

Разработка экспертного метода формирования исходных интервальных данных

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Рассмотрены актуальные вопросы получения исходной информации для проведения интервальных расчетов. В качестве решения задачи формирования интервальных массивов предложен экспертный метод. Разработанный метод представляет собой двухтуровое исследование: в первом туре проводится заочный анонимный опрос экспертов, во втором туре объективность и согласованность результатов достигается путем коллективного обсуждения всех экспертов в группе. Изложен организационные вопросы проведения исследования.

Ключевые слова: интервал, метод, экспертные оценки, неопределенность процессов.

Известно, что интервальные методы реализованы в таких отраслях экономической науки, как эконометрика, управление запасами, экономическое обоснование инвестиционных решений, логистика и т.д. При формировании решений данного класса задач специалист сталкивается с проблемой получения исходных данных для проведения исследования. В качестве решения этой проблемы предлагается использовать метод экспертных оценок, так как он является единственно пригодным для решения тех задач, в которых исходная объективная информация недоступна (ограничена), отсутствует либо не поддается формализации.

Следует отметить, что обзор литературы свидетельствует о том, что экспертные методы получения информации используют приблизительно в 40-50% всех случаев [1].

Общая особенность экспертных методов состоит в том, что все они практически (за исключением отдельных этапов статистического анализа результатов экспертных опросов) трудно поддается формализации. Поэтому все экспертные методы характеризуются наиболее высокой по сравнению с другими методами степенью субъективности, которая объясняется как интуитивным характером информации, получаемой от экспертов, так и неизбежностью элементов субъективности в самой процедуре работы методов.

Всю совокупность методов можно подразделить на группы по ряду признаков:

- по наличию или отсутствию той или иной аналитической схемы проведения исследований – на интуитивные и аналитические;
- по количеству привлекаемых к опросу экспертов – на индивидуальные и коллективные;
- по форме и способу организации работы экспертов – на методы предполагающие личное участие и анонимные экспертные опросы;
- по характеру взаимодействия экспертов с организаторами экспертизы – на очные и заочные экспертные исследования;
- по характеру процесса непосредственной выработки экспертами информации – на методы анкетирования, генерирования, свободной дискуссии, однотуровой и многотуровой экспертизы [2, 3].

На рис. 1 показана общая классификация экспертных методов.

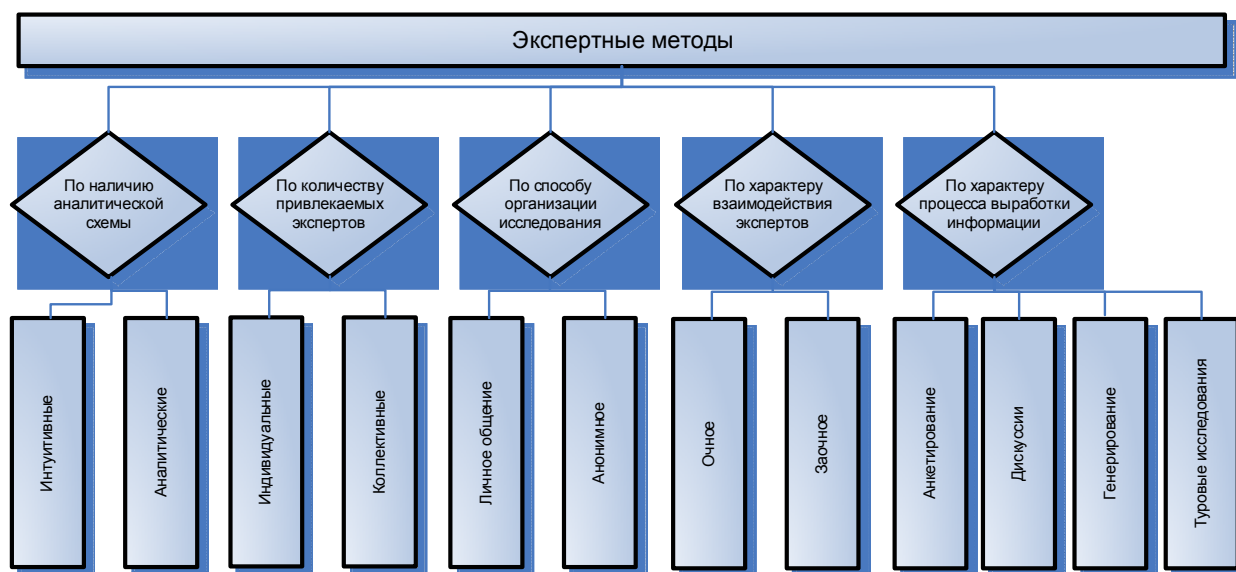


Рисунок 1 – Классификация экспертных методов

Различные сочетания этих признаков формируют определенную процедурную специфику того или иного конкретного метода, обуславливают различия в характере и форме получаемой экспертной информации, требуют различной методики подготовки и проведения экспертных исследований.

На основе обзора экспертных методов получения информации разработана методика получения интервальных данных на основе экспертной информации. Ниже описаны этапы алгоритма проведения исследования и получения исходной интервальной информации:

1. *Формирование задания для исследования.* На первом этапе формулируют цели, задачи, предназначение исследования и требования к результату.

2. *Формирование характеристик объекта (процесса), уточнение степени детализации.* На этом этапе необходимо выбрать количество оценочных интервальных наблюдений, что является наиболее важным для большинства статистических методов, поскольку для идентификации модели необходима достаточная база данных временного ряда. В тоже время большое количество данных приводит к ухудшению точности прогнозов.

3. *Сбор вторичной информации об объекте (процессе), методическая подготовка исследования.* На стадии преоценочной ориентации выполняют глубокий всесторонний анализ состояния и тенденций развития процесса (явления, объекта) в стране и за ее пределами. Источником информации для проведения такого анализа являются:

- периодическая литература: статьи в отечественных и зарубежных изданиях, сборниках и научных бюллетенях, газетах;
- научные отчеты и обзоры научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций;
- монографии, научные работы и диссертации;
- статистические данные;
- нормативно-техническая документация: стандарты, технические условия и правила расчетов и проектирования;
- отчеты о зарубежных командировках специалистов;
- данные о деятельности зарубежных фирм;

- материалы симпозиумов, семинаров, конференций, форумов.

Перечисленные источники информации используют не только организаторы экспертизы, но и эксперты [4].

4. *Формирование команды для проведения исследования.*

5. *Назначение модератора исследования.* Модератор исследования выполняет очень важную роль в проведении исследования. Модератор должен обладать рядом навыков и умений для того, чтобы провести качественное интервью индивидуально с каждым экспертом и в экспертных группах.

6. *Составление программы (плана) и бюджета исследования.* Успех организации экспертизы в значительной степени зависит от разработки развернутой программы проведения работ, которые включают в себя такие основные этапы:

- отбор экспертов и формирование экспертной группы в зависимости от направления исследования;

- информационное обеспечение исследования;

- программное и техническое обеспечение;

- стимулирование членов экспертной группы.

Удачное проведение экспертизы практически невозможно без стимулирования членов экспертной группы – морального и материального. Моральное стимулирование содержит, например, гарантию для экспертов на основе правовых норм оформления приоритета и авторства на новые идеи, которые отсутствуют в процессе экспертизы.

7. *Подбор экспертов, анализ их компетентности, определение численности экспертной группы.* Точность и надежность прогнозов, разрабатываемых на основе экспертных оценок, в первую очередь определяется составом экспертной группы, их профессионализмом, объемом знаний, эрудированностью.

Отбор экспертов должен отвечать следующим требованиям:

- эксперт должен быть признанным специалистом в данной сфере;

- быть профессионалом не только в данной сфере, но и в смежных сферах;

- оценки эксперта должны быть относительно стабильными во времени, на всех этапах экспертизы;

- необходимо, чтобы эксперт имел широкий кругозор, эрудицию, видел перспективы [4].

При формировании экспертной группы необходимо решить две важные проблемы: определить число членов экспертной группы и оценить компетентность экспертов.

Число экспертов значительно влияет на точность групповой оценки. Уменьшение числа экспертов ведет к снижению точности конечного результата, так как на него значительно влияет каждый эксперт. Увеличение числа экспертов, хотя и увеличивает, как правило, точность конечного результата, однако затрудняет организацию проведения экспертизы, продолжает сроки ее проведения во времени, увеличивает бюджет исследования и, самое главное, увеличивает разрыв в согласованности мнений экспертов. Поэтому при выборе числа экспертов необходим компромисс между точностью и трудоемкостью работы, временем проведения экспертизы.

Необходимое и достаточное число экспертов для проведения качественной экспертизы, согласно статистическому подходу, определяют по формуле

$$N = \frac{t_{\alpha}^2}{\varepsilon_n}, \quad (1)$$

где t_{α} – показатель достоверности для заданной доверительной вероятности полученного результата;

ε_n – задаваемая до начала опроса предельная допустимая ошибка выражения в долях среднего квадратического отклонения.

На практике принимают $\varepsilon_n = 0.5$ при доверительной вероятности $\alpha = 0.85$ [5].

Для определения степени компетентности эксперта-специалиста составляют опросную анкету, состоящую из M вопросов, и проводят опрос специалиста. Вопросы в анкете – должны быть сформулированы так, чтобы специалист мог дать один ответ «да» или «нет». На основании заполненной анкеты рассчитывают коэффициент компетентности

$$K_K = \frac{\sum m}{M}, \quad (2)$$

где $\sum m$ – сумма ответов правильно данных экспертом-специалистом, $1 \geq K_K \geq 0$.

Специалиста отбирают в рабочую группу тогда, если выполнено соотношение $K_K > 0.5$ [4, 5].

Следует учитывать также и опыт специалистов. Целью метода является получение ретроспективных интервальных неопределенных значений за определенный оцениваемый период P_n . Таким образом, специалист, привлекаемый к исследованию, должен обладать опытом O_n , который превышает оцениваемый период ($O_n > P_n$).

При формировании экспертной группы необходимо учитывать и фактор «влияния» определенной части экспертной группы на всю группу. Это может быть вызвано должностной неравносостью экспертов группы или присутствием так называемого «крикливого меньшинства» [4], в связи с чем для предотвращения этого влияния необходимо исключить знакомство специалистов-экспертов, т.е. использовать принцип анонимности. Анонимность достигается тем, что члены группы неизвестны один другому.

8. Формирование экспертной команды. Для того, чтобы составить окончательный список членов экспертной группы, следует первоначально разослать письма с анкетами всем потенциальным экспертам и получить согласие в экспертизе. Опыт показывает, что количество полученных ответов составляет, как правило, 50%. Руководитель исследования должен, в первую очередь, приложить усилия, чтобы подобрать экспертов, чье участие в опросе необходимо. Кроме того, в состав группы следует включить как можно больше экспертов, нежели это определено расчетами, потому что по ходу экспертизы некоторые члены по разным причинам могут выбыть или пропустить некоторые туры опроса [4].

9. Составление опросных документов для проведения первого тура. В анкетах должны быть сформулированы вопросы, которые отображают сущность проблемы и на которые должны дать ответы эксперты. Форма и содержание

вопросов определяются спецификой объекта исследования. Однако есть общие требования, которые предъявляют к анкетным вопросам:

- вопросы должны быть четко сформулированными в общепринятой терминологии;
- при формулировке вопросов следует исключать любую смысловую неоднозначность;
- необходимо, чтобы вопросы были логичными и отвечали структуре объекта;
- вопросы не должны состоять из нескольких частей;
- основным вопросом анкеты является интервальная ретроспективная оценка процесса за указанные периоды с определенной детализацией данных.

Важное значение при проведении экспертизы имеет число вопросов, которые содержит анкета. Существует верхняя и нижняя границы количества вопросов, которым члены группы должны уделить надлежащее внимание. Это число зависит от типа вопросов. На практике за верхнюю границу обычно принимают 25 вопросов [4].

10. *Проведение первого индивидуального тура.* Специалистов-экспертов ознакамливают с методикой, оговаривают цели и задачи, дают короткое описание этапов проведения исследования. На этом этапе проводят индивидуальный опрос каждого в форме анкетирования. Целью первого тура является получение интервальных оценок ретроспективного периода, состоящих из n наблюдений. Эксперту предлагается определить реально возможный диапазон (РВД) – полный интервал реально возможных значений, в котором с практически 100%-й вероятностью (наверняка) окажется, по мнению эксперта, соответствующая характеристика. Эксперт для этого определяет экстремальные значения показателя (нижнюю и верхнюю границы) исходя из крайних сценариев развития исследуемого объекта.

11. *Обработка результатов первого тура исследования, анализ данных.*

При статистической обработке результатов экспертных оценок в виде количественных анкетных данных определяются статистические оценки характеристик и их доверительные границы, статистические оценки согласованности мнений экспертов. Каждую из границ интервальных оценок рассматриваем как независимую величину и рассчитываем необходимые показатели [1].

Среднее значение величины (континуум) определяют по формуле

$$V_{cp} = \sum_{i=1}^j \frac{V_i}{j}, \quad (3)$$

где V_i – значение величины, данное i -м экспертом;

j – число экспертов в группе.

Кроме того, определяют дисперсию

$$D = \frac{\sum_{i=1}^j (V_i - V_{cp})^2}{j - 1}. \quad (4)$$

Среднеквадратическое отклонение (корень из дисперсии)

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^j (V_i - V_{cp})^2}{j-1}} = \sqrt{D}. \quad (5)$$

Коэффициент вариации оценок экспертов

$$K_{var} = \frac{\delta}{V_{cp}}. \quad (6)$$

Статистическая характеристика результатов группового соответствия предусматривает определение показателей, которые позволяют выяснить, насколько ответ каждого эксперта отвечает точке зрения группы экспертов в целом. Для этого определяют медиану и квартили [4].

Медиана делит отсортированный ряд на две равные части и отвечает среднему значению члена ряда, построенного в порядке возрастания (ранжированный ряд).

$$Me = x_{Me}^H + \frac{0.5 \cdot n - F_{i-1}}{f_i} \cdot d_i, \quad (7)$$

где x_{Me}^H – нижняя граница медианного интервала;

d_i – величина интервала разбиения;

F_{i-1} – накопительная частота интервала, предыдущего медианному;

n – число наблюдений;

f_i – частота медианного интервала.

Квартиль – это значение, которое отвечает члену ряда, отдаленному от начала на $\frac{1}{4}$ (нижний квантиль) и $\frac{3}{4}$ (верхний квантиль).

Нижний квартиль (1-й) определяют как

$$Q_n = x_{Q_1} + h_{Q_1} \cdot \frac{\sum f_i - S_{Q_1-1}}{4 f_{Q_1}}, \quad (8)$$

где x_{Q_1} – начало интервала, содержащего 1-й квартиль;

h_{Q_1} – величина интервала, содержащего 1-й квартиль;

S_{Q_1-1} – накопленная частота предыдущего интервала;

f_{Q_1} – частота интервала, содержащего Q_1 . Интервалом, содержащим Q_1 , является тот интервал, для которого накопленная частота превышает $\frac{1}{4}$ от суммы частот.

Верхний квартиль (3-й) определяют как

$$Q_v = x_{Q_3} + h_{Q_3} \cdot \frac{3 \sum f_i - S_{Q_3-1}}{4 f_{Q_3}}, \quad (9)$$

все обозначения аналогичны Q_n . Интервалом, содержащим Q_3 , является тот интервал, для которого накопленная частота впервые превышает $\frac{3}{4}$ от суммы частот.

Следовательно, медиана и квартиль делят ранжированный ряд чисел на четыре части. Принято считать, что медиана характеризует общее мнение группы экспертов, а оценки, которые попали за границы верхнего и нижнего квартилей, находятся за границами доверительного интервала [4].

В целом согласованность мнений экспертов всей группы экспертов принято оценивать с помощью дисперсионного коэффициента конкордации

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (10)$$

где n – количество оцениваемых объектов;

m – количество экспертов;

S определяют как

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m p_{ij} - p_{cp} \right), \quad (11)$$

где p_{ij} – значение показателя, данное m -м экспертом об n -м оцениваемом объекте ($i = 1, \dots, n$);

p_{cp} находят как

$$p_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i, \quad (12)$$

где p_i определяют из соотношения

$$p_i = \sum_{j=1}^m p_{ij}. \quad (13)$$

Коэффициент конкордации равен единице только в тех случаях, когда мнения экспертов обо всех объектам полностью совпадают, и равен нулю, когда все ранжировки различны. В остальных случаях его значения удовлетворяют неравенству $0 \leq W \leq 1$, причем чем ближе значение к единице, тем теснее связь между ранжировками и надежной групповой оценкой.

Коэффициент конкордации, вычисляемый по формуле, является, по сути, оценкой истинного значения и представляет собой случайную величину. Естественно, возникает необходимость в проверке его значимости.

Оценку коэффициента конкордации проверяют с помощью критерия χ^2 . Доказано, что величина

$$\chi^2 = W \cdot m \cdot (n - 1), \quad (14)$$

имеется χ^2 – распределение с $\nu = (n - 1)$ степенью свободы. Если $\chi^2 > \chi_{табл}^2$, это позволяет отвергнуть гипотезу $W = 0$ и признать, что мнения экспертов согласованы [2].

Считают, что решение может быть принято лишь на основе согласованных мнений экспертов. Поэтому из экспертной группы исключают тех, чье мнение отличается от мнения большинства [4].

12. *Проведение второго (коллективного) тура исследования.* На этапе проведения второго тура все специалисты-эксперты собираются в одну группу и согласовывают результаты анализа, проведенного по итогам первого тура. Ознакомившись с материалами первого тура, эксперт, оценки которого не попали

в интервал доверия, может внести соответствующие коррективы в свои оценки и присоединиться к мнению большинства или же дополнительно объяснить занятую им позицию. Применение метода комиссии на втором этапе исследования позволяет минимизировать субъективность индивидуальных экспертных оценок первого тура [4]. Еще одной положительной чертой проведения второго тура исследования является то, что на этом этапе эксперты обмениваются важной информацией и опытом. И, наконец, группа экспертов, как правило, с большей готовностью берет на себя ответственность за принятие важных, рискованных решений, нежели отдельно взятый специалист.

На конечном этапе группа экспертов должна определить характеристику распределения вероятности внутри оцененных интервалов.

Участникам группового интервью должны быть предложены несколько видов распределения вероятности внутри согласованного интервала. Каждый из них должен выбрать одно распределение и обосновать свой выбор. Ожидаемый вид распределения вероятностей для исследуемой величины – в пределах установленного и определенного коллективно РВД. Эксперты должны вынести самое общее суждение о виде распределения, выбрав один из четырех вариантов. Предложены следующие виды распределений: а) нормальное; б) треугольное; в) трапециевидное; г) равномерное. Для упрощения полагается, чтобы распределения б) и в) были симметричными. Возможен и случай рассмотрения и несимметричного варианта этих распределений, однако вряд ли эксперт сможет более или менее удовлетворительно определить необходимые для этого параметры.

а) *нормальное распределение*. Ожидается, что варианты значений параметра сосредоточены около среднего значения. Значение параметра существенно отличается от среднего, т.е. находящиеся в «хвостах» распределения имеют малую вероятность осуществления (рис. 2, а);

б) *треугольное распределение*. Этот вид распределения можно рассматривать как некоторый суррогат нормального в тех случаях, когда известно только, что распределение симметрично и имеет одну моду, причем следует ожидать, что вероятность реализации более или менее равномерно растет по мере приближения к моде (рис. 2, б);

в) *трапециевидное распределение*. Предполагается, что в пределах РВД существует интервал значений с наибольшей вероятностью реализации (НВР). Например, предполагается, что в диапазоне от 10 до 30% наиболее вероятны процентные ставки в пределах 15...25% (рис. 2, в);

г) *равномерное распределение*. По мнению экспертов, все варианты исследуемого показателя имеют одинаковую вероятность реализации, что равносильно отсутствию каких-либо дополнительных экспертных суждений о характере явления (рис. 2, г).

По-видимому, наибольшую информацию эксперт должен иметь для того, чтобы утверждать, что распределение близко к нормальному, и, наоборот, при полном отсутствии информации логично остановиться на равномерном распределении.

13. *Обработка и анализ результатов второго тура*. После того, как перспективные оценки и новые аргументы членов экспертной группы вернулись к руководителю экспертизы, он должен выполнить работу, аналогичную той, которую проводили после первого тура, – проанализировать и обобщить результаты опроса, рассчитать новые значения медианы и квартилей, проверить на согласованность мнений экспертов.

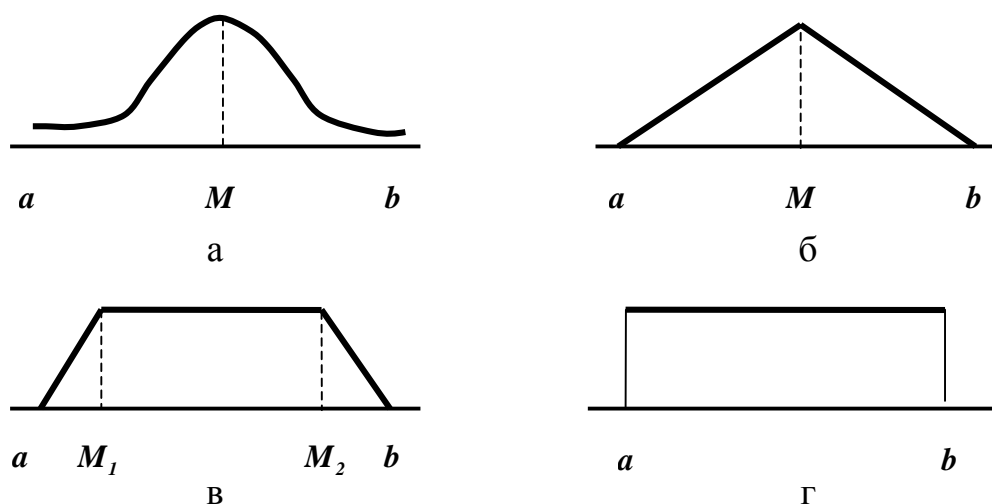


Рисунок 2 – Виды распределений вероятности внутри интервалов:

a, b – границы РВД;

M – модальное значение переменной;

M_1, M_2 – границы НВР

14. *Формирование выводов по исследованию.* При формировании выводов одной из важных потребностей является составление пояснительной записки. Пояснительная записка должна включать в себя самые важные факты из проведенного исследования, а также иметь количественные характеристики оцениваемого процесса (объекта).

Подводя итоги, следует заметить, что на данный момент перспективным является использование предложенной методики получения интервальных экспертных оценок: эксперт называет не число, а интервал в качестве оценки рассматриваемого параметра, процесса или объекта. Такие процедуры удачно сочетают в себе количественный и качественный подходы. Во многих случаях оценивание интервалом более естественно для эксперта, чем оценивание числом. Интервальные экспертные оценки – новое перспективное направление в области экспертных оценок, которые начинают только развиваться.

Список литературы

1. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підручник / В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк та ін. – 2-е вид., виправл. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 396 с.
2. Экспертные методы прогнозирования: текст лекций / под ред. С.А. Саркисяна. – М.: МАИ, 1985. – 60 с.
3. Грицюк С.Н. Математические методы и модели в экономике: учебник / С.Н. Грицюк, Е.В. Мирзоева, В.В. Лысенко. – Ростов н-Д: Феникс, 2007. – 348 с.
4. Грабовецький Є.Б. Економічне прогнозування і планування: навч. посіб. / Є.Б. Грабовський. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 188 с.

5. Эйтингон В.Н. Методы организации экспертизы и обработки экспертных оценок в менеджменте / В.Н. Эйтингон, М.А. Кравец, Н.П. Панкратова. – Воронеж: ВГУ, 2004. – 44 с.

Рецензент: д.т.н., проф., зав. каф. В.М. Вартамян, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков.

Поступила в редакцию 18.09.09

Розроблення експертного методу формування вихідних інтервальних даних

Розглянуто актуальні питання одержання вихідної інформації для проведення інтервальних розрахунків. Для вирішення задачі формування інтервальних масивів запропоновано експертний метод. Розробленим методом є двотурове дослідження: на першому турі проводиться заочний анонімний опит експертів, у другому турі об'єктивність й узгодженість результатів досягаються за рахунок колективного обговорення всіх експертів у групі. Викладено організаційні питання проведення дослідження.

Ключові слова: інтервал, метод, експертні оцінки, невизначеність процесів.

Development of expert method of forming of basic interval data

The pressing questions of receipt of initial information are considered for the lead through of interval calculations. As a decision of task of forming of interval arrays an expert method is offered. The developed method are two rounds research, on the first round conducted extra-mural anonymous questioning of experts, in the second round objectivity and co-ordination of results is arrived at due to the collective discussion of all experts in a group. The organizational questions of lead through of research are considered.

Keywords: interval, method, expert estimations, vagueness of processes.