

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

А. В. Троеглазова

КВАЛИМЕТРИЯ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве практикума для обучающихся по направлению подготовки
27.03.01 Стандартизация и метрология (уровень бакалавриата)

Новосибирск
СГУГиТ
2022

УДК 54
Т703

Рецензенты: кандидат технических наук, научный сотрудник Института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН *А. Ф. Бродников*
кандидат технических наук, доцент СГУГиТ *Н. А. Вихарева*

Троеглазова, А. В.

Т703 Квалиметрия : практикум / А. В. Троеглазова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 41 с. – Текст : непосредственный.
ISBN 978-5-907513-32-7

Практикум подготовлен доктором философии (Ph. D.), доцентом А. В. Троеглазовой на кафедре информационной безопасности.

Рассматриваются вопросы организации практических работ по дисциплине «Квалиметрия». Содержатся рекомендации по выполнению практических работ и контрольные вопросы для защиты практических работ обучающихся по квалиметрии.

Практикум по дисциплине «Квалиметрия» предназначен для обучающихся по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (уровень бакалавриата).

Рекомендован к изданию кафедрой специальных устройств, инноватики и метрологии, Ученым советом Института оптики и оптических технологий СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 54

ISBN 978-5-907513-32-7

© СГУГиТ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Требования к отчету по практической работе	5
Практическая работа № 1. Определение достаточного числа экспертов для проведения экспертизы конкретного объекта.....	6
Практическая работа № 2. Определение коэффициентов весомости экспертной группы по аккредитации испытательной / калибровочной лаборатории	12
Практическая работа № 3. Построение дерева свойств и формирование номенклатуры единичных показателей качества продукции	18
Практическая работа № 4. Установление коэффициентов значимости (весомости) единичных показателей качества продукции методом рангов.....	25
Практическая работа № 5. Выявление базового образца среди образцов-аналогов.....	31
Библиографический список.....	34
Приложение 1. Варианты для выполнения заданий	35
Приложение 2. Справочные данные.....	40

ВВЕДЕНИЕ

Основной *целью практикума* является формирование базовых компетенций и развитие у обучающихся способности анализировать, творчески мыслить и использовать фундаментальные знания в процессе выполнения практических работ по квалиметрии.

Задачи практикума – ознакомление обучающихся с основными разделами квалиметрии, порядком составления номенклатуры показателей качества продукции, установления значения коэффициентов весомости, методами выбора базового образца среди образцов аналогов выбранного вида продукции.

Настоящий практикум является руководством к выполнению пяти практических работ по общетеоретической и специальной частям программы дисциплины «Квалиметрия» для обучающихся по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (уровень бакалавриата).

Описание практических работ включает в себя цель работы, методику и порядок выполнения, а также указания по обработке результатов и представлению их в отчете. В начале каждой работы дан краткий теоретический материал, помогающий обучающемуся в осознанном выполнении заданий. Предлагаются вопросы для самооценки уровня подготовленности к практической работе.

Обучающийся может приступить к выполнению практической работы только после предварительной внеаудиторной подготовки, в ходе которой он должен ознакомиться с методикой проведения эксперимента, изучить порядок обработки результатов. Для самостоятельной оценки уровня подготовленности в каждой практической работе приведены контрольные вопросы.

Если материал по некоторым вопросам несколько выходит за пределы программы учебной дисциплины, то обучающийся может воспользоваться библиографическими источниками из приведенного списка.

ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Отчет по практической работе должен включать в себя следующие элементы:

- 1) номер практической работы;
- 2) название практической работы;
- 3) цель выполнения практической работы;
- 4) порядок выполнения работы;
- 5) результаты, полученные в ходе выполнения практической работы, в том числе результаты экспертизы, результаты промежуточных и итоговых расчетов;
- 6) выводы в целом по практической работе согласно поставленной цели.

Практическая работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОСТАТОЧНОГО ЧИСЛА ЭКСПЕРТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ КОНКРЕТНОГО ОБЪЕКТА

Цель работы: формирование навыков создания экспертной группы.

Задачи работы:

- 1) изучение методики оценивания;
- 2) формирование перечня предложений по улучшению качества продукции;
- 3) статистическая обработка результатов для установления количества необходимых экспертов.

Перечень обеспечивающих средств: комплекс нормативных документов, калькулятор.

Время выполнения: 8 часов (лекции – 2 часа, практические занятия – 4 часа, самостоятельная работа – 2 часа).

Общие теоретические сведения

Одним из предварительных этапов экспертного оценивания качества продукции является создание экспертной группы. Количество экспертов в составе группы должно быть оптимальным и обеспечивать достоверность результатов экспертизы. При недостаточном количестве экспертов невозможно достоверно оценить качество продукции. С увеличением количества экспертов вероятность появления нового предложения (мнения) снижается. Количество экспертов определяется различными факторами – целью экспертизы, применяемыми методами, особенностями процедуры опроса, характеристикой применяемых технических средств [1].

Процедуру определения оптимального количества экспертов в составе группы осуществляют по следующему стандартному алгоритму [1–3]:

- 1) проводят письменный опрос экспертов, которые могут потенциально войти в состав экспертной группы, характеризующий выбранную продукцию;

2) все мнения экспертов в составе группы в зависимости от их содержания подразделяют на четыре основных вида: очевидные, известные, неочевидные и особые. К категории очевидных предложений относятся те, которые выдвигаются абсолютно всеми экспертами в составе команды. Предложения, выдвинутые наибольшим количеством экспертов, считаются известными, наименьшим количеством экспертов – неочевидными. Обоснованное и адекватное мнение только одного эксперта относится к категории особых.

При оптимизации количественного состава экспертов наибольшее значение имеют мнения, относящиеся к категории неочевидных и особых предложений. Эти виды мнений основываются на личном профессиональном опыте каждого привлеченного специалиста, их профессиональных и личностных способностях, интуиции. При этом вероятность появления особых предложений, выдвинутых наименьшим количеством специалистов в группе из m экспертов, определяется следующим выражением [2, 3]:

$$P_m = \frac{n_m^{(1)}}{n_m^{(1)} + n_m^{(2)} + \dots + n_m^{(v)}}, \quad (1)$$

где P_m – вероятность появления особых предложений;

$n_m^{(1)}$ – количество предложений особого типа;

$n_m^{(1)} + n_m^{(2)} + \dots + n_m^{(v)}$ – количество неочевидных предложений, выдвинутых наименьшим количеством v специалистов;

3) формируют микрогруппы специалистов в рассматриваемой области, в каждой из которой рассчитывают количество особых $n_{m-1}^{(1)}$ и неочевидных $(n_{m-1}^{(2)} + \dots + n_{m-1}^{(v)})$ предложений [2, 3];

4) по нижеприведенной формуле производят оценку вероятности высказывания особых предложений в каждой из созданных микрогрупп специалистов [2, 3]:

$$P_{m-1} = \frac{\sum_{j=1}^{m-1} n_{m-1}^{(1)}}{\sum_{j=1}^{m-1} (n_{m-1}^{(1)} + n_{m-1}^{(2)} + \dots + n_{m-1}^{(v)})}; \quad (2)$$

5) при постоянстве коэффициента уменьшения вероятности появления особых предложений в каждой микрогруппе с привлечением каждого последующего специалиста оценивается вероятность появления особых предложений. Расчет производится по формулам [2]:

$$P_{m+1} = P_m \cdot \lambda; \quad (3)$$

$$P_{m+2} = P_m \cdot \lambda^2; \quad (4)$$

$$P_{m+k} = P_m \cdot \lambda^k, \quad (5)$$

где λ – коэффициент снижения вероятности появления особых предложений.

С учетом значения вероятности высказывания особых предложений в каждой из созданных микрогрупп и заданного значения допустимой вероятности α производится оценка количества вновь привлекаемых специалистов в рассматриваемой области в качестве экспертов:

$$k = \frac{\ln \alpha - \ln P_m}{\ln \lambda}, \quad (6)$$

где k – количество привлекаемых экспертов.

Если методика расчета вероятности высказывания особых предложений в каждой из созданных микрогрупп и определения количества экспертов, которых необходимо привлечь дополнительно, применена верно, то в состав группы экспертов в первую очередь включаются наиболее квалифицированные специалисты. Остальные специалисты обладают более низким квалификационным уровнем, поэтому оказывают меньшее влияние на результат экспертизы выбранного вида продукции.

Пример [3]. Для проведения экспертизы промышленной продукции создана экспертная группа в составе пяти специалистов. По результатам проведения письменной экспертной оценки специалистами было сформировано 26 мнений, характеризующих рассматриваемый вид продукции. При этом 10 предложений из 26 было сформировано всеми пятью экспертами, поэтому они относятся к категории очевидных. Семь предложений сформулировано

наибольшим количеством специалистов (более 75 % от общего количества специалистов), поэтому они относятся к категории известных. Шесть предложений сформированы двумя привлеченными специалистами, поэтому считаются неочевидными. Три мнения экспертов можно считать особыми, поскольку сформулированы только одним из пяти экспертов. Рабочей группе по обработке результатов экспертной оценки необходимо оценить, какое количество специалистов нужно привлечь к проведению экспертной оценки для того, чтобы статистическая вероятность появления новых предложений не превышала уровень значимости 0,05 (5 %).

Для ответа на поставленный вопрос производится расчет вероятности появления особых предложений с использованием формулы (1)

$$P_5 = \frac{3}{3+6} = 0,33. \quad (7)$$

Затем производится формирование пяти микрогрупп, для каждой из которых оценивается вероятность появления особых предложений путем подсчета уже сформулированных особых и неочевидных предложений (4, 4, 4, 3, 2 и 6, 4, 2, 6, 6). При расчете по формуле (2) получили следующий результат:

$$P_4 = \frac{\sum_{j=1}^5 n_4^{(1)}}{\sum_{j=1}^5 (n_4^{(1)} + n_4^{(2)})} = \frac{17}{17+24} = 0,41. \quad (8)$$

На основании значений вероятности появления особых предложений для пяти экспертов и микрогрупп в составе четырех экспертов рассчитывают коэффициент снижения вероятности появления особых предложений λ :

$$\lambda = \frac{P_5}{P_4} = \frac{0,33}{0,41} = 0,81. \quad (9)$$

На основании рассчитанных значений вероятности появления особых предложений в группе из пяти экспертов P_5 и значения коэффициента

уменьшения вероятности появления особых предложений λ с учетом заданного значения уровня значимости α рассчитывают количество экспертов, которых необходимо привлечь для проведения экспертной оценки, по формуле (6)

$$k = \frac{-2,996 - (-1,109)}{-0,211} = 8,94. \quad (10)$$

Таким образом, для достижения поставленного условия необходимо привлечь к работе еще 9 специалистов, или всего 14 человек.

Методика и порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретической частью практической работы.
2. Работу необходимо выполнить индивидуально, выбрав свой вариант (прил. 1). В соответствии с выбранным вариантом задания рассчитать количество экспертов, необходимое для проведения экспертизы, исходя из условия полноты выявления представляемых ими данных. Варианты заданий приведены в таблицах прил. 1.
3. Для выбранного в практической работе № 1 объекта сформировать экспертную группу в составе 4–5 человек. Каждый эксперт индивидуально должен сформулировать предложения по улучшению качества данного вида продукции. Далее необходимо объединить все предложения экспертов и внести данные в табл. 1.

Таблица 1

Предложения по улучшению качества продукции _____

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1						Очевидные	0,05
2							
3							
4						Известные	
5							
6							
7						Неочевидные	
8							
9							
10							
11						Особые	

По количеству предложений, сформулированных каждым экспертом, распределить их по четырем группам: очевидные, известные, неочевидные особые. Произвести статистическую обработку полученных результатов, оценив следующие характеристики:

- вероятность появления особых предложений пятью специалистами;
- вероятность появления особых предложений в каждой микрогруппе в составе четырех человек;
- коэффициент понижения вероятности появления особых предложений;
- число специалистов, которых необходимо привлечь для проведения экспертизы с установленным уровнем значимости 0,05.

4. Проанализировать полученные результаты, сделать вывод согласно поставленной цели и оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Приведите характеристику экспертных методов, применяемых для контроля качества продукции. Укажите условия применения экспертных методов.

2. Приведите алгоритм определения количества специалистов для проведения экспертизы выбранного вида продукции. Назовите и поясните сущность каждого этапа определения количества привлекаемых экспертов.

3. Приведите формулы, применяемые при определении количества экспертов.

Практическая работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЕСОМОСТИ ЭКСПЕРТНОЙ ГРУППЫ ПО АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ / КАЛИБРОВОЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Цель работы: формирование навыков количественной оценки качества созданной экспертной группы статистическими методами.

Задачи работы:

- 1) изучение методики оценивания;
- 2) формирование экспертной группы и проведение экспертной оценки;
- 3) статистическая обработка результатов экспертной оценки.

Перечень обеспечивающих средств: комплекс нормативных документов, калькулятор.

Время выполнения: 10 часов (лекции – 2 часа, практические занятия – 4 часа, самостоятельная работа – 4 часа).

Общие теоретические сведения

Важным этапом проведения квалиметрической оценки качества продукции экспертным методом является формирование экспертной группы и количественная оценка качества ее работы. Для этого применяют следующие методы [1–7]:

- 1) эвристические – это методы, основанные на самооценке, взаимной оценке и оценке качества работы эксперта со стороны членов рабочей группы;
- 2) статистические – это методы, основанные на результатах статистической обработки мнений экспертов;
- 3) тестовые – это методы, основанные на обработке результатов испытаний и тестовых задач;
- 4) документальные – это методы, основанные на документированных данных работы эксперта;

5) комбинированные – это методы, основанные на сочетании перечисленных выше методик.

Для обеспечения достоверности результатов экспертной оценки при контроле качества продукции и повышения степени доверия к полученным результатам целесообразно применять для их обработки статистические методы. При этом оценивается степень согласованности мнений экспертов, привлекаемых к оценке качества выбранного вида продукции путем расчета коэффициента вариации мнений по каждому единичному показателю качества и коэффициента конкордации – общей согласованности мнений всех привлекаемых экспертов. Расчет коэффициента вариации v_i оценивается по формуле [4–6]

$$v_i = \frac{100\sigma_i}{\overline{R_i}}, \quad (11)$$

где $\overline{R_i}$ – среднее арифметическое значение ранга каждого единичного показателя качества продукции по всем специалистам, привлеченным к проведению экспертизы;

σ_i – среднеквадратическое отклонение по каждому единичному показателю качества оцениваемой продукции.

Оценка среднеквадратического отклонения по каждому единичному показателю качества производится по формуле

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\overline{R_i} - R_{ij})^2}{m-1}}, \quad (12)$$

где R_{ij} – ранг каждого единичного показателя качества продукции, представленный каждым экспертом в отдельности;

m – количество экспертов, привлекаемых для проведения экспертизы выбранного вида продукции.

При экспертной оценке необходимо сделать вывод о согласованности мнений экспертов на основании изменения коэффициента вариации. При этом наблюдается обратная зависимость между изменением коэффициента

вариации и согласованностью мнений привлеченных экспертов. Согласованность считается высокой, если значение коэффициента вариации не превышает 10 %. Если коэффициент вариации находится в диапазоне от 10 до 15 %, то согласованность выше среднего значения, если в диапазоне от 15 до 25 % – согласованность средняя, в диапазоне от 25 до 35 % – согласованность ниже среднего уровня. Превышение коэффициента вариации значения 35 % свидетельствует о низкой согласованности мнений экспертов.

Расчет коэффициента конкордации производится по формуле

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n (S_j - \bar{S})^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m F_j}, \quad (13)$$

где W – коэффициент конкордации;

S_j – сумма ранговых оценок всех экспертов по каждому единичному показателю качества продукции;

$\bar{S} = 0,5m(n+1)$ – средняя арифметическая сумма рангов для всех единичных показателей качества продукции;

n – количество единичных показателей качества продукции;

$F_j = \sum_{g=1}^u (t_g^3 - t_g)$ – показатель одинаковости;

u – количество оценок с одинаковыми рангами у каждого привлекаемого эксперта;

t_g – число одинаковых рангов в каждой g -й оценке у каждого эксперта.

Коэффициент конкордации может принимать значения от нуля до единицы. При этом чем ближе значение конкордации находится к 1, тем выше уровень согласованности мнений специалистов, привлекаемых к экспертизе выбранного вида продукции. Равенство нулю коэффициента конкордации свидетельствует о полной несогласованности мнений привлекаемых экспертов. В случае если значение коэффициента конкордации равно 1, мнения всех привлеченных экспертов полностью совпадают, что свидетельствует о полной согласованности. Значимость коэффициента конкордации оценивают с помощью χ^2 -критерия по формуле [4]

$$\chi^2 = Wm(n-1). \quad (14)$$

В том случае, если экспериментально полученное значение $\chi^2_{\text{табл}}$ -критерия превышает его табличное значение, значение коэффициента конкордации значимо при заданной доверительной вероятности. Табличные значения $\chi^2_{\text{табл}}$ -критерия приведены в прил. 2.

В случае если при составлении списка единичных показателей качества значение коэффициента конкордации превышает 0,5, то для этих единичных показателей качества целесообразно производить расчет значений коэффициентов весомости (значимости). Оценка значения комплексного показателя качества производится в том случае, если выполняется условие $W \geq 0,6$. Если значение коэффициента конкордации не превышает 0,5, необходимо производить повторную экспертизу или исключить из имеющихся результатов мнения экспертов с сомнительными оценками (рангами) [4–6].

При значительном отличии рангов от суммарных оценок весомостей S_i последние целесообразно заменить соответствующими рангами. При этом ранг 1 ($R(S_i) = 1$) присваивается минимальному значению суммарных оценок весомостей. Последующие ранги $R(S_i)$ возрастают с увеличением суммарных оценок S_i . Затем для каждого эксперта производят оценку рангов по модулю [4]

$$\Delta R_{ij} = |R_{ij} - R(S_i)|. \quad (15)$$

Максимальное значение суммы $\sum_{j=1}^n (\Delta R_{ij})$ свидетельствует о наибольшем отклонении ранговых оценок каждого привлеченного эксперта от оценок остальных экспертов, поэтому его оценки $(R_{ij})'$ исключают и находят суммарные конечные оценки $S_{ki} = S_i - (R_{ij})'$ для оставшихся экспертов.

После произведенных преобразований производят оценку значения коэффициента конкордации согласно данным методики, описанной выше.

Допустимо исключение не более $2/3$ начального количества экспертной группы. В противном случае производится формирование нового состава экспертной группы с учетом произведенных изменений.

Методика и порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретической частью практической работы.
2. Сформировать экспертные группы, состоящие из 4-5 человек.
3. Провести ранжирование единичных показателей качества объекта экспертизы «Эксперт по аккредитации испытательной / калибровочной лаборатории». Перечень основных единичных показателей качества сформирован в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р 17025 [7] и состоит из 12 характеристик:

- стаж экспертной работы;
- авторитет среди подчиненных сотрудников и коллег;
- наличие профильного образования;
- коммуникабельность;
- уровень воспитания и культуры;
- умение убеждать собеседника в своей правоте;
- организаторские способности;
- требовательность к сотрудникам;
- дальновидность;
- ответственность;
- способность к риску;
- умение четко ставить задачу.

При этом наиболее важный единичный показатель качества (характеристика эксперта) обозначают рангом, равным единице ($R_{ij} = 1$), а наименее значимому показателю присваивают максимальный ранг ($R_{ij} = n$). Если эксперт считает несколько показателей равноценными по значимости, то им присваиваются одинаковые значения рангов. После индивидуальной экспертной оценки объединяют результаты экспертизы каждого привлеченного специалиста, полученные данные вносят в табл. 2.

4. На основании полученных результатов рассчитайте коэффициенты весомости характеристик эксперта по аккредитации испытательной / калиб-

ровочной лаборатории и степени согласованности мнений пяти экспертов. Полученные результаты внесите в табл. 2.

Таблица 2

Данные для расчета коэффициента весомости

Характеристики эксперта	Ранги, присвоенные экспертами					Коэффициент вариации
	1	2	3	4	5	

5. Определить степень согласованности мнения экспертов. Полученные результаты внести в табл. 3. Рассчитать коэффициент конкордации W и оценить его значимость по критерию χ^2 , используя выражение (3).

Таблица 3

Данные для оценки согласованности мнений экспертов

Характеристики эксперта	Оценка эксперта					Сумма рангов $\sum S_i$	Отклонение от среднего $S_i - S_{\text{ср}}$	Квадрат отклонения $(S_i - S_{\text{ср}})^2$
	1	2	3	4	5			

6. Сделать выводы по работе в соответствии с поставленной целью и оформить отчет.

Контрольные вопросы

1. Опишите суть экспертного метода. Перечислите факторы, влияющие на объективность экспертной оценки.
2. Какие требования предъявляются к экспертам?
3. Как оценить согласованность мнений экспертов?
4. Какие показатели качества называют единичными, комплексными, оптимальными и интегральными?

Практическая работа № 3

ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА СВОЙСТВ И ФОРМИРОВАНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ЕДИНИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Цель работы: сформировать навыки построения дерева свойств продукции, установления единичных показателей качества выбранного вида продукции.

Задачи работы:

- 1) анализ объекта оценивания и выявление свойств образца;
- 2) формирование перечня единичных показателей качества продукции;
- 3) построение дерева свойств продукции.

Перечень обеспечивающих средств: комплекс нормативных документов на продукцию и методы испытаний, калькулятор.

Время выполнения: 8 часов (лекции – 2 часа, практические занятия – 4 часа, самостоятельная работа – 2 часа).

Общие теоретические сведения

Одним из важных этапов оценки качества промышленной продукции (производимой или планируемой к производству), определяющим надежность работы технических механизмов и достоверность производимых испытаний, является анализ свойств продукции, ее комплексных и единичных показателей качества. Эти показатели могут быть представлены в виде дерева свойств продукции в графической и / или табличной формах. При построении дерева свойств применяется декомпозиционный метод, позволяющий обеспечить наглядность и полноту свойств и показателей, характеризующих качество продукции [1–6].

Дерево свойств продукции, представленное в графической форме, отражено на рисунке. Оно включает в себя несколько уровней, количество которых определяется сложностью рассматриваемого вида продукции. На первом уровне размещены свойства продукции. Каждое свойство характеризу-

ется набором соответствующих комплексных показателей качества – это второй уровень. Каждый комплексный показатель качества подразделяется на другие менее сложные комплексные показатели или единичные показатели, характеризующие третий и другие уровни дерева свойств.

Свойства продукции представляют собой первый уровень в дереве свойств. Второй уровень в представленном дереве свойств представляет собой комплексные показатели качества экспертируемого вида продукции. Можно выделить следующие виды комплексных показателей качества продукции:

- 1) показатели назначения;
- 2) показатели надежности;
- 3) показатели технологичности;
- 4) показатели унификации;
- 5) патентно-правовые показатели;
- 6) эргономические показатели;
- 7) эстетические показатели;
- 8) показатели транспортабельности;
- 9) показатели безопасности;
- 10) экологические показатели.



Дерево общих свойств продукции [6]

Каждый из указанных комплексных показателей (второй уровень) подразделяется на подгруппы – комплексные показатели третьего уровня, или единичные показатели третьего уровня. Например, показатели назначения подразделяются на четыре подгруппы: классификационные показатели, функциональные показатели и показатели технической эффективности, конструктивные показатели, показатели состава и структуры. Показатели надежности классифицируют на четыре подгруппы – безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. К показателям технологичности можно отнести показатели трудоемкости, материалоемкости и себестоимости. К показателям унификации относятся коэффициенты применяемости, повторяемости, взаимной унификации для групп изделий, унификации для группы изделий. Патентно-правовые показатели делят на две подгруппы: показатели патентной защиты и патентной чистоты. К группе эргономических показателей относятся подгруппы: антропометрические, физиологические и психофизиологические, психологические. Эстетические показатели подразделяются на подгруппы: информационной выразительности, рациональности формы, целостности композиции, совершенства производственного исполнения и стабильности товарного вида. К показателям транспортабельности относят: массу изделия, габаритные размеры, среднюю стоимость перевозки на 1 км пути и т. д. К показателям безопасности относят: сопротивление изоляции токоведущих частей, электрическую прочность и т. д. К экологическим показателям относят: содержание вредных примесей в составе продукции; вероятность выбросов вредных частиц, газов и излучений при производстве, хранении, транспортировании, эксплуатации и др.

При построении дерева свойств продукции необходимо придерживаться следующих правил и условий [2–4, 6]:

- единичные показатели качества продукции являются измеряемыми величинами, неделимыми элементами и размещаются на последнем уровне дерева свойств продукции;
- значения единичных показателей качества продукции устанавливают инструментальными (химическими, физико-химическими или физическими) или экспертными методами анализа;

– значения комплексных показателей качества продукции (второй и / или третий уровень дерева свойств) устанавливают расчетным способом на основании значений единичных показателей качества;

– на каждом уровне должно находиться не более 7–8 показателей качества (единичных или комплексных), в противном случае возникает риск получения очень маленьких значений коэффициентов весомости (они устанавливаются для каждого уровня дерева свойств). В дерево свойств продукции необходимо включать только те показатели качества (единичные и комплексные), для которых коэффициент весомости не ниже 0,1 при шкале от 0 до 1;

– распределение единичных показателей качества продукции по различным комплексным показателям качества основано на раскрываемом свойстве.

Для учета мнения всех экспертов, участвующих в составлении дерева свойств продукции, применяют метод группировок, который предполагает следующий алгоритм реализации [1–6]:

1) формируют общий список единичных показателей качества продукции с учетом мнений каждого эксперта;

2) руководитель экспертной группы формирует подгруппы экспертов и распределяет между ними задания экспертизы – заполнение одной из ветвей дерева свойств по одному распределенному свойству продукции. Например, сформировать комплексные и единичные показатели качества для функционального свойства выбранного вида продукции;

3) каждый эксперт получает общий список единичных показателей качества выбранного вида продукции с указанием примерного отнесения этих единичных показателей к определенному свойству продукции. Каждая группировка экспертов осуществляет корректировку такого примерного распределения единичных показателей качества среди свойств продукции, формируя при этом комплексные показатели качества для каждого свойства;

4) производится обработка полученных результатов статистическими методами с участием рабочей группы экспертов. Статистическая обработка результатов экспертной оценки включает в себя следующие этапы:

– поиск единичных показателей качества, «выпадающих» из общего списка;

- поиск единичных показателей качества, согласованных между собой;
- проверка согласованности группировки каждого эксперта с общим составом показателей в согласованной группе.

Для оценки качества продукции и составления дерева свойств продукции и формирования номенклатуры единичных показателей качества применяют нормативную и технологическую документацию, а также научно-методическую литературу:

- 1) техническую и технологическую документацию на выбранную продукцию;
- 2) стандарты и технические условия, регламентирующие требования к продукции;
- 3) научную литературу по контролю качества продукции;
- 4) результаты анализа рынка потребительского спроса и прогноза требований потребителей;
- 5) результаты опроса мнений экспертов.

Определение значений единичных показателей качества продукции можно производить различными методами, которые подразделяются на две группы – инструментальные и экспертные. Инструментальные методы основаны на применении различных средств измерений – мерная посуда, фотоколориметры, спектрофотометры, спектрометры, анализаторы и т. д. В зависимости от природы свойств анализируемого объекта инструментальные методы подразделяют на три группы – химические (гравиметрические и титриметрические), физико-химические и физические. В основе экспертных методов лежит анализ с помощью органов чувств человека – обоняние, осязание, вкус, слух, зрение. Экспертные методы применяют только, если невозможно применить инструментальные методы анализа. Методики определения значений единичных показателей качества регламентированы в стандартах на методы испытаний или приведены в научной литературе, посвященной контролю качества соответствующего объекта экспертизы.

Для оценки принадлежности единичного показателя качества «А» к соответствующей группе комплексных показателей производят оценку уровня согласованности мнений экспертов α , которая показывает долю экспертов, включивших данный единичный показатель качества продукции «А» в рассматриваемую подгруппу:

$$\alpha_{(A)} = \frac{m(A)}{m}, \quad (16)$$

где $m(A)$ – число экспертов, включивших показатель «А» в группу S ;

m – общее число экспертов.

Для принятия решения о включении единичного показателя качества «А» в обобщенную группу S_0 выбирают критическое значение уровня согласованности экспертов $\alpha_{кр}$, достижение или превышение которого означает включение объекта «А» в группу S_0 . В наиболее ответственных задачах $\alpha_{кр} = 1,0$, в менее ответственных $\alpha_{кр} = 0,8$ или $\alpha_{кр} = 0,66$, но не ниже 0,5.

Поэтому для включения единичного показателя качества продукции в подгруппу согласованных комплексных показателей S_0 необходимо выполнение условия $\alpha_{(A)} > \alpha_{кр}$.

Для оценки согласованности каждого эксперта с группой S_0 оценивают коэффициент β :

$$\beta = \frac{n_j(S_0)}{n_j}, \quad (17)$$

где $n_j(S_0)$ – число объектов, входящих в обобщенную группу S_0 ;

n_j – общее число объектов в j -й индивидуальной группировке.

Индивидуальную экспертную группировку считают выпадающей, если $\beta \leq 0,8$ или, в менее ответственных задачах, $\beta \leq 0,5$.

Методика и порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретической частью практической работы.
2. Выбрать объект экспертизы, определить класс промышленной продукции и группу в составе класса [1–5]:
 - 1) первый класс – продукция, расходуемая при использовании:
 - группа 1 – природное сырье и топливо;
 - группа 2 – материалы и продукты;
 - группа 3 – расходные изделия;

2) второй класс – продукция, расходующая свой ресурс:

– группа 4 – неремонтируемые изделия;

– группа 5 – ремонтируемые изделия.

3. Для выбранного объекта экспертизы методом мозгового штурма с участием всех студентов группы на основании данных нормативной и научно-технической литературы составить перечень свойств продукции, комплексных и единичных показателей качества продукции с учетом каждого применимого к нему свойства. Единичные показатели качества представить в виде отдельного списка, предварительно распределив их по свойствам продукции.

4. Распределить студентов на группы, количество которых соответствует количеству рассматриваемых свойств продукции. Закрепить по одному свойству продукции за каждой микрогруппой и предоставить общий перечень единичных показателей качества с предварительным распределением по свойствам.

5. Каждой микрогруппе произвести корректировку распределения единичных показателей качества продукции к закрепленному за ними свойству, разбив единичные показатели на комплексные показатели качества. Для каждого свойства необходимо предложить от 3 до 7–8 показателей на каждом уровне.

6. Для каждого уровня дерева свойств необходимо оценить коэффициенты α и β , на основании которых произвести уточнение структуры дерева свойств.

7. Сделать вывод по итогам выполнения работы в соответствии с поставленной целью.

Контрольные вопросы

1. Что называют свойством и комплексным и единичным показателем качества продукции? Приведите примеры свойства, комплексного и единичного показателя качества.

2. Приведите характеристику, назначение и структуру дерева свойств продукции. Какие требования предъявляются к дереву свойств продукции?

3. Приведите подробную характеристику всех свойств продукции, их классификацию.

Практическая работа № 4

УСТАНОВЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗНАЧИМОСТИ (ВЕСОМОСТИ) ЕДИНИЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ РАНГОВ

Цель работы: сформировать навыки применения экспертных методов для оценки коэффициентов значимости (весомости) единичных показателей качества выбранного вида продукции.

Задачи работы:

- 1) изучение методики оценивания коэффициентов значимости методом рангов;
- 2) формирование экспертной группы и проведение экспертной оценки важности единичных показателей качества продукции;
- 3) статистическая обработка результатов экспертной оценки.

Перечень обеспечивающих средств: комплекс нормативных документов, калькулятор.

Время выполнения: 8 часов (лекции – 2 часа, практические занятия – 4 часа, самостоятельная работа – 2 часа).

Общие теоретические сведения

Каждый применяемый для контроля качества метод измерения аналитических сигналов и определения значений единичных показателей качества продукции имеет свои достоинства и недостатки. Инструментальные позволяют определить значения единичных показателей качества с высокой степенью достоверности, они являются результатом объективной оценки качества продукции. Однако большинство инструментальных методов характеризуется либо высокой стоимостью, либо высокой трудоемкостью и длительностью проведения анализа. Кроме того, в номенклатуре единичных показателей качества можно выделить такие, которые невозможно измерить инструментальными методами, например, эргономические показатели, органолептические показатели (вкус, цвет, запах и т. д.). В таком случае экспертный метод оценки целесообразно применять и для

установления значений коэффициентов значимости (весомости) показателей качества продукции [3–7]:

- 1) метод рангов;
- 2) метод непосредственного оценивания;
- 3) метод сопоставления (парного и последовательного).

Метод рангов

Применение метода рангов предполагает ранжирование всех единичных показателей качества продукции (сформированных в практической работе № 3) в порядке уменьшения их значимости (важности) по мнению каждого эксперта. При этом наиболее предпочтительному единичному показателю качества присваивается ранг 1, а наименее предпочтительному – последний ранг, значение которого соответствует порядковому номеру последнего в списке единичного показателя качества выбранного в работе № 1 вида продукции. Затем каждый эксперт рассчитывает сумму рангов для каждого показателя качества выбранного вида продукции. Оценка методом рангов производится индивидуально каждым экспертом, затем результаты всех экспертов усредняются. Первый ранг получает тот единичный показатель качества оцениваемого объекта, который набрал наименьшую сумму рангов по мнению всех экспертов команды [3–7].

Значения коэффициентов значимости (весомости) по результатам применения метода рангов оценивают по формулам:

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^m m_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m m_{ij}}; \quad (18)$$

$$m_{ij} = \frac{R_{ij}}{\sum_{i=1}^n R_{ij}}, \quad (19)$$

где R_{ij} – абсолютное значение оценки весомости i -го единичного показателя качества продукции, определенное по шкале j -м экспертом.

На основании рассчитанных значений коэффициентов значимости (весомости) показателей качества продукции определяют наиболее значимые единичные показатели качества, для которых выполняется следующее условие:

$$m_i > \frac{1}{n}. \quad (20)$$

Поскольку сумма всех коэффициентов весомости в пределах группы показателей качества равна 1, то после исключения наименее значимых показателей качества коэффициенты весомости остальных показателей пересчитывают по формуле

$$m_{i0} = \frac{m_i^*}{\sum_{i=1}^k m_i^*}; \quad (21)$$

где m_i^* – коэффициенты весомости показателей, для которых выполняется условие (4);

k – количество наиболее значимых единичных показателей качества продукции.

Метод непосредственного оценивания

Метод предполагает присваивание объектам экспертизы баллов каждым экспертом, при этом наиболее значимому объекту присваивается наибольшее количество баллов согласно установленной шкале: 0–1, 2–5, 1–10, 1–100 и т. д. Шкалу выбирает команда экспертов или организаторы экспертной оценки. Допустимо присваивание одинаковых баллов различным единичным показателям качества оцениваемого объекта.

Установление коэффициентов значимости (весомости) каждого единичного показателя качества производится на основании результатов присвоения баллов каждым экспертом. Оценка производится по формуле

$$m_i = \frac{\sum_{j=1}^m A_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_{ij}}; \quad (22)$$

где A_{ij} – место, на которое поставлено i -е свойство j -м экспертом;

m – количество экспертов, принявших участие в экспертизе выбранного вида продукции;

n – количество оцениваемых единичных показателей качества продукции.

Метод сопоставления

Широкое распространение на практике среди методов оценки коэффициентов значимости (весомости) получили методы попарного сопоставления (первый, второй методы попарного сопоставления, а также метод полного попарного сопоставления). Достоинством этих методов является высокий уровень достоверности получаемых результатов.

Каждый эксперт заполняет специальную матрицу, составленную на основе оцениваемых единичных показателей качества продукции.

Сравнивая пары единичных показателей качества (1 и 2, 1 и 3, 1 и 4 и т. д.), эксперт, наиболее важный (значимый) из них, присваивает при этом одну из оценок: +1, –1 или 0. Наиболее важному единичному показателю качества из двух рассматриваемых присваивается оценка +1, наименее важному – оценка –1, при равенстве значимости двух показателей качества – оценка 0. Осуществляется заполнение только верхней части матрицы сравнения. Коэффициенты значимости (весомости) оценивают по формуле [3–7]

$$m_i = \sum_{j=1}^m \frac{A_{ij}}{Nk}, \quad (23)$$

где N – общее количество пар объектов экспертизы.

Второй метод попарного сопоставления предполагает выбор предпочтительных единичных показателей качества в каждой из комбинаций: 1 и 2, 7 и 15, 4 и 1 и т. д.

Метод полного попарного сопоставления единичных показателей качества продукции предполагает сравнение экспертами не только пар 1-2, 1-3, 1-4, но и пар 2-1, 2-3, 2-4 и т. д. То есть осуществляется сравнение показателей качества в прямом и обратном порядке, что позволяет обеспечить более высокую степень объективности экспертной оценки, поэтому таблица заполняется экспертами в полном объеме (верхняя и нижняя часть матрицы).

Сумма коэффициентов значимости (весомости), полученных методами попарного и полного попарного сопоставления, должна быть равна единице ($\sum_{i=1}^n m_i = 1$), что свидетельствует о достаточной точности экспертных оценок.

Методика и порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретической частью практической работы.
2. Сформировать экспертные микрогруппы в составе 4–5 человек.
3. Применяя методы рангов, непосредственного оценивания, сопоставлений, экспертным методом произведите оценку коэффициентов значимости (весомости) единичных показателей качества продукции, выбранной в практической работе № 3. Полученные результаты внесите в табл. 4, 5 и 6.

Таблица 4

Результаты экспертизы объекта методом рангов

Номер единичного показателя качества	Ранги, присвоенные экспертами				Сумма рангов	Результирующий ранг
	Э1	Э2	Э3	Э4		

Таблица 5

Результаты экспертизы объекта методом непосредственного оценивания

Номер единичного показателя качества	Баллы, присвоенные экспертами				Сумма баллов	Результирующий балл	Коэффициент весомости, m_i
	Э1	Э2	Э3	Э4			

Таблица 6

Матрица сопоставления единичных показателей качества продукции

№ показателя	1	2	...	n
1	×			
2		×		
...			×	
n				×
Эксперт №				

На основании данных табл. 4–6 произведите оценку значений коэффициентов весомости каждым из трех экспертных методом.

4. В каждом из экспертных методов произведите статистическую оценку согласованности мнений привлеченных экспертов. Для оценки общей согласованности мнений экспертов определяют коэффициент конкордации.

5. Проанализировать полученные данные и сформулировать выводы по работе в соответствии с поставленной целью.

Контрольные вопросы

1. Приведите характеристику метода рангов, применяемого для определения значений коэффициентов весомости показателей качества продукции. Какие формулы при этом необходимо использовать? Назовите достоинства и недостатки этого метода.

2. Приведите характеристику метода непосредственного оценивания, применяемого для определения значений коэффициентов весомости показателей качества продукции. Какие формулы при этом необходимо использовать? Назовите достоинства и недостатки этого метода.

3. Приведите характеристику метода сопоставления (парного и последовательного), применяемого для определения значений коэффициентов весомости показателей качества продукции. Какие формулы при этом необходимо использовать? Назовите достоинства и недостатки этого метода.

Практическая работа № 5

ВЫЯВЛЕНИЕ БАЗОВОГО ОБРАЗЦА СРЕДИ ОБРАЗЦОВ-АНАЛОГОВ

Цель работы: формирование навыков установления базового образца среди образцов-аналогов.

Задачи работы:

- 1) изучение методики выявления базового образца;
- 2) формирование экспертной группы, подбор образцов-аналогов и проведение экспертной оценки;
- 3) статистическая обработка результатов экспертной оценки по выбору базового образца.

Перечень обеспечивающих средств: комплекс нормативных документов, калькулятор.

Время выполнения: 10 часов (лекции – 2 часа, практические занятия – 4 часа, самостоятельная работа – 4 часа).

Общие теоретические сведения

При оценке уровня качества продукции производят сравнение значений единичных показателей качества со значениями тех же показателей качества, но установленных для базовых образцов. В качестве базовых образцов применяют образцы продукции, соответствующие лучшим научно-техническим достижениям в данный момент времени. Базовый образец выявляют среди 8–15 образцов-аналогов, имеющих одинаковые классификационные характеристики назначения и области применения. В группу образцов-аналогов можно включать следующие образцы продукции [3–7]:

- а) при оценке разрабатываемой продукции – перспективные и экспериментальные образцы, поступление которых на мировой рынок прогнозируется на период выпуска оцениваемой продукции; значения показате-

лей качества перспективных образцов прогнозируются на период выпуска разрабатываемой продукции;

б) при оценке выпускаемой продукции – образцы, реализуемые на мировом рынке; значения показателей качества образцов устанавливаются на основе имеющейся на них документации. При оценке выпускаемой продукции не допускается принимать в качестве аналогов единичные рекламные или экспериментальные образцы продукции, не освоенные производством;

в) при оценке эксплуатируемой продукции – лучшие (по оценкам экспертов) образцы, используемые обычно не менее пяти лет при выполнении тех же функций, какие выполняет оцениваемый образец.

Значения единичных показателей качества оцениваемого образца и образцов-аналогов устанавливают одними и теми же методами анализа.

Установление базового образца осуществляют по следующему алгоритму [3–7]:

- 1) формирование требований к образцам-аналогам;
- 2) подбор образцов-аналогов в соответствии с установленными требованиями;
- 3) формирование номенклатуры показателей качества оцениваемого образца и образцов-аналогов и установление количественных значений единичных показателей качества;
- 4) статистическая обработка результатов анализа значений единичных показателей качества образцов с целью установления среди образцов-аналогов базового образца.

Методика и порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с теоретической частью практической работы.
2. Выбрать объект экспертизы и сформировать номенклатуру единичных показателей качества (5–7 показателей).
3. Подобрать 5–6 образцов-аналогов продукции той же классификационной группы, установить значения единичных показателей качества стандартизованными методами и выбрать среди них базовый образец на основании статистической обработки. Полученные результаты внесите в табл. 7.

Таблица 7

Результаты выбора базовых образцов среди образцов-аналогов

Обозначение единичного показателя качества	Значения единичных показателей качества продукции					
	ОО	ОА1	ОА2	ОА3	ОА4	ОА5

4. Проанализировать полученные данные и сформулировать выводы по работе в соответствии с поставленной целью.

Контрольные вопросы

1. Что называют базовым образцом? Какие виды базовых образцов вы знаете?
2. Какие требования предъявляют к базовым образцам и образцам-аналогам?
3. Каков порядок установления базового образца среди образцов-аналогов?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макарова Л. В., Тарасов Р. В. Квалиметрия и управление качеством : практикум. – Пенза : ПГУАС, 2016. – 160 с.
2. Квалиметрия и управление качеством в производственно-технологических системах : метод. указания / сост. О. А. Шутова. – Саратов : ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2018. – 46 с.
3. Астахова М. Н., Чернышева Г. М., Балакай В. И. Основы квалиметрии : учеб.-метод. пособие. – Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2016. – 52 с.
4. Подольская М. Н. Квалиметрия и управление качеством : лабораторный практикум. Ч. 1. Экспертные методы. – Тамбов : изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 80 с.
5. Квалиметрия : учеб. пособие / В. Н. Романов [и др.]. – Владимир : изд-во ВлГУ, 2017. – 135 с.
6. Астахова М. Н., Чернышева Г. М., Балакай В. И. Квалиметрия : учеб.-метод. пособие. – Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2016. – 44 с.
7. ГОСТ Р 17025–2006. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – Введ. 01.07.2021. – М. : Стандартинформ, 2019. – 32 с.

Приложение 1

ВАРИАНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Таблица П.1.1

Исходные данные для варианта 1

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+		+	Очевидные	0,05
2	+	+		+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+			+	+	Известные	
5	+	+	+		+		
6		+		+	+		
7	+			+		Неочевидные	
8		+					
9					+		
10		+				Особые	
11					+		
12	+						

Таблица П.1.2

Исходные данные для варианта 2

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,01
2	+	+	+	+	+		
3	+		+	+	+	Известные	
4	+			+	+		
5	+		+		+		
6		+		+		Неочевидные	
7	+			+			
8		+			+		
9		+			+		
10					+	Особые	
11				+			
12			+				

Таблица П.1.3

Исходные данные для варианта 3

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,05
2	+	+		+	+		
3	+	+	+		+	Известные	
4	+			+	+		
5		+	+		+		
6				+	+	Неочевидные	
7	+			+			
8			+	+			
9					+	Особые	
10		+					
11	+						
12		+					

Таблица П.1.4

Исходные данные для варианта 4

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,01
2	+	+	+	+	+		
3	+			+	+		
4	+		+	+	+	Известные	
5	+	+	+				
6		+			+	Неочевидные	
7		+		+			
8	+				+		
9		+			+		
10			+			Особые	
11					+		
12	+						

Таблица П.1.5

Исходные данные для варианта 5

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+			+		Известные	
5		+	+	+	+		
6	+	+	+				
7	+		+			Неочевидные	
8			+	+			
9				+	+		
10			+				
11	+				+	Особые	
12		+					

Таблица П.1.6

Исходные данные для варианта 6

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+		+	+	Известные	
5	+		+	+	+		
6	+	+	+				
7		+	+			Неочевидные	
8				+	+		
9				+	+		
10		+	+				
11	+					Особые	
12					+		

Таблица П.1.7

Исходные данные для варианта 7

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		Известные	
5		+	+	+	+		
6		+	+	+			
7		+		+		Неочевидные	
8	+		+				
9				+	+		
10		+	+				
11	+					Особые	
12		+					

Таблица П.1.8

Исходные данные для варианта 8

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		Известные	
5		+	+	+	+		
6	+	+	+				
7	+	+				Неочевидные	
8		+			+		
9				+	+		
10	+			+			
11					+	Особые	
12	+						

Таблица П.1.9

Исходные данные для варианта 9

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		Известные	
5	+		+	+	+		
6	+		+		+		
7	+			+		Неочевидные	
8		+		+			
9				+	+		
10		+		+			
11			+			Особые	
12	+						

Таблица П.1.10

Исходные данные для варианта 10

Номер предложения	Номер эксперта					Вид предложения	α
	1	2	3	4	5		
1	+	+	+	+	+	Очевидные	0,05
2	+	+	+	+	+		
3	+	+	+	+	+		
4	+	+	+	+		Известные	
5	+	+		+	+		
6	+		+		+		
7	+				+	Неочевидные	
8		+	+				
9	+				+		
10		+	+				
11					+	Особые	

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица П.2.1

Значения квантиля $\chi^2_{\text{табл}}$ -распределения при различном числе степеней свободы

Доверительная вероятность P	Значения $\chi^2_{\text{табл}}$ при различных значениях $(n-1)$										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,99	6,6	9,2	11,3	13,3	15,1	16,8	18,5	20,1	21,7	23,2	24,7
0,95	3,8	6,0	7,8	9,5	11,1	12,6	14,1	15,5	16,9	18,3	19,7

Учебное издание

Троеглазова Анна Владимировна

КВАЛИМЕТРИЯ

Редактор *О. В. Георгиевская*

Компьютерная верстка *О. И. Голиков*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 25.02.2022. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 2,38. Тираж 50 экз. Заказ 26.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.