверным результатам. Поэтому необходимо представлять характер возможных ошибок и стараться избегать их при процедуре экспертного оценивания.

### ***2.1 Ошибки при подготовке экспертизы***

1. Излишнее увлечение здравым смыслом по принципу «я знаю все сам».
2. Использование некомпетентных экспертов.
3. Нечеткая постановка задачи или отсутствие корректной априорной информации.
4. Стремление остаться в рамках одной экспертной процедуры.

Чаще всего один тур не может дать ответ на поставленные вопросы. Иногда даже следует организовать параллельную работу нескольких экспертных комиссий или объединять разные экспертные методы.

Названные ошибки возникают на первых двух этапах и могут дискредитировать саму идею возможности экспертного оценивания. Поэтому компетентность всех участников экспертизы, владение тонкостями технологии проведения экспертизы являются необходимыми условиями успеха.

### ***2.2 Ошибки, которые могут возникнуть на этапе проведения экспертизы и оценки ее результатов***

1. Нарушение принципов теории измерений.
2. Стремление учесть многокритериальность.
3. Неточность процедуры коллективного отбора.
4. Организация информационного взаимодействия.
5. Конформизм или конъюнктурность экспертов.
6. Неправильная обработка результатов экспертизы.
7. Некорректная интерпретация результатов.

Для повышения эффективности и точности экспертизы необходимо четко пользоваться правилами составления дерева свойств помня при этом, что при

многокритериальной экспертизе надо удовлетворить ряду условий, делающих экспертизу корректной. В числе этих условий следует назвать:

1. *Полнота* свойства: входящие в набор характеристики должны обеспечивать адекватную оценку объекта.
2. *Однозначность* свойства: смысл характеристики должен одинаково пониматься и экспертами и ЛПР.
3. *Минимальная размерность*: в набор свойств должны включаться только те, без которых оценка невозможна.

## 2 ОБРАБОТКА ДАННЫХ ЭКСПЕРТИЗЫ

Методов обработки экспертной информации существует достаточно много, рассмотрим некоторые наиболее распространенные, разделив их на методы численных оценок и методы ранжирования.

### 3.1 Метод прямых численных оценок

Этот метод используется для решения любых задач оценки качества. Наиболее часто его применяют для получения значений коэффициентов значимости, различных единичных свойств качества.

Сущность метода заключается в сопоставлении каждому единичному свойству числа, характеризующего его значимость. Пусть в экспертизе участвует  $N$  экспертов, каждый из которых имеет свой коэффициент компетентности и оценивается  $S$  отдельных свойств. Тогда результат экспертизы можно представить в виде прямоугольной матрицы, в которой строки соответствуют оценкам индивидуального свойства всеми экспертами:

$$Q = \begin{bmatrix} Q_{11}, & Q_{12}, & \dots, & Q_{1N} \\ Q_{21}, & Q_{22}, & \dots, & Q_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{S1}, & Q_{S2}, & \dots, & Q_{SN} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Результирующая оценка строится по формуле средневзвешенного и итоговое выражение имеет вид

$$\bar{Q}_j = \frac{\sum_{i=1}^S Q_{ij} \alpha_i}{\sum_{i=1}^S \alpha_i} \quad (2)$$

При отсутствии информации о компетентности эксперта или при ее равенстве коэффициент  $\alpha$  принимается равным единице.

Степень согласованности мнений экспертов относительно единичного свойства определяется с помощью коэффициента вариации  $v$ , равного

$$v = \sigma_j / \bar{Q}_j \quad (3)$$

где  $\sigma_j$  – стандартное отклонение результатов экспертизы по  $j$ -му свойству

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum (\bar{Q}_j - Q_{ij})^2}{\sum \alpha_i}} \quad (4)$$

При этом рекомендуется использовать следующие предельные значения, приведенные в табл. 1.

Пределные значения СКО

$\sigma$	Определение согласованности
0,1	Высокая
0,11-0,15	Выше средней
0,16-0,25	Средняя
0,26-0,35	Ниже средней
0,36 и выше	Низкая

Статистическая значимость полученных результатов будет зависеть от объема оцениваемой выборки  $NXS$ , вида функции распределения и уровня доверительной вероятности.

**Пример.** Предположим, что группа из 10 экспертов оценивает качество учебного пособия по 10-балльной шкале (новизна, актуальность, изложение материала и т.п.). Наилучшим показателем является 10. Каждому эксперту выдана опросная анкета с оцениваемыми показателями. В результате опроса получены данные, сведенные группой анализа в табл. 2.

Таблица 2

Сводные значения экспертизы

$j \setminus N$										0
	0		0		0		0	0	0	0
	0									
		0	0	0	0			0	0	0

Произведем обработку полученных данных, вычислим среднее значение с помощью (2), а СКО с помощью (4). При этом будем считать, что компетентность экспертов одинакова, доверительная вероятность принята равной 90%. На основе этих цифр определены значения верхней  $q_{iU}$  и нижней  $q_{iL}$  границ доверительного интервала:

$$q_{iU} = \bar{Q}_j + \Delta_j;$$

$$q_{iL} = \bar{Q}_j - \Delta_j.$$

Расчеты сведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты статистических оценок

$Q_j$	$\bar{Q}_j$	$\sigma_j$	$v$	$q_{iL}$	$q_{iU}$
-------	-------------	------------	-----	----------	----------

1	9,7	1, 449	0, 149	9, 07	10
2	8,6	1, 549	0, 18	7, 92	9, 28
3	5,8	1, 265	0, 218	5, 25	6, 35
4	8,6	2, 098	0, 24	7, 69	7, 51
5	7,1	0, 949	0, 13	6, 69	7, 51
6	9,7	1, 449	0, 149	9, 07	10
7	4,9	0, 949	0, 193	4,; 8	5, 31
8	2,9	0, 949	0, 327	2, 48	3, 31
9	8	2, 44	0, 306	7, 23	8, 77

Как видно из полученных результатов, степень согласованности мнений экспертов для большинства свойств – средняя или выше средней. Однако при оценке восьмого и девятого свойства мнения экспертов различаются и показатель согласованности ниже среднего.

Данные табл. 3, приведены при условии, что коэффициенты значимости свойств одинаковы, однако, на практике это бывает весьма редко. Примем разные значения коэффициентов значимости (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициенты значимости свойств

ес	,14	,15	,14	,14	,05	,12	,1	,07	,09

При этих значениях  $\bar{Q} = 7,596 \cdot \sigma = 1,576$  степень согласованности  $\nu = 0,21$ , т. е. при введении значимости отдельных свойств, степень согласованности оказалась средней. Значения оценки при 89 степенях свободы лежат в интервале от 7,382 до 7,810.

Иногда используется модифицированный метод численных оценок, когда каждый эксперт проставляет не одну, а три оценки, характеризуя их как пессимистическую, наиболее вероятную и оптимистическую оценку. Расчеты при этом усложняются за счет получения средних значений для каждого эксперта.

### 3.2 Метод вероятностных оценок

В этом случае интервал допустимых значений показателя качества разделяется на  $k$  равных интервалов  $t_l$ ,  $l = 1, 2, \dots, k$ . Эксперту предлагается высказать свое мнение путем оценки вероятности попадания  $p_{jl}$  оцениваемой величины в каждый из этих интервалов.

При этом обязательно, чтобы сумма вероятностей попадания, выставленная каждым экспертом, равнялась единице. Результаты работы всех экспертов удобно представить в виде таблицы (табл. 5).

Таблица 5

Значения вероятностей

$S_j \backslash t_i$	$t_1$	$t_1$	...	$t_k$
1	$p_{11}$	$p_{12}$	...	$p_{1k}$
2	$p_{21}$	$p_{22}$	...	$p_{2k}$
...	...	...	...	...
$S$	$p_{S1}$	$p_{S2}$	...	$p_{Sk}$

На основании результатов, приведенных в табл. 5, можно определить обобщенное мнение экспертов в виде вероятностей попадания оцениваемой величины в заданный интервал с помощью выражения

$$P_{ji} = \frac{\sum_{j=1}^S p_{ji} \alpha_j}{\sum_{j=1}^S \alpha_j} \quad (5)$$

В качестве результирующей оценки обычно принимается медиана полученного распределения  $T_m$ , определяемая из условия

$$P_m(t_m \leq T_m) = 0,5 \quad (6)$$

Статистическая значимость может быть оценена по величине диапазона квартилей  $\Delta q = q(0,75) - q(0,25)$ , при этом оценка считается значимой, если диапазон квартилей в 3,2 раза меньше всего интервала допустимых значений показателя.

**Пример.** Рассмотрим оценку показателя качества внешнего вида переносного транзисторного приемника. Для этого примем 100 балльную систему оценки от 0 до 100. Разобьем интервал на 10 равных отрезков: 1 – 10; 11–20; ...; 91–100. Затем 7 выбранным экспертам предложим высказать свое мнение путем оценки вероятности попадания в один из интервалов при соблюдении обязательного условия равенства суммарной вероятности единице.

Таблица 6

Результаты оценки внешнего вида приемника

$j \backslash T$	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	-10	1-20	1-30	1-40	1-50	1-60	1-70	1-80	1-90	1-100
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	,05	,05	,1	,2	,3	,3	0	0
	0	0	0	0	,1	,2	,4	,2	,1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	,1	,1	,1	,1	,1	,1	,1	,1	,1	,1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	,2	,3	,3	,2	0	0
	0	0	,05	,05	,1	,1	,5	,1	,05	,05

	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
o	,014	,014	,028	,036	,093	,193	,43	,193	,05	,021	

Результаты экспертизы представим в табл. 6, считая, что компетентность экспертов одинакова и равна единице. Используя выражение (5), определим обобщенное значение вероятности, приведенное в последней строке табл. 6. Медианой распределения обобщенной оценки будет являться интервал 61–70. Таким образом, в качестве результирующей оценки может быть принята оценка 65 или в десятибалльной шкале оценка 7,25% всех наблюдений соответствует квантилю 0,45, а 75% всех наблюдений квантилю 0,7. Отсюда их разность 0,25, что указывает на значимость полученных результатов.

### 3.3 Метод строгого ранжирования

Изменение рангов от 1 до 0. Качество информации повышается, если результат измерения представлен ранжированным рядом, имеющим смысл, если объекты экспертизы имеют одинаковую природу.

Порядок действия при этом таков:

1. Объекты располагаются в порядке их предпочтения. Место, занятое объектом, называется рангом.

2. Наиболее важному объекту приписывается балл (весовой коэффициент), равный 1, всем остальным в порядке уменьшения от 1 до 0. При этом чаще всего используют обратную шкалу оценок Харрингтона (табл. 7).

3. Сопоставляется первый объект с совокупностью всех остальных, если он предпочтительнее, то результат измерения в баллах корректируется в сторону увеличения и наоборот.

4. Сопоставляется второй объект и так далее до последнего объекта.

5. Полученные результаты нормируют, они принимают значения от 0 до 1, а их сумма равна 1.

Таблица 7

Обратная шкала Харрингтона

№ п.п.	Градация	Числовое значение
1	Очень высокая	0,8-1,0
2	Высокая	0,64-0,8
3	Средняя	0,37-0,64
4	Низкая	0,2-0,37
5	Очень низкая	0,0-0,2

Тогда



$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^n G_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m G_{ij}} \quad (7)$$

где  $G_{ij}$  – коэффициент весомости  $j$ -го показателя в баллах, оцениваемый  $i$ -м экспертом;  $m$  – число объектов;  $N$  – количество экспертов.

**Пример.** Мнение пяти экспертов выражено следующим образом (табл. 8).

Таблица 8

Расположение объектов

Объект экспертизы							
1	5	3	2	1	6	4	7
2	5	3	2	6	4	1	7
3	3	2	5	1	6	4	7
4	5	3	2	1	4	6	7
5	5	3	1	2	6	4	5

Построить ранжированный ряд и определить весомость членов ряда.

*Решение:*

$$Q_1 = 4 + 6 + 4 + 4 + 3 = 21$$

$$Q_2 = 3 + 3 + 2 + 3 + 4 = 15$$

$$Q_3 = 2 + 2 + 1 + 2 + 2 = 9$$

$$Q_4 = 6 + 5 + 6 + 5 + 6 = 28$$

$$Q_5 = 1 + 1 + 3 + 1 + 1 = 7$$

$$Q_6 = 5 + 4 + 5 + 6 + 5 = 25$$

$$Q_7 = 7 + 7 + 7 + 7 + 7 = 35$$

$$\Sigma 140$$

Результат многократного измерения приводит к ряду:

$$Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_6 < Q_4 < Q_7.$$

По формуле (7) рассчитаем конкретные значения коэффициентов:

$$q_1 = 21/140 = 0,15; q_2 = 15/140 = 0,11; q_3 = 9/140 = 0,06; q_4 = 28/140 = 0,2;$$

$$q_5 = 7/140 = 0,05; q_6 = 25/140 = 0,18; q_7 = 35/140 = 0,25. \sum_{i=1}^7 q_i = 1.$$

Мнение экспертов можно выразить в форме таблиц попарного соответствия. При попарном соответствии достаточно одной половины таблицы вверх от диагонали. Предпочтение при этом выражается номером предпочтительного объекта. Балл или весомость рассчитываются по формуле (7), модифицированной в виде  $G_{ij} = \frac{F_{ij}}{C}$ , где

$G_{ij}$  - коэффициент весомости  $j$ -о показателя  $i$ -м экспертом;  $F_{ij}$  – частота предпочтения  $i$ -м  $j$ -го объекта;  $C$  – общее число суждений одного эксперта, связанного с числом объектов:

$$C = \frac{m(m-1)}{2}.$$

**Пример.** Предположим для простоты, что 5 экспертов высказались о 6 объектах одинаково (табл. 9).

Таблица 9

Данные о мнениях экспертов

№ объекта	1	2	3	4	5	6
1	-	1	3	1	1	1
2		-	3	2	2	2
3			-	3	3	3
4				-	5	6
5					-	6
6						-

Определить весомость и построить ряд.

1. Частоты предпочтений.

$$F_{i1} = \frac{4}{5} = 0,8; F_{i2} = \frac{3}{5} = 0,6; F_{i3} = \frac{5}{5} = 1;$$

$$F_{i4} = \frac{0}{5} = 0; F_{i5} = \frac{1}{5} = 0,2; F_{i6} = \frac{2}{5} = 0,4.$$

2. Общее число суждений

$$C = \frac{6(6-1)}{2} = 15.$$

3. Балл по общему мнению

$$G_1 = q_1 = \frac{0,8}{15} + \frac{0,8}{15} + \frac{0,8}{15} + \frac{0,8}{15} + \frac{0,8}{15} = 0,27;$$

$$t_2 = q_2 = 0,2; q_3 = 0,33; q_4 = 0; q_5 = 0,07; q_6 = 0,13; \sum q_i = 1.$$

(значения  $G_i$  уже нормированы и поэтому могут использоваться как  $q_i$ ).

4. Ранжированный ряд

$$Q_3 > Q_1 > Q_2 > Q_6 > Q_5 > Q_4.$$

Опыт попарного сопоставления (табл. 9) показывает, что в силу особенностей человеческой психики эксперты бессознательно отдают предпочтение не более важному в паре объекту, а первому. Чтобы этого избежать используют свободную часть и сопоставляют через некоторое время объекты в обратном порядке. При таком сопоставлении, называемом полным или двойным, удастся:

а) избежать случайных ошибок;

б) выявить экспертов, не имеющих собственного мнения или относящихся к обязанностям небрежно, порядок расчетов остается прежним за исключением того, что  $C = m(m-1)$ .

Уточнить результаты, полученные попарным сопоставлением, можно методом *последовательного приближения*: первоначальные результаты рассматриваются как первое приближение. Во втором приближении они рассматриваются как коэффициенты  $G_i(2)$  суждений экспертов, новые рассматриваются как  $G_i(3)$  и так далее. Согласно теореме

Перрона – Фробениуса этот процесс практически всегда сходится и нормированные результаты измерений  $q_i$  стремятся к постоянным величинам, строго отражающим соотношение между объектами при заданных исходных данных.

**Пример.** В табл. 10 представлены результаты полного попарного сопоставления одним экспертом 5 объектов экспертизы. Причем предпочтение  $j$ -го объекта перед  $i$ -м обозначается 2, равенство объектов 1, предпочтение  $i$ -го перед  $j$ -м равно 0.

Найти результат 3-го приближения. При числе экспертов  $m$  необходимо переходить к методике многократного измерения.

Таблица 10

Попарное сопоставление одним экспертом

							$G$	$q$	$G$	$q$	$G$	$q$
							8	0,32	3	,395	1	,435
							7	,28	2	,297	8	0
							1	,04	1	,011	1	,04
							6	,24	2	,242	7	0
							3	,12	5	,055	7	0
							2	$\Sigma$	9			
							5		1			

1. В первом приближении

$$G_1(1) = 1 + 2 + 2 + 1 + 2 = 8; G_2(1) = 7; G_3(1) = 1; G_4 = 6; G_5 = 3;$$

$$q_1(1) = 0,32; q_2(1) = 0,28; q_3(1) = 0,04; q_4(1) = 0,24; q_5 = 0,12; \sum q_i(1) = 1.$$

2. Второе приближение (столбец  $G_j(1)$  множится на строку).

$$G_1(2) = 8 \cdot 1 + 7 \cdot 2 + 1 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 3 \cdot 2 = 36;$$

$$G_2(2) = 8 \cdot 0 + 7 \cdot 1 + 1 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 3 \cdot 2 = 27;$$

$$G_3(2) = 8 \cdot 0 + 7 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 6 \cdot 0 + 3 \cdot 0 = 1;$$

$$G_4(2) = 8 \cdot 1 + 7 \cdot 0 + 1 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 3 \cdot 2 = 22;$$

$$G_5(2) = 8 \cdot 0 + 7 \cdot 0 + 1 \cdot 2 + 6 \cdot 0 + 3 \cdot 1 = 5;$$

$$q_1(2) = 36/91 = 0,315; q_2 = 0,297; q_3 = 0,011;$$

$$q_4 = 0,242; q_5 = 0,055.$$

3. Третье приближение (столбец  $G_j(2)$  множится на строку).

$$G_1(3) = 36 \cdot 1 + 27 \cdot 2 + 1 \cdot 2 + 22 \cdot 1 + 5 \cdot 2 = 124; G_2 = 83; G_3 = 1; G_4 = 70; G_5 = 7.$$

4. Значения  $q_i$  (табл. 4.10) отличаются в каждом приближении.

Первый объект подчеркивает свое превосходство, а 3-й и 5-й имеют все меньшую значимость.

Метод последовательного приближения, позволяет получить строгие количественные измерения по шкале отношений, во сколько раз лучший превосходит худший. В этом случае через это отношение предпочтение  $j$ -го перед  $i$ -м выражается числом  $1+\Delta$ , равноценность 1, а предпочтение  $i$ -го перед  $j$ -м числом  $1-\Delta$ , где

$$\Delta = \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} + \sqrt{\frac{0,05}{m}}. \quad (8)$$

После этого попарное сопоставление производится методом последовательного приближения. Процесс уточнения  $q_j$  продолжается, пока точность не достигнет заданной

$$|q_j(k) - q_j(k-1)| \leq \varepsilon, \quad (9)$$

где обычно  $\varepsilon$  принимают равным 0,001, если  $1 < \alpha \leq 1,5$  и  $\varepsilon = 0,01$ , если  $\alpha > 5$ . При промежуточных значениях выбирают промежуточные значения  $\varepsilon$ .

После окончания расчетов фактическое отношение значений показателей крайнего члена ранжированного ряда  $\alpha_\phi$  сравнивают с исходным  $\alpha$ , если  $\beta = \frac{\alpha}{\alpha_\phi} \rightarrow 1$ , задача решена, в противном – корректируется значение точности

$$\Delta = \beta \left( \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} + \sqrt{\frac{0,05}{m}} \right),$$

и расчет повторяется.

## 2. Значения рангов от 0 до числа рассматриваемых объектов

При этом методе разным экспертам, независимо друг от друга, предоставляется ряд объектов. Эксперт определяет ранг объекта, в зависимости от номера предпочтения. Так, лучшему объекту присваивается ранг, равный единице, следующему в ряду предпочтений ранг, равный двум и т. д. Предположим, что в результате работы  $S$  экспертов получены результаты оценки  $N$  объектов, сведенные в табл. 11.

Таблица 11

Определение рангов объекта

Эксперты	Объекты			
	1	2	...	$N$
1	$r_{11}$	$r_{12}$	...	$r_{1N}$
2	$r_{21}$	$r_{22}$	...	$r_{2N}$
...	...	...	...	...
$S$	$r_{S1}$	$r_{S2}$	...	$r_{SN}$
$\Sigma$ рангов	$R_1$	$R_2$	...	$R_N$

В последней строке таблицы выставляется сумма рангов, полученная каждым объектом, определяемая из выражения

$$R_i = \sum_{j=1}^S r_{ij}, \quad (10)$$

Упорядочивание объектов производится в соответствии с величиной  $R_i$ , причем на первое место ставится объект, набравший меньшую сумму  $R_i$ .

Степень согласованности мнений экспертов определяется при помощи коэффициента конкордации  $V$ . При использовании метода строгого ранжирования, когда у объектов отсутствуют равные ранги, величина коэффициента конкордации определится из выражения

$$V = \frac{12 \sum (R_j - 1/2 S^2 (n+1))}{S^2 (n^3 - n)}, \quad (11)$$

Можно показать, что при полной согласованности мнений экспертов, когда все ранжирования всех экспертов полностью совпадают, коэффициент конкордации равен единице. С другой стороны, при полном расхождении, сумма рангов объектов будет стремиться к среднему значению:

$$\bar{R} = S^2(n+1)/2, \quad (12)$$

а коэффициент конкордации будет стремиться к нулю и при четном  $S(n+1)$  равняться нулю. Считается, что согласованность достаточна, как только коэффициент конкордации превышает значение 0,5.

**Пример.** Экспертиза проведена для оценки композиции внешнего вида переносных магнитофонов, подготовленных к выпуску тремя радиозаводами. Ввиду сложности количественной оценки был применен метод строгого ранжирования. Семи экспертам независимо друг от друга были предъявлены 4 магнитофона, три вновь созданных и один лучший из выпускаемых. С целью исключения влияния недобросовестности экспертов наилучшая и наихудшая оценки суммы рангов в каждом столбце, не учитывались. При равенстве рангов исключалось только по одной наилучшей и худшей оценке (данные взятые в скобки). Результаты экспертизы сведены в табл. 12.

Таблица 12

Результаты экспертизы

Эксперты	Объекты			
	А	Б	В	Г
1	(4)	(1)	3	2
2	3	1	2	(4)
3	4	(2)	(1)	3
4	4	1	3	2
5	(1)	2	(4)	3
6	4	1	3	2
7	3	2	4	(1)
$\Sigma$ рангов	18	7	15	12

В результате обработки данных экспертизы можно сделать вывод, что магнитофон Б имеет наилучшую композицию внешнего вида, уже выпускаемый магнитофон А занимает последнее место. Чтобы подтвердить этот вывод, определим коэффициент конкордации, используя (11). Значение коэффициента  $V$  равно 0,62, что свидетельствует об удовлетворительной согласованности.

Рассмотренные методы обработки экспертной информации не исчерпывают всех возможностей анализа. Методы постоянно совершенствуются, причем многие из них уже поддерживаются имеющимся программным обеспечением. В заключение параграфа повторим некоторые полезные рекомендации. Единственное, что нужно иметь в виду всегда, это то, что качество многомерно и модель качества иногда приходится упрощать, что приводит к ошибкам. Кроме того, источником ошибок является неверное использование шкал, при этом необходимо иметь в виду два правила:

1. Если сравнение объектов проводится по некоторой измерительной шкале, то использовать при анализе более информативную шкалу не нужно.

2. Сравнение двух объектов по выбранной измерительной шкале невозможно, если хотя бы один показатель определен по менее информативной шкале.

Отсюда следует вывод: *сравнение объектов и определение их показателей качества должно производиться по одной и той же измерительной шкале.*

### **3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

- 1) Совместно с преподавателем выбрать объект экспертной оценки.
- 2) Поставить цели и задачи для проведения экспертной оценки.
- 3) Сформировать экспертную группу.
- 4) Разработать опросный лист для проведения опроса экспертов.
- 5) Провести опрос экспертов.
- 6) Обработать данные экспертизы.
- 7) Подготовить печатный отчет о проведении экспертной оценки и сделать выводы по проделанной работе.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1) Что такое метод экспертных оценок?
- 2) Для чего используются экспертные методы в квалиметрии?
- 3) Что является основной задачей современных экспертных технологий?
- 4) На какие этапы можно разделить экспертизу?
- 5) Как классифицируются экспертные методы?
- 6) Какие возможны ошибки при проведении оценки экспертным методом?
- 7) Назовите методы обработки данных экспертизы.
- 8) Что такое коэффициент конкордации?
- 9) Что такое показатель весомости?
- 10) Что необходимо для повышения эффективности и точности экспертизы?

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

- 1) Варжапетян А. Г. Квалиметрия: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2005. 176 с.
- 2) Квалиметрическая экспертиза: Руководство по организации экспертизы и проведению квалиметрических расчетов/ Под ред. В. М. Маругина, Г. Г. Азгальдова. СПб., М.: Русский регистр, 2002. 517 с.
- 3) Орлов А.И. Экспертные оценки / Учебное пособие. Москва, МГУ: Знание – 2002. – 31с.