

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.09.2024 18:40:19

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668a01375fd426d79e5f1c11eabb573e947df4e4851fda566d088

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии



Утверждаю:

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 11 » 06

2024г.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ПАТЕНТНЫЕ И ЭКСПЕРТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методические указания для проведения практических занятий и по дисциплине «Методология научных исследований» для студентов направления подготовки 09.04.04 ОПОП ВО Программная инженерия, направленность (профиль) «Предпринимательство, инновации и технологии будущего в программной инженерии»

Курск 2024

УДК 1:001;001.8

Составитель: Р.А. Томакова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А. В. Малышев

Основные этапы научных исследований. Патентные и экспертные исследования: Методические указания для проведения практических занятий и по дисциплине «Методология научных исследований» для студентов направления подготовки 09.04.04 ОПОП ВО Программная инженерия, направленность (профиль) «Предпринимательство, инновации и технологии будущего в программной инженерии» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Р.А. Томакова. Курск, 2024. –48с.

Рассмотрены основные понятиями, составляющие основу проведения патентных и экспертных исследований, приведены этапы проведения патентных исследований, выделены особенности методики и указаны преимущества патентной информации, реализованы возможные структурные схемы построения новых образцов.

Методические указания составлены в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» на основании учебного плана ОПОП ВО 09.04.04 Программная инженерия, направленность (профиль) «Предпринимательство, инновации и технологии будущего в программной инженерии». Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия направленность (профиль) «Предпринимательство, инновации и технологии будущего в программной инженерии» всех форм обучения

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 11.06.2024. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 2,5 . Уч. - изд. л. 2.4 Тираж 100экз. Заказ 496 . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ПАТЕНТНЫЕ И ЭКСПЕРТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель и задачи практического занятия (лабораторной работы):

- Ознакомиться с основными понятиями методологии проведения патентных исследований;
- Изучить виды и этапы проведения патентных исследований;
- Изучить методику проведения патентных исследований;
- Выделить этапы процесса создания новых образцов;
- Изучить особенности теоретического уровня проведения исследований;
- Выделить структурные компоненты организации и проведения экспертизы;
- Изучить этапы проведения работ экспертов;
- Ознакомиться с методами построения и группового выбора решений;
- Проанализировать и обосновать оценки согласованности экспертов.

Планируемые результаты обучения (формируемые знания, умения, навыки и компетенции):

Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной:

ОПК-3.1 Использует принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации;

ОПК-3.2 Оформляет профессиональную информацию виде аналитических обзоров;

ОПК-3.3 Подготавливает научные доклады, публикации и аналитические обзоры с обоснованными выводами и рекомендациями;

Необходимые материально-техническое оборудование и материалы:

1. Класс ПЭВМ - Athlon 64 X2-2.4; Cel 2.4, Cel 2.6, Cel 800.
2. Мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сум-ка/проектор inFocus IN24+ .
3. Экран мобильный Draper Diplomat 60x60
4. Доступ в сеть Интернет.

Шкала оценивания и критерии оценивания выполненной практической работы:

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Практическое занятие №3 Основные этапы научных исследований. Патентные и экспертные исследования	6	Выполнил, но «не защитил»	12	Выполнил и «защитил»

План проведения практического занятия (лабораторной работы)

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ

1. Составить структурную схему процесса проведения патентных исследований. Обосновать выбор входящих модулей.

2. Составить структурные компоненты целей патентных исследований. Аргументировать содержание входящих модулей и их назначение.

3. Провести обоснованный анализ особенностей факторов, определяющих конкурентоспособность продукции, позволяющих выделить основные виды патентных исследований, связанных с обеспечением конкурентоспособности.

4. Проанализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.

4. Определить пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, обосновать правовую информацию, сосредоточенную преимущественно в формуле изобретения.

5. Разработать и содержательно аргументировать стратегию выделения этапов и работ при проведении экспертизы проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов.

6. Проанализировать и обосновать основные требования, необходимые для формирования количественного и качественного состава экспертов.

7. Постройте алгоритм выполнения методик определения коэффициента компетентности экспертов группы по априорным данным.

8. Произвести сравнительный анализ результатов.

9. Сделать выводы по работе.

10. Представить отчет.

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Под патентными исследованиями понимаются информационно-аналитические исследования, проводимые в процессе создания, освоения и реализации продукции с целью обеспечения высокого технического уровня и конкурентоспособности, а также сокращения затрат на создание за счет исключения дублирования исследований и разработок.

Патентные исследования проводятся на основе анализа источников патентной информации с привлечением других видов научно-технической и рекламно-экономической информации, содержащих сведения о последних научно-технических достижениях, связанных с разработкой продукции, а также о состоянии и перспективах развития рынка продукции данного вида.

Патентные исследования проводятся на всех этапах жизненного цикла продукции, в частности, при составлении технического задания (ТЗ) на создание новой или модернизированной продукции, при проведении НИР и ОКР в процессе создания новой продукции, а также в процессе ее коммерческой реализации на внутреннем и/или зарубежном рынках вплоть до момента снятия ее с производства, когда эта продукция утрачивает свою конкурентоспособность.

1.1 Цели проведения патентных исследований

При выполнении патентных исследований необходима постановка целей исследования, таких как:

– *установление требований потребителей к данной продукции.* Это необходимо для формулирования технического задания на разработку новых (модернизированных) образцов продукции и проведения различных оценок продукции и ее составных частей, а также технологии ее изготовления для выработки обоснованных управленческих решений;

– *отбор наиболее эффективных (коммерчески значимых) научно-технических достижений из числа последних достижений, связанных с совершенствованием продукции.* На основе патентных исследования осуществляется оценка коммерческой значимости изобретений и других объектов собственности для принятия решения об их использовании в объекте разработки;

– *оценка технического уровня продукции на различных этапах ее жизненного цикла.* Это необходимо для принятия решений о постановке разрабатываемой продукции на производство и снятия ее с производства. Это необходимо также для установления цены на новые образцы продукции и формирования рекламы этих образцов продукции;

– *определение патентоспособности объектов интеллектуальной собственности, разрабатываемых в процессе создания новой продукции, и целесообразности патентования их в одной или нескольких странах;*

– *определение условий беспрепятственной реализации продукции на рынке конкретной страны или ряда стран без нарушения права третьих лиц, владеющих патентами, действующими на территории этих стран (экспертиза на патентную чистоту)*

– *анализ тенденций развития рынка продукции конкретного вида.* Это позволяет, например, прогнозировать спад в развитии рынка конкретной продукции или, напротив, его рост, что необходимо для выработки соответствующих управленческих решений.

Патентные исследования проводятся для анализа условий конкуренции на рынке продукции конкретного вида, для стоимостной оценки объектов собственности при решении вопросов продажи или покупки лицензии, а также при постановке объектов собственности на баланс предприятия в качестве нематериальных активов и при включении их в уставной капитал организуемых новых предприятий.

1.2 Методика проведения патентных исследований

Процесс проведения патентных исследований представлен в виде схемы на рисунке 1.

Процесс проведения патентных исследований

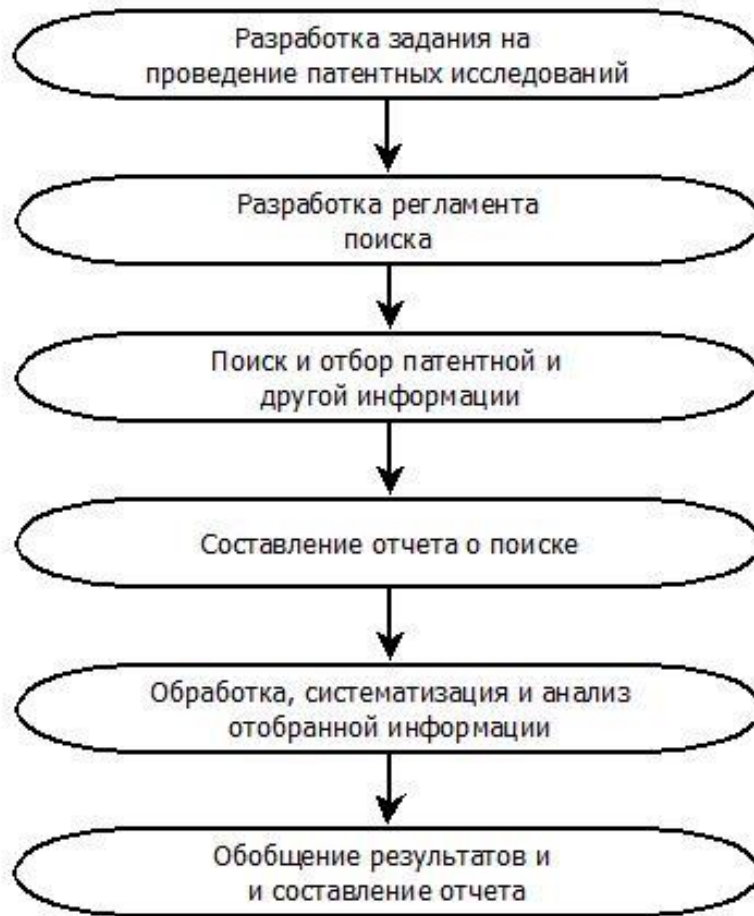


Рисунок 1. Процесс проведения патентных исследований

1.3 Преимущества патентной информации

Патентная информация – это информация обо всех видах объектов промышленной собственности, включая изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки, знаки обслуживания и наименования мест происхождения товаров, которая публикуется в изданиях патентных ведомств различных стран, региональных патентных ведомств, международных организаций.

Публикация происходит в виде полных описаний к заявкам и выданным патентам, рефератов или формул изобретений и библиографических данных. Наибольшую ценность представляют полные описания изобретений и полезных моделей.

Патентная информация имеет ряд преимуществ перед другими видами информации, что делает ее незаменимой при проведении патентно-информационных исследований:

1) патентная информация содержит сведения о научно-технических достижениях исследователей и разработчиков ведущих стран мира, включая последние достижения. Сведения об этих достижениях дублируются в других видах информации (научно-технической, рекламно-коммерческой и др.) только на 20-30%. Основной объем сведений (70-80%) содержится только в источниках патентной информации;

2) полные описания изобретений и полезных моделей имеют стандартную структуру, что облегчает доступ к тем или иным сведениям об изобретениях, необходимым при проведении отдельных видов исследований;

3) информация об изобретении и полезной модели относится, как правило, к одному техническому решению, что облегчает систематизацию информации по объектам исследований;

4) наиболее важные изобретения патентуются одновременно в нескольких странах, где публикуются описания изобретений к патентам-аналогам на языке той страны, где патент выдается. Это облегчает доступ к информации о наиболее важных (эффективных) научно-технических достижениях путем обращения к описанию изобретения к патенту-аналогу той страны, язык которой доступен исследователю;

5) патентная информация хорошо систематизирована и имеет хорошо разработанную классификацию, единую для большинства стран мира (Международную патентную классификацию - МПК), что облегчает проведение поиска и формирование баз данных и компьютеризованных систем поиска;

6) пользование рефератами изобретений (полезных моделей), публикуемых в изданиях информационных центров, облегчает доступ к информации о научно-технических достижениях тех стран, язык которых труден для изучения;

7) наличие в описаниях изобретений сведений о заявителях, патентообладателях и авторах облегчает получение дополнительной информации о соответствующих научно-технических достижениях и условиях приобретения прав на их использование путем прямого обращения к владельцу патента или автору;

8) патентные ведомства ведущих стран мира, Европейского патентного ведомства и Всемирной организации интеллектуальной собственности представили свои патентные фонды в бесплатное пользование в Internet, что существенно сокращает трудоемкость патентного поиска.

Полное описание изобретения содержит информацию технического характера, которая позволяет ответить на следующие основные вопросы, представляющие интерес для исследователя:

1) какой вид продукции является объектом совершенствования в данном изобретении;

2) какие технико-экономические показатели продукции могут быть улучшены при использовании данного изобретения;

3) насколько широко может быть использовано изобретение с учетом области техники, к которой оно относится, и возможных сфер применения, которые охарактеризованы в описании изобретения.

Описание изобретения содержит *правовую информацию, сосредоточенную преимущественно в формуле изобретения*, т.е. в патентных притязаниях, которые определяют границы действия патента. Эта информация должна быть объектом тщательного исследования для решения вопроса о выходе на рынок страны, где действует данный патент, с продукцией, содержащей близкие по технической сущности решения.

Описание изобретения содержит *информацию о патентообладателе и авторах (авторе)* изобретения, используемую, в частности, для анализа конкуренции на рынке данной продукции, что является составной частью исследования рынка продукции.

Информация о правовом статусе патента необходима при проведении экспертизы на патентную чистоту, которая является составной частью маркетинговых исследований.

Источники информации, принятые во внимание автором изобретения при составлении заявки, необходимы для анализа технического направления, к которому относится данное изобретение, с целью определения тенденций его развития.

Установление патентов-аналогов необходимо для анализа географии патентования фирм-конкурентов и при оценке коммерческой значимости изобретения.

Сведения о переуступке прав на изобретение или о продаже лицензии на изобретение представляют большую ценность при анализе условий конкуренции на рынке продукции конкретного вида и при анализе деятельности фирм-конкурентов на этом рынке.

Для объективной оценки изобретения информацию о недостатках изобретения можно получить из более поздних публикаций, в частности, из описаний более поздних по приоритету изобретений, где данное изобретение используется в качестве базы для сравнения (в качестве аналога).

1.4 Виды патентных исследований

Анализ факторов, определяющих конкурентоспособность продукции, позволяет выделить основные виды патентных исследований, связанных с обеспечением конкурентоспособности. К ним относятся:

- 1) определение требований потребителей к продукции данного вида;
- 2) отбор наиболее эффективных научно-технических достижений (НТД) для использования при разработке новых или модернизированных образцов продукции;
- 3) оценка технического уровня (ТУ) продукции на различных этапах ее разработки и коммерческой реализации;

- 4) анализ тенденций развития рынка продукции;
- 5) анализ условий конкуренции на рынке продукции данного вида;
- 6) анализ возможностей правовой охраны технических и художественно-конструкторских решений, полученных в процессе разработки;
- 7) анализ условий беспрепятственной реализации продукции на рынке конкретной страны (экспертиза на патентную чистоту).

Процесс создания новых образцов продукции может быть условно поделен на ряд этапов, отличающихся по решаемым задачам и методам их решения. Эта возможность показана в таблице 1.

Таблица 1. Этапы процесса создания новых образцов

Этап	Требования к продукции	Отбор эффективных НТД	Оценка ТУ	Анализ тенденций развития	Анализ условий конкуренции	Правовая охрана решений	Экспертиза на ПЧ
Поиск новых идей							
Отбор идей							
Анализ возможностей							
Формулировка ТЗ							
НИР							
ОКР							
Опытная партия							
Проверка состояния рынка							
Организация производства							

Этапу отбора идей предшествует этап поиска новых идей, связанных с созданием продукции, на котором анализируются различные источники научно-технической информации и, в первую очередь, патентной информации, а также идеи, генерируемые

ведущими сотрудниками фирмы, занятой созданием нового образца продукции.

На этапе отбора идей осуществляется процесс отсеивания идей, явно не соответствующих целям и возможностям фирмы.

На этапе анализа возможностей производства и сбыта осуществляется переход от идей к конкретным рекомендациям по созданию новых образцов продукции. На этом уже учитываются не только возможности фирмы-разработчика, но, в первую очередь, требования потребителей к продукции данного вида, а также тенденции развития рынка и условия конкуренции на рынке данной продукции. Результатом этапа отбора идей и анализа возможностей производства и сбыта является отбор наиболее эффективных идей, которые в наибольшей степени способны удовлетворить требования потребителей и обеспечить конкурентоспособность образцов продукции с их использованием.

На этапе формирования технического задания на НИОКР устанавливаются требования к объекту разработки с учетом требований потребителей к продукции данного вида, тенденций развития самой продукции и ее рынка и достижений ведущих фирм-конкурентов.

На этапе выполнения НИР осуществляется выбор направления разработки и экспериментальная апробация наиболее эффективных идей, отобранных на предыдущих этапах и намечаемых к использованию в объекте разработки.

С учетом результатов такой апробации осуществляется дополнительный отсев идей, не отвечающих критериям отбора. При этом основным критерием отбора является возможность получения прибыли от реализации продукции с использованием оцениваемого новшества. На этом этапе могут быть предприняты первые шаги по правовой охране новшеств путем подачи заявок на выдачу соответствующих охранных документов.

Еще одним критерием для отбора новых технических решений к использованию в объекте разработки может служить их влияние на патентную чистоту объекта разработки. Это требует проведения на данном этапе создания новой продукции предварительной ее проверки на патентную чистоту.

Отбор наиболее эффективных технических решений для реализации в объекте разработки должен осуществляться также с учетом их влияния на технический уровень объекта разработки.

В процессе проектирования объекта разработки (этап ОКР) возможно также создание новых технических решений, которые должны быть оценены с точки зрения их влияния на технический уровень и патентную чистоту объекта, а также возможности их правовой охраны.

На этапе создания опытной партии продукции проводятся испытания опытных образцов продукции, по результатам которых осуществляется оценка технического уровня продукции. По результатам испытаний может быть принято решение о патентовании некоторых новинок, касающихся технологии изготовления объекта разработки или его отдельных элементов, либо о переводе этих новинок в режим ноу-хау, когда информация о них засекречивается и определяется порядок доступа к ней ограниченного круга лиц. На этом этапе осуществляется окончательная проверка объекта на патентную чистоту с учетом всех использованных видов интеллектуальной собственности (изобретений, полезных моделей, промышленных образцов, товарных знаков, наименований мест происхождения товара, программ для ЭВМ, баз данных, топологий интегральных микросхем).

На этапе изготовления и испытания опытной партии продукции по результатам оценки технического уровня продукции формируется предварительная продажная цена единицы продукции и разрабатывается рекламная стратегия.

На этапе проверки состояния рынка осуществляется продажа части опытных образцов продукции или передача их в пользование на льготных условиях потенциальным потребителям. При этом специалистов по сбыту интересует реакция потребителей технический уровень и качество продукции и ее продажную цену, а также оценка потребителями преимуществ и недостатков данной продукции перед образцами аналогичной продукции фирм-конкурентов. Эти коммерческие эксперименты проводятся до принятия решения об организации массового производства.

Принятие решения об организации массового производства новой продукции осуществляется после тщательного анализа

результатов исследований на всех предыдущих этапах. Следует иметь в виду, что суммарные затраты на создание и освоение производства новой продукции резко возрастают именно на этапе организации массового производства. В этой связи исключительно важное значение имеет то, что все основные патентные исследования (определение требования потребителей, отбор наиболее эффективных идей, оценка технического уровня и патентной чистоты и др.) проводятся на начальных этапах создания продукции, когда затраты еще относительно невелики и можно внести коррективы в процесс создания продукции.

Таким образом, патентные исследования являются инструментом управления инновационным проектом, при использовании которого минимизируются риски технологического и коммерческого характера и снижаются затраты на разработку.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

2.1 Причины, задачи и содержание экспертизы

Причиной проведения исследований может быть, например:

- необходимость проверки системы;
- принятие решения относительно целесообразности и места размещения;
- принятие решения о приобретении какого-либо вида оборудования;
- разработка перечня вопросов для поставщиков;
- проверка инструкций по эксплуатации;
- улучшение безопасности существующих систем;
- выявление опасностей для работающих на предприятии;
- выявление опасностей для предприятия и оборудования;
- выявление опасностей для населения;
- выявление опасностей для окружающей среды.

Содержание этапов и работ при проведении экспертизы приведено в таблице 2.1.

Содержание этапов и работ экспертизы

Этапы	Вид работы
1. Подготовительный	1.1 Формирование цели экспертной оценки 1.2 Формирование рабочей группы
2. Работа рабочей группы	2.1 Уточнение цели 2.2 Выбор методов, способов и процедур оценки 2.3 Определение перечня операций, выполняемых экспертами 2.4 Формирование экспертной группы 2.5 Выбор методов и процедур опроса экспертов 2.6 Подготовка анкет для опроса экспертов 2.7 Проведение опроса экспертов
3. Работа экспертной группы	3.1 Определение состава показателей 3.2 Определение коэффициентов весомости показателей 3.3 Определение базовых значений показателей 3.4 Определение оценок единичных показателей
4. Заключительный	4.1 Обработка экспертных оценок 4.2 Анализ результатов и подготовка решения экспертной группы

Следует определить физические пределы (границы) обследуемой системы с учетом возможности ее взаимодействия с соседними системами или зданиями, а также предусмотреть любые ограничения временного и финансового характера.

Общие задачи и цели исследования обычно устанавливаются лицом, ответственным за реализацию проекта или за работу предприятия; им может быть, например, руководитель проекта, инженер-проектировщик или руководитель предприятия. Необходимо определить обязанности каждого члена группы. Задачи и цели исследования гораздо легче и проще установить, если руководитель имеет глубокое представление о методах исследования.

2.2 Организация экспертизы

Экспертиза должна являться основной частью исследования эксплуатационной пригодности и безопасности технической системы.

По существу, экспертиза предусматривает полное описание технологического процесса, системную проверку состояния каждой части его для того, чтобы выявить, как может произойти отклонение от проектного режима работы системы, и решить, может ли это отклонение создать опасность. Проверке подвергается по очереди каждая часть системы. При этом по каждой части ставится ряд вопросов, определенных в соответствии с методом исследования. Целью проверки является выявление всех возможных отклонений от предусмотренного проектом режима работы, а также всех потенциальных опасностей, связанных с этим отклонением. Кроме того, некоторые опасности могут быть тут же устранены. Если такое решение не окажет благоприятного влияния на другие части системы, может быть вынесено решение о немедленной модификации установки.

Таким образом, результаты проверок обычно включают ряд решений и вопросов для дальнейшего обсуждения на совещаниях экспертов.

Несмотря на то, что в результате применения описанного метода может возникнуть ряд гипотетических отклонений, успех или неудача проверки зависят от:

- обозначенной области исследования;
- количества и качества располагаемой информации (точности чертежей и других данных, использованных при проведении экспертизы);
- технической подготовки, практического опыта и интуиции экспертов группы;
- способности экспертов, наряду с научным методом, использовать творческое воображение, чтобы четко представить себе причины и последствия отклонения от режима работы;
- способности экспертов сохранять чувство меры, особенно при оценке степени выявленной опасности.

Так как экспертиза строго систематизирована и имеет четкую структуру, необходимо, чтобы лица, участвующие в ней, пользовались определенными терминами и правилами в установленном порядке.

Большое значение в анализе имеет определение полноты и достоверности информации. Для этого необходимо описывать

проблемную ситуацию по определенной системе, сущностью которой является структура информации и логическая последовательность ее выполнения. Древнеримский теоретик ораторского искусства Марк Фабий Квинтилиан утверждал о том, что любую, сколь угодно сложную ситуацию можно полностью описать следующими семью вопросами: *что, где, когда, кто, почему, с какой целью, при каких условиях*. Эти вопросы определяют структуру сбора (изложения) информации и позволяют детализировать описание проблемной ситуации. Основные рекомендации, вытекающие из приведенного, выглядят следующим образом:

1. Описание проблемной ситуации должно быть полным, точным, кратким, носить аналитический характер.

2. Дать описание условий: место, время и сущность проблемы (ответы на вопросы: где? когда? что?).

3. Описать комплекс условий и провести анализ причин возникновения и развития проблемной ситуации (при каких условиях? почему?).

4. Определить принадлежность проблемы (кто?).

5. Оценить актуальность, срочность и новизну проблемы (с какой целью? когда нужно решать? было ли раньше?).

6. Определить взаимосвязь с другими проблемами (на что влияет?).

7. Оценить степень полноты и достоверности информации о проблемной ситуации (насколько полны и точны данные?).

8. Оценить возможность решения проблемы с учетом существующих условий (можно ли решить?).

9. Описание и анализ проблемной ситуации заканчивается краткой и емкой формулировкой путей решения.

2.3 Подбор экспертов

В группу входят специалисты, решающие технические вопросы и выполняющие вспомогательную работу. Для решения большинства задач важно иметь в группе необходимое количество специалистов высокой квалификации с достаточным практическим опытом работы, что позволит им самостоятельно ответить на большинство

поставленных перед ними вопросов, не прибегая к дополнительной экспертизе.

Подбор количественного и качественного состава экспертов производится на основе масштабов изучаемой проблемы, достоверности оценок, характеристик экспертов и затрат ресурсов.

Широта исследуемой проблемы определяет необходимость привлечения к экспертизе специалистов различного профиля. Следовательно, минимальное число экспертов определяется количеством различных аспектов, направлений, которые необходимо учесть.

Например, проверка небольшого химического предприятия будет квалифицированно выполнена группой, включающей следующих специалистов:

- руководитель производства;
- руководитель проекта, ответственный за проект в целом;
- инженер-механик;
- инженер-химик;
- химик-аналитик (специалист, выполняющий научно-исследовательскую работу).

Состав группы может варьироваться в зависимости от типа проекта. Например, в некоторых случаях требуется включение в группу инженеров по контрольно-измерительным приборам и автоматике, инженеров-электриков, инженеров-строителей, инженеров-экологов и т.д.

Группа должна быть достаточно компетентной, чтобы разрабатывать соответствующие технические рекомендации.

Если некоторые члены группы назначаются из числа лиц, ответственных за проектирование системы, необходимо чтобы эти члены группы имели соответствующие полномочия для внесения определенных изменений.

Группа не должна быть слишком большой, иначе могут возникнуть определенные трудности в принятии решения; численность должна определяться поставленной задачей.

Очень важно, чтобы отношение всей группы в целом к исследованию носило положительный и конструктивный характер, поскольку успех исследования в основном зависит от творческого мышления членов группы. Это положительное отношение должно

формироваться на самых ранних этапах исследования. Соответствующее обучение может оказать большую помощь в создании благоприятного психологического микроклимата при работе, требующей тщательного анализа, объективности и ответственности.

Характеристики группы экспертов определяются на основе индивидуальных характеристик экспертов: **компетентности, креативности, отношения к экспертизе, конформизма, конструктивности мышления, коллективизма, самокритичности, протокольности мышления.**

В настоящее время перечисленные характеристики в основном оцениваются качественно. Для ряда характеристик имеются приближенные количественные оценки.

Компетентность - степень квалификации экспертов в определенной области знаний. Компетентность может быть определена на основе анализа деятельности специалиста, уровня и широты знакомства с достижениями науки и техники, понимания исследуемых проблем, возможных путей их развития.

Для количественной оценки уровня компетентности используется **коэффициент компетентности**, с учетом которого взвешивается мнение эксперта. Этот коэффициент определяется по априорным и апостериорным данным. При использовании априорных данных оценка коэффициента компетентности производится до проведения экспертизы на основе самооценки эксперта и взаимной оценки других экспертов. При использовании апостериорных данных оценка коэффициента компетентности производится на основе обработки результатов экспертизы.

Из множества методик определения коэффициента компетентности по априорным данным наиболее простой является методика оценки относительных коэффициентов компетентности по результатам высказывания специалистов о составе экспертной группы. Сущность этой методики заключается в следующем. Ряду специалистов предлагается высказать суждение о включении лиц в экспертную группу для решения определенной проблемы. Если в этот список попадают лица, не вошедшие в первоначальный список, то им также предлагается назвать специалистов для участия в экспертизе. Проведя несколько туров такого опроса, можно составить достаточно

полный список кандидатов в эксперты. По результатам проведенного опроса составляется матрица, в ячейках которых проставляется переменная x_{ij} , равная

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если } j\text{-й эксперт назвал } i\text{-го эксперта} \\ 0, & \text{если } j\text{-й эксперт не назвал } i\text{-го эксперта.} \end{cases}$$

Причем каждый эксперт может включать или не включать себя в экспертную группу. По данным матрицы вычисляются коэффициенты компетентности как относительные веса экспертов по формуле

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_{ij}} \quad (i = \overline{1, m}),$$

где k_i - коэффициент компетентности i -го эксперта, m - количество экспертов (размерность матрицы $\|x_{ij}\|$). Коэффициенты компетентности нормированы так, что их сумма равна единице:

$$\sum_{i=1}^m k_i = 1.$$

Содержательный смысл коэффициентов компетентности, вычисленных по данным таблицы матрицы $\|x_{ij}\|$, состоит в том, что подсчитывается сумма единиц (число "голосов"), поданных за i -го эксперта, и делится на общую сумму всех единиц. Таким образом, коэффициент компетентности определяется как относительное число экспертов, высказавшихся за включение i -го эксперта в список экспертной группы.

Креативность - это способность решать творческие задачи. В настоящее время, кроме качественных суждений, основанных на изучении деятельности экспертов, нет каких-либо предложений по оценке этой характеристики.

Конформизм - это подверженность влиянию авторитетов. Особенно сильно конформизм может проявиться при проведении экспертизы в виде открытых дискуссий. Мнение авторитетов подавляет мнение лиц, обладающих высокой степенью конформизма.

Отношение к экспертизе является очень важной характеристикой качества эксперта при решении проблемы. Негативное или пассивное отношение специалиста к решению проблемы, большая занятость и другие факторы существенно сказываются на выполнении экспертами своих функций. Поэтому участие в экспертизе должно рассматриваться как плановая работа.

Конструктивность мышления - это прагматический аспект мышления. Эксперт должен давать решение, обладающее свойством практичности. Учет реальных возможностей решения проблемы очень важен при проведении экспертного оценивания.

Коллективизм должен учитываться при проведении открытых дискуссий. Этика поведения человека в коллективе во многих случаях существенно влияет на создание положительного психологического климата и тем самым определяет успешность решения проблемы.

Самокритичность эксперта проявляется при самооценке степени своей компетентности, а также при принятии решения по рассматриваемой проблеме.

Протокольность мышления – способность к качественной и количественной точности в отображении явлений, не зависящая от психического состояния и настроения исследователя.

Перечисленные характеристики эксперта достаточно описывают необходимые качества, которые влияют на результаты экспертизы. Однако их анализ требует кропотливой и трудоемкой работы по сбору информации и ее изучению. Кроме того, как правило, часть характеристик эксперта оценивается положительно, а часть - отрицательно. Возникает проблема согласования характеристик и выбора экспертов с учетом противоречивости их качеств. Причем чем больше характеристик принимается во внимание, тем труднее принять решение о том, что важнее и что допустимо для эксперта. Для устранения указанной трудности необходимо сформулировать обобщенную характеристику эксперта, учитывающую его важнейшие качества, с одной стороны, и допускающую непосредственное ее измерение, с другой стороны. В качестве такой характеристики можно принять достоверность суждений эксперта, которая определяет его как "измерительный прибор". Однако применение такой обобщенной характеристики требует информации о прошлом

опыте участия эксперта в решении проблем. В ряде случаев такой информации может не быть

Достоверность оценок эксперта количественно оценивают по формуле

$$D_i = \frac{N_i}{N} \quad (i = \overline{1, m}),$$

где N_i - число случаев, когда i -й эксперт дал решение, приемлемость которого подтвердилась практикой, N - общее число случаев участия i -го эксперта в решении проблемы.

Вклад каждого эксперта в достоверность оценок всей группы определяется по формуле

$$Q_i = \frac{D_i}{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m D_i} \quad (i = \overline{1, m}),$$

где m - число экспертов в группе. В знаменателе стоит средняя достоверность группы экспертов.

2.4 Экспертные оценки

В случае ограниченных возможностей применения точных математических методов из-за отсутствия достаточно статистической и другой информации о показателях и технических характеристиках системы, а также надежных математических моделей, описывающих реальное состояние системы, экспертные оценки являются единственным средством решения задач безопасности.

Можно выделить два уровня использования экспертных оценок: **качественный и количественный.**

Применение оценок на качественном уровне (определение возможного развития опасной ситуации из-за отказа системы, выбор окончательного варианта решения и др.) не вызывает сомнения. Возможность применения количественных, балльных экспертных оценок нередко оспаривается, а результаты подвергаются сомнению. При этом справедливо отмечается, что количественные или балльные оценки нередко скрывают неумение квалифицированно, на научной основе оценивать те или иные состояния, явления, пути развития ситуации. Очень часто выбор групповых решений на основе оценок

отдельных экспертов проводится без анализа правомерности получения такого решения. Кроме того, в большинстве методик экспертных опросов не уделяется достаточно внимания обоснованию выбранной схемы интегрирования оценок, полученных на основе использования нескольких критериев, по которым ведется оценка состояния исследуемого объекта.

Ввиду отмеченного, применение экспертных оценок требует анализа их объективности и надежности. С одной стороны, нет гарантий, что полученные оценки достоверны, а с другой - существуют значительные трудности при проведении опроса экспертов и обработке полученных данных. Применяемые способы определения достоверности экспертных оценок основаны на предположении, что при согласовании действий экспертов эта достоверность обеспечена. Однако в ряде случаев эксперты, не согласные с мнением большинства, давали правильные оценки. Это объясняется психологией принятия решений в группе и распределением ответственности.

Следовательно, единодушие большинства экспертов не всегда является критерием достоверности оценок. Отсюда вытекает необходимость тщательного отбора экспертов. Дело в том, что при обсуждении многих вопросов, например определения развития опасной ситуации на предприятии вследствие отказа определенной системы, должны участвовать эксперты высокой квалификации, одного уровня подготовки, знающие цепь всего производства и могущие оценить весьма отдаленные последствия. Прогнозы, составленные "средними" экспертами, будут основаны на знаниях только отдельного вопроса.

Используя экспертные оценки, предполагают, что при решении проблем в условиях неопределенности мнение группы экспертов надежнее, чем мнение отдельного эксперта, т.е. две группы одинаково компетентных экспертов с большей вероятностью дадут аналогичные ответы, чем два эксперта. Предполагается также, что совокупность индивидуальных ответов экспертов должна включать "истинный" ответ.

Зачастую оценки экспертов не обладают достаточной устойчивостью, т.е. эксперт может одни и те же события при нескольких повторных экспертизах оценить по-разному. Чем

устойчивее оценки, тем больше можно им доверять. Однако на практике повторная экспертиза вследствие организационных, временных ограничений, финансовых трудностей применяется крайне редко.

При нахождении оценок экспертным путем, помимо погрешности, вызванной недостатком информации о событиях и недостаточной компетентностью экспертов, возможна и погрешность, обусловленная возможной заинтересованностью экспертов в результатах оценки. Такая погрешность может значительно исказить оценки и необходимо заранее предусмотреть меры для ее устранения.

Одним из показателей, характеризующих пригодность эксперта, является степень его надежности, т.е. относительная частота случаев, когда он приписывал более высокую вероятность событиям, которые впоследствии происходили.

2.5 Опрос экспертов

В практике экспертизы и прогнозирования применяются как индивидуальные, так и групповые (коллективные) экспертные опросы.

Основными целями использования индивидуальных экспертных оценок являются:

- *прогнозирование развития событий и явлений, а также оценка их значимости в текущем периоде;*
- *анализ и обобщение результатов, представленных другими экспертами;*
- *составление сценариев развития ситуации;*
- *заключение о работе других специалистов или организаций (рецензии, отзывы, экспертизы и т.д.).*

Опрос экспертов представляет собой заслушивание и фиксацию в содержательной и количественной форме суждений экспертов по решаемой проблеме. Проведение опросов является основным этапом современной работы групп экспертов. На этом этапе выполняются следующие процедуры:

- решение организационно-методических вопросов;
- постановка задачи и предъявление вопросов экспертам;

- информационное обеспечение работы экспертов.

Вид опроса по существу определяет разновидность метода экспертной оценки.

Основными видами опроса являются: **анкетирование, интервьюирование, метод "Дельфи", мозговой штурм (мозговая атака), дискуссия.**

Выбор того или иного вида опроса определяется целями экспертизы, сущностью решаемой проблемы, полнотой и достоверностью исходной информации, располагаемым временем и затратами на проведение опросов. Рассмотрим содержание технологии проведения перечисленных выше опросов.

Анкетирование представляет собой опрос экспертов в письменной форме с помощью анкет. В анкете содержатся вопросы, которые позволяют выяснить существо и аргументацию ответов.

По типу основные вопросы классифицируются на *открытые, закрытые и с веером ответов.*

Открытые вопросы предполагают ответ в произвольной форме.

Закрытые вопросы - это такие вопросы, на которые ответ может быть дан в виде "да", "нет", "не знаю".

Вопросы с веером ответов предполагают выбор экспертами одного из совокупности предполагаемых ответов.

Открытые вопросы целесообразно применять в случае большой неопределенности проблемы. Этот тип вопросов позволяет широко охватить рассматриваемую проблему, выявить спектр мнений экспертов. Недостатком такого типа вопросов является возможное разнообразие и произвольная форма ответов, что существенно затрудняет обработку анкет.

Закрытые вопросы применяются в случае рассмотрения четко определенных двух альтернативных вариантов, когда требуется по существу определить степень большинства мнений по этим альтернативам. Обработка закрытых вопросов не вызывает каких-либо трудностей.

Вопросы с веером ответов целесообразно использовать при наличии нескольких достаточно определенных альтернативных вариантов. Эти варианты формируются для ориентации экспертов по возможному кругу направлений в решении проблемы. Для получения более детальной информации по каждому вопросу могут быть

предложены порядковая и балльная шкалы. Эксперт по каждому ответу выбирает значение порядковой и балльной оценок. Например, значениями порядковой шкалы могут быть "очень хорошо", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно" или "значительно", "незначительно", "не влияет" и т.п. Обработка анкет с вопросами этого типа по сложности занимает промежуточное место между открытыми и закрытыми вопросами.

Если анкетирование проводится в несколько туров, то целесообразно при большой сложности и неопределенности проблемы вначале использовать открытые типы вопросов, а на последующих турах - с веером ответов и закрытые типы.

Интервьюирование - это устный опрос, проводимый в форме беседы-интервью. Для подготовки беседы опрашивающий разрабатывает вопросы к эксперту. Характерной особенностью этих вопросов является возможность быстрого ответа на них экспертом, поскольку он практически не имеет времени на обдумывание.

Тематика интервью сообщается эксперту заранее, но конкретные вопросы ставятся непосредственно в процессе беседы. Целесообразно в связи с этим готовить последовательность вопросов, начиная от простого и постепенно их углубляя и усложняя, но вместе с тем конкретизируя.

Достоинством этого метода является непрерывный живой контакт с экспертом, что позволяет быстро получить необходимую информацию путем прямых и уточняющих вопросов в зависимости от ответов эксперта.

Недостатками интервью являются возможность сильного влияния опрашивающего лица на ответы экспертов, отсутствие времени для глубокого обдумывания ответов и большие затраты его на опрос всего состава экспертов.

Интервьюер должен хорошо знать анализируемую проблему, уметь четко формулировать вопросы, создать непринужденную обстановку и уметь слушать.

Метод "Дельфи" (название взято из истории Дельфийского оракула при храме Аполлона в г.Дельфы, Древняя Греция). Этот метод (иногда именуется метод "Дельфы") является одним из наилучших методов использования суждения экспертов, предусматривающий проведение опросов в несколько туров. Он

представляет собой многотуровую процедуру анкетирования с обработкой и сообщением результатов каждого тура экспертам, работающим инкогнито по отношению друг к другу. Процесс выработки суждений экспертами здесь управляется проводящей опрос рабочей группой через обратную связь.

В первом туре экспертам предлагаются вопросы, на которые они дают ответы без аргументирования. Известные примеры применения метода "Дельфи" связаны с постановкой вопросов, требующих в качестве ответов цифровой оценки параметров. Полученные от экспертов данные обрабатываются с целью выделения среднего или медианы и крайних оценок значений. Экспертам сообщаются результаты обработки первого тура опроса с указанием расположения оценок каждого эксперта. Если оценка эксперта сильно отклоняется от среднего значения, то его просят аргументировать свое мнение или изменить оценку.

Во втором туре эксперты аргументируют или изменяют свою оценку с объяснением причин корректировки. Результаты опроса во втором туре обрабатываются и сообщаются экспертам. Если после первого тура производилась корректировка оценок, то результаты обработки второго тура содержат новые средние и крайние значения оценок экспертов. В случае сильного отклонения своих оценок эксперты должны аргументировать или изменить свои суждения, пояснив причины корректировки.

Проведение последующих туров осуществляется по аналогичной процедуре. Обычно после третьего или четвертого тура оценки экспертов стабилизируются, что служит критерием прекращения дальнейшего опроса.

Итеративная процедура опроса с сообщением результатов обработки после каждого тура обеспечивает лучшее согласование мнений экспертов, поскольку эксперты, давшие сильно отклоняющиеся оценки, вынуждены критически осмыслить свои суждения и обстоятельно их аргументировать. Необходимость аргументации или корректировки своих оценок не означает, что целью экспертизы являются получение полной согласованности мнений экспертов. Конечным результатом может оказаться выявление двух или более групп мнений, отражающих принадлежность экспертов к различным научным школам,

ведомствам или категориям лиц. Получение такого результата является также полезным, поскольку позволяет выяснить наличие различных точек зрения и поставить задачу на проведение исследований в данной области.

При проведении опроса сохраняется анонимность ответов экспертов по отношению друг к другу. Это обеспечивает исключение влияния конформизма, т.е. подавления мнений за счет "веса" научного авторитета или должностного положения одних экспертов по отношению к другим.

Исследования эффективности этого метода показали, что по мере проведения туров опроса разброс мнений экспертов уменьшается, и групповое мнение в виде медианы индивидуальных оценок становится точнее. Основным фактором повышения точности ответов является итеративная процедура опроса с сообщением результатов обработки экспертам и указанием конкретного места оценки каждого эксперта.

Для повышения эффективности проведения экспертизы по методу "Дельфи" необходимо автоматизировать процесс фиксации, обработки и сообщения экспертам информации.

Мозговой штурм (мозговая атака) представляет собой групповое обсуждение с целью получения новых идей, вариантов решений проблемы. Характерной особенностью этого вида экспертизы является активный творческий поиск принципиально новых решений в трудных тупиковых ситуациях, когда известные пути и способы решения оказываются непригодными. Для поддержания активности и творческой фантазии экспертов категорически запрещается критика их высказываний. Свободные высказывания способствуют коллективной генерации идей. С помощью этого метода можно решать многие важные задачи безопасности, например:

- задачи определения вариантов выбора систем защиты, один из которых является оптимальным;
- задачи, решение которых требует параллельного или последовательного использования ряда разнообразных методов защиты;
- задачи, решение которых требует выявления факторов, учитываемых при определении окончательного решения.

Подобием коллективной генерации идей в практической работе можно считать всякого рода оперативные совещания.

Основные правила организации и методика проведения мозгового штурма заключается в следующем. Осуществляется подбор экспертов в группу до 20-25 человек, в которую включаются специалисты по решаемой проблеме и специалисты с широкой эрудицией и богатой фантазией, причем необязательно хорошо знающие рассматриваемую проблему. ***Желательно включение в группу лиц, занимающих одинаковое служебное и общественное положение, имеющих одинаковый научный вес, что обеспечивает независимость высказываний.***

Для проведения заседания назначается *ведущий*, основной задачей которого является управление ходом обсуждения для решения поставленной проблемы. Ведущий в начале заседания объясняет содержание и актуальность проблемы, правила ее обсуждения и предлагает для рассмотрения одну-две идеи.

Обсуждение длится час без перерыва. Для выступления предоставляется 2-3 минуты и они могут повторяться. В каждом выступлении эксперты должны стремиться выдвинуть как можно больше новых, может быть, на первый взгляд, фантастических идей или развивать ранее выдвинутые идеи, дополняя и углубляя их. Важным требованием к выступлениям является конструктивный характер идей и предложений. Они должны быть направлены на решение проблемы. Ведущий и все члены экспертной группы должны своими действиями и высказываниями способствовать созданию всеобщей синхронно работающей коллективной мысли, возбуждению мыслительных процессов, что существенно влияет на результативность обсуждений.

В процессе генерирования идей и их обсуждения прямая критика запрещена, однако она имеет место в неявной форме и выражается в степени поддержки и развития высказываний.

Выступления экспертов фиксируются путем стенографирования или диктофонной записи, и после окончания заседания подвергаются анализу, который заключается в группировке и классификации высказанных идей и решений по различным признакам, оценке степени полезности и возможности реализации. Примерно через сутки или двое экспертов просят сообщить, не возникли ли еще

какие-нибудь новые идеи и решения. Практика показывает, что если в процессе заседания была создана хорошая творческая обстановка с активным участием всех экспертов, то после окончания обсуждения в мозге человека продолжается процесс генерации и анализа своих и других предложений, который протекает не только осознанно, но и подсознательно. В результате сопоставления высказываний, проведения аналогий и обобщения часто, примерно через сутки, эксперты формулируют наиболее ценные предложения и идеи. Поэтому сбор информации по возможным новым идеям способствует повышению эффективности метода мозгового штурма.

Существует ряд разновидностей мозгового штурма, в которых предлагается чередовать пятиминутные штурмы с обдумыванием его результатов, чередовать периоды генерации с дискуссиями и групповым принятием решений, применять последовательные этапы выдвижения предложений и их обсуждения, включать в группу экспертов "усилителей" и "подавителей" идей и т.п. Мозговой штурм применяется для решения разнообразных прикладных проблем.

Дискуссия. Этот вид экспертизы широко применяется на практике для обсуждения проблем, путей их решения, анализа различных факторов и т.п. Группа экспертов для проведения дискуссии должна быть не более 20 человек. Группа управления проводит предварительный анализ проблем дискуссии с целью четкой формулировки задач, определения требований к экспертам, их подбора и методики проведения дискуссии.

Сама **дискуссия проводится как открытое коллективное обсуждение** рассматриваемой проблемы, основной задачей которого является всесторонний анализ всех факторов, положительных и отрицательных последствий, выявление позиций и интересов участников.

В ходе дискуссии разрешается критика.

Дискуссия может проводиться несколько часов и поэтому необходимо определить регламент работы: время на доклад ведущего и выступления, проведение перерывов. Следует иметь в виду, что во время перерывов дискуссия продолжается, т.е. имеют место кулуарные обсуждения. В связи с этим не следует делать перерывы слишком короткими, поскольку локальные обсуждения дают положительный эффект.

Результаты дискуссии фиксируются в виде стенограмм или магнитной записи. После окончания дискуссии проводится анализ этих записей для более четкого представления основных результатов, выявления различий в мнениях. Также как и при мозговом штурме примерно через сутки после окончания дискуссии может собираться дополнительная информация от экспертов.

Рассмотренные виды опроса дополняют друг друга и в определенной мере являются взаимозаменяемыми. Для генерации новых идей, направленных на решение проблем, целесообразно применять методы *мозгового штурма, дискуссии, анкетирование и метод "Дельфи"* (первые два тура).

Всесторонний критический анализ может быть проведен в форме дискуссии.

Для количественной и качественной оценки свойств, параметров, времени и других характеристик исследуемых объектов применяются анкетирование и метод "Дельфи". Интервьюирование целесообразно использовать для уточнения результатов, полученных другими видами экспертизы.

Некоторые замечания о групповом экспертном опросе. Отдельный эксперт в ряде случаев может быть очень полезным как источник сведений и советник для руководителя, принимающего решения. Работа, выполненная одним экспертом, может обобщить мнения многих специалистов и дать полезные исходные данные для анализа. К числу групповых экспертных опросов относятся:

- открытое обсуждение вопросов с последующим открытым или закрытым голосованием;
- закрытое обсуждение (обсуждение без прямого контакта его участников при сохранении анонимности их мнений) с последующим закрытым голосованием или заполнением анкет экспертного опроса;
- свободное высказывание без обсуждения и голосования. Опыт показал, что открытое обсуждение поставленных перед группой экспертов вопросов до достижения определенного согласия между ними или до выработки общей позиции имеет ряд существенных недостатков. К ним относятся, в частности, взаимное влияние суждений экспертов и нежелание их отказываться от мнений, ранее высказанных публично. Поэтому при подготовке решений все более

широко применяется закрытое обсуждение и свободное высказывание.

Закрытому обсуждению также свойственен ряд недостатков:

- отсутствие дискуссии;
- усложнение обратной связи из-за неточности формулировок, недоразумений или ошибок;
- относительно большой срок между запросом и ответом;
- трудности или ошибки в понимании причин высказанного мнения и неясности по поводу его источников.

Эти недостатки могут быть существенно уменьшены при сочетании письменной и устной форм опросов.

Закрытое обсуждение можно подразделить на две категории:

- опрос, проводимый в один тур, путем одноразового заполнения анкет, и опрос, проводимый в несколько туров, путем многократного заполнения анкет экспертного опроса для последовательного уточнения оценок.

2.6 Оценка согласованности суждений экспертов

При оценке объектов исследования эксперты зачастую расходятся во мнениях по решаемой проблеме. В связи с этим возникает необходимость количественной оценки степени согласия экспертов. Получение количественной меры согласованности позволяет более обоснованно интерпретировать причины расхождения мнений.

Оценка согласованности суждения экспертов основывается на использовании понятия компактности, наглядное представление о котором дает геометрическая интерпретация результатов экспертизы. Оценка каждого эксперта представляется как точка в некотором пространстве, в котором имеется понятие расстояния. Если точки, характеризующие оценки всех экспертов, расположены на небольшом расстоянии друг от друга, т.е. образуют компактную группу, то, очевидно, можно это интерпретировать как хорошую согласованность мнений экспертов. Если же точки в пространстве разбросаны на большие расстояния, т.е. не принадлежат одной области, то согласованность мнений экспертов невысокая. Возможно, что точки - мнения экспертов - расположены в пространстве так, что

образуют две или несколько компактных групп. Это означает, что в экспертной группе существуют две или несколько существенно отличающихся точек зрения на оценку объектов исследования. Может быть область точек, не образующих совокупности мнений - размытая область. В этом случае не удалось обнаружить точек зрения на решаемую проблему. Лицо, принимающее решение, может повторить экспертизу или принять какое-либо решение самостоятельно.

Конкретизация изложенной идеи оценки согласованности мнений экспертов, производится в зависимости от использования количественных или качественных шкал измерения и выбора меры степени согласованности.

При использовании количественных шкал измерения и оценке всего одного объекта все мнения экспертов можно представить как точки на числовой оси. Эти точки можно рассматривать как реализации случайной величины и поэтому для оценки центра группировки и разброса точек представляется возможным использовать хорошо разработанные методы математической статистики. Центр группировки точек можно определить как математическое ожидание (среднее значение) или медиану случайной величины, разброс количественно оценивается дисперсией случайной величины. Мерой согласованности оценок экспертов, т.е. компактности расположения точек на числовой оси, может служить отношение среднеквадратического отклонения к математическому ожиданию случайной величины.

Если объект оценивается несколькими числовыми параметрами, то мнение каждого эксперта представляется как точка в пространстве параметров. Центр группировки точек опять вычисляется как математическое ожидание вектора параметров, а разброс точек - дисперсией вектора параметров. Мерой согласованности суждений экспертов может служить в этом случае сумма расстояний оценок от среднего значения, отнесенная к расстоянию математического ожидания от начала координат. Мерой согласованности может служить количество точек, расположенных в радиусе среднеквадратического отклонения от математического ожидания, ко всему количеству точек. Различные методы определения согласованности количественных оценок на основе понятия

компактности (близости) рассматриваются в теории группировок и распознавания образов.

При измерении объектов в порядковой шкале согласованность оценок экспертов в виде ранжирования или парных сравнений объектов также основывается на понятии компактности.

Метод простого ранжирования заключается в том, что каждый эксперт располагает признаки в порядке предпочтения. Цифрой 1 обозначается наиболее важный признак, цифрой 2 - следующий по важности и т. д. Полученные результаты сводятся в таблицу, общий вид которой представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Таблица результатов ранжирования

Признаки или объект оценки	Эксперты					
	1	2	3	4	s	d
X_1	r_1	r_1	r_1	r_1	r_1	r_1
	1	2	3	4	s	d
X_2	r_2	r_2	r_2	r_2	r_2	r_2
	1	2	3	4	s	d
X_3	r_3	r_3	r_3	r_3	r_3	r_3
	1	2	3	4	s	d
X_i	r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}	r_{i4}	r_{is}	r_{id}
X_m	r_m	r_m	r_m	r_m	r_m	r_m
	1	2	3	4	s	d

После того, как данные от экспертов собраны, проводится обработка полученных оценок.

При ранжировании объектов используется мера согласованности мнений группы экспертов - **дисперсионный коэффициент конкордации** (коэффициент согласия).

Рассмотрим матрицу (табл.2.2) результатов ранжирования m объектов группой из d экспертов

$$\|r_{is}\| \quad (s = \overline{1, d}), \quad (i = \overline{1, m}),$$

где r_{is} - ранг, присваиваемый s -экспертом i -му объекту. Составим суммы рангов по каждой строке. В результате получим вектор с компонентами

$$r_{is} = \sum_{s=1}^d r_{is}, \quad i = \overline{1, m}.$$

Будем рассматривать величины r_i как реализации случайной величины и найдем оценку дисперсии. Как известно, оптимальная по критерию минимума среднего квадрата ошибки оценка дисперсии определяется формулой:

$$D = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (r_i - \bar{r})^2, \quad (2.1)$$

где \bar{r} - оценка математического ожидания (средний ранг), равная

$$\bar{r} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m r_i. \quad (2.2)$$

Дисперсионный коэффициент конкордации определяется как отношение оценки дисперсии (2.1) к максимальному значению этой оценки:

$$W = \frac{D}{D_{\max}}. \quad (2.3)$$

Коэффициент конкордации изменяется от нуля до единицы, поскольку $0 \leq D \leq D_{\max}$.

Максимальное значение дисперсии равно

$$D_{\max} = \frac{d^2(m^3 - m)}{12(m-1)}. \quad (2.4)$$

Введем обозначение

$$S = \sum_{i=1}^m \left(\sum_{s=1}^d r_{is} - \bar{r} \right)^2. \quad (2.5)$$

Используя (2.5), запишем оценку дисперсии (2.1) в виде

$$D = \frac{1}{m-1} S. \quad (2.6)$$

Подставляя (2.4), (2.6) в (2.3) и сокращая на множитель $(m-1)$, запишем окончательное выражение для коэффициента конкордации

$$W = \frac{12}{d^2(m^3 - m)} S. \quad (2.7)$$

Данная формула определяет коэффициент конкордации для случая отсутствия связных рангов. При $W=0$ согласованность оценок различных экспертов отсутствует, а при $W=1$ согласованность мнений экспертов полная.

При крайних коэффициентах конкордации могут быть даны следующие рекомендации. Если $W=0$, то для получения достоверных оценок следует уточнить исходные данные о событиях и (либо) изменить состав группы экспертов. При $W=1$ не всегда можно считать оценки объективными, поскольку может оказаться, что все члены экспертной группы условились придерживаться одинаковых взглядов.

Необходимо, чтобы найденное значение W было больше заданного значения W_3 ($W > W_3$). Обычно принимается $W=0,5$, т.е. при $W > 0,5$ выводы экспертов согласованы в большей мере (сходятся в оценке событий), чем несогласованы. При $W < 0,5$ оценки нельзя считать в достаточной степени согласованными.

При наличии связных рангов коэффициент конкордации вычисляется по формуле

$$W = \frac{12S}{d^2(m^3 - m) - d \sum_{s=1}^d T_s}, \quad (2.8)$$

где

$$T_s = \sum_{k=1}^{H_s} (h_k^3 - h_k), \quad (2.9)$$

В формуле (2.9) T_s - показатель связных рангов в s -й ранжировке, H_s - число групп равных рангов в s -й ранжировке, h_k - число равных рангов в k -й группе связных рангов при ранжировке s -м экспертом. Если совпадающих рангов нет, то $H_s=0$, $h_k=0$ и, следовательно, $T_s=0$. В этом случае формула (2.8) совпадает с формулой (2.7).

Коэффициент конкордации представляет собой случайную величину. Оценка значимости W может быть произведена по критерию Пирсона. Величина $d(m-1)W$ имеет χ^2 распределение с $n = m - 1$ степенями свободы.

При наличии связанных рангов χ^2 распределение с $n = m - 1$ степенями свободы имеет величину

$$\chi^2 = 12S / \left[dm(m+1) - \frac{1}{m-1} \sum_{s=1}^d T_s \right]. \quad (2.10)$$

ПРИМЕР 1. Результаты ранжирования шести объектов (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 и X_6) пятью экспертами (s_1, s_2, s_3, s_4, s_5) представлены в табл.2.3.

Таблица 2.3

Сводная таблица результатов ранжирования

Объект	Эксперты				
	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5
X_1	1	2	1,5	1	2
X_2	2,5	2	1,5	2,5	1
X_3	2,5	2	3	2,5	3
X_4	4	5	4,5	4,5	4
X_5	5	4	4,5	4,5	5,5
X_6	6	6	5	5	5,5

Вычислим коэффициент конкордации и произведем оценку его значимости. Среднее значение \bar{r} по формуле (2.2) равно

$$\bar{r} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^d r_{is} = 17,5.$$

Величина S в соответствии с формулой (2.5) равна

$$S = \sum_{i=1}^6 \left(\sum_{s=1}^5 r_{is} - 17,5 \right)^2 = 361.$$

Поскольку имеются связанные ранги, то вычисление коэффициента конкордации выполняется по формуле (2.8). Предварительно вычисляются T_s , используя формулу (2.9). В данном примере из табл. 2.3 следует, что в ранжировании экспертом s_1 имеется одна группа связанных рангов, поэтому $H_1=1$, а в этой группе содержится два связанных ранга, равных 2,5, поэтому $k=1$ и $h_1=2$. Отсюда $T_1=2^3-2=6$. Аналогичным образом вычисляются $T_2...T_5$:

$$T_2=3^3-3=24; T_3=2^3-2+2^3-2=12; T_4=2^3-2+2^3-2=12; T_5=2^3-2=6.$$

Подставляя значения T_s , S и $m=6$, $d=5$ в формулу (2.8) и произведя вычисления, получаем

$$W = 12 \times 361 / [5^2(6^3-6) - 5 \times 60] = 0,874.$$

Оценим значимость коэффициента конкордации. В данном случае число степеней свободы $n=m-1=6-1=5$. Табличное значение $\chi^2_{\text{табл}}$ для $n=5$ и 5% уровня значимости равно 11,07 (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Значение χ^2 в зависимости от n и p^*

n	p						
	0,3	0,2	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	1,07	1,64	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	2,41	3,22	4,61	5,99	7,38	9,21	10,6
3	3,67	4,64	6,25	7,81	9,35	11,3	12,8
4	4,88	5,99	7,78	9,49	11,07	13,3	14,9
5	6,06	7,29	9,24	11,07	12,8	15,1	16,7
6	7,23	8,56	10,6	12,6	14,4	16,8	18,5
7	8,38	9,80	12,0	14,1	16,0	18,5	20,3
8	9,52	11,0	13,4	15,5	17,5	20,1	22,0
9	10,7	12,2	14,7	16,9	19,0	21,7	23,6
10	11,8	13,4	16,0	18,3	20,5	23,2	25,2
11	12,9	14,6	17,3	19,7	21,9	24,7	26,8
12	14,0	15,8	18,5	21,0	23,3	26,2	28,3
13	15,1	17,0	19,8	22,4	24,7	27,7	29,8
14	16,2	18,2	21,1	23,7	26,1	29,1	31,3
15	17,3	19,3	22,3	25,0	27,5	30,6	32,8
16	18,4	20,5	23,5	26,3	28,8	32,0	34,3
18	20,6	22,8	26,0	28,9	31,5	34,8	37,2
20	22,8	25,0	28,4	31,4	34,2	37,6	40,0
22	24,9	27,3	30,8	33,9	36,8	40,3	42,8
24	27,1	29,6	33,2	36,4	39,4	43,0	45,6
26	29,2	31,8	35,6	38,9	41,9	45,6	48,3
28	31,4	34,0	37,9	41,3	44,5	48,3	51,0
30	33,5	36,3	40,3	43,8	47,0	50,9	53,7

*) n – число степеней свободы; p – вероятность того, что χ^2 принимает значение больше указанного в таблице

Вычисляя значение χ^2 по формуле (2.10), получаем

$$\chi^2 = 12 \times 361 / [5 \times 6 \times 7 - 0,25 \times 60] = 21,8.$$

Поскольку $11,07 < 21,8$, то гипотеза о согласии экспертов в ранжировках принимается.

2.7 Групповая оценка и выбор предпочтительного решения

После того, как каждый эксперт произвел ранжирование объектов исследования (мероприятий, вариантов, схем и пр.), необходимо дать обобщенную групповую оценку, упорядочить оцениваемые варианты и выбрать наиболее предпочтительный.

В соответствии с гипотезой о том, что эксперты являются достаточно "точными измерителями", групповая оценка строится на основе применения методов сравнения. Это соответствует тому, что индивидуальные оценки экспертов образуют компактную группу и в качестве наиболее согласованной групповой оценки используется математическое ожидание (среднее значение) или медиана (наиболее вероятная оценка).

Рассмотрим наиболее простой (но достаточно надежный и универсальный) метод, когда эксперты производят измерение объектов в порядковой шкале путем ранжирования, где величины r_{is} есть ранги. Задачей обработки является построение *обобщенной ранжировки по индивидуальным ранжировкам* экспертов. В этом случае используется *метод парных сравнений*, который целесообразно рассмотреть в виде последовательности шагов.

1. Каждый эксперт проводит парную оценку приоритетности признаков и заполняет свою матрицу парных сравнений $E_s = \|I_{iks}\|$, элементы которой в зависимости от выбора эксперта определяются по правилу:

$$I_{iks} = \begin{cases} 1, & \text{если } r_{ks} \geq r_{is} \\ 0, & \text{если } r_{ks} < r_{is}, \end{cases} \quad (2.11)$$

где r_{is} и r_{ks} - ранги, ранее присвоенные s -экспертом i -му и k -му объектам. Поскольку имеется d экспертов и каждый из них дает свою матрицу парных сравнений (МПС), то число МПС равно числу экспертов.

ПРИМЕР 2. Дана ранжировка объекта одним экспертом (s_1):

O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
5	4	4	3	2

В этом случае элементы следует записать как: $O_1 > O_2 \approx O_3 > O_4 > O_5$. Составим таблицу МПС и произведем парное сравнение по строкам согласно правилу (2.11), при этом оценка будет выглядеть следующим образом:

строка 1: $O_1 = O_1[1]$; $O_1 > O_2[1]$; $O_1 > O_3[1]$; $O_1 > O_4[1]$; $O_1 > O_5[1]$;

строка 2: $O_2 < O_1[0]$; $O_2 = O_2[1]$; $O_2 = O_3[1]$; $O_2 > O_4[1]$; $O_2 > O_5[1]$ и далее аналогичным порядком. Тогда МПС для этой ранжировки примет вид:

	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
O_1	1	1	1	1	1
O_2	0	1	1	1	1
O_3	0	1	1	1	1
O_4	0	0	0	1	1
O_5	0	0	0	0	1

2. Определяется сумма матриц всех экспертов. Суммирование проводится по элементам матриц и может быть представлено следующей формулой:

$$Z_{ik} = n \sum_{s=1}^d I_{iks}, \quad k_s = \overline{1, d}. \quad (2.12)$$

3. Определяется результирующая матрица, каждый элемент которой определяется по правилу:

$$R_{iks} = \begin{cases} 1, & \text{если } Z_{is} \geq d/2 \\ 0, & \text{если } Z_{is} < d/2, \quad k_s = \overline{1, d}. \end{cases} \quad (2.13)$$

4. Находится сумма баллов, которую набрал каждый признак k :

$$B_k = \sum_{i=1}^m R_{ik}, \quad k = \overline{1, d}. \quad (2.14)$$

ПРИМЕР 3. Для уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу на сталелитейном заводе предлагается четыре

альтернативных варианта фильтрации отходящих газов. Для оценки этих вариантов была создана группа из пяти экспертов. Был использован метод парных сравнений. На основе парных сравнений альтернативных вариантов от каждого эксперта получены МПС, показанные ниже.

Эксперт 1

Мероприятия	М1	М2	М3	М4
М1	1	1	1	1
М2	0	1	1	1
М3	0	0	1	1
М4	0	0	0	1

Эксперт 2

Мероприятия	М1	М2	М3	М4
М1	1	0	1	1
М2	1	1	1	1
М3	0	0	1	0
М4	0	0	1	1

Эксперт 3

Мероприятия	М1	М2	М3	М4
М1	1	0	0	1
М2	1	1	1	1
М3	1	0	1	1
М4	0	0	0	1

Эксперт 4

Мероприятия	М1	М2	М3	М4
М1	1	1	1	1
М2	0	1	1	1
М3	0	0	1	0
М4	0	0	1	1

Эксперт 5

Мероприятия	М1	М2	М3	М4
М1	1	0	1	0
М2	1	1	1	0
М3	0	0	1	0
М4	1	1	1	1

Суммируя полученные МПС от каждого эксперта, получаем матрицу:

Мероприятия	М1	М2	М3	М4
М1	5	2	4	4
М2	3	5	5	4
М3	1	0	5	2
М4	1	1	3	5

Поскольку число экспертов равно пяти, результирующую матрицу следует определить по правилу (2.13) на базе сопоставления с порогом $d/2 = 5/2 = 2,5$:

Мероприятия	M1	M2	M3	M4
M1	1	0	1	1
M2	1	1	1	1
M3	0	0	1	0
M4	0	0	1	1

Проведя суммирование элементов результирующей матрицы по строкам, получим баллы, которые набрали варианты фильтрации (мероприятия) на основе проведенной экспертизы: M1 - 3 балла, M2 - 4 балла, M3 - 1 балл, M4 - 2 балла. Наибольшее число баллов набрал вариант M2, который, по мнению экспертов, представляется наиболее приоритетным и получает 1 ранг.

2.8 Принятие решения

После установления опасностей руководитель группы должен удостовериться, что все ее члены имеют четкое представление о них. Только после этого можно приступать к обсуждению и принимать принципиальные решения по следующим вопросам:

- участок для размещения системы;
- местоположение системы в пределах отведенного участка (границы участка, расположение других установок и т.д.);
- отдельные элементы, требующие специальной доработки для устранения возможных опасностей;
- проведение дополнительных исследований для получения информации (токсичность, воспламеняемость и т.д.), необходимой для разработки эффективных мер защиты конструкции.

Первый шаг, предпринимаемый в технологии решения, заключается в анализе проблем и формировании решения.

Анализ проблем. Необходимо найти причину определенной ситуации. Процесс заключается из нескольких последовательных шагов:

- сборе фактов, относящихся только к рассматриваемой проблеме (опасности, системе);

- рассмотрение возможного соотношения "*причина-последствие*" среди отобранных фактов;
- исключение второстепенных, незначущих факторов;
- выявление конечной причины и определение проблемы.

Формирование решения. После определения проблемы необходимо принимать решения для ее разрешения. Процесс решения может рассматриваться в виде следующей логической последовательности:

- определение желаемых целей;
- подготовка альтернативных решений;
- проверка разных решений;
- выбор наилучшего варианта.

Участие и качество решения. Участие экспертов в выработке решения является необходимым, так как руководитель группы может упустить из вида ряд важных обстоятельств.

Качество группового решения лучше качества индивидуальных решений. Группа, по сравнению с отдельными экспертами, находится в лучшем положении для решения сложных проблем в силу того, что каждое отдельное лицо обладает конкретной информацией по отдельной проблеме.

Для окончательного этапа - принятия решения, возможны две совершенно противоположные точки зрения:

- устранять каждую опасность по мере ее выявления, прежде чем переходить к поиску следующей опасности;
- не начинать решения проблемы до выявления всех опасностей.

На практике всегда можно найти компромисс. С другой стороны, если системе угрожает разрушение, или ее опасное состояние повлечет за собой угрозу здоровью и безопасности людей как на предприятии, так и вне его, следует немедленно принимать решение на исключение такого рода опасных состояний.

Любая серьезная проблема должна решаться на основе получения более полной информации с последующей корректировкой наряду с эффективным контролем за проведением исследований.

Иногда результатом обсуждений проблемы в основном (или исключительно) являются вопросы, ответы на которые должны быть получены позже. Руководитель группы должен подобрать эти

вопросы и распространить их среди членов группы. Через некоторое время группа снова собирается на совещание, которое называется "Заседание по оценке и действиям". На этих заседаниях рассматривается каждый вопрос, отмечается прогресс и там, где это возможно, принимаются решения. На одном таком заседании могут рассматриваться результаты двух и трех предшествующих совещаний экспертов.

При обнаружении опасности необходимо, как можно быстрее, принять решение относительно мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации системы, так как в большинстве случаев уже известны способы решения проблемы.

2.9 Работа на завершающем этапе

Работа после завершения заседания экспертов обычно состоит в следующем. В случае принятия решений относительно изменений в конструкции или в режимах работы системы, информация об этом должна быть доведена до сведения ответственных лиц, а также должны быть приняты практические меры по устранению опасностей.

Можно предложить следующие виды действий по устранению опасностей:

- изменения в производственном процессе (рецептура, материалы и т.д.);
- изменение условий процесса (давление, температура и т.д.);
- изменения в конструкции;
- изменение режима работы.

Очень важно рассмотреть широкий диапазон возможных действий, имея в виду, что каждую опасность можно и должно устранить простым и в месте с тем эффективным приемом.

При выборе возможных корректирующих действий целесообразно разделить их на две категории:

- действия по устранению причин опасности;
- действия по ликвидации последствий.

В общем, гораздо эффективнее устранять причину опасности, а при условии проведения экспертизы на стадии проектирования это может быть выполнено без особых затрат. В случае невозможности

быстрого устранения опасности группа должна рассмотреть рекомендации по обеспечению защиты работающих и оборудования при аварии.

Устранение опасности - набор определенных действий, предусматривающий рассмотрение ряда возможностей по их предотвращению.

Для иллюстрации рассмотрим химический реактор, при обследовании которого на заседании экспертов обнаружено, что поступление в него примеси с исходными материалами может вызвать в нем внезапное выделение газа и повышение давления.

Допустим, что опасность можно ликвидировать следующим образом:

- 1) устранив возможность выделения газа путем замены исходного материала;
- 2) устранив возможность выделения газа с помощью изменения одного из условий технологического процесса;
- 3) установив соответствующие предохранительные клапаны и газоотводную систему для обеспечения защиты.

Решение 1 дает 100%-ю эффективность и должно быть выбрано в первую очередь.

К решению 2 следует относиться с осторожностью, так как оно зависит от надежности системы управления (системы регулирования), определяющей условия технологического процесса.

Решение 3 даст положительный результат только при условии установки специальной системы для отвода выделяющегося в реакторе газа и достаточной надежности этой системы.

После принятия решений об изменении конструкции, рабочего режима и других мероприятий часто возникает необходимость в повторной проверке проекта для того, чтобы удостовериться, что эти изменения не вызовут новые, непредвиденные опасности.

И, наконец, следует подчеркнуть, что работа не должна завершаться до устранения всех выявленных опасностей путем применения соответствующих мер.

Выполнение этих целей поможет как администрации предприятия, так и местным органам власти в оценке уровня безопасности систем, даст фактическую информацию о предприятии, производственных процессах и зданиях, расположенных по соседству

с ним, а также позволит судить о характере, вероятности и масштабе потенциальных крупных аварий и методах их контроля.

Наконец, если произойдет авария или несчастный случай, власти должны сразу же иметь об этом информацию, независимо от той, которая им представляется для контроля аварийных ситуаций вне производственных территорий, когда очень важно установление незамедлительного контакта с администрацией производства.

Контрольные задания и вопросы

1. Сформулируйте этапы проведения патентных исследований.
2. Какие виды патентной информации вы знаете?
3. В чем заключается методика проведения патентных исследований?
4. Какие цели достигаются при проведении патентных исследований?
5. Какие этапы процесса создания новых образцов существуют?
6. Сформулируйте задачи проведения экспертизы.
7. Перечислите требования, предъявляемые к составу экспертов.
8. Какие уровни экспертных оценок вы знаете?
9. Сформулируйте этапы проведения
10. В чем заключается содержательный смысл коэффициентов компетентности?
11. Сформулируйте особенности эмпирического исследования.
12. Что такое эмпирический факт?
13. Сформулируйте, какую роль эксперимент имеет в формировании научного знания?
14. Какие типы научного знания вы знаете?
15. Что такое креативность?
16. Какие виды опроса являются разновидностью методы экспертных оценок?
17. Что называется научной теорией?
18. Какая информация может быть извлечена из эксперимента?
19. В чем заключается конструктивность мышления?
20. Какие способы существуют для построения научных теорий?
21. В чем заключается метод Дельфи?

22. Как осуществляется оценка согласованности суждений экспертов?

23. В чем заключается процедура анкетирования?

24. Сформулируйте основные правила организации и проведения мозгового штурма.

25. В чем заключается метод простого ранжирования? В чем смысл каждого из них?

Библиографический список

1. Томакова, Р.А. Методологические основы научных исследований : учебное пособие [Текст] : учебное пособие / Р.А. Томакова, В.И. Томаков. Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2017. – 204 с.

2. Брежнев А.В. Методы и алгоритмы оптимизации сетевых структур на основе графовых моделей [Текст] : учебное пособие / А.В. Брежнев, Е.П. Кочура, Р.А. Томакова. – Курск : ЮЗГУ, 2019. – 155 с.

3. Магистерская диссертация: методы и организация исследований, оформление и защита [Текст] : учебное пособие / под ред. В. И. Беляева. – М.: КноРус, 2012. – 264 с.

4. Томаков В.И., Томаков М.В., Коренева А.Н. Технология развития познавательных интересов у студентов к учебной деятельности // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия «Лингвистика и педагогика». – 2011. – №2. – С. 38-42.

5. Томаков М.В. Интегративный подход к проектированию процесса формирования готовности будущего инженера к деятельности // Известия Курского государственного технического университета. – 2010. – №4 (33). – С.161-169.

6. Томаков М.В., Курочкин В.А. Интеграция Интернет-ресурсов в процесс формирования информационной компетентности инженера: решения и проблемы // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – №7. – С.43-47.

7. Томаков М.В., Курочкин В.А., Зубков М.Э. Образовательные технологии как объект системного исследования // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2011. – №2(35). – С.162-168.

8. Томаков В.И. Модель специалиста в контексте профессиональных компетентностей и качеств личности / В.И. Томаков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – №10. – Т.2. – С.98-103.

9. Томаков В.И. Оценочные средства профессионально-личностной компетентности / В.И. Томаков // Известия Курского государственного технического университета. – 2007. – №1 (18). – С. 115-120.

10. Томаков В.И. Прогрессивные тенденции развития высшего образования и педагогические задачи технических вузов / В.И. Томаков, С.Г. Емельянов // Известия Международной академии наук высшей школы. – 2007. – №1 (39). – С. 24-35.

11. Томаков В.И. Философское обоснование методологии формирования профессионально-личностной компетентности специалиста / В.И. Томаков // Известия Курского государственного технического университета. – 2007. – №2 (19). – С. 117-121.

12. Томакова Р.А., Брежнева А.Н. Образовательные и социальные проблемы обращения к информационным ресурсам и технологиям в системе формирования компетенций // Духовная ситуация времени. Россия XXI век. – 2015. – №2(5) –С. 112-115.

13. Виноградова Г.Н. История науки и приборостроения [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 157 с. – Режим доступа : <http://window.edu.ru/resource/411/76411>

14. Парфенов П.С. История и методология информатики и вычислительной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / П.С. Парфенов – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 141 с. – Режим доступа : <http://window.edu.ru/resource/747/72747>

15. Андронов, В. Г. Методология организации научно-исследовательской и научно- педагогической деятельности [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие / ЮЗГУ. – Курск : ЮЗГУ, 2010. – 182 с.

16. Баин, А. М. Современные информационные технологии систем поддержки принятия решений [Текст]/ А.М Баин. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 240 с.