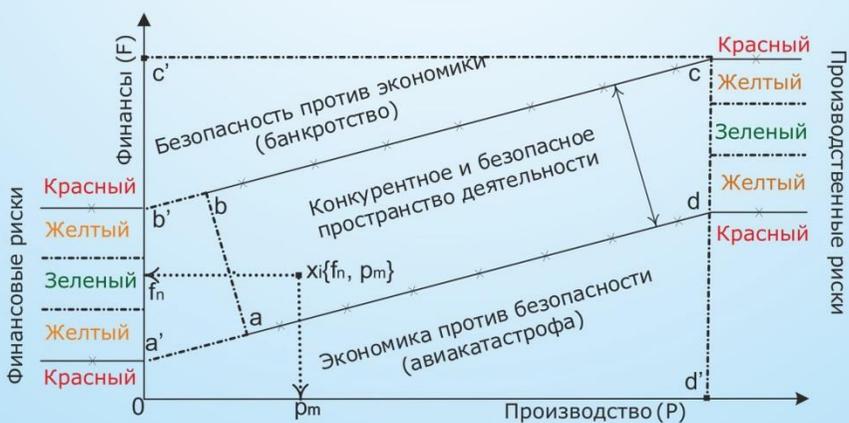


Н.И. Плотников

# РЕСУРСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ



ЗАО Исследовательский проектный центр «АвиаМенеджер»

Н.И. Плотников

# **РЕСУРСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Новосибирск 2013

УДК 005.942:334.7  
ББК 65.290  
ПЗ9

Научные рецензенты:

- Бобров Л. К. д-р техн. наук, проф. Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»
- Зубков Б.В. д-р техн. наук, проф., Московский государственный технический университет гражданской авиации МГТУ ГА
- Комаров В.Ф. д-р экон. наук, проф., Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН
- Орлов А.И. д-р экон. наук, д-р техн. наук, проф., МГТУ им. Н.Э. Баумана
- Ходашинский И.А. д-р техн. наук, проф. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники ТГУСУР

**Плотников Н.И. Ресурсы безопасности транспортных комплексов.**

Монография. – Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер», 2013. — 286 с., илл.

ISBN

Книга посвящена транспортным комплексам как сложным объектам. Методом исследования и проектирования является ресурсный подход новой дисциплины – ресурсологии. Работа адресуется представителям аэрокосмической индустрии.

УДК 005.942:334.7  
ББК 65.290

Все права защищены.

Издание является собственностью автора и не может воспроизводиться, копироваться, перепечатываться полностью или частично без специального разрешения.

ISBN

© Н.И. Плотников, 2013  
© ЗАО «Исследовательский проектный центр “АвиаМенеджер”

ВВЕДЕНИЕ .....	8
----------------	---

## Часть I. РЕСУРСНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

1. ПРЕДМЕТ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА .....	12
1.1. Проблемы описания предмета транспортной деятельности .....	12
1.1.1. Анализ предметных описаний воздушного транспорта .....	13
1.1.2. Описание предметной области .....	16
1.2. Задача установления свойств и состояний ТК .....	17
1.2.1. Проблема формализованного описания ТК .....	17
1.2.2. Обзор понятий свойств и состояний сложного объекта .....	21
1.2.3. Постановка задачи .....	24
1.3. Выводы .....	26
2. МЕТОДОЛОГИЯ НАБЛЮДЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	27
2.1. Введение в теорию наблюдения .....	27
2.1.1. Величина и шкалы .....	27
2.1.2. Измерение и оценивание .....	31
2.1.3. Содержание наблюдения деятельности .....	34
2.2. Комплекс наблюдения предметной области .....	36
2.2.1. Области определения мягких вычислений .....	38
2.2.2. Формализация задачи наблюдения .....	41
2.2.3. Нечеткие наблюдения .....	42
2.2.4. Выбор методов наблюдения .....	44
2.3. Выводы и результаты .....	46
3. МЕТОД РЕСУРСНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	50
3.1. Информационное пространство сложных объектов .....	50
3.1.1. Моделирование в области [простота, сложность] .....	50
3.1.2. Ресурсные основания в гиперболических распределениях .....	52
3.1.3. Задача установления свойств информационных ресурсов .....	54
3.1.4. Комплекс преобразования информационных ресурсов .....	54
3.1.5. Ресурсный контур решений .....	57
3.2. Псевдофизическая логика проектирования сложных объектов .....	59
3.2.1. Псевдофизическая логика отношений .....	59
3.2.2. Псевдофизическая логика отношения времени .....	60
3.2.3. Псевдофизическая логика отношения пространства .....	61
3.2.4. Псевдофизическая логика отношения каузальности .....	62
3.2.5. Классификации отношений .....	63
3.3. Основания метода ресурсного проектирования .....	64
3.3.1. Предпосылки создания метода .....	64
3.3.2. Общая постановка задачи .....	66
3.3.3. Принципы проектирования .....	68
3.3.4. Метод мягких вычислений величин .....	69
3.3.5. Модель тепловых карт: «светофор» .....	71
3.3.6. Первичные формы ресурсных моделей .....	72
3.3.7. Язык и условия ресурсного моделирования .....	74
3.3.8. Определения и процедуры ресурсного моделирования .....	76
3.3.9. Образцы проектирования транспортного комплекса .....	80
3.3.10. Контур ресурсов внешнего воздействия .....	84

3.4. Выводы ресурсной методологии .....	87
---	----

## Часть II. РЕСУРСНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

4. ТЕОРИЯ ОПАСНОСТИ .....	89
4.1. Содержание проблемы и постановка задачи .....	89
4.1.1. Словарный анализ понятия опасности .....	90
4.1.2. Лексико-грамматический анализ понятия опасности .....	91
4.1.3. Отношения опасности .....	93
4.2. Содержание предмета опасности .....	95
4.2.1. Формализация теории опасности .....	95
4.2.2. Основания предмета опасности .....	97
4.3. Выводы .....	98
5. ТЕОРИЯ РИСКА .....	100
5.1. Предметные исследования риска .....	100
5.1.1. Подходы исследований риска .....	101
5.1.2. Объем и содержание понятия риска .....	102
5.1.3. Неопределённость и риск .....	103
5.1.4. Квантификация риска через неопределённость .....	105
5.1.5. Квантификация риска через исход события .....	107
5.1.6. Проблема идентификации риска .....	109
5.1.7. Постановка задачи идентификации риска .....	111
5.1.8. Определение риска .....	114
5.1.9. Нормативный риск .....	115
5.2. Наблюдение риска .....	119
5.2.1. Мотивация оценивания риска .....	119
5.2.2. Психометрия риска .....	121
5.2.3. Метод многомерного оценивания риска .....	126
5.2.4. Логико-вероятностный метод исчисления риска .....	128
5.3. Разработка матриц мягкого оценивания рисков .....	132
5.3.1. Проблемы матриц риска .....	133
5.3.2. Определение риска в матричных оцениваниях .....	134
5.3.3. Обоснование метода мягкого оценивания .....	136
5.3.4. Параметры и области мягкого оценивания событий .....	137
5.3.5. Профиль матрицы мягкого оценивания .....	139
5.4. Обсуждение и выводы .....	142
6. НОРМАТИВНАЯ НАДЕЖНОСТЬ .....	144
6.1. Предмет надежности .....	144
6.2. Исчисление надежности .....	146
6.3. Назначение и надежность сложных объектов .....	147
6.4. Аналогия надежности техники и человека .....	148
6.5. Постановка задачи нормативного наблюдения надежности .....	151
6.6. Выводы .....	153
7. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА .....	154
7.1. Предмет безопасности транспорта и жизнедеятельности .....	154
7.1.1. Словарные и нормативные описания безопасности .....	155
7.1.2. Классифицирование безопасности .....	156
7.2. Идентификация предмета безопасности авиации .....	157
7.2.1. Проблема определений безопасности .....	158

7.2.2.	Логические отношения понятий безопасности .....	161
7.2.3.	Методологические требования определения понятий .....	163
7.2.4.	Разработка определений понятий безопасности авиации.....	165
7.2.5.	Вывод определений .....	167
7.3.	Наблюдения безопасности.....	170
7.3.1.	Государственная концепция транспортной безопасности .....	170
7.3.2.	Статистическое ранжирование опасности видов транспорта .....	172
7.3.3.	Глобальные наблюдения опасности полетов.....	176
7.3.4.	Модели и программы безопасности полетов.....	178
7.3.5.	Каузальная модель безопасности воздушного транспорта .....	186
7.3.6.	Расчеты стоимости безопасности .....	188
7.3.7.	Бизнес-модель стоимости безопасности .....	190
7.3.8.	Нормативное наблюдение безопасности .....	192
7.3.9.	Показатели наблюдения опасности полетов.....	194
7.4.	Выводы.....	195
8.	ВЫЧИСЛЕНИЯ СОСТОЯНИЙ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА .....	197
8.1.	Моделирование состояний транспортного комплекса .....	197
8.2.	Расчет натуральных показателей авиаперевозчика.....	200
8.3.	Метод мягких вычислений по натуральным показателям номинальной деятельности .....	202
8.3.1.	Содержание метода .....	203
8.3.2.	Вычисление состояний по коэффициентам натуральных показателей деятельности.....	204
8.3.3.	Вычисление состояний по группе показателей.....	209
8.4.	Выводы.....	212
9.	ИНТЕРАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯМИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА .....	214
9.1.	Бихевиоризм реагирующего управления.....	214
9.2.	Основания метода интерактивного управления .....	214
9.3.	Формальные условия интерактивного управления .....	215
9.4.	Теоретическая модель интерактивного управления .....	216
9.5.	Пространственно-временная структура деятельности .....	218
9.6.	Выводы.....	219

### Часть III. ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ

10.	МЕТОД РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСА ЗАЩИТЫ ОТ АВИАТЕРРОРИЗМА .....	221
10.1.	Предмет терроризма .....	221
10.2.	Обзор авиатерроризма .....	222
10.3.	Предметная идентификация АНВ в деятельность ГА .....	226
10.4.	Комплекс защиты от АНВ в деятельность ГА .....	229
10.4.1.	Комплекс защиты: первая свертка ресурсов .....	230
10.4.2.	Контур защиты: вторая свертка ресурсов .....	233
10.4.3.	Формализация .....	234
10.5.	Разработка стратегий защиты от АНВ .....	235
10.5.1.	Стратегические задачи защиты от АНВ .....	235
10.5.2.	Образец нормативного проектирования защиты от АНВ в ГА .....	236
10.6.	Выводы .....	237
11.	МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ И ОПАСНЫХ СБЛИЖЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....	239

11.1.	Оценка СОС в коммуникациях УВД .....	239
11.2.	Технология связи «авиадиспетчер-пилот» .....	241
11.2.1.	Структурирование операционного контура УВД.....	241
11.2.2.	Обсуждение взаимодействия в технологии связи.....	244
11.2.3.	Профессиональная надежность авиадиспетчера .....	245
11.3.	Разработка ресурсного комплекса наблюдения опасности СОС .....	248
11.3.1.	Структурирование предметной области аэронавигации.....	248
11.3.2.	Общая постановка задачи наблюдения предметной области.....	251
11.3.3.	Определение параметров качества информации .....	252
11.3.4.	Психолингвистика коммуникаций.....	253
11.4.	Выводы .....	254
12.	МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ ОПАСНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ САМОЛЕТОВ С ПТИЦАМИ.....	255
12.1.	Анализ столкновений с птицами.....	257
12.1.1.	Источники информации и исходные данные.....	257
12.1.2.	Статистика и отчеты столкновений.....	257
12.1.3.	Стоимостная оценка столкновений .....	258
12.1.4.	Меры предупреждения столкновений с птицами .....	259
12.1.5.	Содержание проблемы защиты от столкновений с птицами .....	259
12.2.	Разработка комплекса наблюдения ССП .....	260
12.2.1.	Метод проектирования комплекса наблюдения ССП.....	261
12.2.2.	Портрет самолетоопасности .....	262
12.2.3.	Экспертные оценивания ССП.....	264
12.3.	Выводы .....	265
13.	МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ ФЛОТА АВИАПЕРЕВОЗЧИКА .....	266
13.1.	Введение.....	266
13.2.	Основные условия эффективности флота.....	266
13.3.	Эксплуатационный и структурный анализ ресурсов флота.....	267
13.4.	Разработка стратегии флота.....	268
13.4.1.	Модернизация флота .....	269
13.4.2.	Стратегии .....	270
13.4.3.	Стратегические выборы .....	270
13.4.4.	Ориентиры и цели.....	271
13.5.	Расчет ресурсов флота.....	271
	Заключение.....	272
14.	РЕСУРСНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИЗЛОЖЕНИЯ НАУЧНОГО ТРУДА .....	273
	ЛИТЕРАТУРА .....	276

## ВВЕДЕНИЕ

---

*«Движение невозможно без места, пустоты и времени.... Из видов движения самым обыкновенным и в собственном смысле движением будет движение в отношении места, которое мы называем перемещением». Аристотель. Метафизика [10, сс. 44, 59]*

Цивилизация стала развиваться одновременно с передвижением народов. Причиной передвижений является мотивация людей к коммуникациям. Перемещения тем эффективнее, чем более развиты средства транспорта. Мирохозяйственное устройство формируется за счет взаимосвязей географического, геополитического, экономического, исторического и культурологического существования. Эти связи являются транснациональными и межконтинентальными атрибутами мирового развития. Одновременно они же определяют и конкурирующие национальные интересы стран, обеспечение целостности, безопасности и обороноспособности государств. Энерготехнические связи и коммуникации в решающей степени зависят от таких отраслей как энергетика, связь, транспорт. Для этих отраслей характерно взаимоподобие географической направленности или многополюсности. Сырьевые месторождения побуждают к строительству путей, сетей энергообеспечения и росту транспортных связей. Транспортные коммуникации имеют внутренние видовые взаимозависимости и взаимовлияние их жизненных циклов. Водный транспорт, пройдя исторический путь зарождения, роста и спада, уступает место железнодорожному транспорту и другим видам транспорта. С развитием автотранспорта снижается доля других видов. Появляются новые виды транспорта и «товары-заменители», например, мобильная связь. Возникают новые частные задачи типа изучения городских поездок после введения очередной тысячи номеров мобильной связи.

Глобальное взаимодействие транспортных коммуникаций формируется исторически и географически мировой сетью водных путей и рельефом суши. Все виды транспорта в мировом регламенте рассматриваются как единые в перемещении материальных и информационных объектов. Сухопутные виды транспорта: автомобильный, железнодорожный, трубопроводный – имеют разную степень открытости и взаимодействия. Новые виды коммуникаций – интернет, мобильная связь, электронная почта качественно отличаются информационным воздействием по сравнению с физическим перемещением. Их воздействия на транспортные коммуникации феноменально известны, но теоретически не изучены. Преимущества географического положения и сырьевого наследия определяются эффективностью энерготехнических связей и коммуникаций. На единицу ВВП в России затрачивается в пять-семь раз больше транспортной работы, в полтора-два раза ниже средние скорости автотранспорта и на треть меньше срок службы техники, чем в развитых странах. Вклад транспорта в ВВП у нас составляет около шести процентов, против десяти – в развитых странах. В США вклад в ВВП только автотдорожного комплекса составляет 15 процентов [120].

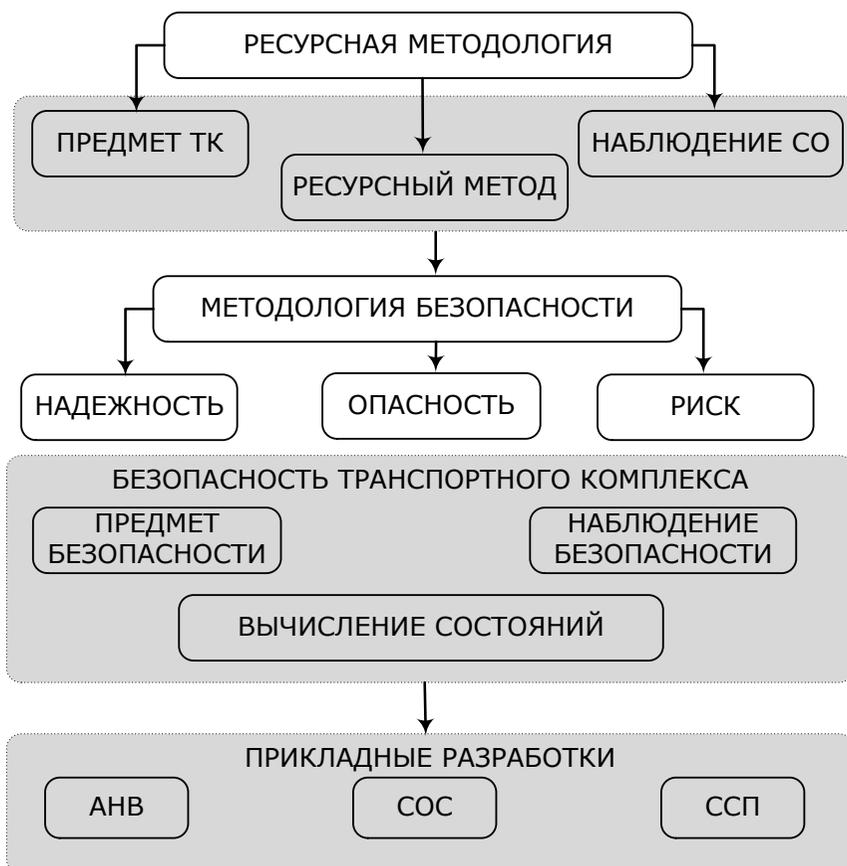
Противоречия стратегии роста индустрии составляют неопределенную основу эффективности и безопасности транспорта. Скорость, расстояние и

масса перемещаемых материальных объектов в зависимости от природы транспорта принципиально влияет на себестоимость и удельные затраты перевозок. Даже при сравнимо одинаковой средней коммерческой скорости в РФ железнодорожного транспорта (около 40 км/час) и автомобильного (около 50 км/час) себестоимость перевозок как функция перевозимой массы и расстояния кратно различается. Коммерческая скорость самолета, условно принятая в 650 км/час, на порядок превышает скорости других видов транспорта, но имеет также меньшую массовую вместимость вследствие видовой природы и ограничений. Методология расчета себестоимости перевозок и сравнительных удельных затрат разных видов транспорта оказывается чрезвычайно громоздкой. Задача становится трудноразрешимой, если ввести факторы влияния времени транспортирования и учитывать мотивации людей на поездки.

Ввиду скоростного преимущества воздушный транспорт занимает пять процентов времени, затрачиваемого на перемещения и 95% расстояния от общих дистанций, преодолеваемых людьми иным способом и другими видами транспорта. Важность воздушного транспорта можно суммировать в трех аспектах: экономических, социальных, политических. Социальные аспекты авиационной промышленности связаны с миграцией и занятостью народонаселения. Каждый 20-й житель планеты занят в отрасли, связанной с авиацией. Политические военные аспекты авиационной промышленности заключаются в том, что гражданский воздушный флот и его инфраструктура может быть использован в военных целях, государства обязывают субъектов заключать соглашения, касающиеся резервирования флота в военных ситуациях и для целей гражданской обороны.

Транспортный комплекс (ТК) в настоящей работе рассматривается как сложный объект искусственного происхождения предметной области транспорта, обладающий свойствами назначения, которые наблюдаются в состояниях надежности, эффективности, устойчивости, безопасности, риска, регулярности. Особенностью компонент ТК является то, что они создаются и работают на разных физических и нефизических принципах и описываются средствами и методами разных областей знаний. Подобные задачи называют слабо структурированными задачами организованной сложности, где большое число переменных сочетается со сложной организованной структурой объектов. Современные количественные методы ограничивают возможности формализованного описания данных задач. Задачи требуют совместного использования количественных и качественных данных и информации о свойствах объектов, формальных и неформальных методов. Нефизическая природа составляющих не позволяет использовать методы классической математики. Здесь возможно использование методов нечеткой логики и оценивания свойств объектов как ресурсов. Под нечетким наблюдением понимается отображение оцениваемых величин любого объекта исследуемого предмета, а именно - отображение из заданной области определения в значениях единиц избранной неметрической шкалы. Степень нечеткости зависит от того, насколько обобщающим является тот или иной параметр деятельности. Безопасность, надежность, регулярность, эффективность – параметры качества деятельности. Они могут наблюдаться (измеряться, оцениваться) в непрямых, нечетких, косвенных показателях, в сочетаниях и отношениях показателей, называемых коэф-

фициентами. Даже о физическом процессе, полете воздушного судна, невозможно судить о безопасности только по одному показателю, например, значению скорости. Без данных этапа полета, значений вертикальной скорости, высоты полета и других показателей неизвестно опасная ли это ситуация. Другой пример: доходность, размер прибыли предприятия, отдельно взятые, не могут давать информацию в каком состоянии предприятие находится: в благополучном, безопасном или в кризисном, опасном.



Цель настоящей работы состоит в исследовании и разработке ресурсной теории и методов проектирования транспортных комплексов на примере воздушного транспорта (ВТ) в структуре объектов назначения по параметрам эффективности, безопасности, риска и надежности. Основной задачей является разработка теории проектирования сложных объектов и методов их количественного описания на примере ТК ВТ. Используется многолетний опыт реорганизации транспортного производства и эксплуатации объектов воздушного транспорта на основе вмешательства внешнего субъекта изменений, а также опыт и методология профессионального образования и подготовки экспертов реорганизации производства, управляющих, пилотов и экипажей. Используются обзорно-аналитические и прогностические методы, экспертные оценки и эксперименты, эмпирическое и эвристическое моделирование, теоретико-множественное моделирование, методы нечетких множеств и мягкие вычисления. Информационной базой служат отечественные и зарубежные фундаментальные труды по теории транспор-

та, воздушному транспорту и смежным дисциплинам, периодические издания НТИ, открытые отчеты практических программ ведущих международных аэрокосмических корпораций, отчеты собственных выполненных проектов.

Настоящая работа является продолжением исследований, изложенных в книгах «Ресурсы воздушного транспорта», 2003; «Проектирование транспортных комплексов. Воздушный транспорт», 2010. Эта книга состоит из трех частей: теоретической, методологической и прикладной. Содержание книги выстраивается в показанной схеме. В первых разделах устанавливается предмет. В следующих разделах определяется способ наблюдения или различения изменений свойств объекта в состояниях эффективности, опасности, безопасности, надежности, риска. В заключение первой части излагаются основания ресурсной методологии исследований и проектирования сложных объектов на примере транспортного комплекса.

Вторая часть книги содержит разработки предметного описания состояний: теория опасности, теории риска, нормативной надежности и безопасности транспортного комплекса. В отдельных разделах представлены методы вычисления состояний транспортного комплекса. Третья часть книги представляет собой содержание прикладных разработок, где используются теоретические выводы первой части содержания. Практически все разработки имеют также самостоятельные теоретические выводы и являются, с точки зрения автора, заготовками технических заданий для выполнения многих междисциплинарных исследований и народнохозяйственного внедрения. В прикладных разработках объектами являются авиакомпания, аэропорт, административное ведомство воздушного транспорта, экипаж, пилот. Аналогичное содержание имеют большинство видов транспорта.

Данная книга является продолжением многих ранее изданных работ с переработанным содержанием и имеет новые разделы. Книга адресуется представителям аэрокосмической индустрии, воздушного транспорта, других видов транспорта, государственным служащим, общественным авиационным организациям и как пособие для авиационных учебных заведений.

# РЕСУРСНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

## 1. ПРЕДМЕТ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

*«Обладанием или свойством hexis называется проявление некоторой деятельности того, что обладает, и того, чем оно обладает; такое расположение по отношению к другому, например здоровье есть некоторое свойство. Преходящим свойством или состоянием pathos называется свойство, по отношению которого возможны изменения; разного рода проявления этих свойств и применения их». Аристотель. Метафизика. [10, с. 244].*

### 1.1. Проблемы описания предмета транспортной деятельности

*«Чего имеется больше, такой и кажется природа предмета».*  
Аристотель [10, с. 19]

Существуют проблемы понятийного описания и составления содержания предметной области транспортных коммуникаций и смежных отраслей. В исследованиях транспорта введены понятия «узел», «пучок», «коридор» и их производные с нечеткими формулировками. Так под «транспортным коридором» понимают совокупность разнородных коммуникаций определенного направления и обеспеченного непрерывностью потоков за счет бесперегрузочных технологий. «Транспортно-энергетический коридор» (ТрЭК) определяют сочетанием транспорта и энергетической инфраструктурой. «Политранспортным коридором» считается межвидовое сочетание транспортных сообщений, иначе называемое при большом количестве перегрузочных узлов горизонтальной формой. Преобладание одного вида доставки от отправителя до получателя называют монотранспортной или вертикальной формой транспортирования. Эти и другие подобные понятия, такие как «транспортный узел», «транспортно-коммуникационный коридор» (ТКК) с нечетким и даже взаимоисключающим описанием не могут быть основанием для приемлемой теории транспорта и технологических разработок [120, 121].

Исследование, прогноз и проектирование взаимных влияний энерготехнических коммуникаций составляет задачи фундаментальной сложно-

сти. Предварительная формулировка отдельных задач может быть изложена следующим образом.

1. Исследование и разработки терминологии, формирование и стандартизация унифицированной понятийной базы глобальных энерготехнических коммуникаций.
2. Исследование глобальных мирохозяйственных коммуникаций, обоснование причин и законов их формообразований, пространственной и временной направленности.
3. Исследование и структурирование характеристик межвидового взаимодействия мирохозяйственных коммуникаций: энергетических, транспортных, информационных.
4. Прогнозирование форм и структур глобальных транспортных сетей, узлов, коридоров и их связи с формообразованиями других отраслей.
5. Моделирование энерготехнических связей и коммуникаций, связанных с преимуществами национального географического положения.
6. Разработка методологии дифференцированной видовой транспортной эффективности в зависимости от природы транспорта, расстояния, скорости, времени и перемещаемой массы.

Для адекватного и достоверного наблюдения транспортной деятельности необходимо определить объект деятельности и категории наблюдения. Объект деятельности транспорта состоит из внутренних и внешних свойств - величин задуманной и реализованной идеи перемещения: транспортного средства (ТС) и сферы применения. Внутренние ресурсы ТС включают характеристики: массы и объема носителя провозной емкости; массы и объема провозной емкости; скорости перемещения. Внешние характеристики определяются средой использования или сферой применения (эксплуатация): наземной, подземной, водной, подводной, воздушной, безвоздушной. Сочетание внутренних и внешних свойств ресурсов транспорта выражается в характеристиках качества: эффективность, надежность, безопасность. Указанные и другие составляющие качества определяются соответствующими параметрами.

#### **1.1.1. Анализ предметных описаний воздушного транспорта**

Проблема предметных<sup>1</sup> понятий воздушного транспорта состоит в том что при использовании наименований «воздушный транспорт», «граждан-

---

<sup>1</sup> По С.Л. Франку, «Предметная область – это то, что узнается или предстоит узнать. Понять значит узнать, то есть в новом распознать знакомое, старое. Всякое предметное знание выражается в форме суждения. Суждение есть акт мысли, в котором мысль, направленная на что-то, устанавливает в его составе что-либо определенное. Это «что-то» есть предмет познания, а что находим и высказываем - содержание знания. Предметный мир – предстоящее познавательному взору единство уловимых и фиксируемых содержаний и надобностей». Далее читаем. «Определенный предмет, ранее частично познанный, фиксируется двучленным синтетическим суждением «А есть Б», которое связывает А и Б, не отождествляя их: «где есть А, там есть Б». Всякое предметное знание предполагает направленность познавательного взора на «неизвестное», на некое X, в котором отыскивается и открывается

ская авиация», «авиационная транспортная система», «транспортный комплекс» данные наименования не имеют соответствующих взаимосвязанных определений, приемлемых для нормативного описания предметной области деятельности. Демонстрацией проблемы является история структурных изменений и переименований авиационного ведомства государственного администрирования в СССР и РФ: ..., ГВФ, МГА, ДВТ, ГСГА, ФАВТ. Показательно, что в этих наименованиях конкурируют два понятия: «воздушный транспорт» и «гражданская авиация». Следствием данной проблемы является невозможность описания и согласованного понимания содержания и структуры различных областей авиации по признакам «гражданская», «деловая», «коммерческая», «общего назначения», «магистральная», «региональная» и множество других. Задачей является разработка обоснованного описания предметной области *воздушного транспорта*. Для исследования предметной области используются данные: экономический обзор, нормативный документ и исследовательский труд, в которых рассматриваются наименования элементов предметной области.

Воздушный кодекс РФ [18]: Статья 21. *Гражданская авиация*. 1. Авиация, используемая в целях обеспечения потребностей граждан и экономики, относится к гражданской авиации. 2. Гражданская авиация, используемая для предоставления услуг и выполнения авиационных работ, относится к коммерческой гражданской авиации. 3. Гражданская авиация, не используемая для осуществления коммерческих воздушных перевозок и выполнения авиационных работ, относится к авиации общего назначения. Таким образом, ст. 21 предлагает понятия: «гражданская авиация» (ГА) как обеспечения потребностей граждан и экономики; «коммерческой гражданской авиация» как услуг и авиационных работ; «авиация общего назначения» (АОН) - некоммерческие воздушные перевозки и авиационные работы. Совершенно понятно, что потребности граждан и, тем более экономики, удовлетворяются на коммерческой основе. Услуги и авиационные работы выполняются для граждан и экономики. АОН является возмездной, более дорогой, чем ГА. В международных нормативных документах понятие *гражданская авиация civil aviation* включает в себя две категории: регулярные пассажирские и грузовые перевозки воздушного транспорта; авиация общего назначения. *Военная авиация* понимается как использование летательных аппаратов для ведения войны и для военных воздушных перевозок (транспорт). АОН относится ко всем полетам, кроме военных и регулярных пассажирских и грузовых авиаперевозок, как частных, так и коммерческих.

В прогнозе мирового аэрокосмического рынка 1988-2010 гг. (кроме стран Варшавского договора, Китая, СОВИ и баллистических ракет) представлены наименования компонент и размеры инвестиций, млрд. USD [181]. Для решения задачи необходимо вывести совокупность терминов в указанных понятиях, табл. 1.

---

содержание А. это А «принадлежит» неизвестному предмету в его составе на его фоне. Предметное знание «х есть А» означает, что в составе х можно найти некое А и это А принадлежит именно к составу х. Это называют функцией принадлежности Ах. Смысл предметного знания заключается в вопросе «что есть х?» - неизвестное, абсолютно беспорное (нем., fraglos) нечто» [130, С. 187-202].

Таблица 1

Аэрокосмический мировой рынок 1988-2010, млрд. USD

Гражданская	общего назначения	55
	деловая	45
	региональная	50
	узкофюзеляжные	105
	широкофюзеляжные	270
	магистральные	170
Военная	транспортная	120
	тренировочная	40
	вертолеты	135
	боевые	470
Ракеты	воздушные	180
	наземные	180
	морские	70
Космос	коммерческий	80
	военный	110
ИТОГО:		2080

Данный образец представляет следующую совокупность признаков понятий: по принципу технического перемещения (самолет, вертолет, ракета); по пространственному признаку (региональный, магистральный); по политическому признаку (гражданский, военный).

В работе [181] представлены следующие понятийные описания. Воздушный транспорт (ВТ) air transportation (АТ) описывается как «деятельность авиаперевозчиков по удовлетворению общественных потребностей в авиаперевозках». Авиаперевозчик air carrier - субъект, который предпринимает, прямо или косвенно, с помощью аренды или другим путем, найм в воздушной перевозке. Воздушное судно (ВС) aircraft - приспособление известное или изобретенное позже, которое используется и спроектировано для навигации или полета в воздухе. Гражданское ВС civil aircraft - предназначенное для общественного использования. Воздушная коммерция air commerce - деятельность, связанная с транспортировкой на воздушных судах пассажиров, груза и почты, а также весь связанный с этим комплекс обслуживания.

Авиация общего назначения (АОН) general aviation: *Деловая авиация Business aviation, 28%* - самая большая категория АОН. Около 40000 компаний владеют ВС и используют их для целей своего бизнеса. *Личный транспорт personal transportation, 23%*. Это категория использования по аналогии личного автомобиля и частично для личной тренировки летных навыков. *Воздушная аренда такси и комьютеры air taxi, rental and commuter, 20%*. Эта категория обслуживает местные воздушные линии (МВЛ), индивидуалов аналогично автотакси в виде аренды и для пассажирских перевозок на местных авиалиниях. *Авиация специального применения special purpose, 5%*. Это наиболее разнообразная категория, используемая для экологических целей лесная и рыбная охрана, охраны животного мира, подкормки животных, патрулирование автодорог и многое другое. *Спорт sport, 5%*. Категория используется для спорта, отдыха и

развлечений. Инструкторские полеты включают первоначальную профессиональную подготовку летного персонала. Налет часов АОН в четыре раза больше, чем в коммерческой авиации, но АОН потребляет всего шесть процентов топлива авиации. Флот авиации общего назначения составляет 87% всех воздушных судов. Это сотни тысяч судов - 217000 (1990), 700 тысяч пилотов, 5000 аэропортов и посадочных площадок.

### 1.1.2. Описание предметной области

Обыкновенная поездка на автомобиле соединяет в отношения совокупность трех элементов: водителя, машину и дорогу (человек-машина-среда). Несмотря на очевидную простоту, формальное описание данного транспортно-коммуникационного комплекса представляет собой задачу фундаментальной сложности. В теории проектирования и управления сложноструктурных технологических объектов задача описания объекта признается более трудной, чем разработка процедуры управления объектом. Содержание описания определяет будущую эффективность процедуры управления. Здесь мы устанавливаем объекты транспортного комплекса, его части, состав и свойства. Сложность и неопределенность методологии исследования и проектирования ТК исходит из условий избранной деятельности: неестественная среда деятельности; природа коммуникаций и скоростное преимущество; столкновения воздушных судов с птицами; необходимость особого состояния ресурсов человека; исключительная важность метеоусловий; привлекательность для незаконного вмешательства. Следствием является понятийная неопределенность описания деятельности: в законодательстве отсутствуют определения авиации, воздушного транспорта, авиационного транспорта, государственного регулирования.



Рис. 1. Структура и состав аэрокосмической промышленности

Для решения задачи составляем перечень признаков наименований: авиационный, гражданский, военный, воздушный, космический, индивидуальный, общественный, частный, коммерческий, регулярный, экономичный. Экспертным путем определяем общие и особенные признаки. Общее описание предмета *воздушный транспорт* может быть основано словосочетанием: *реализация потребности транспортирования в воздушном пространстве*. Составляем группы признаков потребности в функциях назначения деятельности. Например, функция создания транспортного средства имеет назначение авиастроения и составляет общественную потребность. Определяя функции назначения и признаки, составим описание предмета

воздушного транспорта и транспортных комплексов в структуре аэрокосмической индустрии, рис. 1.

Определение воздушного транспорта как «деятельности авиаперевозчиков по удовлетворению общественных потребностей в авиаперевозках» [181] основано на понятии удовлетворения *общественных* потребностей. Описание может рассматриваться шире, поскольку АОН и военно-транспортная авиация (ВТА) также осуществляют воздушные перевозки. Воздушный транспорт является компонентом аэрокосмической промышленности, часть которой идентифицируют как транспортный комплекс. В аэрокосмическую промышленность входит авиастроение, авиация общего назначения и военные аэрокосмические комплексы. Общим признаком воздушного транспорта и космоса является перемещение в околоземном воздушном пространстве. Индустриальная и коммерческая связь составляющих аэрокосмической промышленности весьма значительная. Мировой рынок аэрокосмической промышленности составляет объемы, исчисляемый триллионами долларов. Авиастроение тесно связывает свою деятельность с другими структурами и является поставщиком не только воздушных судов и летательных аппаратов, но и новых технологий коммерческой деятельности. Каждый участник аэрокосмической промышленности имеет назначение. Характеристики воздушного транспорта можно выразить в наукоемких, экономических, социальных и политических аспектах.

Авиаперевозчик *air carrier* - субъект, который предпринимает прямо или косвенно, с помощью аренды или другим путем, найм в воздушной перевозке. Авиационная коммерческая деятельность *air commerce* - деятельность, связанная с транспортировкой на воздушных судах пассажиров, груза и почты, а также весь связанный с этим комплекс обслуживания. Описание предметной области и объектов назначения любой целесообразной деятельности является главным основанием последующего построения деятельности в промышленной, социальной, экономической, законодательной, политической сферах.

Итак, предмет «воздушный транспорт» содержит наименование способа или вида перемещения, а предмет «гражданская авиация» называет реализацию потребности (общую или индивидуальную) транспортирования. Потребность перемещения является более общим, первичным понятием по сравнению с понятием вида транспорта. То есть, потребность может быть родовым понятием по отношению к виду перемещения. Поэтому наименование *гражданская авиация* для государственных ведомств и институтов является предпочтительным, поскольку обобщает индивидуальные и общественные потребности в воздушных перевозках. Следовательно, вышеупомянутые наименования ведомств МГА, ГС ГА, а также образовательных заведений с сочетанием «гражданская авиация» имеют большие основания.

## **1.2. Задача установления свойств и состояний ТК**

### **1.2.1. Проблема формализованного описания ТК**

Предметная область эвристически структурируется на приемлемое количество объектов для формализованного описания. Формальный подход описания основан на понятиях свойств объектов, называемых величинами. Величиной называют переменные свойства объекта, которые можно

наблюдать в процедуре измерения или оценивания в шкалах сильнее номинальной. Взаимосвязанное описание сложного объекта может содержать эмпирические схемы, символьные, математические алгоритмы и компьютерные модели, приемлемые для практической реализации. Основным ресурс назначения или свойство летательного аппарата (ЛА) есть способность или требование перемещаться в трехмерном воздушном или безвоздушном пространстве<sup>2</sup>. Данное перемещение называется полетом. Ресурс полета структурируется в вещественном (энергетическом, физическом, материальном) плане, а также в невещественном искусственном мыслительном плане. Проявления изменений свойств называются состояниями эффективности, безопасности, надежности. При составлении любых совокупностей ресурсов для оценивания свойств объектов используются линейные аддитивные формы свертки (агрегирования). Свойства объектов оцениваются экспертным путем приписыванием числовых значений *величинам свойств и их весовых коэффициентов*.

Формализованные описания сложных объектов, свойства которых описываются значительным числом переменных, количественными методами аналитическими и статистическими методами затруднено. Практикуемые математические формализации сложных объектов являются примерами эмпирических моделей, которые обладают приемлемой полнотой и низкой точностью информации. Например, транспортный комплекс  $Q_{ТК}$  может быть представлен кортежем:

$$Q_{ТК} = \Sigma: \{r^+, r, x, M, N, P, V\} \quad \{1\}$$

где  $r^+ \in R^+$  и  $r \in R$  - соответственно, наборы и допустимые совокупности используемых и создаваемых ресурсов объекта;  $x \in X$  - параметры состояний из допустимой совокупности ресурсов;  $M$  - набор постоянных параметров объекта;  $N$  - правило (оператор), по которому определяются переменные характеристики объекта;  $P$  - физический параметр процесса:  $P = (t, s)$  - время и пространственные характеристики локализации, координат и их допустимая совокупность;  $y = (r, M, t, X)$  - правило определения выходного ресурса объекта. Дальнейшая формализация не позволяет целостно представить ТК и станет необходимостью дискретного описания. Покажем справедливость данного вывода на примерах описания ТК с использованием известных моделей.

ЧМС: триада «человек-машина-среда». В системном представлении сложное «целое» наиболее часто называют авиационной транспортной системой (АТС) и ее компоненты «человек-машина-среда» (ЧМС). Подсистемой производства определяют «экипаж-ВС» или «пилот-ВС», что называют предметом летной эксплуатации и описывают в процессном содержании в физической среде воздушного пространства. Человеческая компонента, присутствующая в разных процессах эксплуатации транспорта, изучается с помощью наук о человеке и гуманитарных дисциплин. Машины как материальные субстраты создаются техническими дисциплинами. Средой узко считают природное окружение, которое изучается естественными науками. В настоящее время среда понимается значительно шире: природная, экологическая, политическая, экономическая, технологическая,

---

<sup>2</sup> Субмарина перемещается в трехмерном пространстве в водной среде.

социальная, правовая. В данном содержании среда изучается также гуманитарными дисциплинами и науками о человеке. Качественные параметры – безопасность, надежность, эффективность исследуются с помощью количественных и других дисциплин, рис.2.

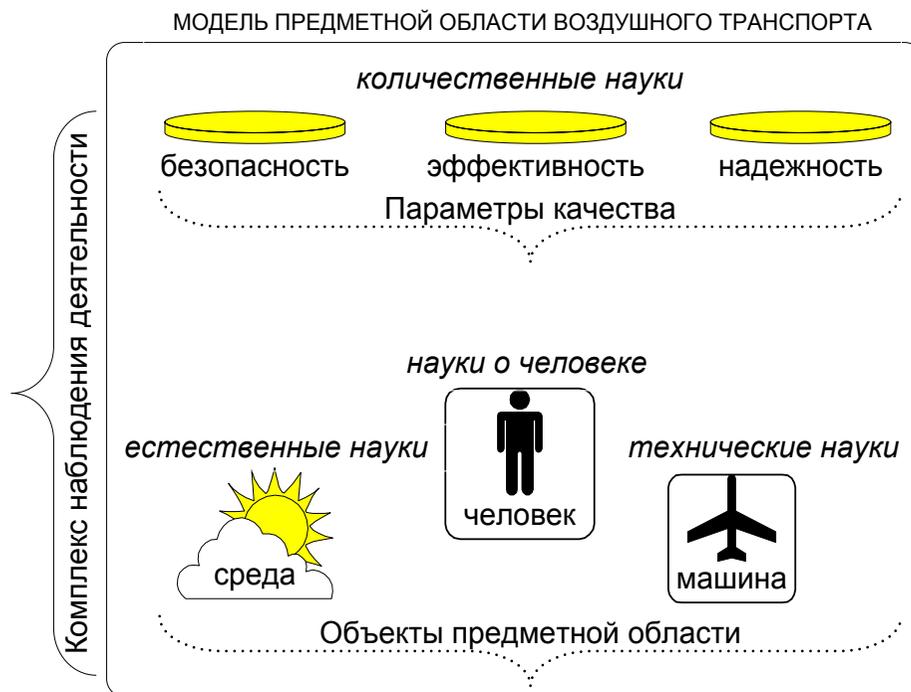


Рис.2. Системологическая модель предмета воздушного транспорта

Границы элементов триады ЧМС и используемых наук представляются нечеткими, что создает фундаментальные сложности и приводит к непродуктивности данной модели. Нечеткое различение эксплуатации воздушного транспорта с летной эксплуатацией ведет к тому, что летная эксплуатация описывается как процесс, а другие функции деятельности представляются в системном виде. Пример: разработка наставлений и руководств ГА. Следствием применения модели ЧМС является неразрешимое противоречие в необходимости дискретного и одновременно целостностного ее рассмотрения. Другим следствием является содержание научных специализаций: дисциплина «эксплуатация воздушного транспорта» по-прежнему концентрируется в основном на описаниях технических задач в физической среде деятельности.

Модель SHEL (SHELL). Представим пример формализации транспортного комплекса в известной модели, Э. Эдвардс–Ф. Хоукинс, 1972. Введем основные понятия для описания деятельности [A] транспортного комплекса: процесса – полета [V], условий среды деятельности [E], экипажа [L] и технической компоненты [T]. Далее объекты деятельности описываются свойствами, измеряемыми и оцениваемыми в ресурсных состояниях, параметрах, показателях и признаках. Задача дальнейшего описания заключается в поиске приемлемого механизма формализации, например,

матричного представления. Свойство (величина) компоненты полета ТК может быть представлена матрицей:

$$V_i: [v\chi\xi ij] \{2\}$$

где  $v$  - индекс компоненты,  $\chi$  - индекс состояния,  $\xi$  - индекс параметра,  $i$  - индекс показателя,  $j$  - индекс признака. Аналогично составляются матрицы других трех компонент деятельности. Тогда описание деятельности  $A_i$  транспортного комплекса будет представлено:

$$A_i: [V_i; E_i; L_i; T_i] \{3\}$$

иначе

$$A_i: [v\chi\xi ij]; [e\chi\xi ij]; [l\chi\xi ij]; [t\chi\xi ij] \{4\}$$

или

$$A_i: [a\chi\xi ij] \{5\}$$

Условие решения задачи может быть записано следующим образом:

$$[a\chi\xi ij]_p: \{f_m^F[a\chi\xi ij]\} \rightarrow [a\chi\xi ij]_e \{6\}$$

где  $[a\chi\xi ij]_p$  - проектируемая характеристика ресурсов ТК;  $[a\chi\xi ij]_e$  - реализованный ТК, адекватность которого подтверждена эксплуатацией и практикой;  $f_m^F$  - приемлемый механизм или математический аппарат наблюдения. При необходимости и целесообразности четыре базовых компоненты ТК могут структурироваться:

$$V_{fc}: \underbrace{[v_1\chi\xi ij]}_{captain}; \underbrace{\{[v_2\chi\xi ij]\}}_{copilot}; \underbrace{[v_i\chi\xi ij]}_{i-pilot} \{7\}$$

где  $V_{fc}$  - экипаж полета flight crew и описания свойств или величин деятельности  $\underbrace{[v_1\chi\xi ij]}_{captain}; \underbrace{\{[v_2\chi\xi ij]\}}_{copilot}; \underbrace{[v_i\chi\xi ij]}_{i-pilot}$  капитана и членов экипажа.

ЧМС в теории поля. Представим формализацию ТК с использованием теории поля [58]. Поведение человека behavior (B) в теории поля рассматривается как функция (F) переменных человека (P) и среды (E):

$$B = F(P, E) \{8\}$$

Состояние человека и среды в этой формуле не являются взаимно независимыми, а находятся в сложной взаимосвязи. Тогда эта взаимосвязь может быть выражена формулой:

$$I(P, E) = 0, \{9\}$$

Эту совокупность сосуществующих взаимозависимых факторов и факторов называют полем. Здесь мы явно не выражаем одно через другое, т.к. это более общая формула. Совокупность (P, E) иначе называется жизненным пространством life space (LSp) и формула {8} принимает вид:

$$B = F(P, E) = F(LSp), \{10\}$$

Сама структура жизненного пространства может быть очень сложна, т.е. в свою очередь она может быть функцией от некоторых более простых элементов. Экономика (эффективность) economics (efficiency) ( $\bar{E}$ ) и безопасность safety (S) управляются одними и теми же средствами и ресурса-

ми, являются эквивалентными и функцией триады «person-machine-environment” (PME).

$$\bar{E}.controller = S.controller = F(P,M,E) \quad \{11\}$$

Такая запись через точку и равенство обозначает, что элемент управления (.controller) в обоих ресурсах одинаков. В эргатических комплексах процессы полета можно описать как сложные функции взаимосвязей операционных контуров разного уровня и порядка.

$$\bar{E}.controller = S.controller = F\{(P_1, M_1, E_1)P_2, M_2, E_2\}, P_m, M_m, E_{2m}\} \quad \{12\}$$

где сложность функции F увеличивается с увеличением числа контуров. В данной формуле ресурсы (P1, M1,) первого контура относятся к реальной ситуации и процессу полёта в настоящем времени. Ресурсы (P2, M2, E2) второго, последующих контуров и n-го контура, разнесенные по этапам полёта во времени. Ресурсы ситуации case C<sub>i</sub> есть набор (P<sub>i</sub>, M<sub>i</sub>, E<sub>i</sub>) процесса полёта. Стохастическое изменение соотношений (величины связи) может оказаться сколь угодно. Мы имеем дело с функциями многих переменных, которые меняют не только свое значение, но и место во времени. Взаимозависимость параметров, входящих в функцию F можно выразить:

$$C_i\{(P_1, M_1, E_1), \dots, (P_2, M_2, E_2), \dots, (P_i, M_i, E_i), \dots, (P_n, M_n, E_n)\} = 0 \quad \{13\}$$

В процессе полёта связь компонент (P, M, E) в каждом отдельном контуре меняется: в ситуациях C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, ..., C<sub>i</sub>, ..., C<sub>n</sub> в произвольном порядке; ситуация C<sub>1</sub> имеет не смежный характер M1 - M2, а переходный типа E2 - P2. Число связей в теории поля демонстрирует уровень сложности описания транспортного комплекса и вместе с тем предоставляет возможность общей постановки задачи.

Таким образом, комплексу воздушного транспорта предписываются операции, оптимизирующие эффективное и безопасное выполнение полета. Летный экипаж концентрирует внимание на выполнении операций отдельно и связано по каждой компоненте. Это ближайший операционный контур первого рода, каждый из элементов которого имеет конфигурации следующего порядка и одновременно изменяющиеся в процессе полёта. Контур следующего порядка может включать связь с диспетчером и технические средства связи. В этом случае компонент «машина» является объектом большим, чем просто летательный аппарат. Поскольку элементы разных контуров находятся в сложной взаимосвязи, то число возможных нестандартных ситуаций многократно превышает количество, предписанных руководствами.

### 1.2.2. Обзор понятий свойств и состояний сложного объекта

Транспортный комплекс как сложный объект обладает проектируемыми свойствами, которые мы называем *ресурсами назначения* объекта производственной деятельности O<sub>ТК</sub>. Суть свойства назначения объекта можно понять в отличие перемещения на плоскости (X, Z) наземного транспорта и в трехмерном пространстве (X, Y, Z) летательного аппарата (ЛА). Соответствие назначению устанавливают путем наблюдения изменений и взаимосвязи свойств в *состояниях* называемых надежностью, эффективностью, безопасностью и т. п. В настоящей работе исследуются понятия свойств и состояний транспортных комплексов, устанавливаются меры взаимосвязи,

иерархии понятий в практическом использовании в стандартах деятельности.

Содержание проблемы. Исследуемые в настоящей работе понятия коррелируют и нечетко соотносятся между собой, что крайне затрудняет их формализацию и практическое применение в стандартах. Понятия имеют весьма различный возраст теорий и применения, которые создавались в разное время, относительно независимо и продвинуты в разной степени. Категория качества разрабатывалась в древности Аристотелем, позже в трудах Г. Гегеля в 1812-16 гг. Категория надежности техники интенсивно формируется только с середины XX-го века. Современные стандарты качества не раскрывают взаимосвязи включенных в них параметров, а также рассматривает не все параметры, которые могли бы быть в составе категории качества. Например, надежность, безопасность, риск изучаются как самостоятельные понятия, описываются в отдельных стандартах, несогласованных между собой. Категория безопасности имеет смысловое отношение к человеку и жизнедеятельности. Надежность также применяют относительно человека, нередко отождествляют с безопасностью. Безопасность рассматривают как часть теории надежности.

Качество. Современная теория квалиметрии (*qualitas*, лат. свойство; *quails*, лат. какой; *метрео*, греч. мерить) имеет множество определений категории качества<sup>3</sup>, из них: «совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворить определенные потребности в соответствии с назначением» [24]; «Совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением», ISO 9001. В стандартах квалиметрии не раскрываются взаимосвязи параметров качества: эргономические, эстетические, технологические, экологические, экономические, патентно-правовые, а также транспортабельности, стандартизации и унификации [71]. Качество разрабатывается в понятиях бездефектности, безошибочности, правильности, точности. Данные понятия раскрывают также понятие надежности [29]. Отклонения от нормативного качества  $Q_n$  идентифицируются как проектная погрешность:

$$\gamma = Q_n \pm \Delta Q \quad \{14\}$$

Совокупность многочисленных частных показателей представляется:

$$E_{TK} = \sum_{i=1}^n \alpha_i E_i \quad \{15\}$$

где  $\alpha_i$  и  $E_i$  - весовые и нормативные коэффициенты частных показателей качества. Стоимостные ресурсные составляющие транспортного комплекса представляются как сумма затрат:

$$C_{TK} = C_T + \alpha_n(C_q + C_3) \quad \{16\}$$

---

<sup>3</sup> Качество по Аристотелю, «видовое отличие, признак, который отличает данную сущность в ее видовом содержании от другой сущности, принадлежащей к тому же роду». То есть, качеством мы называем видовое отличие сущности. Качество есть преобразование формы в иную форму с другим наименованием.

где  $C_T$  - затраты создания техники;  $C_ч$  - стоимость подготовки человеческих профессиональных ресурсов;  $C_э$  - затраты эксплуатации;  $\alpha_n$  - нормативный коэффициент проектирования качества комплекса.

В контексте содержания настоящей работы понимание качества сложного – транспортного комплекса связывается с категорией назначения объекта, которое рассматривается в состояниях (проявлениях) изменений свойств.

Эффективность. Категория эффективности исследуется в классических трудах по экономике: А. Смит (1776), Д. Риккардо (1817), позже в трудах по менеджменту: Г. Таун (1886), Г. Эмерсон (1900), Ф. Тейлор (1911), Н.Ф. Чарновский (1914). Категория понимается как результативность, успех, полезность, ценность, выгодность, оптимальность и как их соотношения. В экономике эффективность рассматривается в области определения [результат, затраты], в праксиологии [цель, результат], в маркетинге [цель, потребность], в прагматизме [результат, выгодность], в утилитаризме [результат, полезность], в аксиологии [результат, ценность], [результат, смысл]. Наиболее близким понятием эффективности является понятие результативности в теории стратегического маркетинга: соотношение продукции «что производить» и способа «как удовлетворить потребность». Этот вариант содержания принят в [29]: *эффективность* применения effectiveness – способность удовлетворять требованиям к услуге с заданными количественными характеристиками.

Значительно шире понятия эффективности реализуется в теории стратегического управления в формировании миссии [8]. Стратегия (дальновидение) будущих состояний объекта рассматривается в длительном периоде времени как переход из настоящего состояния (НС) в желаемое состояние (ЖС). Миссия-эффективность формулируется как совокупность установок в многомерных планах длительного существования организации. Планы включают социодемографические, технологические, экономические и политические воздействия дальнейшей внешней среды компании (макросреды) или СТЭП-стратегия [85, сс. 411-412]. Столь обширная интерпретация не способствует определению понятия и термина эффективности. Поэтому до настоящего времени не существует общепринятого описания и технологии исчисления эффективности. Вследствие этого меру соотношения цели и результата нередко рассматривают как устойчивость или даже как надежность деятельности.

Надежность. Раскрытие содержания понятия надежности ТК составляет теоретическую задачу нормативного описания параметров надежности, различного от понятий качества, безопасности и риска. Данная задача выполняется в соответствующих разделах настоящей работы.

Таким образом, обзор исследований понятий свойств и состояний<sup>4</sup> сложного объекта обобщает проблему следующим образом. 1) взаимосвязь и отношения понятий качества, надежности, эффективности, безопасности и других подобных понятий может считаться сложной и неустановленной;

---

<sup>4</sup> В НПП ГА-85 безопасность полетов (БП) называлась «комплексной характеристикой воздушного транспорта и авиационных работ», в [107] БП называется «состоянием».

2) указанные понятия в нормативных описаниях называются то свойствами объектов, то их состояниями; 3) теоретическая несогласованность понятий влечет сложность формализации для исчисления свойств и состояний сложных объектов.

### 1.2.3. Постановка задачи

Транспортный комплекс в настоящей работе определяется как сложный объект искусственного происхождения, структурированный в совокупности объектов предметной области транспорта с установленными свойствами назначения, которые наблюдаются в процессах изменений свойств или в состояниях качества: надежности, эффективности, устойчивости, безопасности, риска, регулярности – понятий, применяемых в отношении человеко-машинных объектов деятельности. В проектировании объекта  $O_{TK}$  состояния могут составлять следующее логико-трансформационное правило (ЛТП) [91]:

$$O_{TK} : \{TK\} S_i \xrightarrow{U_k(n)} S_j \quad \{17\}$$

где  $S_i$  есть описание настоящего состояния объекта до перемещения,  $i$  – отличительный признак (номер) ситуации,  $S_j$  – описание измененного состояния объекта после перемещения по назначению,  $j$  – отличительный признак новой ситуации,  $U_k$  – метод наблюдения объекта,  $k$  – отличительный признак наблюдения качества,  $n$  – число различных признаков. Метод наблюдения  $U_k$  может рассматриваться в области определения [четкие меры (M), нечеткие меры ( $\bar{M}$ )], соответственно для измерения и оценивания деятельности. Структура задачи. 1. Установление чем является признак наблюдения качества ТК – свойством или состоянием. 2. Установление  $k(n)$  как соотносятся признаки и их количество для наилучшего наблюдения производственной деятельности ТК. 3. Установление необходимого и достаточного числа  $n$  признаков. Например, достаточно ли описание практической деятельности ТК в одном понятии качества или в сочетании различных понятий. Для наблюдения состояний сложных объектов необходим набор следующих понятий: предмет, объект, свойство, состояние, база наблюдения. Поясним поставленную задачу следующими примерами.

Пример 1. Полет. Предметная область – транспорт. Объект наблюдения – процесс полета воздушного судна (ВС), база наблюдения – «время-пространство»: вылет, пролет контрольных точек маршрута, прилет. Наблюдаемое свойство объекта в состояниях: пространственное положение ВС, фиксируемое во времени.

Пример 2. Силовая установка. Силовая установка (СУ) – структурный элемент летательного аппарата (ЛА)  $SU \subseteq LA$ . Свойством или ресурсом назначения СУ является способность или требование создавать тягу для перемещения ЛА в трехмерном пространстве. Свойство СУ возможно наблюдать в состояниях<sup>5</sup>: параметр скорости ЛА, параметр отображения тяги СУ. Данные состояния называют группу – базу наблюдения. Предметом является полет ЛА. Объектом наблюдения является СУ, наблюдение свойства которого в установленной мере состояния называется «надежно-

<sup>5</sup> Здесь называем только два параметра для упрощения примера.

стью силовой установки ЛА»:  $(СУ \subseteq ЛА): \rightarrow R$ . Таким образом, назначение силовой установки называет требование к цели ресурса, параметр или состояние надежности называет меру данного требования.

Пример 3. Светофор. Предметная область - регулирование дорожного движения. Предметным знанием являются знания правил дорожного движения. Предметной деятельностью является нормативное поведение и движение. Основание необходимости предметной деятельности - необходимость снижения энтропии деятельности. Используемый принцип: имитация (моделирование) пространственных перемещений с помощью цветовых сигналов. Объекты предметной области: дорожный перекресток, светофор(ы), объекты движения: люди, транспортные средства. Объект: светофор - техническое устройство регулирования дорожного движения. Свойство объекта светофора - цветное регулирование движения. Признаками свойства являются цветовые символы «цвет  $\leftrightarrow$  перемещение»: красный - «неподвижность», желтый - «пауза», зеленый - «движение». Временной интервал переключения цветов является параметром проектирования и регулирования движения. Базой наблюдения является пространство-время для определения позиций регулируемых объектов в пространстве перекрестка и времени интервала.

Пример 4. Регулярность. Регулярность деятельности задается идеей назначения деятельности: организационных комплексов, процессов или создаваемых объектов. Создание летательных аппаратов определяется пределами задаваемых условий деятельности. Регулярность является свойством деятельности, минимаксной функцией. Минимальная активность регулярности является порогом коммерческой целесообразности, максимальная активность ограничена пределом возможностей, задаваемыми средой применения и содержанием деятельности. Предварительная постановка задачи регулярности деятельности воздушного транспорта может быть изложена следующим образом, табл. 2.

Таблица 2

Регулярность воздушного транспорта

Задаваемыми и ожидаемыми условия назначения	Параметры и показатели
Задаваемое содержание деятельности. Целевые условия, планы деятельности во времени и пространстве: структура маршрутов, расписаний. Целесообразность (эффективность) применения в соответствии с назначением.	Отношение фактически выполненных полетов (вылетов) к числу запланированных. Время нарушения регулярности: задержки вылета, прибытия. Рейтинг перевозчика. Рейтинг аэропорта.
Профессия пилота. Проектируемое и заданное содержание профессии. Состояние профессиональных ресурсов индивида, сертифицируемое как личные допуски и минимумы.	Среднее число задержек на 1000 вылетов. Среднее число отстранений экипажа на 1000 вылетов.
Природная среда. Физические свойства среды: безвоздушная,	Частоты, количество, величины неблагоприятных метеоусловий, пре-

Задаваемыми и ожидаемыми условия назначения	Параметры и показатели
воздушная; динамика перемещения воздушных масс, плотность, температура, влажность, видимость, грозы, обледенение, сдвиг ветра.	пятствующих регулярности.
Воздушное судно (ВС). Физические, динамические характеристики: масса, размеры, скорость, ускорение. Эксплуатационные и технические характеристики. Перечень допустимых неисправностей. Регламент технического обслуживания и ремонта (ТОиР).	Наименования, количество систем агрегатов, частоты их неисправных состояний. Время восстановления работоспособного состояния. Отношение времени простоя на ТОиР к календарному ресурсу эксплуатации. Среднее число задержек на 1000 вылетов. Среднее число отстранений ВС на 1000 вылетов.
Техносферная инфраструктура. Организационные условия аэропортов и техническое оснащение трасс, аэродромов, минимумы взлета и посадки;	Среднее число прерванных взлетов на 1000 взлетов. Среднее число вынужденных посадок на 1000 посадок.

Данные примеры показывают важность предварительного структурирования предметной области на естественном языке с использованием комплекса наблюдения: объект, свойство, состояние, база наблюдения. Схемы, рисунки, таблицы, символьные описания, которые используются для этого, называются здесь приемами слабой формализации предметной области.

### 1.3. Выводы

Предметная область транспортного комплекса воздушного транспорта описывается задаваемыми и ожидаемыми условиями назначения. Назначение ТК является основным свойством, которое проявляется в состояниях. Основными состояниями ТК называют эффективность, надежность, риск, безопасность, регулярность.

Описание предметной области ТК имеет две стороны проблемы: нечеткость предметного описания и крайняя сложность формализованного описания. Первая сторона ведет к неясности наименования основного свойства назначения и нормативных определений. Вторая сторона не позволяет устанавливать приемлемые способы и метода наблюдения и исчисления состояний ТК.

На преодоление данных проблем направлено дальнейшее исследование, а именно – разработка методологии наблюдения ТК, определений понятий эффективности, надежности, риска, безопасности, и методов их исчисления.

## **2. МЕТОДОЛОГИЯ НАБЛЮДЕНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ**

### **2.1. Введение в теорию наблюдения**

В зависимости от четкости свойств объекта возможно применение различных способов наблюдения: измерения для материальных объектов, оценивания для нематериальных объектов. *Наблюдение* – в настоящей работе понимается как способ различения изменений свойств в состояниях объекта и как обобщение понятий измерения и оценивания для целей исчисления. Назначение теории наблюдения состоит в преодолении субъективизма и нечеткости исследований путем приписывания чисел свойствам объектов. Для измеряемых объектов применимы величины метрические, физические, количественные, безусловные, математические. Оцениваемые объекты выражаются через средства естественного языка и величины нематрические, метафизические, качественные, условные. Средства естественного языка могут различаться в описании количественных и качественных свойств объектов.

Содержание проблемы. Современная теория измерения не представляет готовых и очевидных выборов классификации и инструментов измерения, оценки, оценивания, вычисления величин свойств объектов избранной предметной области. Поэтому исследователь вынужден обращаться не только к содержанию предмета, но изучать теорию измерения и оценивания для установления способов измерения или оценивания, соответствующих свойств объектов.

Общая постановка задачи. В настоящей работе исследуются выборы применения теории мягких вычислений [208] и мягкого оценивания [137] для адекватного описания техногенной деятельности и наблюдения сложноструктурных объектов и человека. Разрабатываются теория и методология наблюдения предметной области транспортных комплексов. Основания теории наблюдения (измерения, оценивания) раскрываются в понятиях: области определения, величины, шкалы, базы наблюдения [52], установления меры (метрика), логики построения оценок величин и выбор методов.

#### **2.1.1. Величина и шкалы**

Величина - изменяющаяся сущность, в которой проявляются измеряемые, вычисляемые и оцениваемые свойства объекта; метролог., физическая величина, «одно из свойств физического объекта (явления, процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, а в количественном отношении - индивидуальное для каждого из них», РМГ 29-99. Установление величины – это утверждение о степени выраженности некоторого свойства наблюдаемого объекта. Наличие единицы измерения и возможность ее физической реализации - это основание считать величину измеряемой; отсутствие - оцениваемой. Свойство, характеризующее материальный объект (процесс, явление) будет отнесено к физическим величинам. Свойства, не относящиеся к материальным объектам, которые являются обобщением конкретных реальных понятий, относятся к идеализированным или математическим величинам. Величины, подчиняющиеся принципу аддитивности, называются *экстенсивными*; величины, не подчиняющиеся этому принципу, называются *интенсивными*.

Шкала величины есть упорядоченная совокупность меры величины, которым условно присвоены определенные значения, применяемая для количественного выражения однородных с ней величин. Выбор шкалы для наблюдения зависит от уровня существующих знаний, от предпочтений исследователя, эксперта, степени формализованности наблюдаемой предметной области. Шкала задает структуру наблюдения величин, правило допустимых преобразований, применение которых согласует соотношения и связи между наблюдаемыми объектами. С каждой величиной связано множество допустимых преобразований  $\{F|x \rightarrow F(x)\}$ . Тип шкалы определяется допустимым преобразованием  $f$ . Величины, допускающие операции в абсолютных шкалах, шкалах отношений и интервалов, относятся к количественным величинам. Величины, допускающие операции только в шкалах порядка и наименований, относятся к категории качественных величин. Единица величины – величина, условно равная единице, применяемая для количественного выражения однородных с ней величин. Измеряют величины конкретных размеров предметов. Размер величины – количественная определенность величины объекта. Значение величины – выражение размера величины числом принятых единиц измерения:  $X = x[X]$ , где  $X$  – значение величины;  $[X]$  – единица величины;  $x$  – отвлеченное число, входящее в значение величины, называемое числовым значением величины.

«В теории измерений [46, 99, 117] присутствуют два важных понятия: «эмпирическая структура с отношениями»  $E = \langle \Theta, \dots, S_1, \dots, S_i, \dots, S_n \rangle$ , где  $\Theta$  – непустое множество эмпирических объектов (область исследования),  $S_i$  – отношения, определенные на  $\Theta$ , и «числовая структура с отношениями»  $N = \langle R, Q_1, \dots, Q_n \rangle$ , в которой  $R$  – множество действительных чисел. Шкалой называется упорядоченная тройка  $\langle E, N, f \rangle$ , где  $f$  – гомоморфное отображение  $E$  на  $N$  в репрезентационной концепции измерений, но  $f$  – представление  $E$  на  $N$  в утилитарной концепции измерений. Иногда шкалой называют саму функцию  $f$ . Пусть имеются две шкалы  $\langle E, N, f \rangle$  и  $\langle E, N, g \rangle$  и преобразование  $h$  такое,  $g = h \circ f$  или  $f = h^{-1} \circ g$ , где « $\circ$ » обозначает суперпозицию функций, т.е.  $(h \circ f)(\theta) = h(f(\theta))$ ; тогда шкалы  $\langle E, N, f \rangle$  и  $\langle E, N, g \rangle$  считаются принадлежащими к одному типу, а преобразование  $h$  – допустимым преобразованием для данного типа шкалы», [цит. по 137, с. 13]. Описание шкал несколько различается в различных работах [17, 36, 77, 78, 137, 150]. Здесь шкалы представлены в следующем изложении.

**Абсолютная шкала.** Определение: начало отсчета и единица измерения заданы. Шкала – количественная, метрическая. Допустимое преобразование – тождественное  $h(x) = x$ . Шкала задает структуру наблюдения величин, правило допустимых преобразований, применение которых согласует соотношения и связи между наблюдаемыми объектами. Пример: числовая ось от абсолютного нуля и единицы для счета предметов; число домов в квартале.

**Шкала отношений.** Определение: начало отсчета задано, единица измерения произвольна. Шкала – количественная, метрическая. Допустимое преобразование – подобие. К значениям величин, полученным в этих шкалах, применимы все арифметические операции. Пример: шкала измерения роста, веса, объема. Любые подобные преобразования сохраняются отношении измеряемых величин для любых чисел – результатов измерений  $x_1$  и  $x_2$  и для любого допустимого преобразования  $\varphi(x) = ax, a > 0$ :

$$x_1/x_2 = \varphi(x_1)/\varphi(x_2) \quad \{14\}$$

Шкала отношений определяется следующим образом. Эмпирическая реляционная система  $A$  называется шкалируемой шкалой отношений, если только существует  $N$ -представление для  $A$  и выполнены следующие два условия: 1) если  $\varphi$  есть  $N$ -представление для  $A$ , то  $\psi = \alpha\varphi$ , где  $\alpha > 0$  любое, также является  $N$ -представлением для  $A$ ; 2) для любых двух  $N$ -представлений  $\varphi$  и  $\psi$  эмпирической реляционной системы  $A$  существует  $\alpha > 0$ , что  $\psi = \alpha\varphi$ . Таким образом, шкала отношений определена с точностью до преобразования подобия с коэффициентом  $\alpha > 0$ , то есть с точностью до изменения масштаба или выбора единицы измерения. Шкала называется многомерной,  $n$ -мерной, если в качестве области числовой системы  $N$  выбирается  $n$ -я декартова прямая степень вещественной оси или степень вещественной положительной полуоси.

Шкала интервалов. Определение: начало отсчета и единица измерения произвольные. Шкала - количественная, метрическая. Допустимые преобразования - линейные. Пример: календарь, термометр. При допустимых преобразованиях в шкале интервалов сохраняются отношение мер или расстояний интервалов:

$$\frac{x_1 - x_2}{x_3 - x_4} = \frac{\varphi(x_1) - \varphi(x_2)}{\varphi(x_3) - \varphi(x_4)} \quad \{18\}$$

для любых чисел  $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$  зафиксированных наблюдений и любого допустимого преобразования  $h(x) = ax + b$ , при  $a > 0$ . Шкала допускает положительные линейные преобразования  $h(x) = hx + b$ , где  $h, b$  - действительные числа,  $h > 0$ . На шкалах данного типа можно менять начало отсчета и единицу измерения. Шкала интервалов определяется следующим образом. Эмпирическая реляционная система  $A$  называется шкалируемой шкалой интервалов, если только существует  $N$ -представление для  $A$  и выполнены следующие два условия: 1) если  $\varphi$  есть  $N$ -представление для  $A$ , то  $\psi = \alpha\varphi + \beta$ , где  $\alpha > 0$  любые,  $\beta$  - любое вещественное, тоже является  $N$ -представлением для  $A$ ; 2) для любых двух  $N$ -представлений  $\varphi$  и  $\psi$  эмпирической реляционной системы  $A$  существуют такие  $\alpha > 0$  и вещественное  $\beta$ , что  $\psi = \alpha\varphi + \beta$ . Таким образом, шкала интервалов определена с точностью до преобразования сдвига на  $\beta$  (выбора нуля шкалы) и подобия с коэффициентом  $\alpha > 0$ , выбора масштаба или единицы измерения.

Шкала разностей. Определение: начало отсчета произвольно, единица измерения задана. Шкала - количественная, метрическая. Допустимые преобразования - сдвиг. Пример: время. В шкале разностей сохраняется разность измеряемых величин:

$$x_1 - x_2 = \varphi(x_1) - \varphi(x_2) \quad \{19\}$$

для любых чисел  $x_1, x_2$  и любого допустимого преобразования  $\varphi(x) = x + b$ .

Шкала порядка. Определение: начало отсчета и единица произвольны. Шкала - качественная, неметрическая. Допустимые преобразования - монотонные возрастающие, убывающие. Пример: оценки учеников в школе; должностные позиции членов экипажа ВС: капитан captain (C), второй пилот first officer (FO), бортинженер second officer (SO). Эти шкалы называются также *шкалами рангов*. Свойства этих объектов не называют количественного опыта, квалификации, образования, а только нечетко указы-

вают на них. Порядковая шкала устанавливает упорядоченность - возрастание, убывание величин наблюдаемых объектов, позволяет устанавливать эмпирические классы эквивалентности, внутри которых объекты обладают признаками равноценности. Шкала порядка называет признаки упорядочивания объектов по одному или совокупности признаков. Количественные сравнения или предпочтения объектов невозможны. Указывается только порядок. Упорядочивание по свойству объекта с приписыванием числа: эмпирическая структура с отношениями следующего вида:  $E = \langle \theta, >, \approx \rangle$ , где знак «>» означает отношение предпочтения, а знак « $\approx$ » означает отношение эквивалентности. Отношение пропорциональности не устанавливается, нет единицы измерения. Можно находить вероятность, моду, медиану, квантили, но нельзя выполнять операции арифметики. Шкала порядка определяется следующим образом. Эмпирическая реляционная система  $A$  называется шкалируемой шкалой порядка, если и только если существует  $N$ -представление для  $A$  и выполнены следующие два условия: 1) для любой монотонно возрастающей функции  $f$ , если  $\varphi$  есть  $N$ -представление для  $A$ , то  $f(\varphi)$  тоже является  $N$ -представлением для  $A$ ; 2) для любых двух  $N$ -представлений  $\varphi$  и  $\psi$  эмпирической реляционной системы  $A$  существуют монотонно возрастающая функция  $f$ , что  $\psi = f(\varphi)$ . Таким образом, шкала порядка определена с точностью до монотонно возрастающих непрерывных преобразований.

Шкала наименований. Шкала наименований, лат. *nominare* именовать, называется также номинальной, классификационной. Определение: имя, метка, число используется для различения объектов. Допустимые преобразования – монотонные возрастающие, убывающие. Пример: номера телефона, ИНН, таблицы Рабкина диагностики цветового зрения. Шкала допускает взаимно однозначные, или точнее, равноценные преобразования. Так, если имена (метки) букв в алфавите заменить рядом цифр, то номер числа будет новой равноценной меткой буквы. Шкала наименований называет признаки упорядочивания объектов для отнесения к определенному классу – словами, числами, буквами. Свойства объектов обозначаются для сравнения на совпадение. Допустимое преобразование должно обладать свойством однозначности. Эмпирическая структура с отношениями для шкалы наименований имеет вид:  $E = \langle \theta, \approx \rangle$ . Шкала наименований определяется следующим образом. Пусть  $A = \langle A, \approx \rangle$  эмпирическая реляционная система с отношением эквивалентности, а  $N = \langle N, \approx \rangle$  - числовая реляционная система с отношением равенства. Взаимно однозначное отображение  $A = \langle A, \approx \rangle$  на  $N = \langle N, \approx \rangle$  называется шкалой наименований. Таким образом, шкала наименований определена с точностью до эквивалентности, то есть равноценности.

В исследовательских работах по теории измерения шкалы порядка и рангов называют различными, но чаще ранги рассматривают как тождественное понятие в шкале порядка. Шкалу разностей считают частным случаем шкалы интервалов. Количественные шкалы описывают свойства объектов началом отсчета и единицей измерения. Количественным шкалам соответствуют числа, приписываемые величинам свойств наблюдаемого объекта. Значениям величин соответствуют точки на вещественной оси. Для количественных шкал допускаются все арифметические операции, включая логарифмирование, возведение в степень, извлечение корня. Для шкал ин-

тервалов и разностей допустимы статистические операции. Шкалы порядка и наименований называют *нечеткими* шкалами. Возможности шкалы для приведения свойств величин объектов к числу, числовой природе называют ее силой. Абсолютная шкала является наиболее *сильной*. Шкала наименований является самой *слабой*. Абсолютная шкала, шкалы интервалов, разностей и отношений называют *метрическими* шкалами. В номинальных и порядковых шкалах признаки объектов различаются наибольшим разнообразием мер - расстояний. Вследствие этого измерение заменяется оцениванием. Измерение – более трудоемкий способ наблюдения объектов, чем оценивание. В настоящей работе изложено описание шести видов шкал, табл. 3.

Таблица 3

Шкалы оценивания и измерения

Шкала	Свойство	Метрика	Преобразования	Примеры
наименований	качественная	нечеткая	однозначное	имя
порядка	качественная	нечеткая	монотонное	оценки
разностей	количественная	метрическая	линейное	время
интервалов	количественная	метрическая	сдвиг	календарь
отношений	количественная	метрическая	подобие	длина, масса
абсолютная	количественная	метрическая	тождественное	число объектов

Нечеткость свойств объектов характеризуется «свободой» допустимых преобразований. Сильные количественные шкалы допускают меньшую свободу, качественные слабые шкалы обладают большей свободой. Любое наблюдение в более сильной шкале можно интерпретировать как оценивание в слабых шкалах. Обратная операция невозможна и недопустима.

### 2.1.2. Измерение и оценивание

В работе [14] три типа понятий измерения: 1) классификационные (неколичественные), 2) топологические (сравнительные) и 3) метрические (количественные). По мнению автора [137], первый тип понятий служит для классификации объектов по одному или нескольким свойствам. Топологические понятия позволяют не только установить тождество или различие между свойствами двух объектов, но и расположить данные объекты в некотором порядке. Метрические понятия задают точную характеристику свойств объекта в рамках выбранной системы единиц измерения.

Жесткие измерения определяют значения физических величин в установленных единицах измерения. Жесткая оценка определяет значение переменной. Мягкая оценка определяет распределение вероятности переменной, степень соответствия переменной некоторому понятию или функцией принадлежности. Суть мягких вычислений (МВ) – в их применении в работе с исходными неполными, неточными, нечеткими и неопределенными

знаниями и данными. Понятие «мягкие вычисления» (Л. Заде, 1994) объединяет направления нечеткой логики, нечеткой арифметики, субъективную вероятность, эволюционные алгоритмы, сети доверия и другие. МВ можно условно разделить на мягкие измерения (МИ) и мягкие оценивания (МО) величин. Понятие измерения используется в технических дисциплинах и определяется в терминах морфизма (гомоморфизма) между эмпирической реляционной системой:

$$A = \langle A, R_0, R_1, \dots, R_{n-1} \rangle \quad \{19\}$$

где  $A$  – множество элементов произвольной природы, и числовой реляционной системой:

$$N = \langle N, S_0, S_1, \dots, S_{k-1} \rangle \quad \{20\}$$

где  $N$  – числовое множество, обычно либо множественная прямая, либо полупрямая. Для введения определений будем говорить, что задан гомоморфизм  $\varphi$  из  $\{17\}$  в  $\{18\}$ , если и только если  $\varphi$  является функцией из  $A$  в  $N$  такой, что для всех ( $i = 0, 1, \dots, k-1$ ) отношение  $R_i$  и  $S_i$  являются  $P_i$ -местными и для любых наборов  $a_1, a_2, \dots, a_{p_i}$  элементов  $A$  отношение  $R_i(a_1, \dots, a_{p_i})$  имеет место тогда и только тогда, когда имеет место отношение  $S_i(\varphi(a_1), \dots, \varphi(a_{p_i}))$ . В этом случае  $\varphi$  называется числовым представлением эмпирической реляционной системы  $\{17\}$  при помощи числовой реляционной системы  $\{18\}$  [52].

Измерение в метрологии: а) формализованная процедура, позволяющая соотнести величины некоторого свойства объекта с числовой системой и приписать им числа, соотношения между которыми равны соотношению между величинами свойств у реальных объектов; б) сравнение физической величины с ее единицей или шкалой с помощью специальных технических средств; нахождение физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств (ГОСТ 16263-70). В определении содержатся следующие особенности: а) измеряются только *физические* величины; б) измерения осуществляются *опытным* путем, расчеты по формулам, статистика находятся за пределами измерений и вообще – метрологии; в) измерения осуществляются с помощью специальных технических средств; г) осуществляется определение *значения* величины [131]. Средства измерений (СИ), специальные технические средство, хранящее размер единицы, с помощью которой определяется значение величины. Физические объекты или их свойства, после их открытия, сначала оцениваются, затем по мере изучения свойств объектов и разработки средств измерений – измеряются. Пример, свойство цветности вначале оценивалось наименованиями цветов и расцветок, затем разработали калориметр для количественного измерения.

Оценка. Словарное описание термина «оценка» означает: философ., отношение к человеческой деятельности и поведению, установление значимости, соответствия нормам; статист., функция от результатов наблюдения, применяемая для оценки неизвестных параметров распределения вероятностей изучаемых случайных явлений. Термин «оценка» относится к существительным со значением «носитель процессуального признака». Это значение конкретизируется как «субъект действия» (обычно лицо), «ору-

дие, средство осуществления действия», «объект действия», «результат действия».

Существуют различия в применении понятий оценка и оценивание. Между терминами существуют синонимические отношения. С лингвистической позиции, оба термина являются отглагольными образованиями – существительными, мотивированными глаголами и означают опредмеченное действие, состояние, процесс в отвлеченном смысле, образованные суффиксальным, точнее – префиксально-постфиксальным способом: (о, -ка; о, -ние). Словарное описание термина «оценивание» отсутствует. Существительные с суффиксом (-ние) в словообразовательных гнездах, как правило, отсутствуют. Термин «оценивание» относится к существительным со значением отвлеченного процессуального признака (состояния). Это значение конкретизируется как вторичные и означают действие, состояние или процесс. [102, 109, с. 142.]. Термин оценка обладает признаком выполненного действия. Оценка означает действие, мнение, суждение, отметка; оценивание указывает на состояние, процесс, выполнение, осуществление.

Оценивание – приписывание выбранным свойствам объекта по заданным правилам определенных значений величин в шкалах порядка и наименований. В соответствии с целями нашего исследования рассмотрим когнитивно-лингвистический, естественно-языковой и статистический подходы оценивания. Когнитивную процедуру можно описать следующим образом: (1) выбор свойства объекта оценки; (2) выбор признака оценки; (3) сопоставление свойства с признаком, что является основанием оценки; (4) приписывание значения признаку. В когнитивно-лингвистическом подходе различают четыре типа оценок: а) количественные оценки, выраженные через описание размерности оцениваемых объектов в сильных шкалах; б) прототипические оценки – сравнение со свойствами, большинства предметов оценивания в нормативных шкалах типа «минимум-максимум» с предикатами типа «много-мало»; в) гомеостатические или целевые оценки характеризуют имеющиеся у оценивающего субъекта ресурсы, требующиеся для достижения некоторой цели; шкала данного типа оценок упорядочивает затраты ресурсов от минимального до максимального; здесь характерные оценочные предикаты, такие же как в прототипических оценках, но с указанием цели «много-мало» для достижения цели [137].

*Естественно-языковой параметрический подход* заключается в отождествлении структурных единиц естественного языка в числовую параметрическую конструкцию: объект, параметр, мера, оценка. Объект имеет свойство – параметр, который оценивается единицей оценки – мерой: стандартной (литр, метр) или избранной (ведро воды). Меры формируют шкалу отношений для оценок: а) числовая: сопоставление значения параметра (рост человека) со шкалой в сантиметрах; б) сравнительная: сопоставление двух значений параметров – рост и вес человека для утверждения оценки: нормостеник, астеник, гиперстеник; в) нормативная: сопоставление параметра с известной субъекту нормой, напр., человек высокого, среднего, малого роста.

*Статистическое оценивание* основано на теории вероятностей и осуществляется путем опыта, наблюдений, анализов, оценок – в результатах

выборки случайных характеристик объектов, подчиняющихся закону больших чисел. Общая задача статистического оценивания величины формулируется следующим образом: пусть  $a$  - величина, принимающая значения из некоторого интервала и подлежащая оценке,  $\hat{a}$  - оценка величины  $a$ . Ошибка оценивания определяется следующим образом:  $\tilde{a} = |a - \hat{a}|$ . Задача статистического оценивания состоит в минимизации ошибки оценивания. Используются методы: байесовский, максимального правдоподобия, метод моментов, метод наименьших квадратов.

### 2.1.3. Содержание наблюдения деятельности

Итак, под *наблюдением* понимаются измерения и оценивания физических и нефизических величин или свойств объектов в соответствующих мерах – метрических количественных и неметрических качественных. Акт наблюдения является событием вычисления, исчисления, считывания и различения величины объекта. Вещественное познаваемое событие наблюдается из меры материальной физической величины – измерением количества. Невещественное познаваемое событие наблюдается искусственно через мыслительную различимость одной сущности от другой – оцениванием или оценкой качества. Смысл наблюдения<sup>6</sup> – преобразовать мыслимое познаваемое событие в форму величины действительного, реального, знания. В описание содержания каждого объекта и наблюдаемых параметров входит категории величин, шкал, единиц измерения или оценивания. В основе наблюдения свойств объектов и количественного отсчета лежит понятие *меры* и (раз)мерности реальности. Это делает действительность *метрической* и наблюдаемой через *измерение*. Качественная референция основана на ключевом понятии знака (символа). Знак соотносит действительность с понятием ценности, постигаемую через *оценку* и *оценивание*. Реализация количественного и качественного отсчета реальности осуществляется через понятие свойства объекта - *величины*.

Основанием для введения обобщающего понятия наблюдение являются следующие обстоятельства: а) термин «измерение», применяемый для установления материальных физических величин в метрологии, нередко произвольно используется в областях<sup>7</sup>, где допустимо применять только термины «оценка» и «оценивание»; б) введение понятия наблюдения обобщает широкий спектр вновь введенных и устойчивых понятий в классах измерения и оценивания, «мягкие вычисления», «жесткие оценивания» и других; в) термин «наблюдение» обобщает мыслительный *активный* отсчет и исчисление величин умопостигаемого нефизического и чувственного вещественного предметного мира; г) термин «наблюдение» в прикладном смысле может указывать и называть какую позицию избрал исследователь, наблюдатель – время и место наблюдения установленных им объектов; д)

---

<sup>6</sup> Пример. В отечественной гражданской авиации известной практикой было наблюдение ресурсов воздушного судна одновременно в трех параметрах (базах наблюдения) эксплуатации ВС: календарное время, полетное время, количество полетных циклов. Следствия: неравномерная, неполная выработка ресурсов ВС, сложные и несводимые формы учета. Решения: 1. Переход к наблюдению только полетного времени, что является интегральной базой эксплуатации. 2. Наблюдение текущих состояний ВС и агрегатов в установленных нормах летной годности.

<sup>7</sup> Например, «психологические измерения», «субъективные измерения».

введение термина «наблюдение» образует обобщающий род для классификации видов измерений и оцениваний с добавлением соответствующих атрибутов «мягкие», «жесткие» в области определения [четкость, нечеткость].

В эвентологии<sup>8</sup> *целесообразная деятельность*<sup>9</sup> (ЦД) включает понятия *события, исхода, неопределенности*. ЦД изучает переходы субъекта, из настоящего состояния (НС), которое называют реальностью или действительностью – в желаемое состояние (ЖС), которое называют возможностью или *целью*. Возможности обладают нечеткостью по сравнению с НС, реализуемых в исходах. Мету различия  $\mu$  между ЖС и НС называют результатом деятельности  $R = \mu\{\text{ЖС} - \text{НС}\}$ .

Событие. Ключевое понятие эвентологии; *со-бытие* - совместное и одновременное бытие, отношение частного разума и бытия; осознаваемое, воспринимаемое, создаваемое частным разумом множества исходов бытия: наступает как явление, факт, состояние, ситуация, обстоятельства; в пространстве событие локализуется величиной; во времени - прошлым, настоящим и будущем происходит по частотности проявления. *Действительность* – «действие, деяние есть». *Взаимодействие*: категория отношения; взаимное проникновение событий; взаимное влияние элементов множества.

База наблюдения. Наблюдение осуществляется в процедуре, в которой наблюдатель задает переменную, отображающую соответствующее свойство объекта. В единичном проявлении, которое доступно наблюдателю и может быть фиксировано, свойство объекта имеет конкретный признак или совокупность признаков. Для того, чтобы совокупность проявлений и признаков свойства обладало наилучшим отражением сущности объекта, необходимо чтобы отдельные наблюдения свойства, осуществляемые с помощью одной и той же процедуры, различались. Положение наблюдателя, определяющее наилучшую различимость свойств объекта, называется *базой наблюдения*. Выбор базы наблюдения является мысленным проектированием деятельности. Существуют разнообразие видов базы наблюдения: время, пространство, группы и их комбинации: время-пространство, время-группа, пространство-группа. Возможны разработки принципов, ограничения и требования применимости базы к свойствам объектов. Требования к выбору и установление соответствия базы наблюдения и наблюдаемых свойств, может подтверждаться, например, по критериям качества информации наблюдаемых объектов: полнота, точность, новизна, достоверность, общность. Совокупность вышеописанного содержания образует *комплекс наблюдения* предметной области сложного объекта. Метод позволяет редуцировать разнообразие форм и содержания материальных и нематериальных объектов, физических и нефизических величин в знание предметной области. Составляется неформальное и формальное описание решения задачи. Данный подход имеет наименование псевдофизической логики (ПЛ) наблюдения величин [91, с. 107]. ПЛ обладает значением суж-

---

<sup>8</sup> Эвентология - учение о событии, лат. eventum, eventus - событие, исход, удача, судьба.

<sup>9</sup> *Деятельность*: осознание, восприятие, создание событий взаимодействием частного разума и бытия; связана с мотивами, побуждающими к деятельности и целями - ожидаемыми результатами деятельности.

дений, правил и выводов субъективного восприятия человеком окружающего мира. ПЛ описывает не объективную действительность, а субъективную феноменальную реальность человека. ПЛ есть суть логики отношений, выполняющих роль переменных. Классификации осуществляются по типам отношений.

## 2.2. Комплекс наблюдения предметной области

Объекты предметной области могут быть представлены триплетом  $O = (E, R, P)$ : где  $E$  - множество элементов и свойств объектов, классифицированные по определенному принципу, требующие инструментальных средств сбора, проверки данных и *экспериментальную* основу;  $R$  - совокупность доступных знаний, множество отношений элементов множества  $E$ , классифицируемых по эпистемологическим уровням знаний *теоретической* основы;  $P$  - совокупность методов создания и применения знаний – методология *практической* реализации содержания множеств  $E$  и  $R$ . Известная научная триада «эксперимент-теория-практика» может быть показана в ортогональной проекции:  $E_X, R_Y, P_Z$  где в уровнях могут представляться  $X_{(1,2,\dots,n)}$  - классы дисциплин науки,  $Y_{(I,II,\dots,m)}$  - эпистемологическим уровни знаний,  $Z_{(a,b,\dots,l)}$  – реализованные области практики.

Показанное состояние можно назвать исходным описанием объекта в предметной области исследования. Исходное описание объекта  $O_{НС} = (E_0, R_0, P_0)$  является НС объекта.  $O_{НС}$  является источником эмпирических данных об объекте: переменных ( $v$ ) и параметров ( $p$ ), образующих параметрическое множество переменных, которое исследуется наблюдателем через канал наблюдения процедурой наблюдения (измерение, оценка). Деятельность реализуется от описания пространства целей и задач ЖС объекта  $O_{ЖС} = (E_1, R_1, P_1)$ . Отличие состояний и изменения в переходе от НС к ЖС можно назвать *решением*, а выражение  $(E_0, R_0, P_0) \rightarrow f(E_1, R_1, P_1)$  - *методологическим решателем* для описания предметной области деятельности, где  $f$  – ключевая функция решателя. Переход от состояния данных НС к состоянию знаний ЖС осуществляется через выборы описаний параметрических множеств переменных – четких и нечетких, непрерывных и дискретных с различными шкалами значений величин, эмпирической, эвристической, вычислительной, математической природы.

В понятие *наблюдения* вкладывается субъект-объектная связь между наблюдателем или субстанциональным деятелем и объектом деятельности. Процедура наблюдения осуществляется с помощью инструментов посредством измерения и/или оценки, оценивания свойств объекта. *Канал наблюдения* представляет собой любую операцию, вводящую переменные  $v_i$  как образ свойств  $a_i$  объекта, реализуемые функцией  $O_i: A_i \rightarrow V_i$ , изоморфной относительно предполагаемых множеств  $A_i$  и  $V_i$ . Фиксированное наблюдение дает конкретное и дискретное значение переменных величины свойства. *Переменная* – это операционное представление свойства, имеющая метку (имя). Переменная связана с величинами, через которые себя проявляет. Эти величины являются значениями переменной во множестве состояний. Множество наблюдений переменных приводит к мини-

максимальным значениям величин, называемых параметрами<sup>10</sup> переменных значений свойств. Переменная связана с одним или несколькими параметрами. Изменение значений переменной наблюдается на полном параметрическом множестве. Наблюдение параметра возможно на относительно неизменной абстрактной платформе, называемой базой backdrop. Типичными базами являются время  $T$ , пространство  $S$ , группы  $G$ . Выбор, структура и содержание базы наблюдения осуществляется исследователем эвристическим путем. Наиболее универсальными базами являются категории времени пространства. Базы групп предоставляются в физических (люди, предметы) и нефизических (параметры качества) объектах и обладают бесконечным разнообразием выбора. Параметр является операционным представлением базы, имеет имя и связан с параметрическим множеством, элементы которого – значения параметра. Пример: бортовые самописцы летательного аппарата (ЛА) фиксируют множество параметров и переменных полета в комбинации баз ( $T, S, G$ ). Формальное описание любого объекта может иметь следующее выражение:

$$O_i = \{(a_i, A_i | i \in N_n), (b_j, B_j | j \in N_m)\} \quad \{21\}$$

где  $N_n = \{1, 2, \dots, n\}$  и  $N_m = \{1, 2, \dots, m\}$  – множества значений целых положительных чисел;  $a_i, A_i$  – свойство объекта и множество его проявлений;  $b_j, B_j$  – база и множество ее элементов. Для определения разрешимости задач исследования свойств объекта используют понятие *методологического отличия* (МО). МО определяет существенность свойств относительно переменных и параметров и неприменимо для базы как неизменной основы наблюдения. Существенность МО может проявляться в полном или относительном отсутствии математически исчислимых свойств объекта, например: группа статуса труда – занят, безработный, пенсионер; пол – мужской, женский; группы крови. Это называют свойствами переменных с номинальной шкалой.

Фундаментальными свойствами множеств состояний и параметрических множеств называют свойства *упорядоченности, непрерывности и расстояния*. Различают частичную и линейную упорядоченность. Частичная упорядоченность  $Q$  множества определяется как бинарное отношение на множестве состояний или параметрическом множестве:  $Q \subset V_i + V_i$  и удовлетворяет следующим требованиям: рефлексивность –  $(x, y) \in Q$ ; антисимметричность при  $(x, y) \in Q$  и  $(y, x) \in Q$ , то  $x = y$ ; транзитивность – если  $(x, y) \in Q$  и  $(y, z) \in Q$ , то  $(x, z) \in Q$ ; если  $(x, y) \in Q$ , то  $x$  называется предшественником  $y$ , а  $y$  называется приемником  $x$ ; если  $(x, y) \in Q$  и не существует  $z \in Q$ , такого, что  $(y, z) \in Q$  и  $(z, x) \in Q$ , то  $x$  называется непосредственным предшественником  $y$ , а  $y$  – непосредственным приемником  $x$ ; связность – для всех  $x, y \in V_1$  если  $x \neq y$ , то  $(x, y) \in Q$  или  $(y, x) \in Q$ . Примерами переменных с частично упорядоченными множествами состояний являются уровни образования персонала организации, служебное положение членов группы. Линейная упорядоченность является частным случаем частичной упорядоченности и обладает свойством связности любой пары множеств. Это могут быть вре-

<sup>10</sup> Параметр, др.-греч. παράμετρον соразмеряю. Величина, значения которой служат для различения групп элементов некоторого множества между собой. Значения высоты, скорости, направления полета летательного аппарата есть параметры полета.

менные и пространственные группы: рейтинг компаний, охваченных статистическим наблюдением рейтингового агентства. Они называются переменными с упорядоченной шкалой.

Расстояние между парой множества является мерой, определяемой функцией, сопоставляющей любой паре элементов этого множества число, соответствующее расстоянию между элементами с позиции некоторой базы. Расстояние множества  $V_i$  определяется функцией  $\delta$  вида:  $V_i \times V_i \rightarrow R$  и условиям для всех  $x, y, z \in Q$ : ( $\delta 1$ ) неотрицательность  $\delta(x, y) \geq 0$ ; ( $\delta 2$ ) нулевое расстояние или невырожденности  $\delta(x, y) = 0$ ; тогда и только тогда, когда  $x = y$ ; ( $\delta 3$ ) симметричность  $\delta(x, y) = \delta(y, x)$ ; ( $\delta 4$ ) неравенство треугольника  $\delta(x, z) \leq \delta(x, y) + \delta(y, z)$ . Любая функция, удовлетворяющая условиям ( $\delta 1$ ) – ( $\delta 4$ ), называется *метрическим расстоянием* на множестве  $V_i$ , а пара  $(V_i, \delta)$  – *метрическим пространством*. Примерами переменных метрических расстояний являются переменные физического мира – веса, расстояния, давления. Они называются *метрическими переменными*. Непрерывность требует условия упорядоченности и определяется чаще через частичную упорядоченность. Непрерывное частичное упорядочение  $V_i$  определяется как частичное упорядочение, для которого любой разрез  $x, y$  множества  $V_i$  отличается неким элементом из  $X$ , являющимся предшественником элемента из  $Y$ , такого, что или наибольшая верхняя граница  $X$  принадлежит  $Y$ , или наименьшая нижняя граница  $Y$  принадлежит  $X$ .

Обобщение. Мы исследовали понятие величины, описание шести видов шкал оценивания и измерения и составили классификацию шкал. В содержании шкал формируются жесткие и мягкие методы оценивания и измерения. Для решения задачи настоящей работы используется класс методов наблюдения, называемых мягкими вычислениями (МВ). *Наблюдение деятельности* требует определение базы наблюдения, канала наблюдения и выделения объекта. Разрешимость задач исследования свойств объекта осуществляется с помощью методологического отличия. Существенность свойств относительно переменных и параметров определяет применимость базы как основы наблюдения.

### **2.2.1. Области определения мягких вычислений**

Исследователь имеет дело со многими понятиями наблюдения для приписывания чисел объектам, которые используются в познавательной деятельности: полнота, точность, четкость, размытость, порядок, хаос, определенность, неопределенность. При этом возникает задача взаимного соотношения данных понятий. Особенно, когда свойства исследуемого предмета представлены сразу более чем в одной области определения. Выполним анализ областей определения, их взаимных соотношений.

Устанавливаем, что основной областью определения мерности мира является [качество, количество] на том основании, что данные понятия являются категориями и началами в познавательной деятельности. Для доказательств обратимся к авторитету Аристотеля. «Начала не выводятся ни друг из друга, ни из чего-нибудь другого, а наоборот, из них все, так как они первые» [10, с. 20]. Начала Аристотель составлял, начиная с сущности. «Если все в совокупности рассматривать как последовательный ряд, то в этом случае сущность – первое, затем следует качество, потом количество» [10, с. 340]. Мы знаем, что качеством называется видовое отличие

сущности. Качество есть преобразование формы в иную форму с другим наименованием. «Мы не называем по имени того материала предмет, из которого он сделан, например, статую медью, свечу воском или ложе деревом, но составляя производное слово, называем медным, восковым или деревянным» [10, с. 124]. «Количеством называется то, что делимо на составные части. Множеством же называют то, что в возможности делимо на части не непрерывные, величиной – на части непрерывные» [10, с. 239]. Отсюда следует, что качество есть видовое различие предмета, количество есть то, что делимо, величина есть то, что делимо на непрерывные части. Далее отмечаем, что различие свойств предметного мира нетривиально. «Одно и то же может быть и качеством и количеством, но так, что одно совпадает с другим и не присуще ему само по себе». [10, с. 131]. Полагаем, что приведенных утверждений достаточно для доказательства и установления основной области определения свойств избранной исследователем предметной области [качество, количество].

Существование нечеткости желаемого состояния (ЖС) в момент нахождения наблюдателя в настоящем состоянии (НС), нечеткость перехода {ЖС → НС}, когда у наблюдателя возникает трудность и противоречие в идентификации события, объекта предметной области, называют *неопределенностью*<sup>11</sup>. Неопределенности и нечеткости исходов деятельности наблюдают в соответствующих мерах. Идентификация события как множества исходов заключается в определении соответствующих возможностных мер наблюдения: доверия, вероятности, правдоподобия.

Установлена основная область (№1) наблюдения объектов в категориях [качество, количество], с которой необходимо соотнести другие понятия. Составим антонимические пары областей определения: №2 - неопределенность и определенность, №3 - нечеткость и четкость, №4 - хаос и порядок, №5 -  $[1, 0]$ , №6 -  $[1, \infty]$ , №7 - полнота и точность, №8 - свойства и состояния, №9 - нечетное и четное. Необходимо установить как соотносятся понятия каждой пары с областью [качество, количество]. Вновь спросим у Аристотеля. Получаем ответ, что качество совмещается с определенностью и количество - с неопределенностью: «Однако сущность связана с качеством, а качество имеет определенную природу, тогда как количество - неопределенную» [10, с. 327]. Далее находим, что в  $[1, \infty]$  единица соответствует качеству, бесконечность – количеству: «Определение бесконечного включает в себя категорию количества, а не сущности или качества» [10, с. 15]. Для области [нечетное, четное] читаем: «Пифагорейцы отождествляют бесконечное с четным числом, ибо оно, четное, будучи заключено внутри и ограничено нечетным сообщает существующим вещам бесконечность» [10, с. 49]. Для целей нашей работы особенно необходимо установление соотношения с парой [качество, количество] двух пар № 2 и № 3. Области № 4-6 могут увеличивать понимание и полноту классификации. Важно установление соотношений всех значений областей в сочетаниях между собой. Каждая из областей, особенно [хаос, порядок] с гармоническим сечением (0382 / 0,618), может быть изучена отдельно. Установ-

---

<sup>11</sup> Неопределенность: неизвестное, нечеткость, размытость; неотличимость одного от другого; невозможность ума; предел интеллекта воспринимаемое превращать в знание называют неопределенностью.

ливаем соотношения пар 2-9, левые значения: определенность, нечеткость, хаос, 1, 1, полнота, свойства, нечетное; правые значения: неопределенность, четкость, порядок,  $\infty$ , 0, точность, состояния, четное. Таким образом, выполненный анализ областей определения устанавливает следующие взаимно согласованные соотношения понятий областей определения наблюдения величин объектов, табл. 4:

Таблица 4

Области определения наблюдения величин объектов

№ пары	Области определения
1	[качество , количество]
2	[определенность , неопределенность]
3	[нечеткость , четкость]
4	[хаос , порядок]
5	[1 , $\infty$ ]
6	[1 , 0]
7	[полнота , точность]
8	[свойства , состояния]
9	[нечетное , четное]

Нашим выбором наблюдения величин объектов ТК является область [нечеткость, четкость]. Основанием данного выбора является следующее. Соотношение мер<sup>12</sup> может быть представлено как пересекающиеся множества в понятиях различных теорий познания. Свойства объектов предметного мира устанавливаются исследователем большей частью в нечетких величинах. Значительная часть математических и технических дисциплин формировалась в понятиях области [нечеткость, четкость]. Все другие области определения способствуют дополнительному пониманию. Например, если исследователь занимается оценением в нечетких мерах, то это является основанием утверждения достижения большей полноты знания и меньшей точности. Деление мер на нечеткие и четкие позволяет устанавливать соответствующие методы оценивания и измерения – то, что мы называем наблюдением. Данная структура позволяет сделать выбор одной области определения, как универсальной базы или классификации наблюдения.

---

<sup>12</sup> В установлении понятия меры Аристотель утверждает: «Мерой и началом служит нечто единое и неделимое... мера числа самая точная» [10, с. 305]. Если точность понимать как четкость, то это означает, что четкость соотносится с количеством, а нечеткость, соответственно, с качеством. В теории измерения, в метрологии понятие измерения относят к физическому миру, к установлению свойств материальных объектов. Это подтверждается следующим высказыванием: «Мера, главным образом относится к количеству, затем для качества» «Мера всегда однородна с измеряемым: для величин мера – величина и в отдельности, для длины – некоторая длина, для ширины – ширина, для звука – звук...» [10, с. 306].

## 2.2.2. Формализация задачи наблюдения

Комплексом наблюдения предметной области (КНПО) называем универсальную схему, которая позволяет исследователю выбрать метод измерения и/или оценивания величин свойств объектов предметной области в соответствующей области определения, мерах и шкалах. Введем обозначение для области определения [нечеткие меры - ( $\tilde{M}$ ), четкие меры - ( $M$ )], состоящей из двух подобластей [ $(\tilde{M}), (M)$ ]. Будем обозначать все нечеткие множества подобласти ( $\tilde{M}$ ) строчной буквой ( $\tilde{\mu}$ ), и все четкие проявления нечетких множеств данной подобласти - ( $\mu$ ). Будем обозначать все четкие множества подобласти ( $M$ ) строчной буквой ( $\mu$ ), и все нечеткие проявления нечетких множеств данной подобласти - ( $\tilde{\mu}$ ).

Подобласть ( $\tilde{M}$ ). Нечеткие меры fuzzy measures данной подобласти включают: меры правдоподобия plausibility  $\tilde{\mu}_{pl}$ ; меры возможности possibility  $\tilde{\mu}_{pos}$ ; меры вероятности probability  $\tilde{\mu}_{prob}$ ; меры доверия (убежденности) belief  $\tilde{\mu}_{bel}$ ; меры необходимости necessity  $\tilde{\mu}_{nes}$ . Наибольшей нечеткостью из них обладают меры правдоподобия, которые включают подмножество меры возможности  $\tilde{\mu}_{pl} \supseteq \tilde{\mu}_{pos}$ . Меры возможности содержат подмножество четкой возможности  $\tilde{\mu}_{pos} \supseteq \mu_{pos}$ . Наименьшей нечеткостью обладают меры доверия, которые включают подмножество меры необходимости  $\tilde{\mu}_{bel} \supseteq \tilde{\mu}_{nes}$ . Меры необходимости содержат подмножество четкой необходимости (уверенности)  $\tilde{\mu}_{nes} \supseteq \mu_{nes}$ . Множества правдоподобия и доверия пересекаются и образуют подмножество меры вероятности:  $\square$

$$\tilde{\mu}_{pl} \subseteq \tilde{\mu}_{prob} \supseteq \tilde{\mu}_{bel} \quad \{21\}$$

Совокупность мер подобласти ( $\tilde{M}$ ) образует метрическое пространство:  $\square$

$$\tilde{M} = \langle \tilde{\mu}_{pl} \supseteq (\tilde{\mu}_{pos} \supseteq \mu_{pos}) \rangle \subseteq \tilde{\mu}_{prob} \supseteq \langle \tilde{\mu}_{bel} \supseteq (\tilde{\mu}_{nes} \supseteq \mu_{nes}) \rangle \quad \{22\}$$

Подобласть ( $M$ ). Четкие меры clear measures данной подобласти включают: физические меры  $\mu_{phys}$ , технические меры  $\mu_{tech}$  и вычислительные расчетные меры  $\mu_{cal}$ . Множества технических и расчетных мер пересекаются и образуют подмножество меры погрешности<sup>13</sup> errors  $\tilde{\mu}_{err}$  или расчетной нечеткостью  $\mu_{tech} \subseteq \tilde{\mu}_{err} \supseteq \mu_{cal}$ . Множества технических и физических мер пересекаются и образуют подмножество меры допуска<sup>14</sup> admission  $\tilde{\mu}_{adm}$  или физической нечеткостью  $\mu_{tech} \subseteq \tilde{\mu}_{adm} \supseteq \mu_{phys}$ . Совокупность мер подобласти ( $M$ ) образует метрическое пространство:

$$M = \langle (\mu_{phys}, \mu_{tech}, \mu_{cal}), (\mu_{tech} \subseteq \tilde{\mu}_{err} \supseteq \mu_{cal}), (\mu_{tech} \subseteq \tilde{\mu}_{adm} \supseteq \mu_{phys}) \rangle \quad \{23\}$$

Полная совокупность качественных и количественных, четких и нечетких мер устанавливается выражением:

<sup>13</sup> Погрешность измерения - оценка отклонения измеренного значения величины от её истинного значения; мера измерения, по Корнфельду, как половина разности между максимальным и минимальным результатом доверительного интервала измерения:  $\Delta x = (x_{max} + x_{min})/2$ .

<sup>14</sup> Допуск – заданная или назначенная разность между наибольшим и наименьшим предельными значениями изделий.

$$\{\tilde{M}, M\} = \{ \langle \tilde{\mu}_{pl} \supseteq (\tilde{\mu}_{pos} \supseteq \mu_{pos}) \rangle \subseteq \tilde{\mu}_{prob} \supseteq \langle \tilde{\mu}_{bel} \supseteq (\tilde{\mu}_{nes} \supseteq \mu_{nes}) \rangle, \\ \langle (\mu_{phys}, \mu_{tech}, \mu_{cal}), (\mu_{tech} \subseteq \tilde{\mu}_{err} \supseteq \mu_{cal}), (\mu_{tech} \subseteq \tilde{\mu}_{adm} \supseteq \mu_{phys}) \rangle \} \quad \{24\}$$

Отдельные описания метрических пространств, подобные {23}, показаны в работах [17, 46, 150]. Нечеткие свойства объектов оцениваются в слабых неметрических шкалах наименований и порядка. Четкие свойства объектов оцениваются в сильных метрических шкалах – интервалов, отношений и абсолютной шкалой. Слабым шкалам соответствуют совокупность методов оценивания. Сильным шкалам соответствуют совокупность методов измерения.

### 2.2.3. Нечеткие наблюдения

Сложность предметного содержания состоит в описании физических и нефизических объектов искусственного происхождения, которые эвристически создает исследователь или наблюдатель. Любой выделяемый объект  $O_i$  может обладать нечеткой принадлежностью к универсальному множеству  $U_{TK}$ . Нечеткое содержание создается на понятиях обобщения, гетерогенности и нечетких отношений объектов в  $U_{TK}$ . Понятие обобщения расширяет область определения исходного отображения  $\varphi$  на класс нечетких множеств [150, с. 14]. Пусть  $\varphi: U \rightarrow V$  - заданное отображение,  $A$  - нечеткое множество, заданное в  $U$ . Тогда образ нечеткого множества  $A$  при отображении  $\varphi$ , есть нечеткое множество  $B$ , заданное в  $V$  с функцией принадлежности:

$$\mu_{B(y)} = \sup_{x \in \varphi^{-1}(y)} \mu_A(x) \quad \{25\}$$

Для построения техносферных сложных объектов используют свойства нечетких отношений. Классы нечетких отношений составляют: 1) симметричные (S): а) рефлексивные - отношения сходства: толерантность, безразличия, неразличимость; б) антирефлексивные - отношения различия: метрика, ультраметрика, псевдометрика; 2) антисимметричные (P): а) Предпорядки - строгие порядки рефлексивных отношений; б) антирефлексивные - нестрогие порядки антирефлексивных отношений; 3) прочие (R): слабые порядки рефлексивных отношений. Из многообразия нечетких отношений для простых форм проектирования ТК возможно избрание свойств симметричность, антисимметричность, транзитивность. Симметричность - свойство, основанное на сходстве-различии объектов множества:

$$R = R^{-1}, \quad \forall x, y \in X \quad R(x, y) = R(y, x) \quad \{26\}$$

Антисимметричность - свойство, основанное на упорядоченности, доминировании, подчиненности объектов множества:

$$R \cap R^{-1} \subseteq E, \quad \forall x, y \in X \quad R(x \neq y) \quad R(y, x) = 0 \quad \{27\}$$

Транзитивность - свойство, основанное на установлении силы связи, величины и значения, в отношениях пар объектов множества:

$$R \supseteq R \circ R, \quad \forall x, y, z \in X \quad R(x, z) \geq R(x, y) \wedge R(y, z) \quad \{28\}$$

Для оценки элемента  $U$  принимается определенная структура области значений функции принадлежности  $[0, 1]$ ,  $[-1, 1]$ , на числовой прямой  $R$ , в  $L$ -множествах с дистрибутивной решеткой  $L$ . Нечеткие множества рассмат-

риваются как гомогенные, если обладает признаком однородности и одна и та же структура области значений, например  $[0, 1]$ , используется для оценки любого объекта в  $U$ . Если подмножества  $U$  неоднородны, используются разные области значений функции принадлежности. Данное обобщение  $U$  рассматривается как *гетерогенное* нечеткое множество. Понятие нечеткого отношения описывает качественный и количественный анализ связей между объектами универсума. Таким образом, ТК описывается как универсум  $U_{TK}$ , в котором на различных подмножествах функция принадлежности принимает значения в соответствии с определенной областью значений гетерогенных нечетких множеств.

Мера наблюдения величин свойств объекта осуществляется посредством так называемой характеристической функции  $\mu_A$  множества  $A$ , являющегося описанием свойств объекта. Представление любого элемента  $x$  меры определенного или четкого множества  $A$  единичного интервала  $I = [0, 1]$  состоит в применении двух значений величин  $\mu_A(x) = 1$ , если элемент  $x$  принадлежит множеству  $A$  и равной нулю в противном случае. Нечеткая мера ставит в соответствие действительные числа, измеряющие или оценивающие величину свойства объекта. Множество состояний переменных рассматривается как степени правдоподобия классу мер и правилам вычисления. Для них были найдены наименования: вероятность, возможность, правдоподобие, доверие, убежденность, необходимость, жесткость или мягкость вычисления. Нечеткая мера, определяемая на подмножествах декартового произведения  $C$ , определяется функцией  $\mu: P(C) \rightarrow [0, 1]$ , где  $P(C)$  мощность множества  $C$ ; чтобы функция являлась мерой, предъявляются следующие требования нечетких мер:  $(\mu 1): \mu(\emptyset) = \mu(C) = 1$ ;  $(\mu 2)$ : если  $x_1 \subseteq x_2$ , то  $\mu(X_1) \leq \mu(X_2)$  монотонность, не допускает, чтобы подмножество другого подмножества  $C$  обладало большей мерой, чем включающее его;  $(\mu 3)$ : если  $x_1 \subseteq x_2 \dots \subseteq$ , или  $X_1 \supseteq X_2 \supseteq \dots$  то  $\lim_{i \rightarrow \infty} \mu(X_i) = \lim \mu(X_i)$  - непрерывность, предел мер бесконечной монотонной последовательности подмножества  $C$  должен совпадать с мерой предела этой последовательности. В нечетком представлении элемент  $x$  может принадлежать любому множеству, но бесконечное значение величин. Мера принадлежности элемента  $x$  нечеткому множеству  $A$  называется функцией принадлежности  $\mu_A(x) \in [0, 1]$ . Конкретное значение нечеткой переменной функции принадлежности на элементе  $x$  называют степенью или коэффициентом принадлежности.

Наименование нечеткого множества  $A$  на естественном языке называют лингвистической переменной (ЛП). Множество действительных чисел от 0 до  $x$  базовой шкалы или множества  $X$ , называемого универсумом рассуждения имеет бесконечное множество значений переменной  $x$ . На основании *квантификации*  $G$  – синтаксического правила, из ЛП можно получать производные нечеткие подмножества или терм-множества, которые являются лингвистическими значениями ЛП и бесконечное множество значений переменной  $X$  базовой шкалы. На основании *фазификации*  $P$  - семантического правила приведения к нечеткости, по которому каждому значению ЛП ставит в соответствие нечеткое подмножество множество  $X$ .

Пример: наименование – «квалификация»; ЛП - «высокая»; терм-множества: «очень высокая», «не высокая», «более-менее высокая» записываются: «очень  $A$ » с функцией принадлежности  $\mu_{\text{очень } A} = (\mu_A)$ ; «не  $A$ » с

функцией принадлежности  $\mu_{\text{не } A} = 1 - \mu_A$ ; «более-менее A» с функцией принадлежности  $\mu_{\text{более-менее } A} = \sqrt{\mu_A}$ . Устанавливаются нечеткие правила вывода, которые осуществляются актом управления, называемом импликацией «если R, то S», где R называется посылкой, S - заключением, (R, S) - нечетким суждением. Совокупность правил и нечетких суждений называется базой знаний. В роли посылок выступают параметры, в роли заключений – действия. Нечеткие свойства объектов оцениваются в слабых неметрических шкалах наименований и порядка. Четкие свойства объектов оцениваются в сильных метрических шкалах – интервалов, отношений и абсолютной шкалой. Слабым шкалам соответствуют совокупность методов оценивания. Сильным шкалам соответствуют совокупность методов измерения.

#### 2.2.4. Выбор методов наблюдения

Мягкие вычисления предполагают наблюдения объектов как числовой так и нечисловой природы в метрических и неметрических шкалах. Структурой категории времени является прошлое, настоящее и будущее с приемлемой шкалой интервалов: год, пятилетие, десятилетие, пятидесятилетие, столетие. Понятие «настоящее» в категории времени не имеет четкого определения, поэтому целесообразно выбрать приемлемый интервал времени, от «мига между прошлым и будущим», который будет считаться настоящим временем. Практически настоящее время может совпадать с различными оперативными интервалами планирования деятельности: неделя, месяц, год. В соответствии с классификацией наблюдения, наблюдения в векторе времени от прошлого к настоящему и будущему могут осуществляться в оценках от количественных к качественным с наименованиями от необходимых к возможным и вероятностным мерам оценки. Наблюдение во времени основано на фиксировании *исхода* или последствия деятельности, проявляемого в виде результата или ущерба. В отношении прошлого времени достигаются исходы наблюдения деятельности, которые можно называть *необходимыми*. В настоящем времени достижимы *возможностные* исходы деятельности. В будущем времени ожидаются *вероятностные* исходы деятельности. Решением задачи проектирования комплекса наблюдения является достижение применения в отношении настоящего времени необходимых, а в отношении будущего времени возможностных исходов наблюдения деятельности. Иначе, необходимо продвинуть использование количественных оценок в будущее.

Используя описание ТК, эвристически выделяем объекты, их свойства и состояния: человек, техника, организованный комплекс, надежность, эффективность, безопасность, риск. Величины наблюдения: физические измеряемые (ФИ), математические вычисляемые (МВ), лингвистические оцениваемые (ЛО); методы: жесткие измерения (ЖИ), мягкие измерения (МИ), мягкие вычисления (МВ), мягкие оценивания (МО); шкалы: метрические сильные - абсолютные, отношений, интервалов и неметрические слабые – порядка, наименований, табл. 5.

Логика наблюдения предметной области осуществляется в процедурах: выявление объекта; выявление свойств объекта, измерение (вычисление, оценивание) величин свойств; установление формальных связей и соотношений между величинами. Результатами процедур описания могут быть таблицы, формулы, эмпирические модели, графики. Задача состоит в том,

чтобы многообразие этих форм в разных величинах и шкалах редуцировать в знание предметной области. Подобный подход имеет наименование псевдофизической логики оценок величин.

Следуя [46], формируем набор компонент оценки: предмет, субъект, шкала, тип. Под предметом оценки понимается свойство или совокупность свойств, которые необходимо формально описать. Субъект оценки понимается как индивидуальный или коллегиальный эксперт. Шкала является основанием для приведения в единство разнотипных данных. Тип оценки – наименование состояния оцениваемого свойства объекта. В соответствии с методикой [137], осуществляем выбор типов оценок величин: абсолютных и сравнительных, четких и нечетких, статических и динамических. Абсолютная оценка – отношение оцениваемой величины к стандарту, образцу, эталону. Сравнительная оценка – сопоставления, сравнение, степень различия, бинарное отношение (двух) величин. Четкая оценка является результатом количественного оценивания и измерения в действительных числах. Нечеткая оценка формализуется средствами естественного языка. Статическая оценка – описание моментного состояния величины свойства объекта. Динамическая оценка – описание поведения, изменения величины. Сводимость результатов оценки разных свойств объектов осуществляется подбором и сочетанием оценок соответствующего типа, назначением шкалы и интервала, указанием расчетной величины и лингвистической переменной. Между неформальной и формальной постановками задачи нет четкой границы. Формальная постановка задачи может содержать: количество выбранных оценок, количество термов, определение функции принадлежности для каждого термина, построение лингвистических шкал оценки, определение правил вывода, дефазификацию.

Методы наблюдения имеют разнообразные классификации. Экспертные методы создают установление числовых свойств эмпирического и эвристического изложения высказываний знаний экспертов. Расчетные методы позволяют установить искомые данные через процедуры, формулы, алгоритмы, используя описания исходных данных свойств объектов. Экспериментальные методы позволяют непосредственно наблюдать свойства и состояния объектов или создавать данные состояния и фиксировать изменения величин свойств. Методы описания величин свойств объектов предметной области выбирают, исходя из области определения. В области определения [качество, количество] величины наблюдаются, соответственно, как качественные оцениваемые и количественные измеряемые. В области определения [нечеткость, четкость] методы описания свойств объектов в величинах частично упорядочиваются в последовательности: мягкие оценивания (МО), мягкие вычисления (МВ), жесткие вычисления (ЖВ), мягкие измерения (МИ), жесткие измерения (ЖИ), рис. 3. Понятие мягкие вычисления *soft computing* (Л. Заде, 1994) включает: «нечеткая логика, нейронные сети, вероятностные рассуждения, сети доверия, эволюционные алгоритмы, теория хаоса и отдельные разделы теории обучения, применяемый отдельно и в сочетании при разработке гибридных интеллектуальных систем различного назначения» [цит. по 137]. Классификация методов может служить ориентиром выбором концепции величин, шкал, подходов – тождественных или наиболее соответствующих заданному описанию предметной области.

### 2.3. Выводы и результаты

Целесообразная деятельность имеет пространственно-временной или мерно-темпоральный характер. Целесообразность означает со-образность, соответствие с образом желаемого состояния, называемого целью деятельности. Целесообразность требует наличия у субъекта деятельности средства референции для отсчета реальности - физического фиксирования мерности объектов или мыслительной проекции целевых состояний. Это приводит к условному делению картины мира и деятельности на материальную физическую и нематериальную психическую стороны и определяет объекты количественного отсчета и качественной референции.

Для исчисления величин объектов физического мира осуществляются метрические операции – описание свойств материальных объектов в установленных единицах, называемое – измерением. Свойства нематериальных сущностей воспринимаются субъектом целостно – выявлением связей, сравнениями, соотношениями, классифицированием. Эти действия и процедуры называют оценением.

Количественные измерения и качественные оценки реализуются в сущностях мерного и мыслительного сопоставления свойств объектов с абстрактной единицей отсчета, называемой величиной. Необходимость структурного упорядочивания требует средства выражения однородности меры величин. Это средство называется шкалой. В совокупности теория наблюдения реальности определяется двумя парами базовых понятий: а) двумя понятиями действий измерения и оценки; б) двумя понятиями средств осуществления действий величины и шкалы.

Классификации содержания и структуры деятельности имеют нечеткий характер. Наибольшую сложность представляет определимость границ применения понятий величины, измерения и оценивания. Понятийное различие между измерением и оцениванием можно пояснить в мерах разнообразия знаний и опыта. Продвижение *знаний* делает ранее оцениваемые предметы измеряемыми. Разнообразие *опыта* расширяет предметную область в шкалы оценивания<sup>15</sup>.

В понятие оценивания вкладывается смысл экспертизы человека, выполняющего роль идеального измерительного устройства и устанавливающего сравнение свойств объектов по однородным параметрам на основе доктринальных (необсуждаемых) знаний. В контексте количественного измерения различаются несколько типов определений измерения: метрические, метрологические, физические, статистические. Понятие меры, метрики (расстояния) связывается с точностью и количеством. При наблюдении качественного предметного мира затруднительно и невозможно исходить из меры. Именно поэтому адепты метрологии возражают против применения термина «измерение» для нечетких объектов, а шкалы называются неметрическими. Качественные оценивания необходимо применяются при наблюдении объектов, свойства которых невозможно или трудно структу-

---

<sup>15</sup> Например, наименование снега можно обобщить свойствами только холода или белизны, каждое из которых может *измеряться* в шкале интервалов. Однако, на языке эскимосов идентифицируются свойства многочисленных состояний снега, которые *оцениваются* десятками наименований.

рировать. Тогда объект называют целым свойством. Экспертным путем структурировано пространство множеств нечетких и четких мер необходимого описания свойств объектов исследуемой предметной области.

Наблюдения свойств сложноструктурных объектов и человека осуществляется методами МО в неметрических шкалах. МО позволяют устанавливать свойства данных объектов в шкалах наименований и интервалов, наблюдаемых в состояниях безопасности, надежности и эффективности. Результатами вышеизложенного содержания являются:

Разработка пространства соотнесенных областей определения, в которых устанавливается тот или иной метод наблюдения объектов исследуемого предмета. Практическое значение соотнесения областей определения между собой состоит в том, что создаются основания для установления методов наблюдения свойств предмета в соответствующих мерах.

Разработка комплекса наблюдения предметной области (КНПО), основанного на структурном содержании взаимосвязей методов наблюдения величин объектов в различных областях определения – числовых и нечисловых. Комплекс содержит описание областей определения, соотносящиеся с ними шкалы, методы наблюдения и пространства мер в области [нечеткость, четкость], что позволяет исследователю обоснованно структурировать свойства объектов физических и нефизических, естественных и искусственных по происхождению и осуществлять выбор необходимых методов. Новизной содержания КНПО является то, что комплекс объединяет в единую схему существующие в теории измерения разрозненные частичные данные соотношений областей определения, шкал, методов и мер наблюдения объектов.

Разработка методики наблюдения предметной области, основанной на совокупности теории измерения и оценивания, структурированной по восьми видам четких и нечетких величин объектов, позволяющей осуществлять выбор соответствующих шкал и методов. Методика содержит пример шкал и конкретные оценки объектов транспортного комплекса, которым они соответствуют. Практическая реализация КНПО и методики осуществлена в разработках методов исчисления состояний ТК: безопасности, риска, надежности; свойств ресурсов пилота и летного экипажа и других объектов прикладных разработок, демонстрируемых в настоящей работе.

### КОМПЛЕКС НАБЛЮДЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

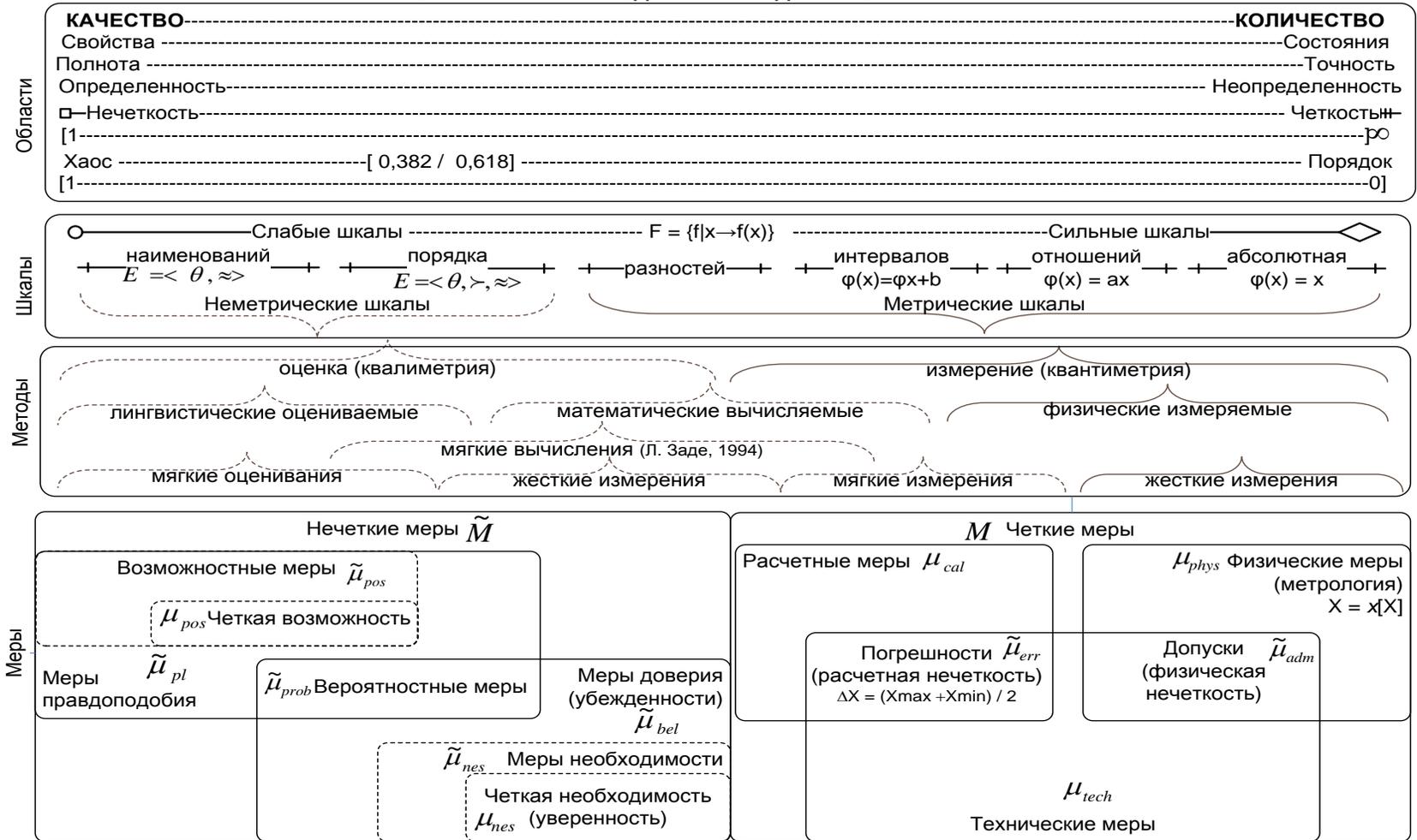


Рис. 3. Комплекс наблюдения предметной области исследования

Таблица 5

Методика установления наблюдения техносферных объектов: [нечеткость, четкость]

Величина	Виды оценивания величин		Шкала		Примеры	Методы	Объекты	
Нечеткая	Абсолютная	Статическая	Нечеткая абсолютная статическая (НАС)	отношений, интервалов, разностей	{Чрезвычайно малая,..., средняя,..., Чрезвычайно большая}	Величина $\beta$ большая	МИ МВ	Состояния
		Динамическая	Нечеткая абсолютная динамическая (НАД)	наименований, порядка	{Резко, постоянно медленно увеличивается, уменьшается}	Величина $\beta$ в интервале $\delta$ медленно уменьшается	МВ МО	Человек
	Сравнительная	Статическая	Нечеткая сравнительная статическая (НСС)	абсолютная, отношений, интервалов	{много меньше, ..., равны, ..., много больше}	Величина $\beta$ много больше величины $\alpha$	ЖИ МИ МВ	Техника
		Динамическая	Нечеткая сравнительная динамическая (НСД)	наименований, порядка, разностей	в разгах: множество действительных чисел, $>0$ ; в единицах: множество действительных чисел, $>0$ ; в процентах: множество действительных чисел, $>0$ и $<100$ ;	Величина $\beta$ в интервале $\delta$ увеличивается на 7 ед. (на 30%, в два раза)	МВ МО	Человек

Величина	Виды оценивания величин			Шкала		Примеры	Методы	Объекты
Четкая	Абсолютная	Статическая	Четкая абсолютно статическая (ЧАС)	отношений, интервалов	множество действительных чисел	<i>Величина <math>\beta</math> равна 5.15 ед.</i>	МИ МВ	<i>Состояния</i>
		Динамическая	Четкая абсолютная динамическая (ЧАД)	интервалов, порядка, разностей, наименований	в разгах: множество действительных чисел, $>0$ ; в единицах: множество действительных чисел, $>0$ ; в процентах: множество действительных чисел, $>0$ и $<100$ ;	Величина $\beta$ в интервале $\delta$ увеличивается на 5 ед. (на 22%, в два раза)	МИ МВ МО	<i>Состояния</i>
	Сравнительная	Статическая	Четкая сравнительная статическая (ЧСС)	отношений, интервалов, разностей	в разгах: множество действительных чисел, $>0$ ; в единицах: множество действительных чисел, $>0$ ; в процентах: множество действительных чисел, $>0$ и $<100$ ;	<i>Величина <math>\beta</math> меньше <math>a</math> на 10 ед. (на 47%, в два раза)</i>	МИ МВ МО	<i>Состояния</i>
		Динамическая	Четкая сравнительная динамическая (ЧСД)	отношений, интервалов, разностей	Множество действительных чисел	<i>Величина <math>\beta</math> в интервале <math>\delta</math> увеличивается в три раза больше, чем величина <math>a</math></i>	МИ МВ	<i>Состояния</i>

### 3. МЕТОД РЕСУРСНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Сократ. Не правда ли, созидающее творит то, что возникает, а не то, что созидает? Гиппий. Это так.*

*Сократ. Значит, возникающее это одно, а созидающее – другое? Гиппий. Да.*

*Сократ. Следовательно, причина не есть причина причины, но лишь причина того, что от нее возникает.*

ПЛАТОН, Гиппий большой, [82, с. 406]

Предметом метода ресурсного проектирования в настоящей работе являются сложные объекты (транспортный комплекс), которые иначе называют слабоструктурированными, сложноструктурированными, нетрадиционными, крупномасштабными, хаордическими, организационными, обладающими «свободой воли» объектами [92, 93]. Мы исследуем нематериальную организационную составляющую сложных объектов, вовлеченных в целесообразную техносферную деятельность. Исследуется пространство и псевдофизическая логика моделирования сложных объектов. Далее представляется метод и излагаются основы ресурсного проектирования. Метод разрабатывается в течение двух десятилетий и имеет обширное практическое внедрение [88].

#### 3.1. Информационное пространство сложных объектов

##### 3.1.1. Моделирование в области [простота, сложность]

Исследование и проектирование сложных объектов искусственного происхождения содержит фундаментальные проблемы их описания. Структурирование и установление большого количества элементов, их связей имеет нечеткий и размытый характер. Известным практическим приемом преодоления нечеткости является сжатие или свертка данных, множеств, элементов<sup>16</sup>. Простейшей сверткой данных пользуется каждый человек, выделяя главное от второстепенного любого рассматриваемого предмета, на основе оценки общего свойства или качества. Тем не менее, описание сложных объектов затруднительно качественными методами, требует статистических методов и математических моделей, долговременного наблюдения для установления устойчивых рядов данных по закону больших чисел. Отдельное место в статистических наблюдениях получили так называемые гиперболические распределения (ГР). Их уникальная особенность состоит в возможности свертки данных примерно в пять-десять раз.

Формализованное описание предметной области деятельности состоит из взаимосвязанных шагов: установление настоящих и будущих свойств и состояний объектов; выбор базы и каналов наблюдения; сбор и обработка данных через моделирование, интерпретацию и определение параметрических инвариантных свойств или создание знаний; описание оптимизиро-

---

<sup>16</sup> «Наука требует, чтобы мы остановились на простом. Только на этом фундаменте можно воздвигнуть здание обобщений». Анри Пуанкаре [цит. по 52, с. 348]

ванной деятельности в предметной области. Дж. Клир в разделе своей работы системологии «Три степени сложности», указывает, что наука обязана своими достижениями выявлением скрытой простоты в предъявляемой действительностью сложности. «Подобные ситуации характерны тем, что выделяются несколько существенных факторов, а множество других считаются несущественными. Это позволяет исследователю ввести сильные, экспериментально оправданные упрощения, следовательно, рассматривать исследуемые характеристики «изолированно» от всех остальных» [52, с. 348-354]. Данные задачи называют задачами организованной простоты<sup>17</sup>. Краткое содержание задач в областях определения [организованность, неорганизованность] и [простота, сложность] представляется следующим образом, рис. 4.

- Задачи организованной простоты (ЗОП). Требуют исследования свойств детерминированных объектов с двумя-тремя переменными с применением аналитических методов. Предел применения - до пяти переменных, когда точность резко снижается.
- Задачи неорганизованной сложности (ЗНС). Относятся к объектам с большим числом переменных, проявляющихся случайным образом, решаемых статистическими методами. Точность возрастает с ростом числа переменных.
- Задачи организованной сложности (ЗОС). Относятся к середине шкалы или спектра «простота-сложность». Теория решения этих задач наименее изучена.



Рис. 4. Выбор задач в областях определения

Моделирование объектов ТК ( $M_{TK}$ ) мы относим к задаче организованной сложности, которую можно сформулировать следующим образом. Отношением моделирования  $M_{TK}$  является подобие, определенное на множестве свойств  $A_i$  объекта  $S_i$  и на множестве свойств  $A'_i$  объекта их моделей  $S'_i$ .  $M_{TK}$  является абстрактным объектом, структурирование свойств которого осуществляется нечетко и его отображение возможно составлением моделей-аналогов методами мягких вычислений. Модель является ограничением с точки зрения субъекта: (1) действительных первичных данных описания свойств объекта и (2) желаемых вторичных знаний описания свойств объекта. Задача моделирования первичных и вторичных свойств заключается в отображении существенных свойств при преобразовании между множе-

<sup>17</sup> Пример – закон всемирного тяготения И. Ньютона является сильным упрощением сложности, тем не менее, позволяет точно вычислять орбиты планет.

ствами переменных, множествами параметров, множествами состояний переменных:

$$M_{TK}: S_i(A_i) \rightarrow S'_i(A'_i) \quad \{29\}$$

Решение задачи означает, что объект  $S_i$  и модель  $S'_i$  изоморфны относительно данных и знаний, семантически различимы в каналах наблюдения. Условия задачи отвечают требованиям удовлетворения на запрос достижения цели и удовлетворяют ограничениям. Это – задача проектирования объекта.

Основание метода. Структурные элементы объекта рассматриваются как свойства, называемые ресурсами, располагаемыми по законам гиперболических «негауссовых» распределений (ГР). Основания метода содержат положения качественной теории информации (КТИ) [64] и разработки экспертных систем научно-технической информации (ЭС НТИ) [84]. Согласно метода, элементарные сообщения составляют данные, которые только в контакте с экспертом или контуром преобразования ЭС преобразуются в информацию и затем в знания. Поэтому вместо используемого в информатике понятия «документальный информационный поток» (ДИП) мы вводим понятие «поток данных» (ПД). Метод позволяет осуществлять экспертное выделение нескольких свойств, устойчиво наблюдаемых и оцениваемых в числовых величинах. Ниже представлен краткий обзор ГР и необходимые выводы о возможностях мерах свертки данных. Затем показана разработка комплекса информационного пространства сложного объекта.

### **3.1.2. Ресурсные основания в гиперболических распределениях**

Гиперболические распределения обладают приемлемой точностью и практической значимостью. Например, на основе цитационного анализа делаются прогнозы развития научных направлений, присуждения Нобелевских премий. Законы ГР - Ципфа, Парето, Лотки, Уиллиса, Брэдфорда и других, получившие также наименования распределений, обладают выраженностью асимметрии свойств исследуемого предмета. Данным распределениям подчиняются экономические, социальные, биологические явления, естественные языки и множество других реальностей.

Краткий обзор «негауссовых» распределений. В. Парето в 1897 г. устанавливает закон распределения населения по размерам дохода. Дж. Уиллис в 1922 году вывел распределение биологических родов по численности видов. Гиперболические распределения являются основанием наукометрии, особенно библиометрии документальных информационных потоков. На основы библиометрии указывают работы авторов: П. Вальден 1911 г., Ф. Коул, Н. Ильс 1917 г., позже П. Отле 1934 г., А. Причард 1969 г. Наукометрию связывают с именами В.В. Налимова и З.М. Мульченко 1969 г. С вышеуказанными направлениями связывают возникновение новых терминов и дисциплин: анализ медиаинформации «киберметрия», «интернетометрия», когнитивное и математическое моделирование информационных потоков «вебометрия» R.H. Abraham, R.R. Larson 1996 г. Информетрия впервые указана в работах немецких исследователей L. Blackert, S. Siegel, O. Nаске 1979 г., подробнее в работе [100]. Основные количественные особенности негауссовых распределений можно кратко представить в следующем изложении.

Американский математик и страховой аналитик Альфред Д. Лотка в 1926 году вывел закон обратных квадратов, по которому для числа ученых  $n(x)$ , написавших  $x$  статей, получено распределение продуктивности:

$$n(x) = A/x! \quad \{30\}$$

где  $A$  - число ученых написавших всего одну статью;  $x! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot x$ . Дж. Ципф в 1949 г. установил гиперболический закон распределений слов естественного языка в виде:

$$fr = c \quad \{31\}$$

где  $f$  - частота встречаемости слова в тексте;  $r$  - ранг слова, порядковый номер в списке;  $c$  - эмпирическая постоянная величина. Позже Б. Мандельброт уточнил закон Ципфа:  $fr = cy$ , где  $y$  - величина, около единицы, изменяющаяся от свойств текста.

Английский химик и библиограф С. К. Брэдфорд (1878-1948) сформулировал закономерность распределения публикаций по изданиям. Если журналы расположить в порядке убывания числа статей по определенному предмету, то первые несколько профильных изданий, называемые зоной ядра, содержат наибольшее количество статей рассматриваемой тематики. Вторая значительная группа статей уходит за пределы профильных журналов в смежные издания. Третья группа статей, названная «периферийной», содержится в разных направлениях науки и наибольшем числе наименований изданий, носит случайный характер. Закон Брэдфорда в развитии Б. Викери имеет вид:

$$T_x : T_{2x} : \dots : T_{nx} = 1 : a : a^2 : \dots : a^n \quad \{32\}$$

где  $x$  - количество статей в каждой группе;  $a$  - коэффициент рассеяния, постоянная величина для данного предмета и времени;  $T_x, T_{2x}, T_{nx}$  - количество журналов, содержащих  $x, 2x, nx$  статей по данному предмету. Развитие закона Брэдфорда представил Б.К. Брукс, 1969 г. в двух уравнениях:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{(n)} = an^b (1 \leq n \leq c) \\ R_{(n)} = k \log_b \frac{n}{s} (c \leq n \leq N) \end{array} \right\} \quad \{33\}$$

где  $R_{(n)}$  - общее количество статей по теме в  $n$  изданиях, проранжированное по убыванию;  $n$  - ранг издания;  $a$  - количество релевантных статей по теме в самом продуктивном издании;  $c$  - число изданий в «ядре»;  $N$  - число изданий;  $b, k, s$  - эмпирические коэффициенты.

Основная сущность формализованных методов анализа ДИП состоит в выделении различных количественных взаимодействующих свойств данных в потоке. Длительность статистических наблюдений является обязательным условием точности гиперболических распределений. В.И. Горькова в 1973 г. показала, что развитие научной дисциплины можно оценивать по приращению:

$$V = dN/N dt \quad \{34\}$$

где  $N$  - число публикаций по теме в наблюдаемый период;  $dN$  - прирост за период  $dt$ ;  $V$  - скорость роста, определяемая приращением  $dN/\Delta t$  по отношению к наблюдаемому периоду, установленная за период более пяти лет.

Данное условие является главной проблемой, если существует необходимость непосредственного и синхронного оценивания данных. Преодоление данной проблемы достигается представляемым здесь методом.

### 3.1.3. Задача установления свойств информационных ресурсов

Задача установления свойств информационных ресурсов любого объекта состоит в преобразовании потока данных в информацию и знания, необходимые и достаточные субъекту для принятия решений деятельности. Задача заключается в том, чтобы установить в потоке данных объекта приемлемое сочетание количественных формальных признаков, пригодных для качественной оценки экспертом и машинной обработки.

Метод. В основе метода лежит ранжирование источников ПД, эвристическая оценка и структурирование данных по формальным признакам. Пусть в описании объекта, называемом ресурсным контуром  $R_N$ , классифицировано  $n$  ресурсов  $r_1, r_2, \dots, r_i, \dots, r_n$ , свойство каждого из которых определяется по  $1, 2, \dots, j, \dots, m$  признакам. Свойство  $p$  или величина ресурсного контура  $R_N | p$  рассчитывается как возможностная (вероятностная) мера в области определения  $[0, 1]$ :

$$R_N | p = \sum_{i=1}^n \sigma_{jie} + \sum_{i=1}^n \sigma_{jif} \quad \left\{ \begin{array}{l} n \geq 1 \\ 1 \leq j \leq m \end{array} \right\} \quad \{35\}$$

где  $\sigma_{jie}$  и  $\sigma_{jif}$  - веса  $j$ -го признака  $i$ -го ресурса, устанавливаемые на эвристической и формальной основе. Выражение  $\{1\}$  является основой излагаемого метода и используется для дальнейшего оценивания и исчисления ресурсов. Выделение формальных и эвристических признаков создает свертку ресурсов и оптимизирует экспертизу оценивания свойства. Преобразование данных на примере ПД позволяет осуществить выявление действительности, скрытой за содержанием печатной работы. Эта информация является эвристическим оцениванием эксперта. В соответствии с законами рассеяния и концентрации доля ядерной части ПД составляет единицы процентов потока. Только эту часть эксперт оценивает непосредственно, что оптимизирует затраты человеческих ресурсов более чем на порядок. Подробное содержание метода изложено в [84].

### 3.1.4. Комплекс преобразования информационных ресурсов

Комплекс преобразования информационных ресурсов (КПИР) разработан в период 1983-1993 гг. и состоит из трех взаимосвязанных контуров: ресурсный контур данных (РКД), ресурсный контур преобразования данных (РКПД), ресурсный контур решений (РКР). РКД содержит конечное или бесконечное множество данных, выделяемых для его описания. Назначением контура является организация возможных данных среды в оптимальный объем для преобразования и подготовки решений. Контур организован и создается тремя взаимосвязанными потоками данных: а) формализованный поток организованных структурированных данных: источники НТИ; б) формализованный поток неорганизованных слабоструктурированных данных - «серая литература»; в) неформализованный поток неорганизованных неструктурированных данных, рис. 5.

Связь данных в этих потоках – предметная, тематическая. Например, исследователь получает данные (а) из научного журнала, (б) из неопубли-

кованных отчетов, (с) из устной беседы. Обозначив создаваемый ресурс РКДС символом  $\bar{D}$  и элементы создающих ресурсов  $d_a, d_b, d_c$ , запишем:

$$D(d_a, d_b, d_c): \rightarrow [\bar{D}] \quad \{36\}$$

Назначение контура состоит в организации репрезентативного содержания входящих данных, необходимого и достаточного для целей проектирования объекта. Данный контур ресурсов формируется на основании принципа адекватности проектирования.

Ресурсный контур преобразования данных. Назначение контура состоит в редукции или свертки данных для принятия решений. Разработана модель для следующих свойств ДПД: полнота, точность, новизна, достоверность, доступность, информативность, старение, ценность. Структурирование указанных ресурсов по формальным и эвристическим признакам показывает их сложную взаимозависимость и корреляцию между собой [84, с. 43]. В соответствии с принципом редукции из данных свойств экспертным путем осуществляется свертка до трех свойств: информативность, новизна, достоверность. Для перевода описаний каждого из свойств в машинные алгоритмы разработаны математические модели.

Свойство информативности ресурсов. Выделение релевантных данных, пертинентных запросу, осуществляется на основе свойства данных, которое мы называем информативностью, также называемое фактором воздействия impact factor (if). Информативность определяется по специальной матрице, объединяющей несколько ранговых моделей, используемых для расчета интегрального ранга воздействия каждого из входящих источников ДПД [84]. Интегральный ранг  $q_a$  рассчитывается:

$$Q_a = \sum_{n=1}^N q_{\alpha n} \varphi q_n \quad (\overline{1, N}) \quad \{37\}$$

где  $\alpha$  - порядковый номер ресурса,  $N$  - число ранговых моделей,  $n$  - порядковый номер ранговой модели,  $q_{\alpha n}$  - ранг -го ресурса в  $n$ -й модели,  $\varphi$  - коэффициент приведения получаемых при расчете иррациональных чисел к целым числам,  $q_n$  - удельный ранг  $n$ -й модели, который рассчитывается следующим образом:

$$q_n = \rho_n / \sum_{i=1}^N \rho_i \quad \{38\}$$

где  $\rho_n$  - вес  $i$ -й модели, определенным экспертным путем на основании эффективности и трудоемкости метода, соответствующего данной модели. Объединяя {36} и {37}, получаем числовое значение информативности:

$$Q_a = \frac{\sum_{n=1}^N q_{\alpha n} \varphi \rho_n}{\rho_n / \sum_{i=1}^N \rho_i} \quad \{39\}$$

Достоверность информационных ресурсов. Достоверность в [84] определяется как отсутствие искажений в цепях и в кодовых переходах сообщений на основании внутренней и внешней изоморфности (непротиворечивости) структуры свойств сообщений. Признаки свойств делятся на подтверждающие и отрицающие (исключающие, порочащие) достоверность. Достоверность ресурса  $R_N | rlb$  рассчитывается:

$$R_N | rlb = \{0,5 + 0,5 (\sum_{i=1}^{nf} p_{if} + 0,6 \sum_{i=1}^{ne} p_{ie}) - 0,5 \sum_{i=1}^{nn} p_{in}\} / \{1 + \sum_{i=1}^{nn} p_{in}\} \quad \{40\}$$

где показатели  $n_f, n_e$  - число соответственно формальных и эвристических признаков подтверждающих достоверность;  $n_n$  - число признаков отрицающих достоверность;  $p_{if}, p_{ie}, p_{in}$  - весовые коэффициенты  $i$ -го признака соответствующей группы; 1; 0,5; 0,6 - выравнивающие коэффициенты, определенные экспертным путем.

КОМПЛЕКС ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ  
(1983-1993 гг.)

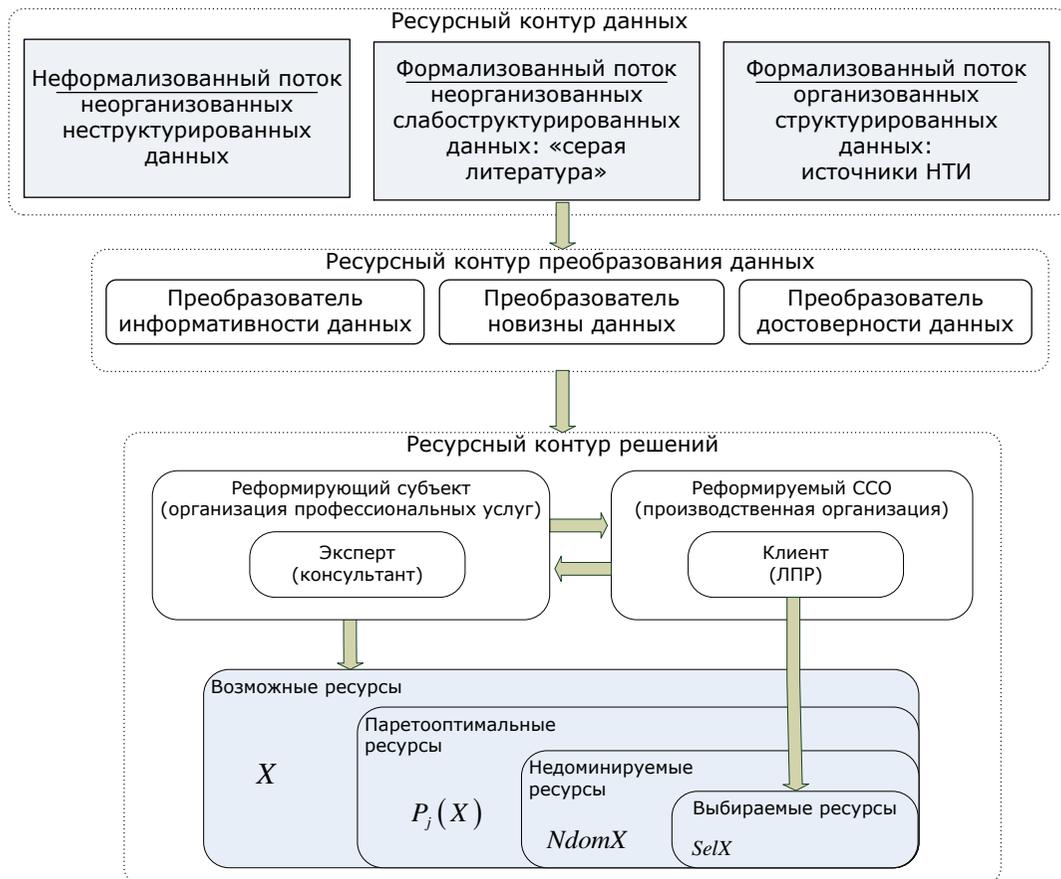


Рис. 5. Комплекс преобразования информационных ресурсов

Новизна информационных ресурсов. Новизной ресурса в [84] называется совокупность признаков свойств объекта, обладающих: а) признаками нового содержания, устанавливаемого экспертным путем в эвристических процедурах оценивания; б) рангом информативности и пространственно-временными признаками. Пример: новизна научной монографии оценивается субъектом экспертным путем по эвристическим признакам и формально - по дате издания и по физической удаленности (доступности), что составляет затраты ресурсов на поиск книги. Новизна  $R_N | new$  рассчитывается как в общем описании метода:

$$R_N | new = \sum_{i=1}^n \psi_{jie} + \sum_{i=1}^n \psi_{jif} \quad \{41\}$$

где  $\sigma_{jie}$  и  $\sigma_{jif}$  - веса  $j$ -го признака  $i$ -го ресурса, устанавливаемые на эвристической и формальной основе.

### 3.1.5. Ресурсный контур решений

Управление информационными ресурсами. Назначение контура решений – формирование информационного пространства объекта, управление КПИР для целей проектирования объекта. Объектом может быть любой техносферный комплекс, транспортный комплекс, проектирование которого рассматривается в терминах преобразования, трансформирования, реформирования. Главным агентом формирования КПИР и проектирования является реформирующий субъект. Это может быть отдельный эксперт (консультант), экспертная организация профессиональных услуг, научно-исследовательская организация.

Все ресурсы рассматриваются как объекты решений. Контур формируется из трех объектов: множество возможных решений  $X$ , векторный критерий и отношение предпочтения эксперта, лица принимающего решение (ЛПР). Множество возможных решений здесь устанавливается как множество, получаемое для экспертизы, из контура преобразования данных РКПД – информация приемлемой полноты, новизны и достоверности. Данное множество содержит минимальное количество решений – два. Число максимальных решений может быть конечным и бесконечным:  $X\{2, \dots, N, \dots, \infty\}$ . Множество  $X$  может иметь любую произвольную природу свойств объекта – числовую и нечисловую, количественную и качественную. Для формирования математической модели используем теорию многокритериального выбора (ТМВ) и описание метода последовательного сужения множества Парето [74, с. 124].

Формализация. Структурирование всего пространства ресурсов состоит из последовательных шагов: а) выделение множества -  $X$ ; б) выделение подмножества паретооптимальных ресурсов -  $P_j(X)$ ; в) подмножества недоминируемых пространства ресурсов -  $Ndom X$ ; г) выбираемые ресурсы -  $Sel X$ . Множество  $X$  формируется на первом, называемом нами, этапе слабой формализации признаков, признаваемых экспертами пригодными для описания свойств объекта. Затем следует установление критериев  $f(x)$  и наиболее трудный выбор – отношение предпочтения  $\succ_x$ . Редукция ресурсов состоит в сведении решений экспертным путем из  $X$  к подмножеству выбираемых решений:

$$Sel x \subset X, \text{ при } X \geq 1 \quad \{42\}$$

Второй объект контура - векторный критерий (ВК) есть числовая функция, показывающая состояние наблюдаемого свойства, иначе называемые критериями оптимальности, эффективности, целевыми показателями, критериями или показателями качества. Третий ресурс – отношение предпочтения ( $\succ_x$ ) является также элементом эвристической экспертизы предпочтений эксперта (ЛПР). В соответствии с ТМВ [74] ресурсным решением будем называть выбор окончательного варианта решения как формы, содержания, действия, являющегося оптимальным для целей проектирования сложного объекта:

$$PKP: \langle X, Sel x, \succ_x \rangle \quad \{43\}$$

Задача формулируется следующим образом: множество ресурсов  $X$  состоит из конкурирующих подмножеств критериев  $f_1, f_2, \dots, f_m$ , которые обра-

зуют векторный критерий, принимающий значения в пространстве  $m$ -мерных векторов  $R^m$ :

$$f = f_1, f_2, \dots, f_m, \quad m \geq 2 \quad \{44\}$$

Это пространство называют критериальным пространством или пространством оценок. Любое значение векторного критерия  $f$  при определении  $x \in X$  называют векторной оценкой возможного решения  $x$ :

$$f(x) = \{f(x)_1, f_2(x), \dots, f_m(x)\} \in R^m \quad \{45\}$$

Все возможные векторные оценки составляют множество возможных векторов ресурсов:

$$Y = f(X) = \{y \in R^m \mid y = f(x)\} \text{ при некотором } x \in X \quad \{46\}$$

Дальнейшую свертку ресурсов рассматривают как подмножество критериального пространства  $R^m$ :

$$\text{Sel } Y = f(\text{Sel } X) = \{y \in R^m \mid y = f(x)\} \text{ при некотором } x \in \text{Sel } X \quad \{47\}$$

Эксперимент. Теоретическое описание методики формировалось автором одновременно с экспериментальной работой с середины 1980-х годов на ДПД по нескольким направлениям, главными из которых были фундаментальные зарубежные исследования и прикладные НИР в областях: лазерная физика и оптика (1984-1987); аэрокосмическая индустрия и воздушный транспорт (1986-1998); экономика, менеджмент, консалтинг (1992-2007). Результаты экспериментальных разработок опубликованы в более чем в 20 работах, ссылки на которые имеются в [84, 85, 87, 88].

Таблица 5

Ресурсное проектирование информационного пространства

Вид свертки ресурсов	Обозначение	Назначение	Результаты
Информативность	$Q_a$	Выделение ядра источников данных.	Менее пяти процентов источников определяют около 90% релевантных данных.
Достоверность	$R_N \mid \text{rlb}$	Исключение шумовых данных и искажения сообщений.	Формализованный алгоритм определения достоверности информации.
Новизна	$R_N \mid \text{new}$	Установление различий для создания нового знания.	Формализованный алгоритм определения новизны информации.

Таким образом, на примере преобразования информационных ресурсов показана возможность формализованного и эвристического описания объектов искусственной природы – техносферных, производственных, организационных, транспортных и других.

Установлено и экспериментально подтверждено на практике, что существуют методы свертки данных, которые позволяют преодолеть фундаментальную проблему описания сложных объектов. Число перерабатываемых источников по тематике воздушного транспорта составляла 232 издания.

Ядерная часть составляла около 20 источников, что соответствовало ресурсной возможности субъекта и целесообразности исследования [84].

### **3.2. Псевдофизическая логика проектирования сложных объектов**

В настоящей работе исследуются теоретические основания наблюдения (оценивания и измерения) свойств и состояний сложного объекта на основе псевдофизической логики (ПЛ) моделирования. Представлено краткое описание псевдофизических логик и применение естественного языка в управлении. Даны описания логики отношений, временной, пространственной и каузальной логик и их сочетания. Сложность описания объекта преодолевается путем псевдофизической логики оценивания величин свойств объекта. Объект описывается именами элементов, отношениями и связями между ними, которые рассматриваются как ресурсы. Классификации свойств ресурсов и отношения ресурсов описываются на субъективной эвристической нечеткой основе знаний. Знания о том, какие ресурсы создают другие ресурсы, выстраиваются таким образом, чтобы обобщать и уходить от отдельных эвристических суждений к понятиям большего знания. Совкупности ресурсов становятся самообучающимися комплексами. Объект представляется в виде относительно простой ресурсной мета-модели, которая соотносится с его действительным сложным описанием. Данный подход мы называем ресурсным моделированием.

#### **3.2.1. Псевдофизическая логика отношений**

Теория ПЛ моделирует высказывания и рассуждения субъективного смысла в понятиях естественного языка. Данные понятия являются лексическими средствами языка ресурсного моделирования объектов предметной области исследования. Результатом являются формальные модели нормативного поведения, реализацию которых можно передать машине. ПЛ – это логики отношений. Свойства объектов наблюдаются в отношениях деятельности – времени, пространства, каузальности, которые являются переменными. Аксиомы ПЛ исходят из восприятия мира человеком в понятиях естественного языка путём обобщений. К настоящему времени теории разных отношений ПЛ разработаны с различной степенью теоретической глубины и обоснования. По мнению Д.А. Поспелова, ПЛ отношения каузальности является наиболее сложной и наименее разработанной частью теории ПЛ [91, сс. 136, 140]. Нижеследующее изложение настоящей работы следует рассматривать как поисковое исследование. Выдвигаются положения о связи ПЛ отношений времени, пространства и каузальности. Данные положения используются для показанных разработок.

Связь между элементами сложного объекта не удастся описать формальными средствами классической логики. В ПЛ понятие отношения, лат. *relation*, обладает предметностью связей множеств, элементов множеств, единиц естественного языка. Для избранной исследователем предметной области проектируются свойственные комплексы отношений. 1) *Отношение значения*: одно слово соотносится со значением другого слова. Пример: слово «полет» обладает значением перемещения в пространстве материального тела или отвлеченного понятия «полет мысли». 2) *Отношение признака*: слово называет качественные отличия, свойства в признаке; слово приписывает признаки понятиям. 3) *Количественные отношения*: обладают значением количественных свойств измеримых величин объекта. 4) *Каче-*

ственные отношения: обладают значением качественных свойств оцениваемых величин объекта; 5) *Отношение сравнения*: сопоставление значений, признаков, состояний. 6) *Временные отношения*: сопоставление значений времени в признаках раньше, позже, одновременно. 7) *Пространственные отношения*: обладают значением места объектов в протяженности: слева, справа, ближе, дальше. 8) *Каузальные отношения*: обладают значением причинности событий. Рассматриваются также инструментальные, информационные, порядковые отношения. Эти и другие отношения называют статистическими. Обобщения ПЛ достигаются связью отношений различной природы.

### 3.2.2. Псевдофизическая логика отношения времени

В метрическом отображении время структурируется интервалами порядковой шкалы в единицах, количестве, наименованиях. В культуре календарного исчисления времени осуществляется иерархическая дискретизация единиц времени. Наступление каждой последующей единицы времени фиксируется определенно, левая граница [квадратная скобка]:

$$\begin{aligned}
 & \begin{array}{l} \text{Единицы:} \\ \text{Количество:} \\ \text{Имена:} \end{array} \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Секунда}, \dots \\ 60 \\ "46 - я" \end{array} \right) \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Минута}, \dots \\ 60 \\ "34 - я" \end{array} \right) \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Час}, \dots \\ 24 \\ "18" \end{array} \right) \\
 & \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{День}, \dots \\ 7 \\ "четверг" \end{array} \right) \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Неделя}, \dots \\ 4 \\ "третья" \end{array} \right) \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Месяц}, \dots \\ 12 \\ "май" \end{array} \right) \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Год}, \dots \\ 100 \\ "2012" \end{array} \right) \\
 & \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Век}, \dots \\ 100 \\ "XXI" \end{array} \right) \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Тысячелетие}, \dots \\ n \\ "Третье" \end{array} \right) \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Эра}, \dots \\ m \\ "н.э." \end{array} \right) \subseteq \left[ \begin{array}{c} \dots, \text{Период}, \dots \\ k \\ "мезозойский" \end{array} \right) \quad \{48\}
 \end{aligned}$$

Наши представления о неметрическом времени состоят в следующем. Псевдофизическая логика отношения времени выражается в понятиях естественного языка: настоящее, прошлое, будущее, начало, окончание, позже, раньше, сейчас, теперь. Псевдофизическое время задается шкалой наименований, которые мы называем *моментами*:

$$\tilde{T}: \left( \underbrace{t_{1-k}, \dots, t_{1-1}, \dots}_{\text{ПРОШЛОЕ}}, \underbrace{[t_i]}_{\text{НАСТОЯЩЕЕ}}, \underbrace{\dots, t_{i+1}, \dots, t_{i+k}}_{\text{БУДУЩЕЕ}} \right) \quad \{49\}$$

где любые подмножества  $t_{1-1}$ ,  $t_{i+1}$  являются неметрическими интервалами времени; подмножество  $[t_i]$  называют «моментом», «настоящим», левую часть показанной последовательности – «прошлым», правую – «будущим».

Центральным понятием псевдофизического времени является понятие дискретного «момента»  $[t_i]$ . Моменты понимаются и воспринимаются субъективно, псевдоколичественно, псевдофизически. Нечеткая величина псевдофизического времени выражается в понятии «теперь», разговорное «сейчас», а также как «мгновение», «миг»<sup>18</sup>. Псевдосвязь настоящего прошедшего и будущего времени можно найти в понятии «уже». Это обнаружено в древних трудах. По Аристотелю, «уже» обозначает часть будущего времени, близкую к настоящему неделимому «теперь»..., «уже» обозначает

<sup>18</sup> «Есть только миг между прошлым и будущим» Л. Дербенев.

также и часть прошедшего времени, не отделенную от «теперь» [10, с. 83-84].

### 3.2.3. Псевдофизическая логика отношения пространства

В метрическом отображении дискретное пространство, множество  $S$ , задается подмножествами: точкой  $s_0$  нульмерного дискретного пространства, линией  $s_1$ , плоскостью  $s_2$ , объемом  $s_3$ :

$$S(s_i): \left( \begin{array}{cccc} \underbrace{[s_0]}_{\text{точка}} \subseteq \underbrace{(s_1)}_{\text{линия}} \subseteq \underbrace{(s_2)}_{\text{плоскость}} \subseteq \underbrace{(s_3)}_{\text{объем}} \end{array} \right) \{50\}$$

В нашем представлении понятием неметрического псевдофизического пространства является понятие «место»  $s_i$ . Псевдофизически «место» может пониматься и оцениваться при отсутствии указания отображения {4} физически. Указанием места является понятие «здесь». Для установления связи между метрическим и неметрическим псевдофизическим отображением пространства составим следующую схему, табл. 6.

Таблица 6

Отображение пространства

№	$\Omega$	Мера пространства	Метрическое Отображение (квантификаторы)	Неметрическое отображение (квалификаторы)
0	$s_0$	Нульмерное	Точка	Вплотную
1	$s_1$	Одномерное	Линия	Спереди, сзади
2	$s_2$	Двухмерное	Плоскость	Сбоку
3	$s_3$	Трехмерное	Объем	Сверху, снизу
4	$s_4$	Четырехмерное	Время	«Овременивание» пространства <sup>19</sup>

В классической логике исчисления предикатов используются два квантора: всеобщности:  $\forall_x, P_x$  обозначает « $P(x)$  верно для всех (любых)  $x$ » и существования:  $\exists_x, P_x$  означает «существует хотя бы один  $x$  такой, что верно  $P(x)$ », которые называют также квантификаторами. «Квантификатор (quantifier): выражение, представляющее собой указание некоторого количества» [112]. То есть это понятия, которые называют *измеримую* величину объекта. Показанные в таблице понятия - вплотную, спереди, сзади сверху, снизу и подобные им, в литературе называют также квантификаторами. По нашему мнению, эти понятия являются *квалификаторами*, то есть указывают на качество. Никакого «некоторого количества» они не указывают и не называют. Смысл определения, который вложил автор в понятие «некоторого количества» и является указанием оценивания (квалификации), но не измерения (квантификации) величин свойств объектов.

<sup>19</sup> Пример – строительство дома: появление нового объекта (объема) во времени.

Вышеизложенное содержание позволяет сформулировать важные определения, необходимые для последующего изложения основ ресурсной методологии проектирования СО и ТК.

Определение 1. Переход в пространстве отображения объекта называется *восходящим*, если осуществляется в направлении большей мерности:

$$O_i: \langle s_i \rightarrow s_{i+1}, \dots, \rightarrow s_{i+k} \rangle \quad \{51\}$$

Определение 2. Переход в пространстве отображения объекта называется *нисходящим*, если осуществляется в направлении меньшей мерности:

$$O_i: \langle s_i \rightarrow s_{i-1}, \dots, \rightarrow s_{i-k} \rangle \quad \{52\}$$

Определение 3. Переход в пространстве отображения объекта называется *симметричными*, если осуществляется в двух направлениях:

$$O_i: \langle s_i \leftrightarrow s_{i\pm 1}, \dots, \leftrightarrow s_{i\pm k} \rangle \quad \{53\}$$

Определение 4. Отображения объекта в восходящих переходах называются *разверткой* данных описания объекта.

Определение 5. Отображения объекта в нисходящих переходах называются *сверткой* данных описания объекта.

Действительная связь метрического времени, метрического пространства, отношений псевдофизического времени и псевдофизического пространства является фундаментальной задачей естествознания<sup>20</sup>.

### 3.2.4. Псевдофизическая логика отношения каузальности

Центральным понятием псевдофизической логики отношения каузальности (причинности) мы называем понятие «событие» event (E). Событие при отделении префикса в слове «со-бытие», можно понимать как «совместное бытие», «со-одновременное бытие». Событие происходит от причины, после причины, является следствием причины. Множества причин и следствий образуют их совокупности и цепи. Совокупности причин и следствий обладают свойством транзитивности. Логический вывод причинно-следственной связи (от причины к следствию) строится на свойстве транзитивности, может быть приемлемо описан средствами классической логики. Логический вывод от следствий к причинам является сложным и нечетким [91, с. 138]. Типичной псевдопричиной является высказывание «после этого, значит вследствие этого». По нашему мнению, логический вывод следственно-причинной связи (от следствия к причине) возможен на соединении временной, каузальной и пространственной логики.

Определение 6. Событие, множество E,  $e_i \in E$  является связью псевдофизической логики отношений времени и пространства  $e_i(t_i, s_i)$ . Отображение объекта в любом симметричном переходе пространства  $s_i$  в любой момент времени  $t_i$  называется *событием*:

$$e_i: (t_i \langle s_i \leftrightarrow s_{i\pm 1}, \dots, \leftrightarrow s_{i\pm k} \rangle) \quad \{54\}$$

<sup>20</sup> «Прошлое, настоящее и будущее одно и то же. В этом смысле время похоже на дорогу: она не исчезает после того, как мы прошли по ней, и не возникает сию секунду, открываясь за поворотом» Р. Бартини

*Пример.* ПЛ отношения пространства и времени: «Какое *расстояние* от Москвы до Новосибирска?» - «Четыре *часа* лету». Связь предполагает «псевдосоглашение» собеседников о полете на регулярном рейсе в коммерческом самолете. Задавая вопрос, спрашивающий человек предполагает ответ о четком расстоянии S и «не знает» способа преодоления расстояния: автомобиль, поезд, самолет. Следовательно, время имеет варианты (нечетко  $\tilde{T}$ ). Отвечающий «как бы знает» расстояние (нечетко  $\tilde{S}$ ), но точно знает, сколько времени потребуется (четко T), если лететь самолетом. Здесь, четкость величины «четыре часа» понимается относительно других видов транспорта, поскольку время полета варьируется плюс-минус 15-20 минут. Диалог собеседников можно записать:

$$S(\tilde{T}) \rightarrow T(\tilde{S}) \quad \{55\}$$

В данном примере псевдофизическая логика высказываний сокращает множество дополнительных данных, которые могут описывать ситуацию. Мы называем это *сверткой* данных, о чем изложено в ПЛ отношения пространства.

### 3.2.5. Классификации отношений

Классификация отношений может формироваться на основании понятий, которые имеют философские, психологические, естественнонаучные, технические основания. Ниже представлена разработка классификации на основании онтологии «иметь или быть». Это одно из фундаментальных философских воззрений, описанных в трудах древнейших мыслителей, средневековых мистиков<sup>21</sup>, современников [132]. Настоящая классификация является примером и образцом отношений слов естественного языка, которая может иметь больше структурных уровней. Буквенно-цифровые обозначения отношений могут заменяться специальной символикой, табл. 7.

Таблица 7

Классификация отношений

Основание класса	Раздел класса 1	Подраздел 1.1	Подраздел 1.1.1
ИМЕТЬ	И-1. Обладать	И-1.1. Свойством	И-1.1.1. Состоянием
		И-1.2. Мерой	И-1.2.1. Четкой
			И-1.2.2. Нечеткой
		И-1.3. Величиной	И-1.3.1. Больше И-1.3.2. Равной И-1.3.3. Меньшей
	И-2. Принадлежать	И-1.4. Понятием И-1.5. Именем И-1.6. Признаком	
		И-2.1. Объекту И-2.2. Субъекту И-2.3. Частично И-2.4. Полностью	
БЫТЬ	Б-1. Сущностью	Б-1.1. Целью	
		Б-1.2. Причиной	

<sup>21</sup> Например, Майстер Экхарт, известный также как *Иоганн Экхарт (Johannes Eckhart)* и *Экхарт из Хоххайма (Eckhart von Hochheim; нем. Meister Eckhart; ок. 1260-ок. 1328)*.

Основание класса	Раздел класса 1	Подраздел 1.1	Подраздел 1.1.1
		Б-1.3. Следствием Б-1.4. Состоянием Б-1.5. Ситуацией Б-1.6. Событием	
	Б-2. Целым	Б-2.1. Частью	Б-2.1.1. Родовой Б-2.1.2. Видовой
	Б-3. Во времени	Б-3.1. Настоящим	Б-3.1.1. Синхронным Б-3.1.2. Асинхронным Б-3.1.3. Начинаться Б-3.1.4. Кончатся
Б-3.2. Прошлым		Б-3.2.1. Позже	
Б-3.3. Будущим		Б-3.3.2. Раньше	
	Б-4. В пространстве	Б-4.1. Одномерном	Б-4.1.1. Вместе Б-4.1.2. Спереди Б-4.1.3. Сзади Б-4.1.4. Пересекаться Б-4.1.5. Касаться
Б-4.2. Двумерном		Б-4.2.1. Сбоку Б-4.2.2. Слева Б-4.2.3. Справа Б-4.2.4. Между Б-4.2.5. На Б-4.2.6. Ближе Б-4.2.7. Дальше	
Б-4.3. Трехмерном		Б-4.3.1. Сверху Б-4.3.2. Снизу Б-4.3.3. Среди Б-4.3.4. Над Б-4.3.5. Под	

Описание сложноструктурного объекта искусственного происхождения, каким является транспортный комплекс, рассматривается в понятии проектирования. Проектирование назначения ТК требует наблюдения состояний для целей управления. Проектирование структуры и оценивание состояний ТК тождественно управлению рисками деятельности. Наблюдение данного объекта возможно только путем качественных методов псевдофизической логики мягкого оценивания. Результатом выполненной здесь работы является вывод определений и высказываний псевдофизической логики отношений времени, пространства, причинности и их сочетания. Представленный пример составления классификаций отношений ресурсных моделей позволяет осуществлять составление формальных процедур управления ситуациями и правил вывода ресурсной методологии.

### 3.3. Основания метода ресурсного проектирования

#### 3.3.1. Предпосылки создания метода

В технических, экономических, естественных, а также в социальных науках количественные вычисления признаются научно обоснованными, если достигается статистическая частотность наблюдаемых событий определенной мощности. Методы классического математического анализа изучают переменные величины, которые изменяются непрерывно. Переменной величиной  $x$  считают любую наблюдаемую величину, принимаю-

щую различные значения  $x: x_1, x_2, \dots, x_n$ . Непрерывность изменения переменной величины предполагает взаимосвязанное изменение двух или более величин в фундаментальной последовательности. При оценке неполных данных функция зависимости искомого множества управления  $\chi$ : случайной переменной, например АП/accident (ac), и строго возрастающей  $x$  переменной возраста  $x_1 > x_2 > \dots > x_n$  имеют неизвестную связь  $ac_n, x_n$ . Результатом являются лишь кусочно-заданные функции, которые требуют специальных условий согласования. В исследованиях на экстремумы кусочно-заданная функция  $\chi(x)$  на множестве  $W$  может находиться в точках  $w \in W$ , где  $\chi(x) = 0$ , или  $\chi(x) = \emptyset$ , или терпит разрыв, или является граничными для множества  $W$ : неизвестно принадлежит множеству или не принадлежит. Данные точки в математике называют сомнительными (подозрительными) на экстремумы. Исследование первого знака производной или знака второй производной в окрестностях сомнительного экстремума определяют точки локального экстремума  $\chi(x)$  на  $W$ . Для нахождения абсолютного экстремума выполняют перебор всех локальных точек для установления минимаксных значений и выбор точки, если удастся. Если это не удастся, то рассчитать неизвестные данные классическими методами не представляется возможным. По выводам работы [78], «математический аппарат статистики объектов нечисловой природы»<sup>22</sup> основан не на свойстве линейности пространства и использовании разнообразных сумм элементов выборок и функций от них, как в классической статистике, а на применении показателей различия, мер близости, метрик, поэтому существенно отличается от классического. В статистике нечисловых данных выделяют общую теорию и статистику в конкретных пространствах нечисловой природы (например, статистику ранжировок). В общей теории есть два основных сюжета. Один связан со средними величинами и асимптотическим поведением решений экстремальных статистических задач, второй - с непараметрическими оценками плотности». То есть, для объектов нечисловой природы методы классического математического анализа и классической статистики оказываются трудоемкими и малодостоверными.

Если частотность признаков признается недостаточной, то расчеты событий затруднительны и они оцениваются в вероятностных мерах или в мерах правдоподобия. Если в целенаправленном эксперименте (А) провести количество опытов  $n$ , где искомое событие проявляется  $m$  раз, то относительная частота его проявления описывается отношением и вероятностью  $P(A) = n/m$ , что можно назвать релевантной эмпирической вероятностью. Если частоты и число опытов не устанавливаются, что, например, допускается в естествоиспытаниях, то относительная частота называется идеальной эмпирической вероятностью и устанавливается как  $P(A) = \lim m, n \rightarrow \infty$ . Продолжительность любого количества опытов и получаемые частоты наблюдений считаются основанием получаемой меры достоверных исчислений.

Вероятность является частью и подмножеством возможности, которая, в свою очередь, является частью и подмножеством правдоподобия. Вероятностные меры в аксиоматическом варианте теории вероятности едва при-

---

<sup>22</sup> Здесь и далее мы оставляем древний спор об исчислимости познаваемого мира. Известно утверждение пифагорейской школы «Не существует ничего без своего числа».

менимы для предсказания крайне редких событий, для описания проявления свойств сложных объектов нечисловой природы (человек). В мерах возможности и правдоподобия обоснованное знание достигается исходя не из частотности событий, а эмпирического знания класса событий наблюдаемого предмета. Например, знание о сезонных миграциях птиц является более достоверным основанием для предсказаний столкновений самолетов с птицами, чем специально организованные наблюдения.

В предметной области, где частотная интерпретация событий недоступна, неприменима и невозможна, могут использоваться субъективные вероятности, вероятностные и правдоподобные рассуждения, номические обобщения. «Символически такие обобщения могут быть выражены с помощью универсальной импликации:  $(x) (Ax \textcircled{R} Bx)$ . Например, если  $x$  – физическое тело,  $A$  – свойство «быть нагретым», а  $B$  – свойство «быть расширяемым», то это выражает известный физический закон: если тело нагревается, то оно расширяется. В любом таком законе свойство, характеризующее antecedent импликации, должно быть связано с соответствующим свойством consequent. Иначе говоря, любое  $x$ , обладающее свойством  $A$ , должно обладать свойством  $B$ . В номической вероятности определенный процент  $B$  будут обладать свойством  $A$ :  $P(B/A) = r$ » Д. Поллок, SYNTHESES. Dordrecht, 1992. Vol. 90, n 2, цит. по [103].

### 3.3.2. Общая постановка задачи

Деятельность ( $A$ ) можно описать как множество действий, где элементарное действие  $a_i$  является элементом  $a_i \in A$  в комплексе или множестве условий ( $C$ ):

$$a_1(C), a_2(C), \dots, a_n(C), \dots, n > 1 \quad \{56\}$$

Элементарное условие  $c_i$  является элементом множества условий  $c_i \in C$ . Деятельность упорядочивается множеством оценочных функций  $v \in V$  в виде множества результатов  $R$ , где каждый результат  $r \in R$  наблюдается и оценивается как позитивный или негативный. В случае различных и закрытых результатов для данного комплекса условий справедливо утверждение о существовании неопределенности деятельности. В действительности меняются не только условия, но и оценочные функции, и субъект оценки. Факт фиксирования случайных событий деятельности и их оценка осуществляется в эксперименте, опыте, испытании. Для множества  $A^j$  могут задаваться наименования событий с назначением числовых значений величины и знака.

Сформируем множество из минимального набора событий  $A^j = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$ , где количественная мера плана или стандарта деятельности сравнивается экспертом с фиксируемым результатом:  $A_1$  – результат соответствует плану  $\{0\}$ ;  $A_2$  – результат не соответствует плану  $\{-1, 1\}$ ;  $A_3$  – результат меньше (хуже) плана  $\{-1\}$ ;  $A_4$  – результат больше (лучше) плана  $\{1\}$ . Результаты множества событий  $A^j$  является упорядоченным множеством, поскольку формируется экспертами. Если события попарно несравнимы и связаны линейно, то они считаются тривиально упорядоченным множеством. Данное тривиальное множество  $A$  может усложняться обозначением отношений логического следования и многообразием шкал оценки.

Деятельность  $A^j$  фиксируется результатами (исходами) в виде двух множеств с нечетким разделением оценки субъектом их ценности или полезности: позитивных  $A_p^i$  и негативных  $A_n^i$  результатов. Эти результаты воспринимаются и оцениваются как события или факты, количественно и качественно соизмеряемые с планами деятельности. Многочисленные выборы в планировании структурируются классификациями. При составлении классификаций необходима система координат и шкал с взаимоувязанными признаками для количественного исчисления. Признаки формулируются в терминах естественного языка, которые являются многозначными высказываниями, свидетельствующими о нечеткости событий, в частном случае вероятности негативных и позитивных исходов деятельности,  $P(A_i) > 0$  в области значений  $[0;1]$ . Функции принадлежности признаков и классов, разделяющих два множества  $A_p^j$  и  $A_n^j$ , являются субъективными вследствие того: кто оценивает, в какой ситуации оценивает, в каком состоянии оценивает события, факты и результаты тот или иной субъект. Дальнейшее структурирование и формализация определяется исследователем экспертным путем и составляет содержание задач разработки проекта транспортного комплекса.

Объекты нечеткой природы не могут описываться количественными методами. Нечеткое моделирование в теории нечетких множеств (НМ) и в теории искусственного интеллекта (ИИ) решает задачи описания свойств объектов, их структуры и параметров, путем применения классических методов оптимизации и метаэвристических алгоритмов [136]. Трудности и проблемы применения каждого из данных методов связывают с высокими вычислительными затратами ведения нечеткого вывода, поэтому «необходимо применять несколько алгоритмов и эвристик одновременно» [138, с. 23].

Область знаний о совокупности организованной деятельности, объединяемые на ресурсной основе, понимается как новая дисциплина - *ресурсология*. В основу метода положено ресурсное представление действительности. Ресурсный комплекс понимается как трансформируемые источники энергии, информации и вещества, вовлеченные в целесообразную деятельность. Обыкновенно под ресурсом понимается то, что потребляется и используется. В ресурсной методологии любые объекты рассматриваются ресурсами используемыми порождающими, но главным образом, создаваемыми порожденными. Элементарно, человек, читающий книгу, использует: книгу, свою энергию и создает знания. Это простейший ресурсный комплекс (РК), где на входе - используемые ресурсы (ИР), а на выходе - создаваемый ресурс (СР) знаний или ресурс назначения (РН).

Материнскими теориями ресурсного метода и ресурсологии следует считать тектологию [16], законы гиперболических «негауссовых» распределений, системологию [52, 111, 118], теорию энтропии, хаоса и синергетику [92, 93], теорию связи [145], теорию ситуационного управления и псевдофизической логики [91], теорию искусственного интеллекта и распознавания образов [91, 124, 126, 133], теорию измерений и оцениваний [14, 46, 55, 58, 89, 103, 117, 131], методы нечетких множеств и мягких вычислений [17, 36, 77, 136, 137, 138, 150, 208], качественную теорию информации [30, 64], теорию организационного управления [8, 9, 69]. Каж-

дая из указанных теорий используется в настоящей работе, дает свои элементы знаний, имеет разный возраст и степень формализованности. Данные теории не удовлетворяют предлагаемому здесь подходу следующими признаками: 1) отсутствие или слабая выраженность главной категории<sup>23</sup>, 2) отсутствие метода преодоления сложности описания объектов, 3) нечеткость содержания методов теории измерения и оценивания для наблюдения сложноструктурных объектов. *Ресурсная методология основана на эвристических процедурах и экспертном оценивании объектов нечеткой природы.*

Системотехнические методы разработки и применения требуют количественных процедур измерения, которые в абсолютной мере не применимы к человеку. Основные отличия ресурсного метода от системных представлений целого состоят в том, что в системном методе целостность установление связей между всеми элементами являются обязательными [15, 111, 118]. В ресурсном методе описания объектов, их элементы, совокупности элементов и связи устанавливаются экспертно на естественном языке с постепенной последующей формализацией в виде иерархий контуров, кортежей и комплексов ресурсов. В данных образованиях можно учитывать связи данного контура, пренебрегая связями с элементами (ресурсами) других, верхних или нижних по уровню контуров. Это объясняется тем, что экспертиза формирования новых знаний предполагает не гауссовские, а гиперболические распределения элементов. Эксперт полагает, что основная информация в данном контуре между сходящимися и создаваемым ресурсами «паретооптимизирована» и информацией от ресурсов других уровней можно пренебречь. Данный вывод является аксиоматичным основанием ресурсного метода, позволяющим кратное упрощение проектирование сложных объектов различной природы. В настоящей работе формулируется техническая задача проектирования ресурсов транспортного комплекса и его структурных элементов. Даны образцы технических приёмов проектирования. На примере свойств надежности пилота описывается структура и содержание свойств и параметров ресурсов.

### **3.3.3. Принципы проектирования**

Фундаментальная проблема сложности проектирования и формализованного описания ТК преодолевается совокупностью следующих методов и принципов: 1) метод мягкой формализации знаний, 2) принцип адекватности наблюдения, 3) принцип редукции (свертки), 4) принцип внешнего воздействия на проектируемый объект [85].

*Принцип адекватности наблюдения.* Предписывает разработку комплекса методов мягких вычислений и оцениваний свойств и состояний для каждой совокупности исследуемых объектов предметной области; обоснование данного принципа устанавливается в исследованиях и разработках теории измерения и оценивания. Следуя данному принципу, для каждого из указанных объектов разрабатывается специфичный комплекс наблюдения свойств и их изменений в состояниях качества. Пример: состояния физических материальных объектов (машина) наблюдаются в измерениях,

---

<sup>23</sup> В теории систем аналог РН – системообразующий фактор, в тектологии – механизм формирующий. Однако ничего не говорится о способах их установления.

состояния искусственных нематериальных объектов (организация) наблюдаются в оцениваниях.

*Принцип редукции (свертки).* В комбинаторном методе Готфрида В. Лейбница (Leibniz Gottfried Wilhelm, 1646–1716), все сложное можно свести к простым вещам, которые являются первопринципами, алфавитом и составляет редукцию точного знания. Данный принцип согласуется с законами гиперболических «негауссовых» распределений. Принцип предписывает эмпирическое и эвристическое выделение исследователем только существенных объектов предметной области, признаваемых достаточными для описания сложного объекта. Неформальная постановка задачи редукции в проектировании объекта формулируется следующим образом: определить предельное минимальное количество наиболее важных компонент, признаваемых достаточными для адекватного описания предметной области и соответствующих экспериментальной и практической проверке. Пример: если о транспортном средстве известен только один параметр – линейное перемещение, перемещение на плоскости или в трехмерном пространстве, то назначение объекта и другие параметры (масса, скорость) оцениваются с приемлемой точностью. Для линейного перемещения это поезд, для плоскости – автомобиль, для трехмерного пространства – летательный аппарат.

*Принцип внешнего воздействия.* Принцип основан на утверждениях: а) невозможности проектирования и деятельности сложноструктурных объектов только внутренними ресурсами данных объектов и б) необходимости использования внешних ресурсов для проектирования и деятельности объектов. Необходимость комплекса внешних ресурсов согласуется с известной 2-й теоремой Геделя 1930-х годов: «непротиворечивость достаточно богатой теории не может быть установлена средствами самой теории». Данной теореме соответствует также принцип кибернетики о невозможности преобразовать систему средствами самой системы: необходимы внешние воздействия. То есть, для деятельности ТК требуется достаточная сложная инфраструктура научного, образовательного, технологического, социального, информационного окружения, в соответствии с которым происходит постоянная реорганизация производства ТК.

#### **3.3.4. Метод мягких вычислений величин**

Методологическим решением проектирования сложного объекта в настоящей работе является разработка и применение *ресурсной методологии* (PM) как совокупности эмпирической и эвристической экспертизы форм организованной сложности качественными методами мягких вычислений. Совокупность приемов и способов представления знаний на естественном языке, в символьном, схематическом, реляционном, а также в нечеткой формализации мы называем методом мягких вычислений (MB) Soft Computing (SC), термин [208]. Термин MB обозначает совокупность неточных, приближенных методов решения задач, зачастую не имеющих решение за полиномиальное время<sup>24</sup>. К понятию MB относят направления: псевдофизическая логика [91], псевдоколичественные исчисления [103], прав-

<sup>24</sup> В теории алгоритмов классом P (от англ. polynomial) называют множество задач, для которых существуют «быстрые» алгоритмы решения (время работы которых полиномиально зависит от размера входных данных).

доподобные рассуждения [89, 103]. По мнению автора [142], сюда относятся направления: «нечеткая логика, нейронные сети, вероятностные рассуждения, сети доверия, эволюционные алгоритмы, теория хаоса и отдельные разделы теории обучения, применяемый отдельно и в сочетании при разработке гибридных интеллектуальных систем различного назначения». Мы предлагаем собственное понимание МВ в разрабатываемой ресурсной методологии проектирования в трех уровнях мягкой формализации знаний, которые возможно применять в следующей последовательности.

*Уровень 1. Слабая формализация*

- Первичная экспертная идентификация объектов: установление и наименования на естественном языке реальных и виртуальных объектов, существенных для формообразования ресурсных комплексов.
- Установление бинарных отношений между объектами в признаках «создающий - создаваемый» ресурсы для каждого объекта.
- Установление предпочтений иерархии положения каждого объекта.
- Составление семантических моделей - схем, таблиц, диаграмм.

*Уровень 2. Мягкая формализация*

- Установление первичных групп комплексов ресурсов – четверок (1+3): «создаваемый ресурс + три создающих ресурса».
- Композиция контуров по установленным группам.
- Композиция кортежей ресурсов в соответствии с целями проектирования.
- Композиция комплекса ресурсов назначения проектирования.

*Уровень 3. Математическая формализация*

- Установление возможного и необходимого уровня математической формализации для каждого из элементов комплекса.
- Установление шкалы, метода наблюдения величины объектов и наименования параметров (состояний), базы наблюдения, в которых их наблюдение наиболее адекватно отвечает целям проектирования.
- Определение приемлемых математических методов из современного математического арсенала, наиболее соответствующих для формализации каждого из ресурсов, кортежей и контуров комплекса.
- Составление символического описания постановки и решения задачи.
- Составление математического описания постановки и решения задачи.

Наибольшая часть величин значений свойств сложного объекта и человека устанавливается методами мягкого оценивания (МО) мягкими измерениями (МИ), жесткими оцениваниями (ЖО). Для вывода определений данных методов принимаем следующее обоснование границ значений наблюдаемых показателей величин свойств объекта. Пусть на отрезке  $[a, b]$  (рис. 6) расположены подмножества наблюдаемых (измеряемых, оцениваемых) значений величины  $x$ , принадлежащих множеству  $R$ , рис: 6:

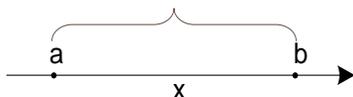


Рис. 6

$$x \in X \subset [a, b] \in R \quad \{57\}$$

Значения наблюдаемых величин принадлежат любому из подмножеств, включая значения  $a$  и  $b$ :

$$x \in [a, b] \text{ или } a \leq x \leq b \quad \{58\}$$

Определение 6. Установление значений наблюдаемых величин в соответствии с условием  $\{58\}$  называется методом жесткого оценивания (ЖО).

Значения наблюдаемых величин в точке  $[a]$  не принадлежат ни одному из подмножеств:

$$x \in [a, b) = [a, b] \setminus \{b\} \text{ или } a < x \leq b \quad \{59\}$$

Значения наблюдаемых величин в точке  $[b]$  не принадлежат ни одному из подмножеств:

$$x \in (a, b] = [a, b] \setminus \{a\} \text{ или } a \leq x < b \quad \{60\}$$

Определение 7. Установление значений наблюдаемых величин в соответствии с условиями  $\{59$  и  $60\}$  называется методом мягкого измерения (МИ).

Значения наблюдаемых величин в области  $[a, b]$  не принадлежат ни одному из подмножеств:

$$x \in (a, b) = [a, b] \setminus \{a, b\} \text{ или } a < x < b \quad \{61\}$$

Определение 8. Установление значений наблюдаемых величин в соответствии с условием  $\{61\}$  называется методом мягкого оценивания (МО).

Таким образом мы выводим определения методов ЖО, МИ, МО, которые объединяются в общий класс методов мягкого оценивания. Методы применяются в совокупности с моделью тепловых карт: «светофор».

### 3.3.5. Модель тепловых карт: «светофор»

Матрицы риска, которые применяются в теории и технологиях управления рисками и безопасности деятельности, в нашей интерпретации являются процедурами жесткого оценивания метода МВ величин. Известной моделью является матрица риска, где применяется принцип тепловых карт heat maps или «светофора»: зеленый-желтый-красный. Мы используем принцип «светофора» с добавлением цифровой индикации: 1 - зеленый, 2 - желтый, 3 - красный. Цифровое обозначение необходимо для последующей кодировки и программирования различных значений свойств. Пространство модели является множеством, состоящим из подмножеств оцениваемых показателей. Устанавливаем две четкие границы переходов между подмножествами 1-2, 2-3 и две нечеткие границы, соответствующих левым значениям подмножества 1 и правым значениям подмножества 3:

$$\text{«СВЕТОФОР»}: \{(1\text{-зеленый}), [2\text{-желтый}), [3\text{-красный})\}$$

Наблюдаемые в показателях и параметрах свойства обладают различными мерами четкости. Каждому показателю экспертным путем назначается наиболее подходящая природе свойства шкала.

Каждому показателю выставляется значение: наименования, числа, числовые интервалы, или ссылки на дополнительные – более структурированные множества. Для наблюдения величин показателей свойств пилота в показанной структуре «светофора» устанавливается общее правило для всех показателей (по умолчанию), табл. 7а.

Таблица 7а

Структура оцениваемых показателей по принципу «светофора»

Границы	Число	Цвет	МВ	Шкалы	Значения
Нечеткая					
Четкая Четкая	1	зеленый	МО	Наименований, порядка, интервалов	Наименования, числа, числовые интервалы
	2	желтый	МИ		
	3	красный	ЖО		
Нечеткая					

Данное правило структурирует класс методов МВ следующим образом:

Для пространства подмножеств множества 1 значения величин устанавливаются методом МО.

Для пространства подмножеств множества 2 значения величин устанавливаются методом МИ.

Для пространства подмножеств множества 3 значения величин устанавливаются методом ЖО.

Сочетание методов имеет варианты:

Для пространства подмножеств множества {1-2-3} значения величин устанавливаются методом МО.

Для пространства подмножеств множества {1-2 (3)} значения величин устанавливаются методом МИ.

Для пространства подмножеств множества {1 (2)} значения величин устанавливаются методом ЖО.

### 3.3.6. Первичные формы ресурсных моделей

Понятие состояния ресурса объекта. Свойства ресурса обладают значением его имени. Меры наблюдения свойств деятельности называют состояниями надежности, безопасности, эффективности, регулярности. Если мы называем объект «транспортным средством», то это имя указывает нам его назначение: возможностная мера перемещения. Мера является состоянием, которое может наблюдаться статическим дискретным и динамическим непрерывным множеством. Пусть ресурс (а) обладает состояниями [1, 2, 3], которые соотносятся с целевой функцией следующим образом:

1 – отношение соответствия номинальному исполнению;

2 – отношение соответствия пограничному приемлемому исполнению;

3 - отношение соответствия неприемлемому исполнению.

Запись состояний  $\{a[1, 2, 3]\}$  через запятую означает неизвестную функцию перехода между состояниями. Если в понимание «номинальный» вкладывается отношение назначения и соответствие удовлетворения потребности деятельности, то состояния 1 и 3 являются определенными величинами. Эти величины свойств определяются заранее в процессе подготовки деятельности. Пример: 1 – исправное состояние ТС с возможным нечетким переходом в состояние возможных отказов; 2 - исправное состояние ТС с постоянным состоянием возможных отказов; 3 - неисправное состояние ТС. Состояние 2 является необходимым полем деятельности, которое служит для установления нечеткого перехода между состояниями 1 и 3. Запись переходов состояний принимает вид:

$$a: \{a_{[1]}, a_{(2)}, a_{[3]}\} \quad \{62\}$$

где  $a_{[1]}$  – называется номинальным состоянием ресурса с нечеткой правой границей перехода;  $a_{(2)}$  называется состояниями ресурса с нечеткими левой и правой границей перехода;  $a_{[3]}$  - называется состояниями ресурса с левой определенной четкой границей негативных исходов и правой нечеткой границей неизвестного пространства деятельности;

Целевая функция ресурсного моделирования. Составим пример реализации потребностей субъекта в транспорте. Ресурсный контур транспорта (РКТ). Состоит из субъекта – водителя (В), транспортного средства (ТС), пространства перемещения (ПП). Целевая функция определяет ресурс назначения РКТ, то есть вид перемещения в пространстве. Это пример наиболее общего описания, любой из ресурсов которого может обладать естественной или искусственной природой. Назначение перемещения задается потребностью субъекта, его целевой функцией. Покажем, как меняются требования к свойствам создающих ресурсов в зависимости отношений потребности субъекта. Для этого выстраиваются следующие области определений субъекта и соответствующих ПП и ТС, табл. 8:

Таблица 8

Потребности субъекта в транспорте

Области выборов	Выбор	ПП	ТС
[упорядоченность перемещения, свобода перемещения]	A →	железная дорога	поезд
	Б →	автодороги	автомобиль
[малые расстояния, большие расстояния]	A →	автодороги	автомобиль
	Б →	воздушный транспорт	самолет
[самоперемещение, перевозка]	A →	дорога	велосипед
	Б →	любое	провозная емкость
[перенос, перевоз]	A →	дорога	рюкзак
	Б →	любое	провозная емкость

Таким образом, формируется целевая функция потребностей в понятиях языка ресурсного моделирования.

Пример: ресурсная модель полета. Составим пример деятельности техносферного объекта для описания полета воздушного судна. Принятые в международной практике стандартные операционные процедуры (СОП) в полете могут составлять содержание управления ресурсами. Решения и действия пилота являются действительностью управления ресурсами полета (УРП). Пилот принимает решение на основе выборов. Выбор предполагает различение и сравнительную оценку состояний (параметров) полета. В непрерывном потоке параметров пилот оценивает ситуацию дискретно, когда совокупность состояний называет ее признаки:

$$O_i; S_i \xrightarrow{U_k(n)} S_j \quad \{63\}$$

где  $S_i$  есть описание настоящего состояния объекта,  $i$  – отличительный признак (номер) ситуации,  $S_j$  – описание измененного состояния объекта,  $j$  – отличительный признак новой ситуации,  $U_k$  – решение как способ воздействия на объект,  $k$  – отличительный признак воздействия (выбора),  $n$  – число различных способов (выборов) преобразования в логико-трансформационном правиле (ЛТП) [91, с. 26]. Число ситуаций много превышает число решений:

$$|\{S_i\}| \gg |\{U_k\}| \quad \{64\}$$

где  $|X|$  означает число элементов, входящих в множество  $X$ . Принятие решений  $U_k$  осуществляются на основании принципов УРП.

### 3.3.7. Язык и условия ресурсного моделирования

В основе ресурсного проектирования (моделирования) сложноструктурных объектов лежит понятие ресурсной модели (РМ). Ресурсное моделирование можно определить как отображение параметров свойств объекта из заданной области определения в область значений показателей. Эвристическое отображение свойств, параметров, показателей, выбор шкал и единиц оценивания осуществляется на основании известных теорий, установленных положений и знаний предметной области объекта, которые признаются аксиоматическими или доктринальными. РМ включает нечеткие правила (НП), кластерный анализ (КА) для идентификации свойств объектов. Один и тот же параметр может принадлежать к нескольким кластерам с различной степенью принадлежности. Установление кластеров осуществляется постулированием аксиоматики показателей свойств: их равнозначности, независимости и полноты [2].

Гипотезы моделирования. Для формирования языка ресурсного моделирования (ЯРМ) и проектирования сложноструктурных объектов в настоящей работе предлагаются подходы, подобные тем, которые выдвигаются в дисциплинах искусственного интеллекта (ИИ) [82, 124, 126, 133], ДСМ-метода [38]. Например, в теории ситуационного управления (СУ) выбирается следующий набор проектирования модели действительности: «первый шаг в инженерном анализе естественного языка (ЕЯ): выделение в лексике языка групп, несущих определенную функциональную нагрузку при описании объектов и ситуаций:

$$\text{ЕЯ} = \langle C, N, R, \text{ACT}, K, M, \text{MD}, E \rangle \quad \{65\}$$

где  $C$  – множество понятий;  $K$  – множество квантификаторов;  $N$  – множество имен;  $M$  – множество модификаторов;  $R$  – множество отношений;  $MD$  – множество модальностей;  $ACT$  – множество действий;  $E$  – множество оценок» [91]. Для формирования языка ресурсного моделирования мы выдвигаем следующие гипотезы.

Гипотеза 1. Для описания исследуемых предметных областей деятельности и объектов любой сложности достаточно средств естественного языка. Средства естественного языка – слова, понятия, имена, лексика, грамматика, синтаксис, используемые в отношениях для описания объектов, могут быть трансформированы в формальные модели, пригодные для последующего вычисления и автоматизированного управления.

Гипотеза 2. Главным средством естественного языка для структурного описания наблюдаемого мира являются устанавливаемые отношения слов, понятий и имен. Отображение отношений осуществляется в псевдофизической логике высказываний (ПЛВ). ПЛВ позволяет приписывать числа наблюдаемым объектам нечисловой природы.

Составим условия ресурсного моделирования.

*Ограниченность описания.* Состав и содержание описания деятельности объекта должно быть в пределах, позволяющих целесообразную практическую формализацию данных описаний.

*Язык описания.* Необходим подбор, составление и использование такого языка и алфавита, который позволит правильно выбрать решения к ситуациям. Пример: физические колебания (вибрации) в полете оцениваются пилотом как возникшая ситуация: в одном случае это «тряска» двигателя, в другом – «болтанка» от воздействий турбулентности атмосферы. Следовательно, наблюдения колебаний различны. Момент идентификации колебания является нечетким и определяется пилотом эвристически и эмпирически.

*Решения.* Нечеткость содержания ситуаций в полете интегрируется в совокупность четких решений пилотов. Данная совокупность является классом различения стандартизованных операций полета. СОП обладает предметностью операций и называет их признаки, при которых ожидается результат не хуже заданного номинального.

*Действия.* Динамика отношений осуществляется в действиях и операциях: а) действия повелительные императивные: приказ, постановление, указание; решения и исполнения в глаголах совершенного вида; б) действия процессные: называют существительными или глаголами несовершенного вида преобразование, изменение одной сущности, качества или свойства в другую сущность, качества или свойство (пример: набор высоты, снижение, чтение карты проверок); в) действия состояния, называют состояния объекта: исправный самолет.

*Квантификаторы:* Квантификатор общности  $\forall$  – указание общих значений и признаков для объектов класса: например, утверждение «все воздушные суда исправны». Квантификатор существования  $\exists$  – указание существования истинности утверждения хотя бы для одного элемента множества.

*Модификаторы  $m_i$*  – слова, устанавливающие признаки объектов и процессуальных состояний: «грузовой самолет», «быстрое снижение».

*Модальности  $f_i$*  – слова, устанавливающие мерность возможности, необходимости, правдоподобия, доверия.

*Оценки  $v_i$*  – слова, устанавливающие признаки качества: «хорошо», «плохо», «высоко», «низко».

Принимаемые гипотезы и условия являются условием формирования метода решающего правила ресурсного моделирования.

Решающее правило. Метод решающего правила понимается как совокупность принципов и понятий формирования ресурсной модели. Элементы объекта связаны отношениями, содержание которых устанавливается в принципах и процедурах языка моделирования. Все множества и подмножества называются ресурсами и считаются конечными. Метод основан на псевдофизической логике отношений времени, пространства, каузальности, других отношений и их сочетания. Обобщение любой части объекта ресурсного моделирования осуществляется на основе указанных отношений. Например, конкретный полет летательного аппарата возможно описать как логический вывод пространственно-временных отношений «здесь и теперь». Совокупность отношений образуют принципы формирования ключевых понятий. Насколько правильно разработаны и обоснованы принципы и понятия возможно проверять экспертным путем.

### **3.3.8. Определения и процедуры ресурсного моделирования**

Для описания назначения объекта, величин ресурсов в настоящей работе разработана структура терминов наблюдения (измерения, оценивания) величин свойств объектов. Назначение объекта описывается в следующей последовательности наименований: свойство (величина), параметр (состояние), показатель, признак. Вычисление свойств осуществляется в избранных шкалах, значениях и единицах, рис. 7.

Ключевым понятием ресурсной методологии является *ресурс назначения* (РН). Объектам предметной области приписываются требования величины ресурса, сообразного с целью деятельности или целесообразности. Подобное требование называется *назначением* деятельности. Установление данного содержания эквивалентно задаче целесообразности, которую описывают различными понятиями и терминами деятельности<sup>25</sup>. Свойство назначения объекта является множеством, содержание которого неизвестно наблюдателю. Структурным подмножествам свойства объекта приписывается имена (метки) со значением величин. Отношениями признаков и параметров (состояний) наблюдаемых свойств объекта обладает понятие *меры наблюдения* свойств объекта. *Проектирование* объекта понимается как *экспертное* описание ресурсов назначения и процесса перехода данных ресурсов из существующего в будущее состояние объекта. *Экспертиза* является мерой соответствия реальности и мыслительной проекции бу-

---

<sup>25</sup> Управление, менеджмент, (техническое) регулирование, контроль, поддержание, мониторинг, инспекция, надзор, аудит, стандартизация, рекомендация. Пример: стандарты и рекомендуемая практика SARP's ИКАО.

дущего, настоящего, прошлого знания эксперта. Эмпирическая экспертиза является утверждением опыта - «правильно, так было». Эвристическая экспертиза является утверждением знания и интуиции - «правильно, так может быть». Введем в рассмотрение описание объекта как множества  $\langle O_i \rangle$ , состоящего из элементов или подмножеств.



Рис. 7. Содержание наблюдения величин назначения объекта

Определение 9. Ресурс  $\{R\}$ . Элементарным ресурсом  $r_i$  называем свойство объекта любой природы, которое наблюдается измерением или оцениванием в состояниях (параметрах).

Определение 10. Любая совокупность ресурсов отображается эвристически и называется ресурсной моделью (РМ) предметной области, действительности мира.

Процедуры ресурсного моделирования. Множества создающих и создаваемых ресурсов формируются по условиям в следующих понятиях: 1) квазитожественность: понятия должны быть одного познавательного уровня, обладать приемлемой тождественностью, сходством<sup>26</sup>; 2) различие: понятия объектов одного уровня должны быть отличающимися по назначению; 3) обобщаемость: понятия отличающихся квазитожественных объектов должны обладать обобщающим свойством предмета более высокого уровня. 4) изоморфизм<sup>27</sup>: ресурсы образуют совокупности и классы. Ресурсы одного класса изоморфны между собой  $\langle r_i \leftrightarrow r_{i+1} \leftrightarrow r_{i+n} \rangle$ . Пример: комплексы «водитель, машина, среда» необходимы для всех видов транспорта. Они сходны, устроены и организованы изоморфно.

<sup>26</sup> Сходство, но не одинаковость. Два водителя легковых автомобилей одинаковы. Водитель легкового автомобиля и водитель грузовика сходны.

<sup>27</sup> Изоморфизм, др.-греч. ἴσος «равный, одинаковый, подобный» и μορφή «форма». Объекты называются изоморфными, если они одинаково организованы, устроены.

Для соблюдения данных условий выработаны следующие процедуры  $\Pi_i(\pi)$  установления и контроля. По условию квазитожественности выполняется процедура  $\Pi_1$ , в которой устанавливается приемлемая тождественность понятий порождающих ресурсов, используемых для порождения ресурса более высокого уровня:

$$\Pi_1: \cong \{\pi(r_1 \succ r_2), \pi(r_1 \succ r_3), \pi(r_2 \succ r_3)\} \quad \{66\}$$

Могут применяться различные мыслительные приемы, такие как сведение разных понятий к единому понятию данного познавательного уровня. Пример: воздушное судно (ВС) является машиной, летательный аппарат (ЛА) также является машиной (М), то есть  $ВС \cong ЛА \rightarrow М$ .

По условию различия выполняется процедура  $\Pi_2$ , в которой устанавливаются различия между понятиями в назначении (номинации) объектов. Здесь путем поэлементного сравнения устанавливается, являются ли создающие ресурсы отличающимися между собой:

$$\Pi_2: \rightarrow \{\pi(r_1 - r_2), \pi(r_1 - r_3), \pi(r_2 - r_3)\} \quad \{67\}$$

Пример: ВС, по назначению, перемещается в воздушном пространстве. ЛА, кроме того, перемещается в безвоздушном пространстве. Следовательно, при поиске тождественности понятий «машина» установлено также и их различие  $ВС \neq ЛА$ .

По условию обобщаемости выполняется процедура  $\Pi_3$ , в которой осуществляется обобщение объектов в едином понятии более высокого познавательного уровня:

$$\Pi_3: \{\pi(r_1), \pi(r_2), \pi(r_3)\} \rightarrow \hat{R} \quad \{68\}$$

Таблица 9

Ресурсная организация назначения

Уровень назначения (L)	Объект назначения	Организация исполнения
1. Отрасль	Транспорт	Министерство транспорта
2. Ведомство	Воздушный транспорт	Росавиация
3. Сектор	Авиаперевозки	Авиакомпания
4. Функция	Летная эксплуатация	Летный комплекс
5. Состав	Производство полетов	Экипаж
6. Единица	Операции	Пилот

Пример: ВС и ЛА, назначенные перемещаться по свойству среды, обобщаются в более высоком понятии назначения перемещаться в трехмерном пространстве (3D). Стоит заметить, что субмарина (СМ) также предназначена перемещаться в трехмерном пространстве водной среды. Следовательно, мы проводим следующую процедуру мыслительного проектирования:

$$\Pi_3: \left\{ \begin{array}{l} \text{ВС(среда воздушная)} \\ \text{ЛА(среда воздушная + безвоздушная)} \\ \text{СМ(среда водная)} \end{array} \right\} \rightarrow 3D \quad \{69\}$$

Определение 11. *Ресурсный уровень*  $R_L$  – совокупность объектов назначения ресурсного комплекса  $R_M$ , определенная по  $L = \{1, 2, \dots, \delta, \dots, l\}$  функциональному признаку организации комплекса. Пример: воздушный транспорт, табл. 9.

Определение 12. *Ресурсный цикл* (РЦ). Ресурсный цикл сложноструктурного объекта в базе наблюдения «время» содержит процессы (этапы) изменений проектирования или создания комплекса назначения: идея → исследования → разработки → проектирование → конструирование (дизайн) → производство (изготовление, строительство) → испытание (тестирование) → сертификация → эксплуатация (применение, использование) → инжиниринг → обслуживание → ремонт → хранение → консервация → утилизация. Представленные ресурсные формообразования<sup>28</sup> состояются на основе применения метода мягкой формализации знаний.

Определение 13. Модель, для формирования которой осуществляются процедуры проектирования  $\Pi_{1-3}$ , называется *формальной ресурсной моделью* (ФРМ).

Определение 14. Модель, для которой существует возможность проведения процедуры  $\Pi_3$ , называется *разрешимой* формальной ресурсной моделью.

Определение 15. Совокупность принципов, условий и процедур проектирования  $\Pi_{1-3}$  называется *правилами ресурсного моделирования* (ПРМ).

Определение 16. Ресурс, установленный с соблюдением условий квази-тождественности, различия и высказываний  $\{71\}$  и  $\{72\}$ , называется порождающим (создающим) ресурсом. Порождающий ресурс является потребляемым источником  $source\ r_{src}$  и называет требования величины для создания ресурса назначения:  $r_{src} : \rightarrow r_{appt}$ . Пример: транспорт (способность перемещения в пространстве).

Определение 17. Ресурс, установленный с соблюдением условия обобщаемости и высказывания  $\{73\}$  называется порожденным (созданным) ресурсом. Порожденный ресурс является ресурсом назначения  $appointment$  и называет требования величины, сообразной с названной, номинальной  $nominal$  целью деятельности:  $r_{appt} < nom >$ . Пример: энергоресурс (топливо) для транспортного средства.

Создающие или порождающие ресурсы понимаются как источники и являются *сходящимися*. Создаваемый или порожденный ресурс понимается как исходящий. За пределами данной совокупности ресурсы не являются конечными и обладают возможностной мерой быть порождающими или порождаемыми. Законы порождения могут быть естественными объективными или искусственными, субъективными, эвристическими.

Определение 18. Элементарным ресурсным контуром (РК) (символ  $\hat{R}$ ) называется четверка объектов любой природы, из которых три ресурса являются порождающими новый создаваемый ресурс более высокого эпистемологического уровня, порожденным для целевой функции деятельности. Ресурсный контур, это семантический граф (СГ) с равнозначными дугами  $\langle n, \tau \rangle$ , где  $n = 3$ ,  $\tau$  – тип объекта, некоторый класс функции ресурсного кон-

---

<sup>28</sup> Здесь и далее используем аналоги понятий системологии, называемых системами направленными, нейтральными, порождающими, порожденными [52].

тура<sup>29</sup>. Ресурсный контур  $R_N$  - совокупность объектов, формируемая по правилу  $\langle 3 \rightarrow 1 \rangle$ : состоящая из одного создаваемого ресурса и создающих  $n$  ресурсов.

Три исходных элемента для формирования ресурса назначения является эвристическим выбором на основании законов гиперболических распределений и паретооптимизации. Полагаем, что количество порождающих ресурсов может составлять от двух до пяти  $\langle (2 - 5) \rightarrow 1 \rangle$ . Данный выбор основан на принципе свертки (редукции) элементов проектирования контуров ресурсного комплекса. Пример: {транспортная среда, транспортное средство, водитель}:  $\rightarrow$  транспорт, рис. 8:

$$R_N\{r_{src}(n)\}: \rightarrow r_{appt}, n \geq 2 \quad \{70\}$$



Рис. 8. Ресурсный контур

### 3.3.9. Образцы проектирования транспортного комплекса

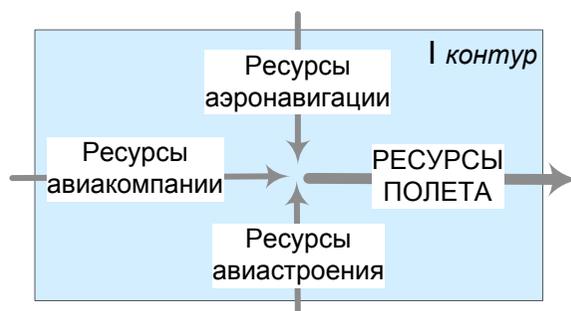


Рис. 9. Ресурсная модель транспортного комплекса: «полет»

Составим образцы проектирования ресурсов транспортного комплекса и его структурных элементов с наименованиями на естественном языке. Эвристически устанавливаем выбор центрального процесса транспортного комплекса – полета воздушного судна. Полет называется главным ресурсом назначения для удовлетворения потребности потребителя в воздушных перевозках. Первый контур ресурсов полета ТК вектора  $\bar{V}$  реализуется ис-

<sup>29</sup> В отличие от семиотических моделей, где обобщение строится на признаках весов объектов, в ресурсном моделировании формирование контура строится на аксиоматике равнозначности некоторой совокупности ресурсов, эвристически установленных на ПЛ отношений.

пользованием трех исходных ресурсов:  $\bar{E}_1$  авиакомпания,  $\bar{T}_1$  авиастроение,  $E_1$  аэронавигация, рис. 9.

$$\bar{V}(\bar{V}_1): \rightarrow \{\bar{E}_1, \bar{L}_1, \bar{T}_1\} \quad \{71\}$$

Для каждого из исходных ресурсов последующие контуры ТК проектируются также набором трех элементов соответствующего контура. Данная совокупность контуров образует ресурсный комплекс.

Определение 19. Ресурсный комплекс  $R_M$  – совокупность объектов, состоящая из  $m$  ресурсных контуров, состав которых устанавливается как необходимый и достаточный для проектирования предметной области деятельности.

Определение 20. Ресурсный комплекс составляется из всех создающих ресурсов  $N$  контуров. Ресурсный комплекс  $R_M | M \geq \{2, \dots, j, \dots, m\}$ , который используется для создания комплекса более высокого эпистемологического уровня, называется *порождающим* и обозначается как  $\bar{R}_M$ . Ресурсный комплекс  $R_M | M \geq \{2, \dots, j, \dots, m\}$ , который создается другими комплексами более низкого эпистемологического уровня, называется *порожденным* ресурсным комплексом и обозначается как  $R_{M>\bar{M}}$ , рис. 10:

$$R_M: R_N\{2, \dots, j, \dots, m\}, \quad m \geq 2 \quad \{72\}$$

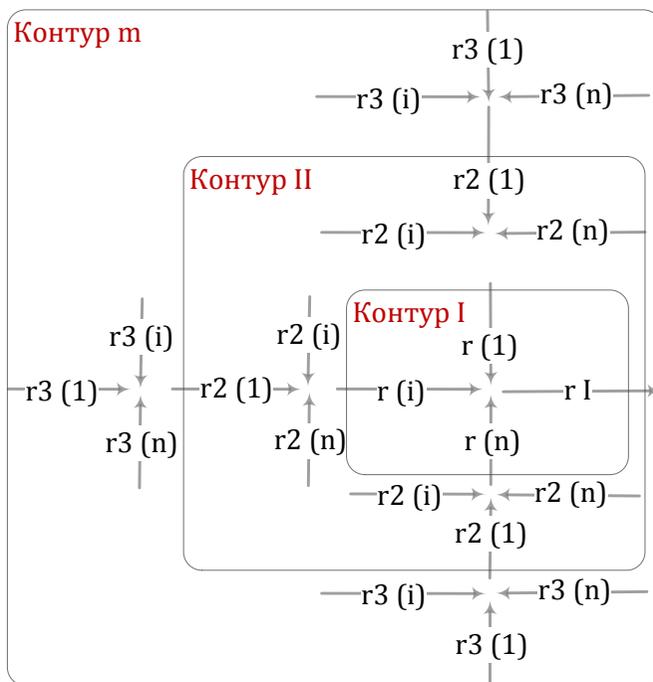


Рис. 10. Ресурсный комплекс

Покажем, как формируется ресурсный комплекс вышепоказанного ТК «полет» в II контуре следующего уровня, рис. 11. В пределах задачи исследования предмета ресурсный контур любого уровня может быть составлен отдельным развернутым комплексом. Образец формирования ресурсного комплекса авиакомпании II-III контуров показан на рис. 12.

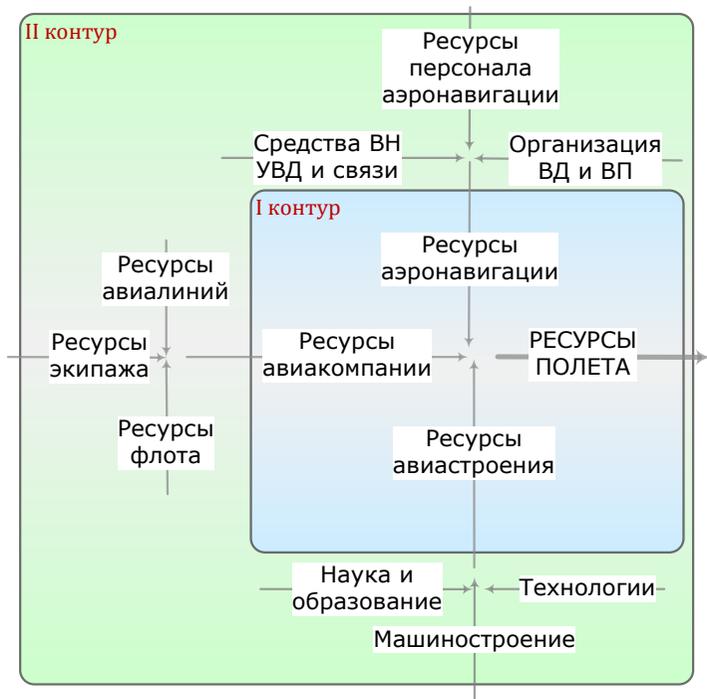


Рис. 11. Ресурсная модель транспортного комплекса: «полет» I-II контуров  
Ресурсный комплекс авиакомпании II-III контуров летной эксплуатации

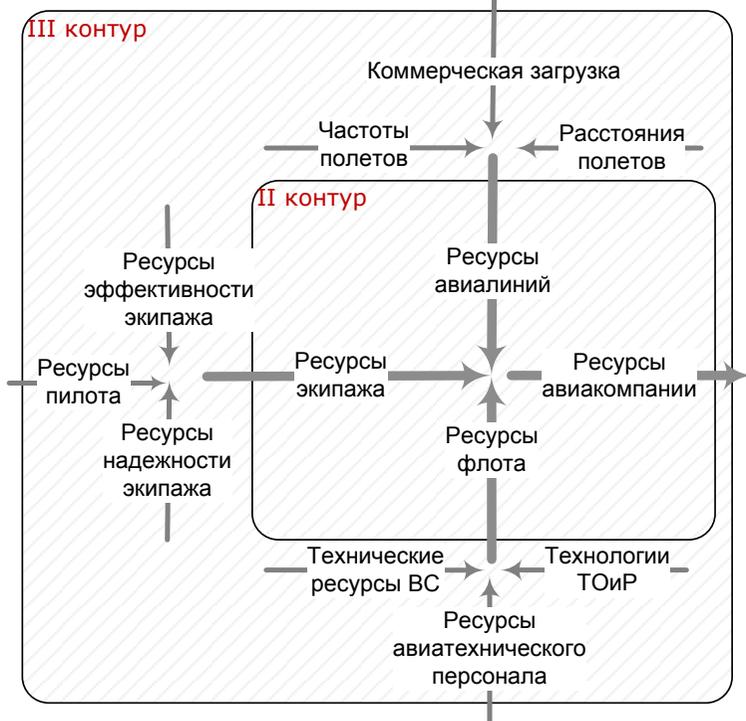


Рис. 12. Ресурсный комплекс авиакомпании II-III контуров ЛЭ

При этом  $\bar{E}_I$  в контуре II называется (порожденным) ресурсом назначения, а элементы – исходными создающими (порождающими) уровня  $\bar{L}_{II}$  ресурсами:

$$\bar{V}(\bar{E}_I): [\bar{E}_{II}, \bar{L}_{II}, \bar{T}_{II}] \quad \{73\}$$

В проектировании ТК существует необходимость составления ресурсных совокупностей по функциональной специализации. Тогда совокупность ресурсов образует кортеж специализации.

Определение 21. *Ресурсный кортеж*  $R_K$  – совокупность объектов ресурсного комплекса  $R_M$ , состоящая из  $k$  элементов  $m$  ресурсных контуров определенной функциональной специализации деятельности, рис. 13:

$$R_K: R_M(k), k \geq 2 \quad \{74\}$$



Рис. 13. Ресурсный кортеж

Пример: {автошкола, автомобиль, автолюбитель}: специализация автovoждения. Ресурсный кортеж полета I-IV контуров специализации летной эксплуатации представлен на рис. 14.

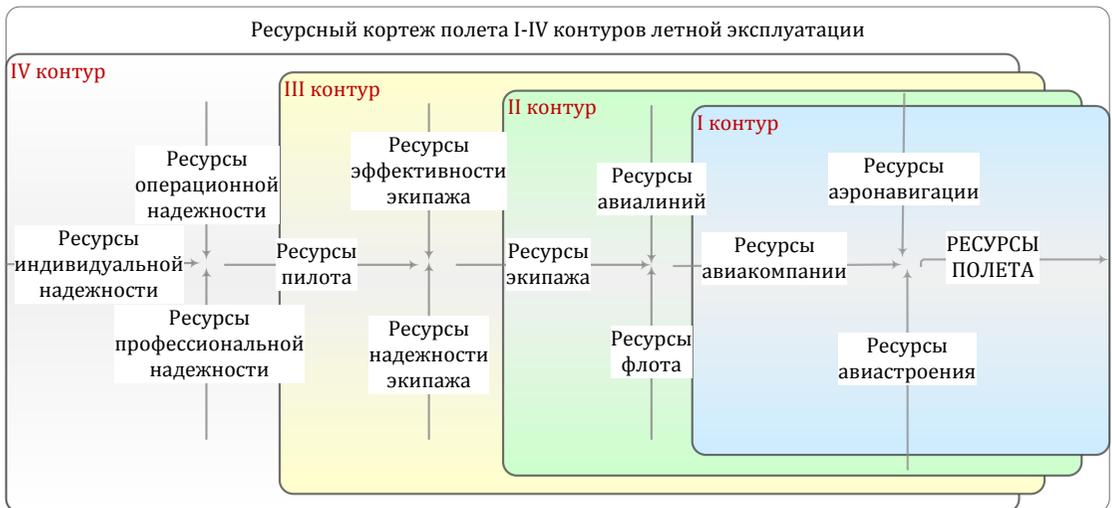


Рис. 14. Ресурсный кортеж полета I-IV контуров летной эксплуатации

Определение 22. ФРМ, содержащая совокупность описаний ресурсов  $n$  контуров  $l$  уровней,  $m$  кортежей  $l'$  уровней, называется ФРМ предметной области исследования, разработки и проектирования назначения целесообразной деятельности.

Пример проектирования ФРМ представлен выше в схемах, рисунках, формулах и определениях, которую кратко можно сформулировать следующим образом. Предметной областью настоящей работы является транспортный комплекс воздушного транспорта. Задачи: центральный процесс назначения аэрокосмической индустрии – ресурсы полета; главный объект - ресурсы пилота. Проектируемая предметная область содержит: Ресурсная модель транспортного комплекса: «полет» I-II контуров, ресурсный комплекс авиакомпании II-III контуров ЛЭ, ресурсный кортеж полета I-IV контуров летной эксплуатации. Более подробно структура и содержание раскрывается в последующем содержании предметной области ТК.

### 3.3.10. Контур ресурсов внешнего воздействия

В соответствии с принципом внешнего воздействия, разработан *контур ресурсов внешнего воздействия*, части которого называются *предметными комплексами контура развития ТК*: а) контур *преобразования информационных ресурсов*: экспертная система научно-технической информации по воздушному транспорту (ЭС НТИ ВТ), 1983-1993 [84]. б) контур *преобразования человеческих ресурсов* - программы профессиональной подготовки летных экипажей и управляющих в основах менеджмента и бизнеса «Менеджмент-бизнес практика» (МБП), 1988-2003 [86]; в) контур *трансформирования организационных ресурсов* - методология и технология инновационного и организационного развития, 1996-2007 [85]. Таким образом, преобразование человеческих ресурсов, трансформирование организационных ресурсов и преобразование информационных ресурсов составляет функциональную основу внешних ресурсов, рис. 15.



Рис. 15. Ресурсная методология проектирования сложных объектов

Комплекс преобразования человеческих ресурсов (КПЧР), рис. 16. При выполнении комплексных проектов трансформирования организаций любой формы собственности требуется новая компетентность и образование менеджмента организации. Необходимые знания менеджмента и бизнеса в существующих образовательных формах можно получить в вузе или в программах дополнительного профессионального образования, где передают основы данных знаний в течение одного-двух семестров, тогда как для проведения изменений в организациях необходимы навыки и реальное трансформирование организации. Решение данной задачи состоит в создании интенсивной технологии, которая в короткий период времени дает возможность передачи знаний, навыков и реальных организационных изменений. Профессиональную подготовку осуществляют менеджеры и владельцы предприятий, которые ранее прошли эту программу и сертифицированы как консультанты-тренеры. Практическая направленность: участники ведут разработки развития своей организации, бизнеса и изменений личной жизни. Интенсивность: большой концентрированный объем, интенсивность и высокие нагрузки. Сочетание вышеперечисленных принципов пятикратно снижает себестоимость и стоимость подготовки по сравнению с аналогами образования на протяжении двух десятилетий. Задача интенсивной профессиональной подготовки менеджеров решена для осуществления комплексных проектов организационного развития.

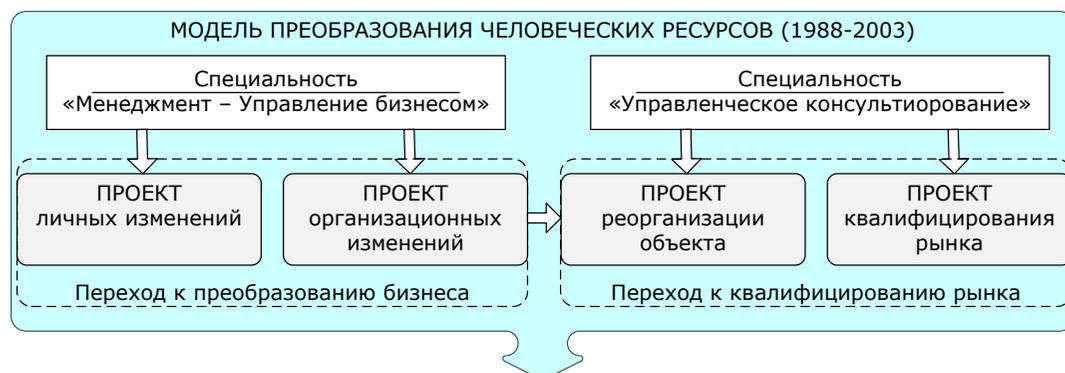


Рис. 16. Модель преобразования человеческих ресурсов

Комплекс трансформирования организационных ресурсов (КТОР), рис. 17. Предметный контур трансформирования организационных ресурсов предназначен для осуществления организационных изменений при вмешательстве внешних агентов, обладающих экспертизой, опытом и эффективностью, которая отсутствует внутри организации. Кроме того эксперты должны принадлежать к особой сформированной отрасли знаний, обладающей самодостаточностью и завершенностью организационных форм и нормативных содержаний.

Данная комплексная проблема решена в настоящей работе: создана теория, методология и практические приложения новой предметной области консалтинга и организационного производственного консультирования. Комплексный проект состоит из совокупности технологий трансформирования всех ресурсов предприятия: корпоративная стратегия и организационное развитие, финансовые и административные системы, оценка капитала,

управление персоналом, маркетинг и корпоративные коммуникации, информационные технологии и системы, управление проектом.



Рис. 17. Модель трансформирования организационных ресурсов

Ресурсный кортеж трансформирования организации. Ресурсный кортеж трансформирования объекта – ТК состоит из трех взаимосвязанных контуров: ресурсный контур консультанта (РКК), ресурсный контур организации профессиональных услуг (РКОП), ресурсный контур институциональной среды (РКИС), рис. 18.

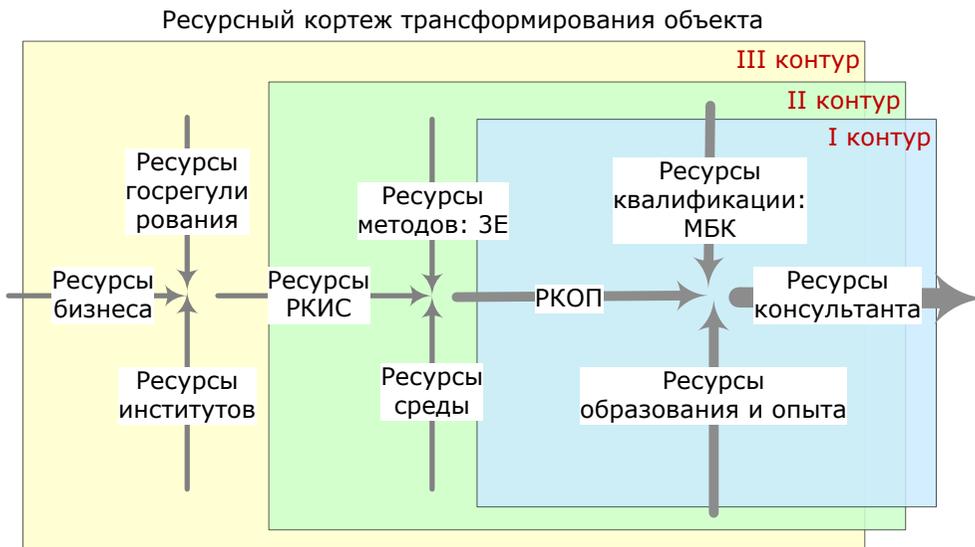


Рис. 18. Ресурсный кортеж трансформирования организационного объекта

Ресурсный контур консультанта (РКК). РКК состоит из ресурсов квалификации (К), ресурсов образования (О) и ресурсов опыта (Е). Образование должно быть непрерывающимся, может быть разнообразным и из разных областей знаний. Опыт имеет соответствующие требования профессиональной пригодности. Квалификация имеет спектр Общего свода знаний Common Body of Knowledge, обязательным являются квалификации в менеджменте (М), основах бизнеса (Б) и консалтинге (К). РКК: {М, Б, К(К, О, Е)}

Ресурсный контур организации профессиональных услуг (РКОП). РКОП состоит из ресурсов РКК, ресурсов среды (С) и ресурсов методов (М). Ресурсы методов состоят из триады консалтинга ЗЕ: методов экспертизы, методов опыта, методов эффективности. РКОП: {РКК, С, М(ЗЕ)}.

Ресурсный контур институциональной среды (РКИС). РКИС состоит из ресурсов государственных органов регулирования (Г), ресурсов институтов гражданского общества (И), ресурсов среды бизнеса (Б): РКИС: {Г, И, Б}. Подробное изложение представлено в работе [85].

#### **3.4. Выводы ресурсной методологии**

1. Системные формализации сложных объектов, свойства которых описываются числом переменных более двух-трех, количественными, аналитическими и статистическими методами крайне ограничено. Данные формализации являются примерами эмпирических моделей, которые обладают приемлемой полнотой и низкой точностью информации. Пример: триада «человек-машина-среда» (ЧМС), популярная в проектировании эргатических комплексов. Несмотря на «очевидность» и простоту данной модели, связи между компонентами являются крайне размытыми. Поэтому расследования причин техногенных аварий и катастроф сводятся к «человеческому фактору», еще более нечеткой концепции.

2. Альтернативой системному подходу является теоретическая разработка научной дисциплины - ресурсной методологии, устанавливающей новые основания и принципы моделирования и проектирования сложных объектов нефизической природы на примере комплекса воздушного транспорта.

3. Новизна метода позволяет проектировать сложный объект с достижением приемлемой полноты и точности информации через отдельное описание существенных объектов с указанием преобладающих связей с другими объектами предметной области, число которых эвристически определяется достаточным. Метод ресурсного моделирования содержит условия, принципы, процедуры формализованного описания ТК. Фундаментальная проблема сложности проектирования и формализованного описания ТК преодолевается совокупностью методических принципов: принцип редукции, принцип адекватности наблюдения и принцип внешнего воздействия.

4. Требование к объекту является описанием его свойства и определяется как задача проектирования назначения объекта. Свойство описывается наименованиями функций и условиями применения. Например, описаниями физических размеров летательного аппарата, предназначенной скорости, высоты полета.

5. В настоящей работе качество Q рассматривается как свойство, наблюдаемое в состояниях: эффективности E, безопасности S, надежности D, риска R, или как параметрическое множество:

$$Q = \langle E, S, D, R \rangle \quad \{80\}$$

Воздействия на них называют управлением состояниями, например, управление рисками.

6. Наблюдение качества объекта обладает определенностью, заданным назначением свойства<sup>30</sup> и осуществляется в мерах оценивания. Наблюдение количества обладает неопределенностью из-за дискретности изменений свойств объектов. Соотношение качественных и количественных изменений свойств объектов во времени обладает мерой устойчивости.

7. Проявление свойств сложного объекта в пространстве состояний, заданных назначением, называют нормальным, вне данного пространства называют аномальным. Задача состоит в структурировании нормального и аномального пространств состояний, особенно границ между ними. Это называется нормализацией, что позволяет увеличивать четкость исчисления размытых областей за счет сдвига в сторону сильных шкал.

8. Оценивание свойств и состояний ТК осуществляется на основе псевдофизической логики наблюдения. Разработан вывод определений и высказываний псевдофизической логики отношений времени, пространства, причинности и их сочетания. Представлен пример составления классификаций отношений ресурсных моделей. Для разработки алгоритмов наблюдения свойств и состояний ТК используются простые аддитивные линейные функции, дающие приемлемые результаты в практике их применения.

9. Точность количественного описания свойств и состояний ТК, которые считаются необходимыми для решения задачи, определяются качеством знания предметной области деятельности. Наблюдаемое свойство каждого объекта отображается множеством явлений, из которых наблюдатель выделяет проявления, наилучшим образом описывающие объект в действительности.

10. Язык ресурсного моделирования транспортного комплекса формируется с принятием гипотез о богатстве естественного языка и его достаточности для создания любого формального языка. Допущение, что любой объект искусственного происхождения по содержанию и форме менее сложен естественного языка, согласуется с теорией создания искусственных объектов [126, 133].

11. Представлено доказательство, что проектирование сложного объекта невозможно только через свойства самого объекта и требует разработки комплекса метапредметной области методов и знаний. Разработан комплекс внешних ресурсов, состоящий из модулей преобразования информационных ресурсов, преобразования человеческих ресурсов и трансформирования организационных ресурсов. Доказательство обосновано практическим применением теории и внедрением в реорганизацию производства авиапредприятий и организаций других отраслей народного хозяйства.

---

<sup>30</sup> Тело обладает *свойством* тяжести и может пребывать в *состояниях* движения и покоя. Свойство есть качество, состояние есть количество.

## РЕСУРСНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

### 4. ТЕОРИЯ ОПАСНОСТИ

*Сократ. Опасное – это то, что порождает страх, безопасное же, наоборот, его не порождает. Страх в свою очередь порождает не возникающие и не наличные беды, но ожидаемые: ведь страх – это ожидание грядущей беды. ПЛАТОН, Лахет. [82, с. 290]*

*«При установке порядка появились имена. Поскольку возникли имена, нужно знать предел их употребления. Знание предела позволяет избавиться от опасности». Лао-Цзы [цит. по 52, с. 194]*

#### 4.1. Содержание проблемы и постановка задачи

В исследованиях отмечают противоречия языковых норм, терминов, определений и взаимную несогласованность стандартов, регламентирующих техносферную деятельность в теориях безопасности, опасности, надежности, риска. Обычным результатом исследовательских поисков являются слабоструктурированные множества тождественных слов, выбранные из словарных гнезд общих и специальных словарей. Однако для установления нормативных терминов технических стандартов данный подход является малопродуктивным. Для того, чтобы разработать стандарты, пригодные для деятельности в технической сфере, требуются междисциплинарные усилия и начинаться они должны с поисков в гуманитарных науках, прежде всего философских, филологических. Из-за дефицита подобных работ выполняются исследования в технических науках [13, 143].

Общая постановка задачи. Исследование предметной области понятия опасности. Разработка теории состояния безопасности, основанной на логическом и лексико-грамматическом анализе понятия опасности [87, сс. 66-87]. Задача работы определяется в «мышлении, языке и действии» [176], а именно, прийти от понятий (мыслеформ) к термину. Понятие опасности возможно рассматривать как связь и построение *отношений* понятий, языка и деятельности в грамматической структуре языка. Язык существует в теоретическом хрестоматийном, словарном и практическом представлениях. Хрестоматийные академические издания фиксируют новые нормы развития грамматики языка. Практическое существование язы-

ка осуществляется в бесконечном разнообразии письменного опыта и устной практики – речи. Между хрестоматийным и практическим контурами жизни языка существует среда, состоящая из тезауруса от фундаментальных словарей языка до специальных терминологических изданий и стандартов. Взаимодействие теоретической (G), словарной (V) и практической (P) сторон является сутью развития языка во времени (t) и представляются коротежем изменений:

$$\Sigma: \{G(t_0), V(t_0), P(t_0)\} \rightarrow f\{G(t_1), V(t_1), P(t_1)\} \quad \{75\}$$

где  $t_0-t_1$  – временной интервал,  $f$  – описание задачи развития языка.

Задачей установления терминологии предметной области является формирование нормативной понятийной базы, согласованной с теорией и отвечающей требованиям практики. Термин, лат. terminus – это предел, граница – слово или словосочетание, точно обозначающее какое-либо понятие, применяемое в науке, технике, искусстве [96]. Термины, как правило, однозначны [2, с. 486]. Решение терминологической задачи возможно через редукцию значений слова и определение термина, что является задачей семасиологии, от греч. *semasia* – обозначение + *logos* – понятие, учение [2, с. 376]. Общим решением задачи является разработка формализации средств естественного языка для описания техносферной деятельности.

#### **4.1.1. Словарный анализ понятия опасности**

Лингвистический кластер слова *опасность* включает грамматические классы: прилагательное, наречие, глагол, существительное – *опасный, опасно, опасаться, опасность* и классы антонимического ряда – *безопасный, безопасно, обезопаситься, безопасность*. Задача исследования в настоящей работе структурируется следующим образом: исследование понятия опасности и лексико-грамматический анализ лингвистического кластера слова *опасность*; определение основания предметной области опасности, называемой базой наблюдения; описание объектных взаимодействий в предметной области опасности. На основаниях теоретической грамматики языка необходимо определить: а) взаимосвязи и отношения слов кластера *опасный*; б) значения и признаки свойств процессов, которые называют слова; в) мерность признаков предметов, на которые указывают слова.

Словарный кластер понятия *опасность* толковых словарей [35, 75, 122] имеет следующее содержание: угроза плохого, несчастья; опасное состояние. Потеря: лишение, утрата, убыток, гибель. Потерять: утратить, лишиться, обронить, позабыть, где вещь; сгубить, погубить, убить, лишить жизни. Ущерб: урон, убыток, убыль, трата, умаление. Угроза: запугивание, испуг, обещание вреда, зла; возможная опасность; высказанное в любой форме намерение нанести физический, материальный или иной вред общественным или личным интересам. Угрожать: грозить, наводить опасность, страх. Обобщенно, опасность понимается как зло, вред, урон, убыль, ущерб, потеря, лишение. Структурировать данное содержание более строго и четко к нормативным значениям терминов не представляется возможным. В технической сфере принято понимание опасности в определениях различных состояний опасности: происшествие,

предпосылка, авария, катастрофа. Происшествие accident – событие, характеризующее ухудшением состояния защищенности. Возможным, но не наступившим ухудшением состояния является предпосылка происшествия или инцидент incident. Авария – событие нарушения состояния защищенности. Катастрофа – событие полного разрушения состояния защищенности. «Катастрофами называются скачкообразные изменения, возникающие в виде внезапного ответа системы на плавное изменение внешних условий» [11, с. 3].

#### **4.1.2. Лексико-грамматический анализ понятия опасности**

Формы мышления (мыслеформы) проявляются в языке как понятия. Понятие называет предел постигаемой сущности как родовое понятие. В развитии родовые понятия становятся видовыми и образуют слова. Слово – основная кратчайшая единица языка, выражающая своим составом понятие о предмете, процессе, явлении действительности, их свойствах, или отношениях между ними. Различают фонетические (звуковые), лексико-семантические (значение) и грамматические (морфология) признаки слова [109, с. 414]. Слово существует в языке как совокупность словоформ. «Словоформа есть одно из выявлений (манифестаций, видов существования) слова. Минимальная значимая часть, вычленяемая в составе словоформы, называется морфом» [109, сс. 123-124]. Для решения задачи в настоящей работе исследуются лексико-семантические и грамматические признаки слов лингвистического кластера *опасность*.

Отношения слов представляются лексико-грамматическими разрядами. Близкие разряды слов одной сущности образуют в языке отношения синонимии тождественных слов, которые взаимно расположены на наименьшем семантическом расстоянии. Синонимия – совпадение разных слов в основном значении. На наибольшем семантическом расстоянии противоположности единой сущности образуют в языке антонимию слов, антоним, греч. *anti* – против + *опута* – имя. Отношения слов между собой связаны также зависимостью, называемой мотивацией. Одно из слов, связанных отношением мотивации, является мотивирующим, другое – мотивированным или производным, формально более сложным [109, с. 133].

Лексико-грамматический разряд слова *опасный* является качественным прилагательным с суффиксом, представленным морфом -н-, обозначает отвлеченный признак, относящийся к предмету [109, с. 272]. Отношение к предмету контекстуально выражается конкретизациями, непосредственно воспринимаемыми органами чувств или эмпирически, с разными определяемыми существительными. Например: *опасный вирус, опасная бритва, опасный полет, опасное положение*.

Морфологическая структура слова *опасность* состоит из префикса -о-, корня-морфемы -пас-, и суффикса -ность- (или двух суффиксов -н- и -ость-). Лексико-грамматический разряд слова *опасность* является суффиксальным отвлеченным (абстрактным) существительным, называющим качество или состояние предмета, мотивированное прилагательным *опасный* со значением отвлеченного признака. Существительные с суффиксом, представленным морфом -ность-, со значением «носитель признака» называют отвлеченное состояние [109, с. 164]; со значением отвлеченного признака, называют состояние с отвлеченным значением признака, свойства [109, с.

177]. Семантические особенности слов с суффиксом *-ность-* обозначают склонность или способность к действию, названного в мотивирующей основе слова. Отвлеченные существительные, большей частью не имеют множественного числа. Если они образуют множественное число, это является признаком исчисляемости предмета, в данном случае, *опасность - опасности*. Прилагательное *безопасный* с префиксом, представленным морфом *-без-*, орфорг. также *бес-* (фонемат. [б'ез]) имеет значение «характеризующийся отсутствием того, что названо мотивирующим словом» [109, с. 313]. Существительные *безопасность* с префиксом, представленным морфом *-без-*, называют отсутствие того, или противоположность тому, что названо мотивирующим существительным [109, с. 228].

Для решения поставленной задачи необходимо установить порядок взаимосвязи основных грамматических классов языка исследуемого лингвистического кластера *опасность*. На основе теоретических норм грамматики русского языка составим характеристики основных классов языка, табл. 10.

Таблица 10

Характеристики грамматических классов кластера *опасность*

Классы	Слово	Мотивация	обладают значением	называют
Наречие	<i>опасно</i>	0	<i>непроцессуальных и процессуальных признаков, качеств и свойств</i>	<i>признаки как обстоятельства, характер интенсивности, степень сравнения, образ действия</i>
Прилагательное	<i>опасный</i>	↑	<i>непроцессуальных признаков</i>	<i>признаки как свойства и качества предметности</i>
Глагол	<i>опасаться</i>	↑	<i>процессуальных признаков</i>	<i>признаки как процессы, действия и состояния</i>
Существительное	<i>опасность</i>	↑	<i>предметности</i>	<i>материальные и нематериальные субстанции процессуальных и непроцессуальных признаков, качеств, свойств, действий и состояний предметности</i>

В соответствии с нормами словообразования в парах прилагательное-глагол мотивированным признается глагол. В парах «глагол - существительное», «прилагательное - существительное» мотивированным признается существительное. Возвратные глаголы исследуемого словарного кластера *опасаться* и *обезопаситься* являются производными, мотивированными. Глагол *спасать* с префиксом, представленным морфом *-с-*, имеет значение совершить действие, довести действие до результата, названное мотивирующим глаголом. В парах прилагательное-наречие мотивированным признается слово большей сложности. Пример: *опасно быстрый*. Мотиви-

рующим словом является наречие *опасн-о*, поскольку содержит одну флексию-фонему, а прилагательное *быстр-ы(й)* две фонемы [с. 133]. Слово *быстрый* является только признаком и не называет состояния.

Таким образом, наречие и затем прилагательное, обладающее значением непроцессуальных признаков, является первоосновой для перехода видового понятия в слово. Вектор мотивации по нормам отношений направлен от наречия к прилагательному, глаголу и к существительному. Выстраивается словообразовательная цепочка однокоренных слов, находящаяся в отношениях последовательной мотивации, где стрелкой указывается мотивированное слово. Вершиной (исходным словом) является немотивированное слово с «нулевой» мотивацией [с. 134]. Более сложные отношения слов образуют словообразовательные гнезда и кластеры как совокупность слов с тождественным корнем, упорядоченным в соответствии с отношениями словообразовательной мотивации. Определяем корневой морф **-пас-** и построим семантический кластер рис. 19.

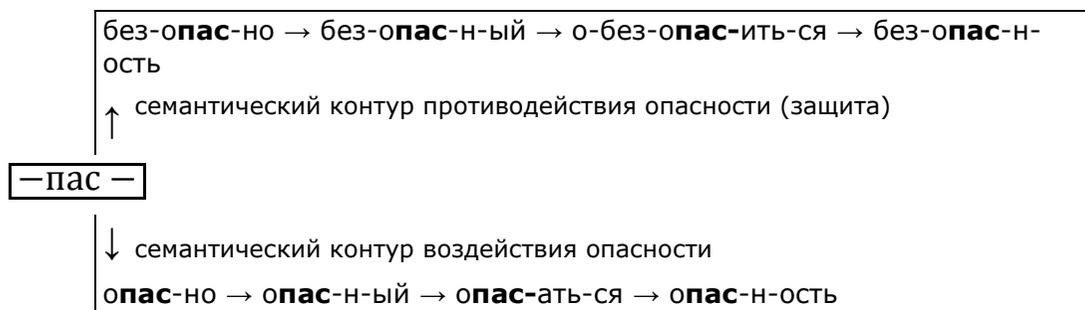


Рис. 19. Семантический кластер понятия опасности

Построение может быть расширено цепями: с-**пас**-ти → с-**пас**-ать → с-**пас**-ать-ся; о-**пас**-ка → о-**пас**-ать-ся → о-**пас**-ен-ие → о-**пас**-лив-о; **пас**-ти (беречь, оберегать) → **пас**-тись (сохраняться). Для целей настоящей работы ограничимся минимальным размером кластера.

#### 4.1.3. Отношения опасности

Структурирование словарного кластера на основе связей мотивации слов создает первоначальное формализованное содержание предметной области любой деятельности или предмета познания. Дальнейшая формализация достигается при составлении *отношений* понятий, входящих в предмет безопасности [48]. Понятия организуются в логические родовидовые отношения, что образует взаимосвязь объектов и *базу наблюдения* в познаваемой предметной области, с позиции которой ведется наблюдение (измерение и оценивание) деятельности.

*Опасность* является понятием, обладающим значением отвлеченного негативного состояния и называющим признаки и свойства объекта возможных негативных исходов деятельности. Отношение опасности является описанием роли объектов вовлеченных в деятельность. Поскольку прилагательное *опасный* обладает значением непроцессуального признака, а существительное *опасность* называет непроцессуальное состояние, они являются отвлеченными и устанавливают потенциальные отношения объектов и негативные исходы деятельности.

Установление наблюдаемых отношений объектов опасности в задаче языка решена заменой слова *опасность* словом *угроза*, существительным, мотивированным глаголами *грозить*, *угрожать*. Слово *угроза* обладает значением предметности объектных отношений и называет признаки и свойства негативных исходов деятельности. Установление объектных отношений называются парой причастий действительного и страдательного залога *угрожающий - угрожаемый*. Действительное причастие означает действие, представленное как характеризующий признак, активный по производимому действию. Страдательное причастие означает признак, представленный как характеризующий признак, пассивный по испытываемому действию [2, с. 665]. Основанием необходимости замены является невозможность образовать пару искусственных слов «*опасающий-опасаемый*» с семантикой отношений объектов.

Сформируем следующее содержание исследования предмета опасности. Устанавливаем четыре типа понятий, объектов и отношений. Пару связанных понятий «воздействие» и «подверженность» называем опасностью. Пару связанных понятий «защита» и «защищенность» называем безопасностью, табл. 11.

Таблица 11

Основные понятия теории опасности

Понятия		Объект	Отношение
Опасность	воздействие	угрожающий	воздействие угрозы
	подверженность	угрожаемый	подверженность угрозе
Безопасность (защищенность)	защита	защищающий (средство защиты)	противодействие угрозе
	защищаемость	защищаемый (объект защиты)	защищаемость от угрозы

Вводятся следующие определения отношений:

Определение 23. Отношение воздействия угрозы. Угрожающий объект обладает признаком предмета угрозы и называет состояние и свойство возможного ущерба (вреда, потерь) угрожаемому объекту.

Определение 24. Отношение подверженности угрозе. Угрожаемый объект обладает признаком подверженности угрозе и называет свойство возможного ущерба (вреда, потерь) от воздействия угрожающего объекта.

Определение 25. Отношение противодействия угрозе. Защита обладает значением признаком поглощения воздействия угрозы и называет свойство возможного компенсируемого ущерба.

Определение 26. Отношение защищенности угрожаемого объекта. Защищаемый объект обладает значением связи угрожаемого объекта и защиты и называет свойство поглощенного ущерба от воздействия угрожающего объекта. Отношение защищенности является главным отношением безопасности ресурсов жизнедеятельности.

В понятие безопасности (*защиты, защищенности*) вкладывается следующее содержание: а) создание ресурса: превышение или компенсирование величин воздействий и подверженности угроз; б) блокировка: барьер, преграда, граница, ограждение, оборона, недопущение; в) противодействие: действие навстречу, сопротивление, конфронтация; г) непротивление: в айкидо<sup>31</sup>, захват ресурсов угрожающего объекта и их использование в согласованном отношении с движением данного объекта.

*Пример 1: «Опасная бритва».* Бритва в руках ребенка становится угрожающим объектом здоровью и жизни. Отношение воздействия угрозы влечет отношение подверженности угрозе, ребенок становится угрожаемым объектом. Отношение защищенности создаются мерами связи угрожаемого объектом и *защиты*: а) обучением правилам и навыкам «безопасного» использования бритвы; б) правилами ограничения допуска и доступа использования бритвы всех, кто не знает правил и не умеет пользоваться бритвой; в) изменением свойства объекта – изобретением лезвий для «безопасной» бритвы.

*Пример 2: «Гололед».* Объект обладает свойством ледового покрытия дороги и возможностной мерой опасности к любым транспортным средствам (ТС) на данной дороге. Без установления отношений с каждым конкретным ТС свойство опасности не известно. Пусть автомобиль А имеет «зимние» автопокрышки, препятствующие скольжению, а автомобиль Б не имеет. Объект опасности обладает свойством угрозы только для автомобиля Б через отношение воздействия угрозы, который становится *угрожаемым объектом* через отношение подверженности угрозе. Автомобиль А обладает приемлемым свойством защищающего средства защиты («зимних» автопокрышек) через отношение противодействия угрозе. Отношение защищенности от угрозы ДТП для защищаемого автомобиля Б создается: а) прекращением движения; б) отсыпкой песка на поверхность дороги.

## **4.2. Содержание предмета опасности**

Выполненный словарный и лексико-грамматический анализ понятия опасности раскрывает содержание предмета и позволяет сформулировать основания теории опасности.

### **4.2.1. Формализация теории опасности**

Мы показываем переходы от *понятий*, существующих в действительности, к *терминам*, отражающим реальность наблюдаемых свойств объектов. В философии данное содержание рассматривается при различении категорий действительности и реальности. Действительность (в случае опасности) показывает отвлеченные свойства объектов. Реальность (в случае угрозы) показывает наблюдаемые свойства объектов. Данная задача в естественном языке решена заменой слова *безопасность*, которое является отвлеченным понятием, словом *защищенность*, которое может быть термином. Составим словарь основных понятий теории предмета опасности с соответствующим описанием на естественном языке и символическими обозначениями, используя англоязычное словообразование, табл. 12.

---

<sup>31</sup> [http://aikikan.ucoz.ua/index/chto\\_takoe\\_ajkido/0-289](http://aikikan.ucoz.ua/index/chto_takoe_ajkido/0-289)

Таблица 12

## Словарь основных терминов теории опасности

Понятие	называет	$\Omega$
Опасность Danger	состояние отвлеченное	$D$
Угроза Threat	состояние наблюдаемое	$T$
Объект Object (i)	признак отвлеченный	$O_i$
– опасный объект	признак опасности	$O_d$
– угрожающий объект	признак воздействия угрозы	$O_t$
– угрожаемый объект	признак подверженности угрозе	$O_v$
– защищаемый объект	признак поглощения воздействия угрозы	$O_s$
Защита Safety	свойство отвлеченное	$S$
– защитная мера	свойство наблюдаемое	$\bar{S}$
Ущерб Damage	свойство наблюдаемое	$Dm$
Подверженность Vulnerability	состояние отвлеченное	$V$
Исход Exodus	свойство отвлеченное	$Ex$
– исход негативный	свойство наблюдаемое	$Ex^-$
– исход позитивный	свойство наблюдаемое	$Ex^+$

Напоминаем, что понятие *наблюдаемый* обобщает понятия измеряемый и оцениваемый для исчисления, то есть приписывания чисел величинам объектам. Соответственно, понятие *отвлеченный* означает невозможный для наблюдения без установления отношения объектов. Используя введенные обозначения, составим символьные формулы теории опасности. Общая формула опасности имеет следующее описание и аналитическое выражение: «опасность влечет неопределенную угрозу и неопределенный негативный исход»:

$$D \rightarrow \{\bar{T}, Ex^-\} \quad \{76\}$$

Объектная формула опасности: «опасность влечет наблюдаемую угрозу в отношении i-го объекта»:

$$D \rightarrow T(O_i) \quad \{77\}$$

Общая формула угрозы: «угроза влечет неопределенный ущерб»:

$$T \rightarrow \bar{Dm} \quad \{78\}$$

Объектная формула угрозы: «угроза, связанная отношением с объектом, влечет наблюдаемый ущерб со свойством, определяемым данным объектом»:

$$T(O_i) \rightarrow \overline{Dm}(O_i) \quad \{79\}$$

Объединяя {83} и {85}, получим переход от отвлеченного состояния опасности к свойству наблюдаемой (измеряемой, оцениваемой) величины ущерба.

$$D \rightarrow T(O_i) \rightarrow \overline{Dm}(O_i) \quad \{80\}$$

Защищенность или защитная мера меняет состояния (параметры) опасности и предназначены для компенсации и поглощения угроз. Защитная мера  $\bar{S}$  есть величина значений переменной  $x$  во множестве состояний защищаемого объекта. Величина защиты соотносится с защищаемым объектом введением переменной, определяющей адекватность защиты.

$$\boxed{\bar{S} = (xO_s) \mid \geq \overline{Dm}(O_i)} \quad \{81\}$$

Формула {87} является *базовой формулой безопасности (защищенности)* в представляемой здесь теории опасности. Основным ресурсом отношения защищенности объекта является его *назначение* или *номинальная защищенность* - свойство поглощения воздействия угрозы и компенсированного ущерба. Следствием применения основных выражений теории опасности может быть формализация тождественных областей, например теории риска. Риск мы определяем как множество событий, наблюдаемых в возможных мерах случайности события и в мерах случайности величин исходов деятельности. Меры наблюдения опасности и угрозы негативных исходов (ущербов) называют риск негативных исходов. Меры наблюдения позитивных исходов (успехов) называют риск позитивных исходов. Обозначив символами,  $R$  риск,  $E$  событие, запишем общее выражение риска:

$$\{R = \rho(E), \mu(Ex^\pm)\} \quad \{82\}$$

где  $\rho$  - есть возможностная (доверия, вероятности, правдоподобия) мера события;  $\mu$  - мера, характеризующая структурные, функциональные характеристики объекта и позитивное или негативное свойство исхода.

В данном изложении демонстрируется возможность формализованного представления мышления и языка в исследуемой предметной области деятельности.

#### 4.2.2. Основания предмета опасности

Предмет опасности деятельности имеет следующие основания:

Ресурсы. Целесообразная деятельность имеет ресурсные основы: вещественные, энергетические, информационные.

Исход. Объект деятельности обладает назначением и возможностной мерой *исхода* деятельности - позитивного, нейтрального и негативного.

Предел. Негативный исход связан с *пределом* ресурсов деятельности и понятием опасности.

Отношения. Наблюдение опасности как негативного исхода и безопасности как защищенности от опасности обусловлено установлением *отношений* объектов деятельности в понятиях угрозы, риска и ущерба.

Опасность. Идентификация опасности обладает значением распознавания признаков и свойств *негативных исходов* деятельности и обитания.

Безопасность. Воздействие природной среды обитания и техносферной деятельности требует мер *защищенности* от опасности в понятии безопасности.

Наблюдение. *Наблюдение* опасности и безопасности осуществляется в квалитетической процедуре измерения и квантитетической процедуре оценивание риска, в результате которых признакам свойств объектов приписываются числа в соответствующих шкалах.

### 4.3. Выводы

Установлено, что грамматические и лексико-семантические основы естественного языка предлагают достаточные основания для логического анализа, вывода определений понятий и терминов избранной предметной области исследования.

1. Предмет опасности связывает отношениями объекты предметной области, вовлеченные в деятельность. Опасности «естественно существуют», они большей частью не известны, вновь открываются, создаются в техносферной деятельности. Опасности не могут наблюдаться (измеряться и оцениваться) без установления объектных отношений.
2. Предмет опасности является множеством несравненно большим, чем предмет защищенности (безопасности). Предмет теории безопасности (жизнедеятельности) является частью предмета теории опасности.
3. Предмет [*опасность, безопасность*] можно наблюдать в области определения  $[0, 1]$ , где *опасность* есть количество или бесконечное множество состояний, а *безопасность* есть качество, равное единице.
4. Установлено, что в семантическом кластере предмета опасности первичным является признак, который называют наречие *опасно* и прилагательное *опасный*. На основании признака идентифицируются свойства, процессы и состояния предмета.
5. В семантической паре *опасный - безопасный* слово *опасный* называет множество состояний объекта, слово *безопасный* называет единственное состояние объекта – отсутствие признаков опасности.
6. Понятие *безопасность* обладает значением *защищенности* и называет свойства и состояния объектов, находящихся в отношениях защищенности. Понятие *защищенность* семантически эквивалентно понятию *безопасность* только в одном значении - отсутствие опасности.
7. Защищенности являются объектами естественного происхождения, а также создаются искусственно. Защищенности реагируют на проявляемые, вновь открываемые и обнаруживаемые опасности.
8. Наблюдение множества состояний опасности могут осуществляться в шкалах наименований естественного языка добавлением наречия к прилагательному: *опасный* ↔ *предельно опасный* ↔ *чрезвычайно опасный* ↔ *приемлемо*

*опасный ↔ минимально опасный ↔ ничтожно опасный ↔ безопасный*. Аналогично, выстраивается цепь добавлением прилагательного к существительному.

9. Теоретические нормы естественного (русского) языка в строгом смысле не допускают образование словосочетаний *управление безопасностью, менеджмент безопасности*, поскольку невозможно управлять тем, что не является множеством.

10. Практическое использование слова *безопасность* связана с предпочтением понятия *защищенность*. В связи с этим, использование в стандартах, интерпретации понятия *безопасность* как *защищенность* имеет теоретические основания.

11. Предлагаемые выводы составлены на основе логического анализа грамматики русского языка. При необходимости подобных исследований на других языках работа должна выполняться на основе грамматик соответствующих языков. Англоязычные слова *safe, safety* переводятся в следующей последовательности: *safe* - защитный, сохранный, надежный, безопасный; *safety* - защита, сохранность, надежность. Перевод *safe* – *безопасный* и *safety* – *безопасность* является этимологической необходимостью. В отношении значений англоязычных слов *safety, security*, отметим, что оба имеют первое значение «защищенность», только *security* – в отношении физических материальных объектов, а *safety* - для нематериальных объектов.

Выполнена разработка теории безопасности, основанной на логическом и лексико-грамматическом анализе понятия опасности. Новизна результата состоит в составлении четкой структуры объектов, отношений и понятий, связанных с понятием опасности. Практическая значимость результата состоит в создании теоретических оснований предмета безопасности для разработки технических стандартов техносферной деятельности.

Безопасность как защищенность должна представляться в определениях понятий защиты. В современных исследованиях и разрабатываемых стандартах жизнедеятельности используются исключительно наименования негативных исходов в мерах потерь, ущербов и вреда.

*Как если бы накануне сражения ратник думал не о защитных латах, но только о ранее полученных и будущих ранах и возможной гибели...*

## 5. ТЕОРИЯ РИСКА

*Сократ. Значит, почтеннейший мой, мужество, как ты утверждаешь», - это знание опасного и безопасного. Не так ли? Никий. Да, конечно и я так думаю, мой Сократ. Сократ. А опасное и безопасное, как мы согласились, может оказаться в будущем и добром и злом. Никий. Безусловно. Сократ. Наука же об этих вещах - и ожидаемых в будущем и могущих иметь различный исход - одна и та же. Никий. Это так.*

Платон [82, с. 291]

### 5.1. Предметные исследования риска

Риск<sup>32</sup> является инстинктом человека к наиболее интенсивной разнообразной жизни, к расширению ее пределов вне существующей области деятельности и самосохранения. Риск не существует вне сознания и культуры. Человек его создал для адаптации к опасностям. Риск рассматривается как нечеткая мера приемлемых исходов деятельности. Приемлемым может быть то, на что общество соглашается или отклоняется. Если какой-либо способ жизнедеятельности повышает качество жизни и ценность превышает риск, то этот способ деятельности признается приемлемым. «Риск - это возможность того, что человеческие действия или результаты его деятельности приведут к последствиям, которые воздействуют на человеческие ценности» [5, с. 54]. Риск связывают с неопределенностью исхода деятельности. Проявление риска может быть детерминированным систематическим или случайным стохастическим. Если человек перебегает улицу с оживленным движением, он вовлечен в стохастический риск. Транспортные средства и пешеходы составляют систематическую часть той же неопределенности. Приобретая билет на самолет, мы идем на систематический риск, выбирая конкретный полет, подвергаемся стохастическому риску. Способ перемещения - систематический риск, а плотность и динамические свойства избранного процесса - стохастический риск.



<sup>32</sup> Немезида в древнегреческой мифологии крылатая богиня возмездия, карающая за нарушение общественных и моральных норм. В Древнем Риме была покровительницей гладиаторов, считалась богиней судьбы, случая и удачи (то есть - риска, Н.П.).

В настоящей работе поставлена задача идентификации риска и предметного описания риска. Исследуется идентификация риска через неопределенность. Исследуется состоятельность определения риска как негативного последствия через сочетание вероятности и ущерба. Идентификация риска осуществляется с установления объема и содержания понятия «риск» и выводимого по признакам содержания определения риска.

### 5.1.1. Подходы исследований риска

Различают три подхода исследования предмета риска деятельности: парадигма аксиоматического измерения риска, социокультурная парадигма и психометрическая парадигма. Измерение риска фокусируется на методе трансформирования данных ущерба, числа жертв, финансовых потерь и способе влияния на риск. Социокультурная парадигма рассматривает воздействие групповых и культурных переменных в отношении риска. Психометрия риска устанавливает эмотивные реакции людей на ситуации риска, которые формируют суждения о рисках. В нашем понимании социокультурный и психометрический риски являются оцениваемыми качественными рисками в противоположность измеримому количественному риску, что можно показать схемой, рис. 20.

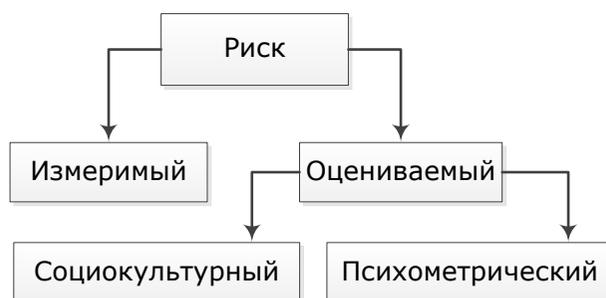


Рис. 20. Парадигмы изучения риска

Существуют многочисленные понятия и наименования риска: одномерный, многомерный, зависящий и не зависящий от человека (природный катаклизм); индивидуальный: мотивационный, активный, пассивный, добровольный, вынужденный; социальный: персональный, групповой, деловой, организационный, детерминированный систематический, случайный стохастический, принимаемый, приемлемый, добровольный, осознанный, осознаваемый, контролируемый, оцениваемый, регулируемый, управляемый, пренебрегаемый, приемлемый, недопустимый, переносимый, остаточный, обработанный [70, 116, 128]. Предмет риска изучается в науках о человеке, в философии, психологии, в техносферной деятельности, в экономике и финансах – как ожидание негативных исходов деятельности.

Для наблюдения (измерения, оценивания, исчисления) риска используют понятия математического ожидания и дисперсии. Дисперсию иногда отождествляют с риском. Теория вероятностей использует одномерные распределения и не учитывает влияние многомерных факторов, каждый из которых имеет разные законы распределения. Существующий математический аппарат для работы многомерным нормальным распределением пригоден для определения единичных факторов с известным математическим ожиданием и дисперсией. Теоретико-вероятностные подходы исчисления

удовлетворительны для массовых и однородных множеств деятельности, но мало достоверны на частотной интерпретации вероятности редких событий. Теоретико-вероятностное представление неопределенности признается математически недостоверным и не отражает многообразия реальной действительности. Различают достоверное событие и событие, имеющее вероятность, равную единице: если некоторое событие является достоверным, то его вероятность равна единице; из единичной вероятности события не следует его достоверность.

Даже научные расчеты рисков ядерной энергетики, химической промышленности основаны на теоретических моделях, субъективных суждениях и допущениях. Эти расчеты зависят от первоначального установления предмета риска, его свойств, параметров, показателей, шкал и единиц наблюдения. Пример: выбор параметра исчисления фатальных рисков для химической промышленности [201, с. 5]:

Число погибших на миллион населения  
Число погибших в пределах расстояния от источника опасности  
Число погибших на единицу концентрации поражающего воздействия  
Число погибших на сооружение объекта  
Число погибших на тонну выброшенных токсинов  
Число погибших на тонну выброшенных токсинов, поглощенных людьми  
Число погибших на тонну произведенного продукта  
Число погибших на миллион долларов произведенного продукта

Этот перечень параметров не полный. Параметры могут структурироваться и включать подмножества типа различия потерь ожиданий ценностей молодых и пожилых людей. Число погибших может рассматриваться в отношении различий людей, связанных деятельностью с риском или случайно оказавшихся в зоне риска.

### **5.1.2. Объем и содержание понятия риска**

Понятие<sup>33</sup> риска. Риск есть понятие многопространственное, мульти-дименсиональное. Один и то же риск может включать деньги, окружающую среду, жизнь людей с нечёткими частотами величин их проявления. В простой форме величина риска является полной ценностью ожидаемых исходов или ожидаемой ценностью события, действия. Понятие риска связывают с ожиданием отрицательных результатов деятельности: опасности, потери, ущерба, вреда, заболевания, увечья, смерти, аварии, катастрофы. Этиология термина<sup>34</sup> «риск» в пространстве понятия имеет неясное происхождение и затрудняет идентификацию собственно предмета риска. Словарные и грамматические описания [2, 35, 97, 122] дают следующие сведения для понимания риска. Риск, греч. ριζα , riza корень, основа, подножие горы; исп. risco скала, подводный камень, риф; фр. гл. risquer лавиро-

---

<sup>33</sup> Понятие, лат. notion – выделение словоформ, связанных с предметом мышления; слово, которое определяется термином.

<sup>34</sup> Лат. terminus - предел, граница, пограничный знак; слово или словосочетание, предельно возможно определяющее какое-либо понятие; лат terminus, предел, граница, пограничный знак; слово или словосочетание, предельно возможно определяющее какое-либо понятие.

вать между скал, рисковать. В европейских языках с XV века, *risicum* получает правовой смысл «потери», «убытки» в морской торговле; араб. *rischio* и *riezgo* «в поиске процветания». По С.И. Ожегову, риск - возможность опасности, неудачи; действовать наудачу, в надежде на счастливый исход; на свою ответственность. Много ранее, понятие риска изложено в труде Арно-Николь «Логика или искусство мыслить», 1662 г.: «Страх вреда должен быть пропорциональным не просто тяжести вреда, но и вероятности события»<sup>35</sup> (перевод наш, Н.П.). Обратим внимание на ключевые слова данного описания: «событие», «вред», «пропорциональность», «вероятность». Заметим, что термин «риск» отсутствует. В целом, происхождение термина «риск» по словарным описаниям остается не установленным. Связь понятия риска с ожиданиями ущербов является также не выясненной.

Нормативные определения риска. В стандартах риск определяют как сочетание вероятности события и его последствия. Последствием называют «результат события». Вероятность: «мера того, что событие может произойти; действительное число в интервале от 0 до 1, относящееся к случайному событию; число имеет значение: а) относительной частоты события в серии наблюдений; б) экспертной оценки вероятности события. В описаниях с негативными ожиданиями последствий риск определяется: «сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба». [159, 27, 28]. В интерпретациях риска используются понятия точки риска *riskpoint* и множество риска *riskset*. Точка риска - сочетание исхода и частотной вероятности события. Множество риска - это набор точек рисков и возможных событий какого-либо решения. Риск рассматривают как величину совокупности множества рисков *riskset*. Различают оценку риска *risk estimation* и оценку риска *risk evaluation*. Оценка риска *estimation* рассматривается как сопоставление решений деятельности и выявление последствий и масштабов, связанных с рисками. Оценка рисков *evaluation* рассматривается как процесс прогнозирования социального отклика на риски или «приемлемость рисков». Различают понятия управления рисками *risk management* как нормативное управление ресурсами, и управления рисками *risk governance* как способ разрешения проблем, вовлеченных в риск [152]. Данные описания расширяют содержательное представление предмета риска, хотя являются нечеткими и требуют теоретической проработки. Именно теоретическое обоснование предмета риска остается сложным и дискуссионным.

### 5.1.3. Неопределённость и риск

В исследованиях наиболее часто рассматривают неопределенность риска и осуществляются попытки составить определения *риска как измеримую неопределенность*. Рассмотрим, насколько оправданы данные попытки. Почти сто лет назад американский экономист Франк Найт писал: «Похоже, что измеримая неопределенность или собственно риск, как мы должны использовать термин риска, далеко отличается от того, когда риск

---

<sup>35</sup> «*Fear of harm ought to be proportional not merely to the gravity of the harm, but also to the probability of the event*», [Antoine Arnauld](#) et [Pierre Nicole](#) (1662), *La Logique, ou l'art de penser*.

вовсе не является следствием неопределенности»<sup>36</sup> (перевод наш, Н.П.). Понятие неопределенности, англ. *uncertainty*, (*U*) рассматривается в различных науках и областях знаний. Нашим намерением является установление связи между неопределенностью и риском и поиск возможности квантификации – числовых оцениваний неопределенности и риска.

Кратко рассмотрим, как понимается определенность – противоположное понятие неопределенности. Онтологический закон определенности формулируется: всякая сторона мира, доступная чувственному или рассудочному созерцанию, есть нечто это, иное, особое, чем все остальное, исключаящая все другое. В логике «определенность есть условие знания и мышления, основанное на законах тождества, противоречия и исключения третьего» [63, с. 68]. При несоблюдении логических законов противоположным понятием называют неопределенность. Отрицание называется противоречащей противоположностью, если содержание одного (идеально) исключает часть признаков другого, не замещая ничем; пример: «целое число» и «не-целое число», «верблюд» и «не верблюд» (лошадь, собака...). Эта «нецелочисленность» является абстрактным, бессодержательным, т.е. неопределенным. Отрицание называется противоположной противоположностью, если содержание одного (идеально) исключает часть признаков другого, с замещением части признаков или несовместимым положительным признаком. Пример: «целое число» и «дробное число», «треугольник» и «квадрат». Здесь мы не находим неопределенности, поскольку существует определенность признаков каждого из объектов.

Закон исключения третьего справедлив только для противоречащей противоположности с четкостью содержания. Пример 1: высказывание «сегодня «или тепло, или не тепло (холодно)» требует точного указания температуры, иначе температура +5 С0 может оцениваться различно, в субъективном восприятии, в разные времена года. Пример 2: на предпосадочной прямой решение «или садимся, или не садимся» требует оценки экипажем посадочной конфигурации и точного указания высоты принятия решения (ВПП), по достижению которой необходимо действовать: садиться или уходить на второй круг. Таким образом, неопределенности проявляются для случаев а) противоречащей противоположности по логическому закону отрицания, б) закону исключения третьего.

В настоящей работе неопределенность классифицируется на три вида: ( $U_o$ ) объективная онтологическая неопределенность, как опосредствованное ограниченное существование субъекта; ( $U_e$ ) субъективная эпистемологическая неопределенность как степень достоверного научного знания; ( $U_m$ ) моральная неопределенность как свобода воли, лат. *liberum arbitrium*, возможность человека делать выбор действия, рис. 21.

---

<sup>36</sup> It will appear that a measurable uncertainty, or 'risk' proper, as we shall use the term, is so far different from an unmeasurable one that it is not in effect an uncertainty at all. *Risk, Uncertainty, and Profit* [Frank Knight](#) (1921)

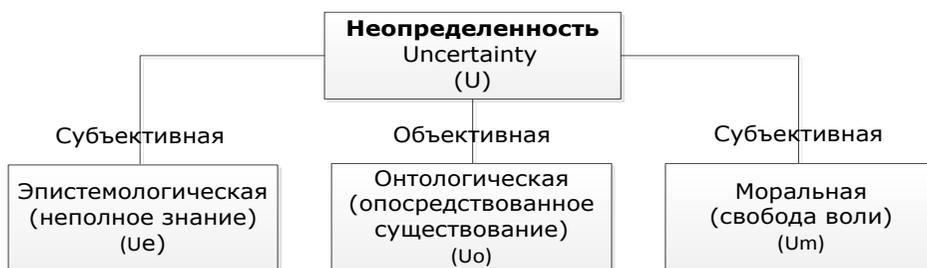


Рис. 21. Классификация неопределенности

Структура и содержание неопределенности знания известны с древних времен в различных философских школах и учениях. В [86, с. 199]  $U_e$  неопределенность знания представлена следующим образом, табл. 13.

Таблица 13

Четыре ступени неопределенности знания

Знание		Понятие	$\Omega$	Суждение
1. Неосознаваемое знание	не-	Невежество	НН	«Я не знаю, что я не знаю»
2. Осознаваемое знание	не-	Некомпетентность	ОН	«Я знаю, что я знаю»
3. Осознаваемое знание	зна-	Компетентность	ОЗ	«Я знаю, что ничего не знаю». Сократ
4. Неосознаваемое знание	зна-	Мастерство	НЗ	«Я не знаю, что я знаю»

В теории игр неопределенность, риск и исход событий проявляются в нечетких мерах следующим образом. Пари в бросании монеты имеет простейшее правило, оценка исхода осуществляется вероятностной мерой  $p(E_x) = 0,5$ . Игра с бросанием игральной кости–шестигранника может иметь несколько правил и исход оценивается  $p(E_x) = 1/6$ . Еще больше знаний правил и техники содержат картежные игры. Соответственно, неопределенность становится большей, а вероятностные меры менее соответствующими для наблюдения исхода события.

#### 5.1.4. Квантификация риска через неопределённость

Для моделирования неопределенности и риска составим описание деятельности в следующих мысленных экспериментах.

Эксперимент 1. «Урна». Объект (O) – закрытая урна, в которой могут быть предметы. Субъекту ставится предписание действия - цель (G) взаимодействия с объектом. Достижение цели связано с риском  $R = [0;1]$  и неопределенностью  $U = [0;1]$ . Событие деятельности оценивается числом. Моделирование неопределенности вида  $U_e$  осуществляется тем, что субъекту предписывается целевое действие без знания условий содержимого урны. Моделирование неопределенности вида  $U_o$  осуществляется объективной невозможностью или ограничением субъекта выполнить целевое действие. Здесь, ограничен визуальный контакт с предметами урны, поэтому

невозможно по существу установить цвет предмета. Важные условия: (1) моделирование неопределенности  $U_o$  осуществляется совместно и одновременно с неопределенностью  $U_e$ , в частном случае мы можем обозначить конъюнкцией  $U_e \cap U_o$ , хотя их соотношение требует дополнительного исследования; (2) каждый опыт субъект выполняет дискретно как бы «впервые» без учета знаний и информации, полученных из других опытов. Это представляется важным, поскольку возможно усложнение связей, что на данном уровне эксперимента пока нежелательно; (3) третий из показанных видов неопределенности  $U_m$  в данном эксперименте пока не моделируется по причине особой сложности данного понятия. Цель эксперимента: а) установить, что является предметом риска в событии; б) как риск связан с неопределенностью. Выполним несколько опытов.

- 1-й. Цель не задана, отсутствует описание объекта. Неопределенности двух видов одинаковы:  $U_e = U_e \cap U_o = 1$ , риски отсутствуют  $R = 0$ ;
- 2-й. В урне отсутствуют предметы. Цель – достать предметы. Неопределенность оценивается для  $U_e = 1$ , риск при этом максимальный  $R = 1$ . Для  $U_e \cap U_o = 0$ , поскольку субъект знает, что в урне нет предметов и предписание «достать предмет» в пустой урне не составляет неопределенности<sup>37</sup>.
- 3-й. В урне есть предметы. Цель – достать предметы. Неопределенность для  $U_e = 1$ , риск при этом максимальный  $R = 1$ . Для  $U_e \cap U_o = 0$ , риск отсутствует  $R = 0$ .
- 4-й. В урне лежат черные и белые шары, цель – достать один белый шар. Предписание действия содержит информацию «белый шар», но субъект не знает какие вообще предметы и какого цвета находятся в урне. Поэтому неопределенность для  $U_e > 0$ , а риск совершения действия составит  $R = 0,5$ . Для вида неопределенности  $U_e \cap U_o = 0,5$ , поскольку субъект знает, что в урне находятся шары двух цветов, но по сути (онтологически) ограничен устранить неопределенность. Риск при этом также составит  $R = 0,5$ . Аналогично оцениваются риски в других опытах.
- 5-й. В урне пять белых и пять черных шаров. Достать белый шар. Для  $U_e > 0$ , риск  $R = 0,5$ . Для  $U_e \cap U_o = 0,5$ , риск  $R = 0,5$ .
- 6-й. В урне - девять черных шаров и один белый. Достать черный шар. Поскольку степень объективного незнания объекта субъектом выше, неопределенность для  $U_e \gg 0$ , риск  $R = 0,9$ . Для  $U_e \cap U_o = 0,9$ , риск  $R = 0,9$ .
- 7-й. В урне - девять белых шаров и один черный. Достать черный шар. Также для  $U_e \gg 0$ , риск  $R = 0,1$ . Для  $U_e \cap U_o = 0,1$ , риск  $R = 0,1$ .

Сведем процедуры нашего эксперимента в таблицу 14:

---

<sup>37</sup> Это пример, почему мы пока воздерживаемся от исследования вышепоказанной моральной неопределенности: весьма сложно изложить «будет ли, захочет ли, должен ли» субъект доставать предмет из пустой урны.

Таблица 14

Мысленный эксперимент понимания предмета риска деятельности

Опыты	Объект (O)	Цель (G)	Неопределенность (U)		Риск (R)
			$U_e$	$U_e \cap U_o$	
1-й.	Есть урна	не задана	$U_e$	1	0
			$U_e \cap U_o$	1	0
2-й.	В урне нет предметов	достать предмет	$U_e$	1	1
			$U_e \cap U_o$	0	0
3-й.	В урне есть предметы	достать предмет	$U_e$	1	0
			$U_e \cap U_o$	0	0
4-й.	В урне есть черные и белые шары	достать белый шар	$U_e$	$>0$	0,5
			$U_e \cap U_o$	0,5	0,5
5-й.	В урне 5 белых и 5 черных шаров	достать белый шар	$U_e$	$>0$	0,5
			$U_e \cap U_o$	0,5	0,5
6-й.	В урне 9 черных и 1 белый шар	достать черный шар	$U_e$	$>>0$	0,9
			$U_e \cap U_o$	0,9	0,9
7-й.	В урне 9 белых и 1 черный шар	достать черный шар	$U_e$	$>>0$	0,1
			$U_e \cap U_o$	0,1	0,1

Цель деятельности создает сложные структуры действий, неопределенности и является причиной и мерой риска. Общее условие эксперимента записывается:

$$R = \mu U(O, G) \quad \{83\}$$

где исчисляемая мера неопределенности  $\mu U$  составляется от содержания объекта деятельности и предписании цели  $(O, G)$ .

Числовые оценивания неопределенности и риска здесь осуществляются на основании простых экспертных суждений. Мы находим, что в каждом опыте возникают зависимости  $U$  и  $R$  от задаваемой цели.

### 5.1.5. Квантификация риска через исход события

Эксперимент 2. «Охота». Целью эксперимента является установить, как структура события связана с риском и исходом. Цель охоты: охотник (O) убивает зверя (З). Составим структуру события, где объекты O и З могут быть в разных состояниях: «жив», «ранен», «убит», табл. 15.

Таблица 15  
Событие «Охота»

Объекты		Состояния		
		жив	ранен	убит
		а	б	в
Охотник	1	1а	1б	1в
Зверь	2	2а	2б	2в

Нормальный смысл охоты человека как добычи пропитания или досуга, предполагает исход события, когда охотник жив, а зверь убит:  $E | (1а, 2в) \rightarrow Ex$ , тонированные ячейки состояний объектов в таблице. Если в смысл добавляется императив выживания и охотника и зверя, то исходы могут быть одновременно, и совместно, и негативными, и позитивными. Например, охотник приносит добычу, будучи раненый убитым зверем. И цель достигнута. И есть ущерб. Исход может быть таким, что охотник мог погибнуть, а зверь может быть раненым или невредимым. Составим следующую комбинаторику события, в соответствии с содержанием табл. 16. Обозначим исход:  $[Ex^+]$  абсолютно позитивный,  $Ex^+$  позитивный,  $\tilde{Ex}$  нечеткий,  $Ex^-$  негативный. Для обозначения риска введем значения: числа и символ ( $\sim$ ) неопределяемый риск, табл. 16.

Таблица 16  
Комбинаторика события «Охота»

Вариант	Условия	Исход	Риск
1а   2а	$E   (1а, 2в)$	$Ex^-$	$\sim$
1а   2б	$E   (1а, 2в)$	$\tilde{Ex}$	$\sim$
1а   2в	$E   (1а, 2в)$	$[Ex^+]$	$\sim$
1б   2а	$E   (1б, 2в)$	$Ex^-$	$<1$
1б   2б	$E   (1б, 2в)$	$\tilde{Ex}$	$0,5-1$
1б   2в	$E   (1б, 2в)$	$Ex^+$	$>0,5$
1в   2а	$E   (1в, 2в)$	$Ex^-$	1
1в   2б	$E   (1в, 2в)$	$Ex^-$	1
1в   2в	$E   (1в, 2в)$	$\tilde{Ex}$	1

Количество вариантов может быть больше. Первые три варианта составляют смысл охоты как добычи пропитания или досуга, шесть последующих – как императив выживания, что тождественно и для войны. Мы находим, что даже для простейших структур событий чрезвычайно трудно определять исход и риск в числовом выражении. Для более точного исчисления риска в каждом варианте или мысленном эксперименте запрашиваются и требуются дополнительные условия и информация. В соответствии с нашей классификацией неопределенности составим следующие определения.

Определение 27. Неопределённость эпистемологическая epistemological uncertainty  $U_e$  как степень достоверного научного знания есть субъективный недостаток уверенности lack of certainty субъекта из-за ограниченного знания о существующем состоянии, ситуации и будущих возможных исходах и последствий решений и действий, которые необходимо сделать в настоящем времени.

Определение 28. Неопределённость онтологическая ontological uncertainty  $U_o$  есть объективная невозможность решений и действий, которые необходимо сделать в настоящем времени по причине опосредствованного ограниченного существования субъекта.

Определение 29. Неопределённость моральная moral uncertainty  $U_m$  есть субъективная возможностная мера правдоподобных выборов субъекта решений и действий, которые необходимо сделать в настоящем времени, на основе свободы воли в модальностях «хочу», «могу», «должен».

Обобщение. Предмет риска является нечетко наблюдаемая неопределенность исхода целесообразной деятельности. Для исчисления риска требуются описания предмета в структурированном формализованном изложении. В экспериментальном моделировании риска находим, что существует неопределенность без риска и не существует риска без неопределенности. Невозможно решение задачи исчисления риска через неопределенность без определения цели. Таким образом, целесообразная деятельность является обязательным условием наличия риска. Неопределенность является существованием возможности. Риск наблюдается как множество возможностей с исходами в нечетких мерах действительных событий. Неопределенность может отождествляться с нечеткими мерами, в частном случае с вероятностью. Данная мера в каждом опыте эксперимента мысленно соотносится с величиной задаваемой цели. В сложных структурах события соотношения и совокупность меры и результата могут быть сложно определяемыми.

### **5.1.6. Проблема идентификации риска**

Проблема: а) неясное происхождение термина «риск», б) многочисленные несводимые друг к другу классификации риска в различных предметных областях, в) необходимость обоснования парадигмы измерения риска, г) необходимость обоснования идентификации риска через неопределенность, д) необходимость обоснования определения риска как негативного последствия через сочетание вероятности и ущерба, е) необходимость обоснования парадигмы управления и/или регулирования риска.

В целом, исторически сложившиеся термин и понятие риска сводят (редуцируют) сознание к ожиданию негативных событий и исходов деятельности. Понятие риска соотносится с взаимодействиями человека и среды обитания. Риск можно рассматривать как последовательность решения, действия и исхода. Решение может относиться к отдельному действию, а также к долгосрочному периоду при выборе среды деятельности. Например, решения человека о мореплавании или воздухоплавании. Тогда риск можно рассматривать как следствие воздействия избранной среды деятельности. Понимание риска можно связать с нечеткими мерами и негативных и позитивных исходов событий деятельности в условиях неопределенности, неизвестности. Следовательно, возможно иная идентификация и

определение риска. Идентификация<sup>38</sup> риска деятельности содержит ответ на вопрос – является ли наблюдаемый предмет тождественным тому, что понимается как риск. В нормативном содержании [159, 27, 28, 29] риск (R) устанавливается как произведение вероятности (P) и ущерба (D) события:

$$[R = P \cdot D] - [\text{риск risk} = \text{вероятность probability} \times \text{ущерб damage}] \{84\}$$

Научная обоснованность данной формулы вызывает следующие вопросы. 1) Риск составляет любое содержание жизнедеятельности человека и природы, где сосуществуют исходы, которые могут оцениваться как нейтральные, негативные и позитивные. Однако риск в формуле определяется только в негативном понимании последствия как ущерб. 2) Риск содержит ожидание события в виде вероятности и для исчисления используются вероятностные меры. Мера вероятности является подмножеством нечетких мер правдоподобия, возможности, доверия, необходимости. Однако для исчисления риска применяются только вероятностные меры, рис. 22.

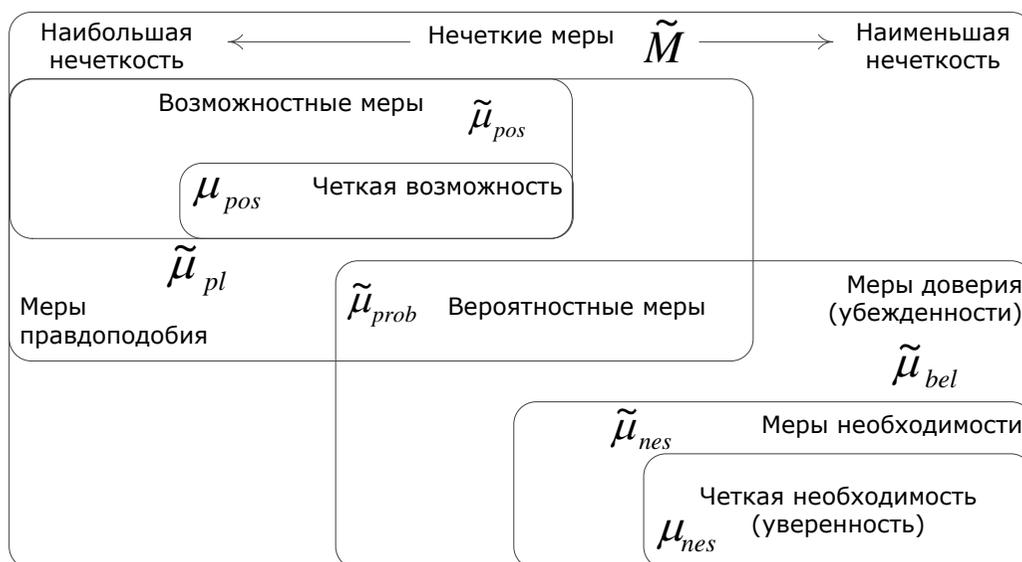


Рис. 22. Пространство нечетких мер

3) События происходят во времени. Частота событий устанавливается средним значением на единицу времени, обычно в год. Данное исчисление в теории вероятности является математически некорректным, особенно при неравномерных распределениях событий в течение года. 4) Соотношение (квантификация) последствия и вероятности сведено к произведению. Но расчет по данной формуле математически некорректен, поскольку переменные последствия имеют также нечеткую случайную природу. Соотношение может быть суммативным, мультипликативным и другим нелинейным. Во всяком случае, расчет риска через произведение последствия и вероятности может быть частным вариантом расчетов, но в общем виде принципиально неверным. 5) При составлении матриц риска совершается

<sup>38</sup> Идентификация, лат. identification - опознание, установление тождественности признаков неизвестного объекта известному на основании совпадения признаков.

принципиальная ошибка при назначении линейных числовых значений по рядам и колонкам матрицы. Эти числа не являются простыми скалярными величинами. Например, в матрице [7x7=49], получаемое умножением значение в правой верхней ячейке, не может быть верным, поскольку функции плотности распределения вероятности и последствия не известны, то есть теоретически не обоснованы. Наконец, при использовании матриц риска оценивание событий осуществляется в мерах последствий: негативных (красных), умеренных (желтых), позитивных (зеленых). Тогда почему в формуле и основном определении риска фигурирует только исход ущерба?

Итак, проблема нормативного описания и стандартов риска состоит в следующем: почему в формуле [риск = вероятность x ущерб] используется только вероятность (не другие меры), ущерб (не позитивный исход), сумма и умножение (не другие соотношения). Таким образом, теоретическое научное обоснование современной нормативной формулы риска остается не выполненным.

Пример. Следствием указанных проблем является факт, что на практике расчет риска соотношением вероятности и последствия становится неопределенным. Если существует ряд последствий и вероятности для различных исходов различаются, то общий риск определяют суммой произведений:

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \cdot D_i \quad \{85\}$$

Данным описанием риска удовлетворяются в финансах и страховании. Риски здесь являются простыми числами и могут сравниваться. Страховые компании для принятия решений не складывают и не умножают последствия и вероятности событий, а оценивают их исключительно отдельно (!?), особенно при оценке очень крупных активов. При установлении критериев относительно чего оценивать риски обычно устанавливают пороговую величину ценности, с которой сравнивают исходы и вероятности частот событий. В умозаключении субъективно склоняются к предпочтению решений оценивания событий типа «большие последствия с малой вероятностью».

### 5.1.7. Постановка задачи идентификации риска

Первоначальной задачей идентификации риска является установление терминов, которые соответствуют предмету риска. Для описания предмета риска воспользуемся средствами естественного языка. Составляем понятийное пространство в последовательном перечне наиболее используемых слов относительно предмета риска. Список составлен в алфавитном порядке и может быть дополнен, табл. 17.

Основание. Самым ответственным шагом идентификации предмета риска является выбор и установление первичных понятий, которые не могут быть обобщены, которым невозможно дать определения, называемые категориями. По нашему мнению, в понятийном пространстве предмета риска наиболее обобщающими понятиями являются: *событие* event (E), которое обладает *случайностью* hazard (H) и *исходом* exodus (Ex). Обе стороны события: случайность и исход являются нечеткими, неопределенными. Мету случайности обозначаем как нечеткую меру первого рода  $\tilde{\mu}_1 H$ .

Меру величины исхода обозначаем как нечеткую меру второго рода  $\tilde{\mu}_2 Ex^\pm$ . Структурируем вышепоказанный свод терминов по признакам принадлежности: квалификация (оценивание) меры случайности события - что, как часто, когда может произойти; квалификация (оценивание) меры величины исхода события - что позитивного, нейтрального, негативного и сколько; квантификация (исчисление) мер случайности и величины исхода события - суммирование, умножение, сложные нелинейные отношения, рис. 23.

Таблица 17

Понятийное пространство предмета риска

Величина magnitude	Непрерывность continuity	Риск risk
Вероятность probability	Неудача failure	Следствие sequence
Воздействие impact	Нечеткость fuzziness	Серьезность severity, seriousness
Возможность likelihood, possibility	Опасность danger	Случай hazard
Вред harm	Определенность certainty	Случайность randomness
Выигрыш win	Подверженность exposure	Событие event
Выражение exposure	Последовательность sequence	Соотношение ratio
Дискретность discreteness	Последствие consequence	Сумма sum
Доверие credibility	Потеря loss	Тяжесть gravity
Интенсивность intensity	Правдоподобие plausibility	Убыток loss
Исход exodus	Провал failure	Удача good luck
Независимость independence	Проигрыш losing streak	Умножение multiplication
Необходимость necessity	Пропорциональность proportionality	Урон damage
Неопределенность uncertainty	Распределение distribution	Успех success
Неоднозначность ambiguity	Результат result, outcome	Ущерб damage
Непредсказуемость unpredictability		Частотность frequency
		Четкость clarity
		Шанс chance
		Эффект effect

Задача идентификации предмета риска состоит в наблюдении меры случайности и меры величины исхода события. Необходимость наблюдения риска заключается в поиске возможности приписывать числа исходам действий и событий: от нечеткости к приемлемой четкости, от оценивания (квалификации) к исчислению (квантификации). Риск может быть записан:

$$R: \{\tilde{\mu}_1 H^\pm, \tilde{\mu}_2 Ex\} \quad \{86\}$$

Неопределенность меры случайности события связана сложным образом с неопределенностью меры величины исхода. Описание задачи состоит в поиске, идентификации всех элементов данной формулы, их отношений и неизвестную связь, которая обозначена через запятую. Исчисление риска осуществляется оцениванием состояний свойств объектов в исходах деятельности, приписыванием числовых значений.

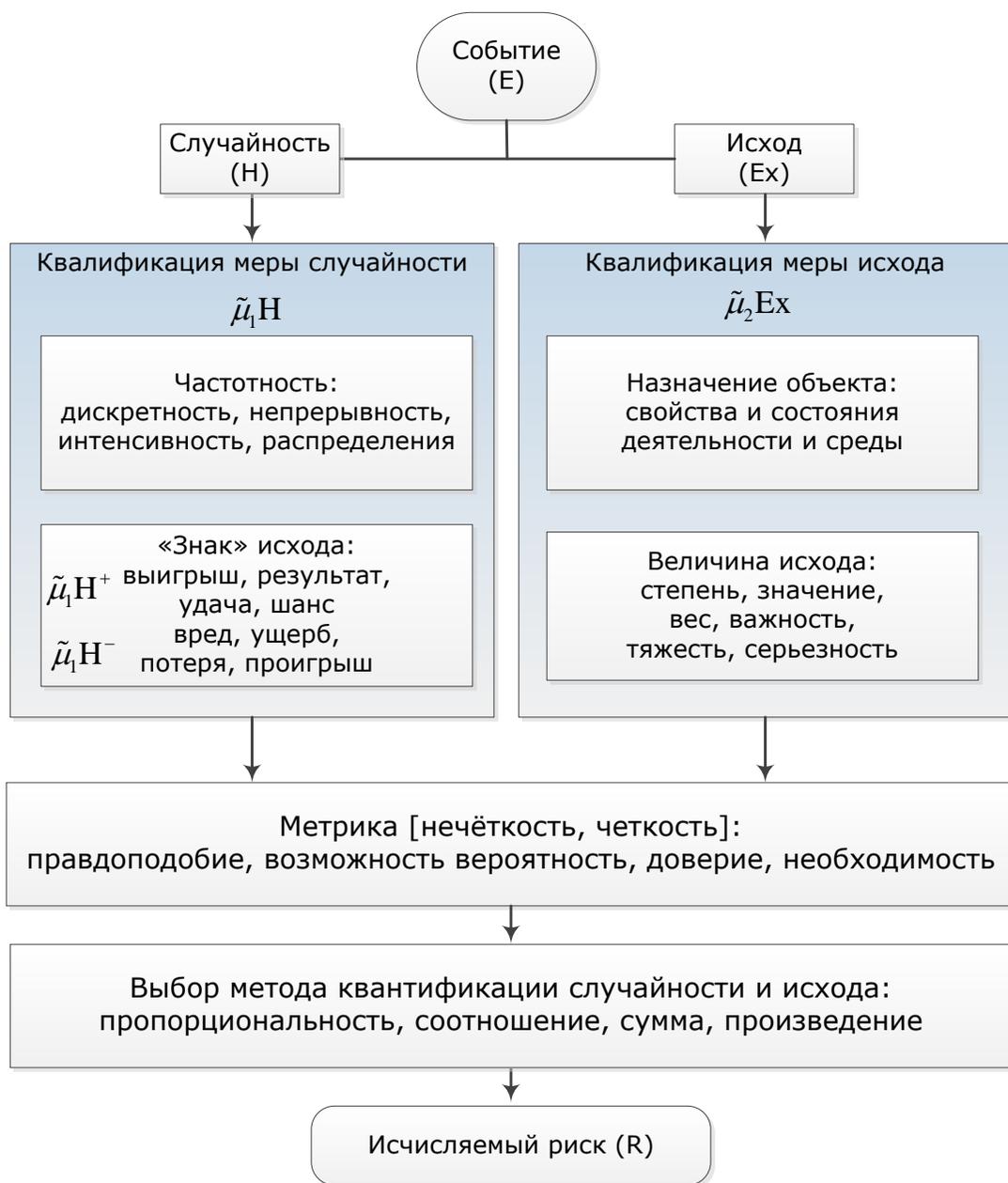


Рис. 23. Идентификация предмета риска

1. Квалификация меры случайности исхода  $\tilde{\mu}_1 H^\pm$ . Оценивание случайности исхода события осуществляется в метрике: а) частотности события: дискретность, непрерывность, интенсивность, плотность распределения; б) «знака» исхода: положительного - результат, выигрыш, удача; негативного - вред, ущерб, потеря, проигрыш;
2. Квалификация меры величины исхода  $\tilde{\mu}_2 Ex$ . Оценивание величины исхода: а) назначение объекта: свойства и состояния деятельности и среды; б) степень, значение, вес, важность, тяжесть, серьезность.

3. Квантификация риска: а) мера исчисления и в областях определения [неопределенность, определенность], [нечёткость, четкость]. В зависимости от установленных оцениваний осуществляется подбор метода и мер исчисления: правдоподобие, возможность, вероятность, доверие, необходимость; б) соотношение меры случайности и меры величины исхода. Квантификация риска является процедурой исчисления риска и состоит в установлении метода соотношения (пропорциональность, сумма, произведение, выражение) меры случайности и меры величины исхода.

Связи и отношения множества исходов для дискретных событий определяются суммой:

$$R = \sum_{i=1} \{ \tilde{\mu}_1 H, \tilde{\mu}_2 Ex^\pm \} \quad \{87\}$$

произведением:

$$R = \prod_{i=1} \{ \tilde{\mu}_1 H, \tilde{\mu}_2 Ex^\pm \} \quad \{88\}$$

непрерывной функцией:

$$R = \int \{ \tilde{\mu}_1 H, \tilde{\mu}_2 Ex^\pm \} \quad \{89\}$$

В статистической теории решений функция риска статистической выборки ( $\delta(x)$ ) по параметру  $\theta$ , рассчитываемой наблюдаемой величины  $x$  определяется как ожидаемая ценность функции исхода:

$$R(\theta, \delta(x)) = \int Ex \langle \theta, \delta(x) \rangle f(x | \theta) dx \quad \{90\}$$

Представленные формулы квантификации риска являются постановочными для задачи исчисления риска.

### 5.1.8. Определение риска

Определение 30. Риск (R) в настоящей работе определяется как совокупность наблюдения меры случайности и меры величины исхода события целесообразной деятельности в условиях заданной среды обитания и среды назначения деятельности.

$$[R = H \cdot Ex] - [\text{риск risk} = \text{случайность hazard, исход exodus}] \quad \{91\}$$

Принципиальными отличиями данного определения от существующих нормативных описаний риска являются следующие замены понятий: а) меры случайности<sup>39</sup> события (вместо вероятности), раскрываемой в выборе нечетких мер: правдоподобия, возможности, вероятности, доверия (убежденности), необходимости (уверенности); б) меры исхода вместо величины ущерба, раскрываемой в характере события «куда склонится чаша весов» на позитивный или негативный исход и в исчислении величины исхода события; введения следующих понятий: в) целесообразной деятельности; г) среды обитания, данной или искусственно создаваемой; д) среды назначения деятельности, избранной или заданной. Смысл содержания пунктов (в-д) состоит в том, без существования целесообразности и среды жизнедеятельности предмет риска не существует.

<sup>39</sup> Случайность здесь понимается как неустойчивые связи объекта и превращения одной из различных возможностей событий в действительность.

В предлагаемом определении риска замена понятия вероятности на более широкое понятие случайность основана на следующем. Классическое определение вероятности рассматривает случайные события с устойчивой частотностью, которые распадаются на конечное число равновероятных случаев. Из них определяется одно событие как реальное, вероятное (верой явственнее, явное) из множества возможных. Классическое определение часто неприменимо при решении естественнонаучных, экономических задач, так как события распадаются на бесконечное число возможных несовместимых случаев. Тогда определяется не вероятность, а лишь постулируется ее существование и указывается способ для приближенного определения, которое называют статистическим [50]. Разрешение данной проблемы рассматривается в предельных теоремах, проверкой гипотез о параметрах распределений, в теории оценок методом максимального правдоподобия [98]. Замена понятия ущерба мерой величины исхода основана на практическом использовании различных инструментов для оценивания событий – «тепловых карт» и матриц риска. В них представлены позитивные (зеленые), переходные (желтые), красные (негативные) оценки состояний объектов.

Понимание риска с семантикой «отрицательный и нежелательный» объясняется исторической концепцией и акцентом опасности термина риска. Поскольку с риском связана любая жизнедеятельность, то данную семантику следует считать неполной и понимать риск также и в позитивном смысле. Структура и содержание элементов предмета риска обладает несравненно большей сложностью. Частным случаем меры случайности исхода является исчисляемая вероятность события. Частным случаем меры величины исхода является исчисляемый ущерб события.

#### **5.1.9. Нормативный риск**

Постановка задачи. Современное понимание риска содержит семантику негативных исходов в статическом наблюдении следов прошлого или «фотоснимка», основанном на прошлом. Предлагаемая здесь нормативная концепция риска состоит из «следов» прошлого, «видео» настоящего, «образов» будущего как позитивных, так и негативных. Для установления содержания нормативной модели риска деятельности определяются: канал наблюдения, меры, величины, переменные риска. Вводятся понятия целесообразности деятельности, областей и диапазонной риска, понятия активного и пассивного риска.

Деятельность описывается сложившимися - создаваемыми и используемыми ресурсами в избранной среде деятельности. В периоды времени ресурсные составляющие являются определенными, количественно исчисляемыми и стандартизованными. Это составляет нормативную основу деятельности. В долгосрочном периоде деятельность описывается нечетко из-за неполноты знаний. Изменения деятельности происходят в результате: а) новых выборов активной среды; б) новых технических средств; в) новых квалификаций человека. Новая граница деятельности может быть названа предельной или фронтальной, а величину продвижения до нее называют обычно научно-техническим прогрессом. Изменения происходят при оценке множеств результатов, которые принципиально или существенно отличаются от нормативной планируемой стандартизованной действительности. Рис-

кология направлена на исследование и расчет стохастических результатов и областей, близких к фронтальным. К ним относятся новые виды деятельности, такие как атомная энергетика, аэрокосмическая отрасль. Даже исторически долговременные практикуемые сферы деятельности, такие как мореплавание, угольная промышленность, также продолжают оставаться рисковыми.

Задача нормативного риска решается на основе идентификации исхода события и состоит из совокупности: а) квантификация величины исхода - оценка воздействий, последствий; б) квалификация меры проявления исхода - оценивание частоты и меры; в) установление метода квантификации величины и меры: сложная неизвестная связь, функция. На основании идентификации осуществляется оценка величины риска и подготовка вариантов решений: отвращение риска, принятие риска, сокращение риска. Контроль риска относится к данному виду деятельности и поведению. В данном содержании задачи нормативного риска понятие контроля тождественно понятию управления риском как совокупности действий, направленных на нормализацию риска, рис. 24.

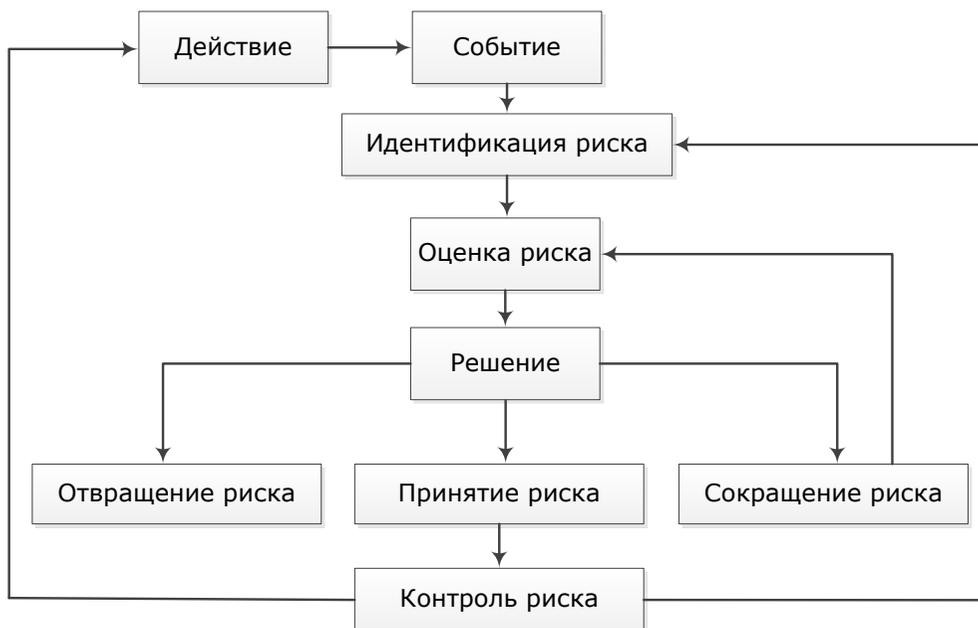


Рис. 24. Задача нормативного риска

Модель риска жизнедеятельности. Для разработки модели составляется формальная структура и вводятся нормативные понятия и определения уровней, диапазонов и областей величин риска деятельности. Уровни риска (L) обозначают меру риска, диапазоны деятельности определяют нормированную часть модели, область деятельности составляется из двух и более диапазонов, рис 25.

$S_0$	$N = (Z \setminus U) \cap (F \setminus U) \cap U$ F - Область недопустимого риска деятельности	$S_1$	U – Диапазон нецелесообразной деятельности
$L_1^R$	Предельный уровень	красный	
	$E = A \setminus U$ A - Диапазон активного риска деятельности $X = E \cap C = (A \setminus U) \cap (P \setminus U)$		
$L_n^R$	Нормативный уровень	$D = A \cup P$ желтый	
	P - Диапазон номинального риска деятельности $C = P \setminus U$		
$L_m^R$	Минимальный уровень	зеленый	
$L_0^R$	Нулевой уровень		
	Z – Область гипотетического риска деятельности		

Рис. 25. Нормативная модель риска жизнедеятельности

Вводятся следующие определения уровней рисков жизнедеятельности:

нулевой → минимальный → нормативный → предельный

Определение 31. Уровень нулевого риска  $L_0^R$ . Риск, равный нулю, является гипотетическим риском, поскольку любая деятельность содержит риск величиной больше нуля.

Определение 32. Уровень минимального риска  $L_m^R$ . Риск, больше нуля, при величине которого возможно его наблюдение для исчисления и нормирования деятельности.

Определение 33. Уровень нормативного риска  $L_n^R$ . Риск, выше величины которого ведется активное нормирование деятельности.

Определение 34. Уровень предельного риска  $L_l^R$ . Риск, выше величины которого деятельность является невозможной и недопустимой.

Вводятся следующие определения диапазонов деятельности:

Определение 35. F-диапазон недопустимого риска деятельности; риск является невозможным, не соответствующим ресурсным состояниям деятельности. Сюда могут включаться виды пока неосвоенной деятельности, такие как межпланетные полеты.

Определение 36. U-диапазон нецелесообразной деятельности; риск в данном диапазоне является ресурсно несостоятельным и ведущим к неприемлемым результатам; ранее целесообразная деятельность: примитивные формы труда.

Определение 37. A-диапазон активного риска деятельности, ограничивается нормативным и предельным уровнями риска.

Определение 38. Р-диапазон номинального риска деятельности; ограничивается минимальным и нормативным уровнями риска и включает большую часть практически малорисковых видов деятельности.

Определение 39. Е-диапазон активного риска целесообразной деятельности:

$$E = A \setminus U \quad \{92\}$$

Определение 40. С-диапазон номинального риска целесообразной деятельности:

$$C = P \setminus U \quad \{93\}$$

Определение 41. Z-диапазон гипотетического риска деятельности; область риска от минимального до нулевого.

Диапазоны деятельности являются составляющими областей деятельности. Вводятся следующие определения областей деятельности:

Определение 42. Область приемлемого риска деятельности (D) ограничена минимальным и предельным уровнями риска и включает диапазоны активного и пассивного риска деятельности:

$$D = A \cup P \quad \{94\}$$

Определение 43. Область приемлемого риска целесообразной деятельности (X) включает диапазоны пассивного и активного риска в совокупности являются, принимаемого обществом:

$$X = E \cap C = (A \setminus U) \cap (P \setminus U) \quad \{95\}$$

Определение 44. Область нецелесообразной деятельности (N) может быть выделена как теоретическая область и рассматриваться как возможная, но не целесообразная для удовлетворения потребностей, смыслов и ценностей:

$$N = (Z \setminus U) \cap (F \setminus U) \cap U \quad \{96\}$$

Выражение оценивания риска деятельности принимает вид:

$$R^E = R_f^E (R_a^E, R_r^E, R_m^E, R_c^E) \quad \{97\}$$

Новый риск возникает при избрании новой ниши деятельности, например, освоение космоса. Новые риски возникают при создании объектов защиты существования и обитания. Например, выход человека из пещеры и обитание в современных городах, где существует множество новых рисков. Возникают сети рисков, поколения и эпохи рисков.

Определение 45. Риск:

$$R_A = P_{(A)} \left( \frac{V_A}{S_A} \right) \quad \{98\}$$

где  $P_{(A)}$  - мера случайности (в частном случае, вероятности);  $S_A$  - величина вовлеченного в деятельность ресурса;  $V$  - величина исхода. Величины определяются в избранных параметрах, значениях и единицах исчисления.

## 5.2. Наблюдение риска

Рост внимания к управлению жизнедеятельности, корпораций и общества требует более совершенных механизмов и инструментов принятия решений и управления рисками человека и природных явлений. Управление рисками признается наиболее актуальным в сферах экологии, ядерной энергетики, транспорта, химической промышленности, в расчетах финансовых проектов. Процессы управления рисками требуют, чтобы наблюдаемые нечеткие явления было возможно сводить к числовым величинам.

«Опознать» риск можно по признакам содержания понятия, оценивая его. Признаки риска могут рассматриваться как знаки, указания, характеристики предмета. По признакам содержания выводится *определение* понятия риска. Признаки, соответствующие определению риска, указывают соотношение фактической и нормативной деятельности. Пример: приближение показания нормативного значения указателя скорости фактического движения транспортного средства к предельно допустимому фронтальному значению. Оценивание риска возможно на основе понятия отношения [48]. Отношения называют связь между объектами и субъектами (референтами) деятельности. Оценивание риска содержит описание и определение вида деятельности, иначе оцениваемую активность. Индивиды, группы и организации оценивания риска являются референтами деятельности или референтами, взаимодействующих в мерах отношений мерах риска на основе критериев и выражаются в структурах или в нормах. Референты деятельности создают взаимосвязанные отношения, содержащие субъективность и объективность, индивидуальность и коллективность – синтез подходов оценивания рисков деятельности. Данные отношения имеют наименование меры риска. Меры имеют также аспекты этические и технические, качественные и количественные, абсолютные и относительные. Установление рисков согласуется с ожиданием социальных откликов жизнедеятельности, что привело к образованию понятия «приемлемости риска». Критерии<sup>40</sup> риска, в оценивании, содержат понятия модальности деятельности: допустимости, возможности, осуществимости, приемлемости, совместимости мер риска. Критерии составляют как суждения на естественном языке. Например, концепция приемлемого риска ALARA (ALARP) as low as reasonably applicable (practicable) «таким низким, насколько разумно применимо (практически)». Критерии могут иметь количественные целевые показатели национальных программ жизнедеятельности. Для России достижимой целью на ближайшие годы считается показатель  $1 \times 10^{-4}$  жертв в год вследствие техногенной деятельности. Для сравнения, в Нидерландах показатель  $1 \times 10^{-6}$  установлен как законодательный норматив [70].

### 5.2.1. Мотивация оценивания риска

Мотивация перемещения на транспорте. Мотивация перемещения, как основа причины поведения человека и социальных групп, может определяться количественными оценками путем опросов. Ниже представлена количественная оценка мотивации людей возмещать ресурсы за разные продукты и услуги [86], табл. 18.

---

<sup>40</sup> Критерий, греч. criterion – мерило, средство оценки или проверки.

Таблица 18

## Мотивация потребностей

За лучшее качество	согласны переплачивать:	из тех, кто согласен, готовы переплатить:
Автомобиля	90% потребителей	36% стоимости
Моющих средств	96% потребителей	55% стоимости
Обуви	97% потребителей	135% стоимости
Телевизоров	94% потребителей	66% стоимости
Мебели	96% потребителей	74% стоимости
Безопасности полета	67% потребителей	30% стоимости

Далее рассмотрим мотивацию и основные критерии выбора при принятии решения человеком о поездке. При этом, подразумеваем, что мотивация – цель поездки для разных выборов заранее определена как деловая, табл. 19.

Таблица 19

## Мотивация выборов перемещения

Операторы	Расстояния, S км				Дополнительные условия
	>1000	100-1000	10-100	<10	
Самолетом	√	√			Быть в аэропорту за 90 минут
Морем	√	√			Быть на пристани за 60 минут
Поездом	√	√	√		Быть на вокзале за 30 минут
Автомобилем		√	√		Быть в гараже за 10 минут
Автобусом		√	√		Быть на вокзале за 20 минут
Рекой		√	√		Быть на вокзале за 20 минут
Конным		√	√		Быть на конюшне за 30 минут
Велосипедом			√	√	Быть в подъезде за 10 минут
Пешком				√	Без условия

Мотивация связана с перебором вариантов операторов перемещения. Выбор происходит на рациональном расчете ресурсов перемещения. Перебор вариантов перемещения, показанных в таблице, осуществляется относительно расстояния  $S$ , поделенного на скорость  $V$  для расчета времени  $T$ , плюс дополнительного времени  $\Delta T$  до и после поездки. Одновременно с рациональным расчетом времени и стоимости  $C$  происходит подсознательная оценка меры риска  $\mu R$ . Выбор и решение выстраиваются:

$$\text{Выбор} = \left(\frac{S}{V}\right) \Big| \stackrel{\text{def}}{=} \left\{\frac{T+\Delta T}{c}\right\} \mu R \rightarrow \text{Решение} \quad \{99\}$$

Рассчитать риск в процессе выбор-решение сложно. Расчетные меры требуют приемлемой четкости. Приемлемыми мерами являются мягкие оценивания в классе нечетких методов. Поэтому решения принимаются на основе субъективного знания, суждения и умозаключения и оказываются ближе к истине. Хотя и кажется, что решения принимались на основе рационального расчета.

### 5.2.2. Психометрия риска

Содержание проблемы. Восприятие риска (ВР) событий изучает различие отношений к риску чрезвычайных событий (ЧС) различных групп людей – экспертов в данной области и социальных групп. Чрезвычайным событием называем событие с последствием наибольшего ущерба людям, собственности и природе. Иначе ЧС называются экстремальными событиями (ЭС). Причинами ЧС являются природные катаклизмы, стихийные бедствия, наводнения, землетрясения и результаты техногенной деятельности человека. ЧС рассматриваются как более или менее предсказуемые. Наибольшей непредсказуемостью обладают неизвестные ранее события с наибольшими последствиями, такими как терроризм. На протяжении десятилетий осуществляются психометрические исследования, направленные на установление понимания восприятия риска. Предмет психометрии риска (ПР) изучает вопросы как люди воспринимают, переносят и соглашаются на различные риски жизнедеятельности. Данные предмет называют психометрической парадигмой риска (ППР). Природа восприятия содержит субъективизм каждого человека определения случайности и последствия события. Это составляет проблему установления стандартов, норм и законов.

Восприятие рисков чрезвычайных событий. Словик П. (Paul Slovic) сформулировал следующие свойства иррационального восприятия риска<sup>41</sup>:

1. Угроза. Если результат какого-то конкретного риска кажется нам ужасающим, тяжелым или неприятным, в нашем сознании риск усиливается. Например, любой фактор, вызывающий рак, рассматривается как большой риск, поскольку сама мысль о раке пробуждает страх.
2. Контроль. Если мы считаем, что контролируем ситуацию, мы воспринимаем риск как низкий. Например, путешествуя на машине в качестве пассажира, мы чувствуем себя менее комфортно, нежели в качестве водителя, тяжелым или неприятным, в нашем сознании риск усиливается.
3. Природный / искусственный. Опасность, возникающая в результате деятельности человека, кажется более рискованной, чем природная. Атомные станции кажутся нам более опасными, чем природные катастрофы.
4. Выбор. Если бы я мог выбрать воздействие риска, то риск произвольного воздействия казался бы ниже. Например, излучение от сотовых телефонов привлекает большее общественное внимание, чем солнечное излучение на пляже во время отпуска.

---

<sup>41</sup> <http://www.allpm.com/RiskDr/February2009/russian.pdf>

5. Дети. Риск, касающийся детей, считается сильнее, чем точно такой же, направленный по отношению к взрослым людям. Требования к уровню безопасности для детских площадок гораздо жестче требований безопасности для дорог.
6. Новизна. Считается, что новые риски опаснее, чем те, к которым мы привыкли (генетически модифицированные продукты рассматриваются как более рискованные по сравнению с продуктами с пестицидами).
7. Публичность. Если риск широко освещен в средствах массовой информации, он кажется более рискованным. Терроризм – очевидный пример.
8. Последствия. Если существует жертва, риск всегда кажется более серьезным, чем он есть на самом деле. Осложнения после операции могут волновать, даже если у больницы или хирурга хороший послужной список.
9. Соотношение риск / выгода. Если воздействие риска приводит к какой-либо ощутимой выгоде, а не только к угрозе, риск не принимается в расчет. Примеры – курение и управление автомобилем в нетрезвом состоянии.
10. Доверие. Когда защита от риска предлагается надежной стороной, риск кажется ниже, а недостаток доверия заставляет риск казаться опаснее. Например, вера общества в правительство или правоохранительные органы может повлиять на уровень восприятия угрозы терроризма.

Психометрия чрезвычайности риска. Многочисленными исследованиями подтверждается, что воспринимаемый риск является исчисляемым и предсказуемым. Психометрические приемы пригодны для установления сходства и различия восприятий и отношений риска среди групп населения. Эксперты склоняются к количественным оценкам на основе знаний, обычные респонденты связывают свои суждения со многими факторами, что приводит к многообразию значений оценок. Для исследования воспринимаемого риска следует разработать таксономию случайностей, которую можно было бы практически использовать для предсказания откликов и реагирования людей на риски. Наиболее общим подходом психометрии является количественное сравнение восприятий риска различными группами людей. Оценки свойств рисков осуществляются на основе суждений: а) характеристики, пригодные для расчета рисков, например, добровольность, контролируемость; б) выгоды от деятельности, связанной с риском; в) число жертв в обычный и чрезвычайный год; г) число жертв в данном риске относительно жертв по другим причинам.

В работе [171] выполнена сравнительная психометрия риска ядерной энергетики и рентгеновского излучения семibalльной шкалы значений по девяти антонимичным понятиям: добровольный – недобровольный, хронический – катастрофический, обычный – угрожающий, нефатальный – фатальный, невыраженный – выраженный, немедленный – отсроченный, известный науке – неизвестный науке, неконтролируемый – контролируемый, новый – старый. Новое, угрожающее, неизвестное, недобровольное, неконтролируемое, фатальное воспринимается в максимальных значениях риска. Два риска одинаковой природы воспринимаются различно по новизне: рентген значительно старше ядерной энергетики, используется в массовом применении. Заметим, что семантические ряды антонимов определенно составлены по обобщению понимания новизны и угрозы. Поэтому две по-

следних пары антонимов «неконтролируемый – контролируемый» и «новый – старый» следует реверсировать. Именно этим на рисунке вызваны отклонения их оценок влево, рис. 26.

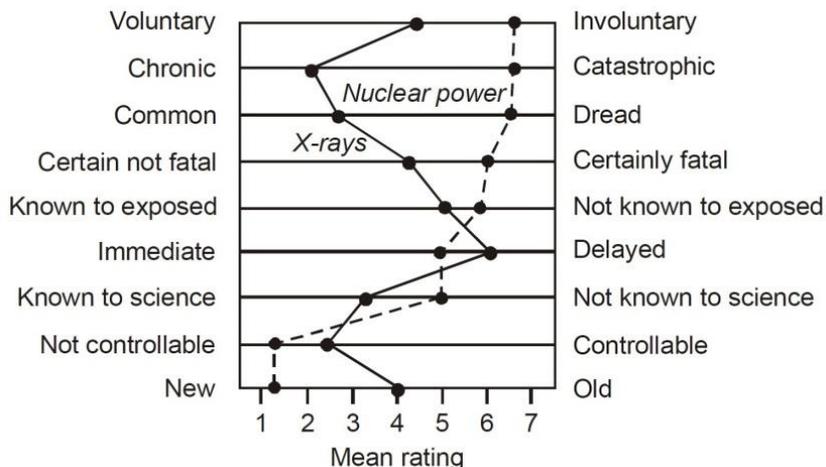


Рис. 26 Психометрия сравнения рисков одной природы

В работе [202] составлена двухмерная диаграмма пространства восприятия риска, выводимая в понятиях пары «известность – угроза». Полярные отношения пары структурированы 15 понятиями, 10 из которых поясняют угрозу, пять понятий поясняют известность (новизну), рис. 27.



Рис. 27. Таксономия риска «известность – угроза»

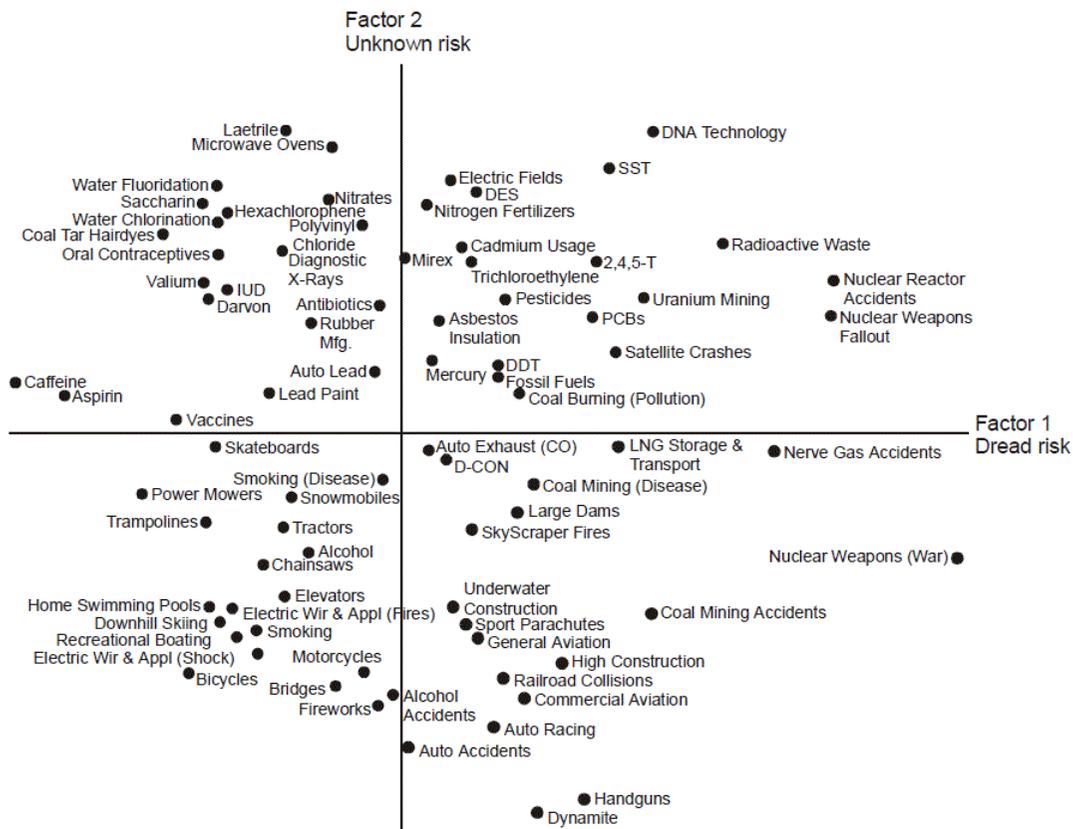


Рис. 28. Психометрическая оценка 81 видов риска

В данном пространстве выполнена оценка восприятия 81 видов риска. Установлен эффект «социального усиления»: 1) наиболее сильная связь с жертвой события, затем 2) ответственность компании, создавшей событие, 3) ведомство, отрасль, 4) государство, правительство, международное сообщество. Эффект социального усиления тем больше, чем больше неизвестность и угроза с катастрофическими последствиями, рис. 28.

Риск как чувство. Психология восприятия риска осуществляется путем работы моды эмоционального иррационального отклика и моды рационального разумного. Эмоциональный отклик генетического природного и социального опыта формирует немедленную команду поведению, как поступить в рискованной ситуации. Установлено, что в случае конфликта с рациональным началом оценки вреда-выигрыша преобладает эмоция [187]. Исследования нейрофизиологов доказывают, обе моды работают совместно и синхронно для принятия решения и действия. Логический разумный аналитический вывод не может эффективно состояться без аффекта эмоциональной моды [164]. При оценивании событий экстремальных и редких рисков респонденты преувеличивают величины их воздействия [180], а в повторяемых опытах этих же событий недооценивают их [169]. В целом, принято заключение, что при восприятии редких рисков следует ожидать преувеличения. Другим выводом является наблюдение (1) преобладания поведения по устранению возникшего риска, но (2) недостаток поведения по предупреждению подобных событий [203].

Таблица 20

## Регрессионный анализ психометрии риска технологий

Технологии	Коэффициенты стандартизованной регрессии					
	Добровольность	Защищенность	Замещаемость	Выгода	Риск	R <sup>2</sup> <sub>adj</sub>
1. Коммерческая авиация	-0.089	-0.082	0.165**	<b>-0.377***</b>	0.197**	0.274
2. Автомобильные паромы	0.032	-0.067	0.036	-0.300***	<b>0.385***</b>	0.306
3. Микроволновые печи	0.036	0.007	0.051	-0.336***	<b>0.383***</b>	0.404
4. Алкоголь	0.076	-0.125**	0.231***	-0.270***	<b>0.344***</b>	0.416
5. Генетически модифицированные продукты	-0.033	-0.037	0.152**	-0.260***	<b>0.478***</b>	0.489
6. Пестициды	-0.020	0.029	0.261***	-0.171***	<b>0.500***</b>	0.553
7. Рентгеновская диагностика	0.000	-0.013	0.194***	-0.021	<b>0.447***</b>	0.276
8. Высокоскоростные поезда	-0.046	-0.110*	0.068	-0.302***	<b>0.456***</b>	0.394
9. Интернет	-0.056	-0.108*	0.189**	-0.324***	<b>0.281***</b>	0.369
10. Сотовые телефоны	-0.051	-0.002	0.117*	<b>-0.421***</b>	0.269***	0.373
11. Электронная почта	-0.113*	-0.078	0.108*	<b>-0.499***</b>	0.264***	0.456
12. Ядерная энергетика	0.109**	0.063	0.246***	-0.291***	<b>0.378***</b>	0.647
13. Ветровая энергия	0.015	0.019	0.242***	<b>-0.467***</b>	0.248***	0.549
14. Медицина гипертонии	0.045	0.062	<b>0.345***</b>	-0.186***	0.252***	0.325
15. Спутниковая навигация частных автомобилей	0.048	0.052	0.040	<b>-0.455***</b>	0.310***	0.399
16. Личные идентификационные номера	0.013	0.010	0.324***	-0.212***	<b>0.398***</b>	0.518
17. Сердечные трансплантаты	-0.043	-0.021	0.185**	<b>-0.369***</b>	0.107*	0.228
18. Телевидение	0.067	0.050	<b>0.288***</b>	-0.266***	0.229***	0.341

Значения в реверсивных баллах. Наибольшие значения выделены жирным шрифтом.

Регрессионный анализ психометрии риска. В работе [198] обсуждаются результаты психометрического исследования риска различных технологий [199]. По опросам 294 респондентов выявлено ранговое отношение 18 технологий по семибалльной «плюс-минус» шкале. Значения оценок составлены в регрессии пяти независимых переменных, которые были также ранжированы. Переменные: риск, выгода добровольность, возможность защиты, замещаемость технологии. Модель соответствует отношению данных со средней пропорцией независимой переменной 0, 407. Вес стандартизованной регрессии показывает, что риск является наиболее важной переменной, выгода следующей по значимости. Другие переменные обладают пограничными и дополняющими значениями, табл. 20.

### 5.2.3. Метод многомерного оценивания риска

Исходные данные исследования риска [200] содержат 30 объектов рисков жизнедеятельности, ранжированных в пяти столбцах таблицы: ежегодная статистика смертности от каждого вида риска, данные экспертов и трех социальных групп – бизнесменов, студентов и женщин, как психометрическое восприятие рисков. Ранжирование объектов риска в исходной таблице выполнено по данным экспертов. Для некоторых объектов риска статистические данные отсутствуют. Характеристики генеральной совокупности, статистической выборки, метод экспертизы и обработки результатов неизвестны.

Метод многомерного оценивания риска состоит в содержательном преобразовании данных [200] в три группы: статистика, экспертиза, психометрия, табл. 21. Абсолютные данные статистики объектов риска ранжированы с добавлением значения «ранг». Для объектов риска, где статистические данные отсутствуют, выставлен условный ранг равный экспертному рангу риска (тонированные ячейки таблицы). Перечень объектов риска данных ежегодной смертности разбит с добавлением столбца на три группы объектов риска: «высокий», «средний», «низкий». Статистика представляет количественные данные последствий деятельности. Экспертиза деятельности предполагает специальные знания. Психометрические исследования определяют восприятие риска разными социальными группами.

Таблица 21  
Метод многомерного наблюдения риска

Объекты риска	Группы риска	Статистика: ежегодная смертность		Субъективное оценивание			
		1		2	3		
		Количество	Ранг	Эксперты	Бизнесмены	Студенты	Женский клуб
1. Курение	Высокий	150000	1	2	4	3	4
2. Алкоголь		100000	2	3	6	7	5
3. Авто-транспорт		50000	3	1	2	5	3
4. Оружие		17000	4	4	3	2	1

Объекты риска	Группы риска	Статистика: ежегодная смертность		Субъективное оценивание				
		1		Экспертиза	3			
		Количество	Ранг	Эксперты	Бизнесмены	Студенты	Женский клуб	
5. Электричество	Средний	14000	5	9	18	19	19	
6. Мотоциклы		3000	6	6	5	6	2	
7. Плавание		3000	6	10	19	30	17	
8. Хирургия		2800	7	5	10	11	9	
9. Медицинский рентген		2300	8	7	22	17	24	
10. Пестициды		-	8	8	9	4	15	
11. Железные дороги		1950	9	11	24	23	29	
12. Частная авиация		1300	10	12	7	15	11	
13. Крупное строительство		1100	11	13	12	14	13	
14. Велосипед		1000	12	15	16	24	14	
15. Охота		800	13	23	13	18	10	
16. Пищевые консерванты		Низкий	-	14	14	25	12	28
17. Домашние приборы			200	14	22	29	27	27
18. Работа пожарным			195	15	18	11	10	6
19. Работа в полиции			160	16	17	8	8	7
20. Контрацептивы	150		17	19	20	9	22	
21. Коммерческая авиация	130		18	16	17	16	18	
22. Ядерная опасность	100		19	20	1	1	8	
23. Альпинизм	30		20	29	15	22	12	
24. Пищевые красители	-		21	21	26	20	30	
25. Футбол	23		21	27	23	26	21	
26. Горные лыжи	18		2	30	21	25	16	
27. Вакцина-	10		23	25	30	29	29	

Объекты риска	Группы риска	Статистика: ежегодная смертность		Субъективное оценивание			
		1		Экспертиза	Психометрия		
		Количество	Ранг	2	3		
			Эксперты	Бизнесмены	Студенты	Женский клуб	
ци							
28. Антибиотики		-	24	24	28	21	26
29. Баллоны-распылители		-	26	26	14	13	23
30. Сенокосилки		-	28	28	27	28	25

Знания экспертов являются нечеткими, выражаются вероятностными суждениями. Также вероятностными являются суждения социальных групп. Эти подходы оценки риска относят к методам субъективной вероятности. Задача состоит в определении общей и относительной значимости каждого из подходов оценки риска. Статистическая группа объектов высокого риска имеет 331000 ежегодных потерь и долю 95 процентов. Группа среднего риска составляет 17000 потерь и около пяти процентов. Группа деятельности низкого риска составляет 1000 потерь и около половины процента. Экспертное ранжирование в значительной степени совпадает со статистическим рангом.

Это можно интерпретировать двояко: эксперты знают или используют статистические данные, либо эксперты знают реальность близкую к статистической фактографии. Психометрические данные трех социальных групп имеют значительный разброс оценок между группами. Вероятно, это можно объяснить случайным подбором респондентов с разным образованием, социальной зрелостью и культурой.

В сравнительном анализе данных между группами следует отметить следующие моменты. Эксперты имеют серьезные несовпадения в ранжировании первых трех объектов риска: курение, алкоголь, автотранспорт. Оценки первых четырех видов риска - курение, алкоголь, автотранспорт и оружие, всеми группами респондентов значительно совпадают. Можно предположить об общей информированности общественного сознания. Обнаруживается и дефицит знаний разных социальных групп о той или иной деятельности. Определяемое как статистически опасное рентгеновское излучение воспринимается обследуемыми как весьма отдаленный вред. Возможно, существует недостаточная состоятельность методологии статистических расчетов рисков техногенной деятельности, с одной стороны, и неудовлетворительной информированности общественного сознания, с другой стороны.

#### 5.2.4. Логико-вероятностный метод исчисления риска

Логико-вероятностное исчисление (ЛВИ) соединяет теорию вероятностей с булевой алгеброй. ЛВИ соединяет правила оперирования с высказыва-

ваниями, принятыми в двухзначной логике. Мера опасности объекта количественно оценивается риском - ранжированием вклада отдельных аргументов с введением понятий «булева разность», «вес» и «значимость» аргумента. Позже ЛВИ было распространено в область технических объектов с вопросами безопасности и риска в экономике. В ЛВИ риск является количественной мерой фундаментальных свойств объектов: безопасность, надежность, эффективность, качество и точность. Риск характеризуют следующими количественными параметрами: вероятность неуспеха; допустимая вероятность неуспеха (допустимый риск); максимально допустимые потери или минимально допустимая эффективность; число разных объектов в системе или состояний объекта в системе; число опасных объектов или состояний объекта. Количественная оценка риска осуществляется построением сценариев моделирования в разных предметных областях. Метод ЛВИ относят к направлениям дискретной математики, отличают от вероятностной логики и называют чисто «русским изобретением» [110, 114].

Управление сложным объектом через моделирование риска разрабатывает сценарии опасности и строят структурную, логическую и вероятностную модели риска. Граф опасного состояния строят от катастрофы. Вводят производные события, инициирующие события (факторы), возможности локализации (блокировки) опасных состояний. Оценивают риски и выбирают структурные, технологические, конструктивные решения достижения приемлемого риска. Задачи управления риском составляются следующим образом. Структурное управление строится как иерархический процесс оптимизации и изоляции подчиненных элементов  $S(S_1, S_2, \dots, S_n)$ . В иерархической структуре каждый элемент определяется как законченный и оптимальный для функционирования целого сложного объекта.

Управление сложным объектом задают как траекторию из состояния А в состояние В по этапам  $j = 1, 2, \dots, n$ . Вводятся: контролируемые измеряемые параметры объекта  $Y(Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$ ; дискретное число этапов с разными показателями  $F(F_1, F_2, \dots, F_n)$ ; управляющие воздействия  $M(M_1, M_2, \dots, M_n)$ ; исправляющие корректирующее воздействия в виде технологических решений, конструкций или резервных ресурсов  $T(T_1, T_2, \dots, T_n)$ . Оптимизацию управления определяют как: а) затраты ресурсов: на этапы  $CF, (CF_1, CF_2, \dots, CF_n)$ ; на контроль и измерение  $Cy, (Cy_1, Cy_2, \dots, Cy_n)$ ; на управляющие воздействия  $CM, (CM_1, CM_2, \dots, CM_n)$ ; на исправляющие воздействия  $CT_1, CT_2, \dots, CT_n$ ; б) отсутствие затрат и возможные ущербы: при отсутствии программы, предусматривающей этапы  $RF, (RF_1, RF_2, \dots, RF_n)$ ; при отсутствии затрат на контроль и измерение  $Ry, (Ry_1, Ry_2, \dots, Ry_n)$ ; при отсутствии затрат на управляющие воздействия  $RM, (RM_1, RM_2, \dots, RM_n)$ ; при отсутствии затрат на исправляющие воздействия  $RT, (RT_1, RT_2, \dots, RT_n)$ .

Концепция приемлемого риска предполагает расчеты рисков, основанных на логическом представлении опасных состояний и допустимых приемлемых затрат на безопасность. Экономический выбор основан на паритете затрат на безопасность  $cost\ safety\ CS(R)$  и затрат возможного ущерба  $cost\ damage\ CD(R)$  приемлемого риска:

$$R_{opt} = \arg \min C(R) = \arg \min [C_s(R) + C_d(R)] \quad \{100\}$$

Влияние иницирующих признаков или факторов  $F_1, F_2 + \dots + F_n$  может быть определено при арифметическом или логическом сложении [41, с. 66-68]. Арифметическая функция сложения записывается:

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_j + \dots + P_n, \quad \{101\}$$

где  $P_1, P_2 \dots$  веса факторов  $F_1, F_2 \dots$ . Логическая функция сложения записывается:

$$Y = F_1 \vee F_2 \vee \dots \vee P_j \vee \dots \vee P_n, \quad \{102\}$$

Словесная формулировка: происшествие наступает, если происходит воздействие одного фактора, либо двух факторов, либо всех возможных факторов. После ортогонализации логическая функция может быть записана в виде вероятностного полинома:

$$P = P_1 + P_2 Q_1 + \dots + P_3 Q_1 Q_2 + \dots, \quad \{103\}$$

где  $P_1, P_2 \dots$  вероятности факторов  $F_1, F_2 \dots$ ;  $Q_1 = 1 - P_1, Q_2 = 1 - P_2, \dots$ . Величина итогового события или негативного происшествия  $P$  находится в пределах  $[0, 1]$  при любых значениях факторов  $0 \leq P_j \leq 1; j = 1, 2, \dots, n$ . При воздействии одного единственного фактора вероятность происшествия  $P$  при логическом сложении линейно зависит от вероятности данного фактора  $F_1$ . В [32, 33] показано, что функция обретает нелинейный S-образный характер, с крутизной в зависимости от числа факторов. Вероятность происшествия зависит как от числа факторов, так и от вероятности их наступления. Метод арифметического сложения имеет удовлетворительные результаты при малом числе факторов  $n = 1 \div 3$  и при малых весах  $P_j = 0,001 \div 0,0001, j = 1, 2, \dots, n$ . Логико-вероятностный полином имеет более адекватное описание риска происшествия.

В ЛВИ методе вводятся понятия опасного состояния, характеризующееся ущербом «большого масштаба» и опасности, как вероятности перехода объекта в опасное состояние. Если в теории надежности формализация работоспособности осуществляется путем построения структурных схем функционирования, то для описания опасного состояния используются сценарии опасных состояний. Аналитическое описание сценария осуществляется с помощью конъюнкций (AND) и дизъюнкций (OR) факторов внутренней и внешней среды сложных объектов. Каждому из  $n$  логически связанных элементов объекта соответствует логическая переменная  $Z_j, j = 1, 2, \dots, n$ , характеризующее состояние элемента  $j$ :  $Z_j \{(1, \text{если элемент } j \text{ работоспособен}) / (1, \text{если элемент } j \text{ отказал})\}$ . Вводится определение кратчайшего пути успешного функционирования (КПУФ): конъюнкция тех элементов объекта, ни один из которых нельзя изъять, не нарушив функционирования. Обозначая КПУФ через  $W_1$ , записывают:

$$W_1 = \bigwedge_{j \in K_{W_1}} Z_j \quad \{104\}$$

где  $K_{w_1}$  - множество номеров переменных, соответствующих данному пути. КПУФ описывает один из возможных самостоятельных вариантов выполнения успешного выполнения задачи с помощью минимального набора работоспособных элементов, абсолютно необходимых для осуществления данного варианта. Для расчета надежности по отказам вводится определение минимального сечения отказов (МСО): конъюнкция отрицаний тех элементов объекта, ни один из которых нельзя изъять, не нарушив работоспособности объекта. Обозначая МСО через  $S_j$ , записывают:

$$S_j = \bigwedge_{i \in K_{S_j}} x_i' \quad \{105\}$$

где  $K_{S_j}$  - множество номеров переменных, соответствующих данному сечению. МСО описывает один из возможных способов нарушения работоспособности с помощью минимального набора отказавших элементов. КПУФ и МСО двойственны по отношению друг к другу, имеют конечные числа, образуют полное вероятностное пространство событий. Сценарий возникновения происшествий в соответствии с концепцией приемлемого риска предполагает количественное оценивание и анализ в получении выгод и ущербов. Вектор вероятностей возникновения происшествий дает возможность сформулировать требования к безопасности эксплуатации объекта с учетом ущербов:

$$P_{\langle L \rangle} = \langle p_1, p_2, \dots, p_l, \dots, p_L \rangle \quad \{106\}$$

Технико-экономическая целесообразность применения и эксплуатации объекта признается оправданным при выполнении неравенства:

$$(1 - p_p) C_p \rangle p_p W_p \quad \{107\}$$

где  $C_p$  - количественная оценка выгод,  $p_p W_p$  - риск возможности возникновения ущерба и его размеров. Для учета и расчета влияния множества факторов среды использования объекта вводят коэффициент приемлемости риска  $k_{ad}$ , формулу преобразуют и получают допустимое значение возникновения происшествия типа  $l$  и ущерба  $W_p$ :

$$p_l^d = k_{ad} C_p / k_{ad} C_p + W_p \quad \{108\}$$

Обобщая исследуемые возможности логико-вероятностного метода, можно утверждать следующее: ЛВИ-метод продвигает точность расчетов надежности сложных технических объектов. Метод не решает задачу участия и влияние человеческой компоненты. Вероятность отказа может приблизительно определяться для конкретного человека и данного момента времени. Расширение метода на широкий контекст задаваемых условий неизбежно ведет к неопределенности исхода деятельности. Последствиями метода ведутся разработки по использованию теории ЛВИ в транспортных отраслях для управления рисками событий в структурах технической эксплуатации.

В [56, 57] оценка рисков аномальных исходов деятельности рассматривается как измеримые случайные события в рамках теории алгебры логики и цепей случайных событий. Вводится оценка ущерба  $H_R$  риска  $R$ :

$$R = (\mu_1, \mu_2, H_R | \Sigma_0) \quad \{109\}$$

где  $\mu_1$  - известная мера случайности появления рисковогого события с оценкой этой меры через вероятность или через частотность;  $\mu_2$  - оценка опасности ситуации, возникшей в системе в зависимости от сложности ее структуры;  $\Sigma_0$  - комплекс условий, определяющих функционирование системы. При этом надо иметь в виду, что участие человека в вероятностных пространствах не может оцениваться тождественно физическим объектам. Частные меры риска событий  $\mu_1$ , которые могут быть упорядочиваться в цепь с нежелательными последствиями, статистически не исчислимы. Поэтому решение задачи оценивания рисков сводится к идентификации свойств структуры цепей 2-го рода  $\mu_2$  по методу Дж. Ризона. Под структурой цепей понимаются логические элементы надежности «отказ-неотказ», которые суммируются. Оценка осуществляется по шкалам листа проверки (Vandell, FSF) в виде суммирования баллов в результате экспертного оценивания [159, 173, 195]. Выявляемые «минусы» отказов физических элементов должны компенсироваться «плюсами» резервирования, иначе опасность по мере риска  $\mu_2$  увеличивается. Практическое значение данного подхода понимается в постоянном текущем оценивании рисков и воздействии на структуры цепей.

В данном подходе, по нашему мнению, существуют следующие направления дальнейших поисков: каковы в действительности свойства структурных характеристик объекта; могут ли наблюдаться свойства в состояниях в виде цепей или в совершенно других формах, например, фрактальными множествами; какова тождественность шкал оценки некоей универсальной модели деятельности по шкалам проверки; какова пригодность подхода для структурно-сложных технических систем ССТТ, по И.А. Рябинину, но с включением человеческой компоненты; насколько оправдано применение понятий оценки рисков через их измерение, а не через оценку и оценивание. В мягком оценивании риска допустимо использование исключительно шкал наименований, наименований длительности во времени, наречий сравнительной и превосходной степеней. В данном содержании возникает задача необходимости постоянной нормализации листов проверки.

### **5.3. Разработка матриц мягкого оценивания рисков**

Постановка задачи. Теоретически обосновать и представить метод разработки матриц риска мягкого оценивания с использованием нечетких мер за пределами мер вероятности и включением широкого класса понятий оценивания естественного языка (ЕЯ). Составить определение понятия матрицы риска. Разработать шаблон проектирования и образцы матриц риска для использования на практике. Описание метода предлагает обоснованное структурированное использование понятий естественного языка, которые отображают параметры и области мягкого оценивания событий в семантических рядах возрастания-убывания оцениваемых свойств и событий.

### 5.3.1. Проблемы матриц риска

В соответствии с проектом стандарта [159, п. 3.1.14] риск: мера количества опасности, измеряемой в форме экспертного значения сочетания двух величин – нормированной частоты или меры возможности (likelihood) случайного появления опасных событий и возможного ущерба от этих событий. Для оценки рисков техносферного объекта любой отрасли – энергетики, промышленности, транспорта используются качественные методы с применением различных приемов и инструментов. Инструменты позволяют перевести нечетко наблюдаемые свойства объектов в числовые величины путем экспертного оценивания. Среди инструментов оценки рисков наиболее используемыми являются матрицы риска. Научные дискуссии направлены на установление валидности применения матриц к слабо определенным исходам деятельности человека или природных явлений. Образец матрицы показан на табл. 22.

Таблица 22

Матрица анализа рисков [106, с. 5-10]

Возможность		Катастрофическая	Опасная	Значительная	Незначительная	Ничтожная
Частота		A	B	C	D	E
Часто	5	<b>5A</b> красный	<b>5B</b> красный	<b>5C</b> красный	<b>5D</b> желтый	<b>5E</b> желтый
Иногда	4	<b>4A</b> красный	<b>4B</b> красный	<b>4C</b> желтый	<b>4D</b> желтый	<b>4E</b> желтый
Весьма редко	3	<b>3A</b> красный	<b>3B</b> желтый	<b>3C</b> желтый	<b>3D</b> желтый	<b>3E</b> зеленый
Очень редко	2	<b>2A</b> желтый	<b>2B</b> желтый	<b>2C</b> желтый	<b>2D</b> зеленый	<b>2E</b> зеленый
Крайне редко	1	<b>1A</b> зеленый	<b>1B</b> зеленый	<b>1C</b> зеленый	<b>1D</b> зеленый	<b>1E</b> зеленый

Совокупность проблем матриц риска составляет следующее содержание. 1) Отсутствует определение понятия матрицы риска. 2) Используемые средства для разработки матриц риска крайне ограничены, отсутствует методы и технология разработки матриц. 3) Матрицы имеют ограничения и вызывают затруднение при оценивании сложных и редких событий. 4) Разнообразие используемых слов слабо структурировано и нормативно не установлено, например каким стандартным словом идентифицировать меру величины исхода: последствие, потери, убытки, серьезность, вред, ущерб, воздействие или другими словами. Чаще называют «последствие». 5) Разнообразие цветового обозначения также слабо изучено, хотя в литературе психологии существуют эмпирические утверждения о наилучшем восприятии оценивания человеком с помощью трех цветов. 6) В исследованиях встречаются утверждения о «грубости» матриц размерности 2x2 для оценивания сложных событий и «усложнении» восприятия матриц для адек-

ватного оценивания экспертом размерностью более 3x3. Однако научных обоснований на этот счет нет.

При оценке в двумерной матрице установлен некумулятивный характер наблюдаемых частот событий<sup>42</sup>. Многие исследователи отмечают, что в матрицах не удастся согласовать числовое и цветовое оценивания. Например, в анализе матрицы ИКАО в работе [144] указано, что «ячейка 3В допускает значение  $R=0,480$  и при этом данный риск остается «желтым» (слабая тонировка), а риск  $R=0,372$  в ячейке 4В считается уже «красным» (темная тонировка), рис. 29.

		серьезность					
		A	B	C	D	E	
		0,81 – 1,00	0,61 – 0,80	0,41 – 0,60	0,21 – 0,40	0,00 – 0,20	
вероятность	5	0,81 – 1,00	5A 0,656 – 1,000	5B 0,494 – 0,800	5C 0,332 – 0,600	5D 0,170 – 0,400	5E 0,000 – 0,200
	4	0,61 – 0,80	4A 0,494 – 0,800	4B 0,372 – 0,640	4C 0,250 – 0,480	4D 0,128 – 0,320	4E 0,000 – 0,160
	3	0,41 – 0,60	3A 0,332 – 0,600	3B 0,250 – 0,480	3C 0,168 – 0,360	3D 0,086 – 0,240	3E 0,000 – 0,120
	2	0,21 – 0,40	2A 0,170 – 0,400	2B 0,128 – 0,320	2C 0,086 – 0,240	2D 0,044 – 0,160	2E 0,000 – 0,080
	1	0 – 0,20	1A 0,000 – 0,200	1B 0,000 – 0,160	1C 0,000 – 0,120	1D 0,000 – 0,080	1E 0,000 – 0,040

Рис. 29. Матрица оценки риска [106]

Оценка математических свойств предмета риска требует установления числовых значений наблюдаемых событий. Неравномерная частотность проявления событий во времени требует нелинейных осей. Попытки числового исчисления рисков через качественное оценивание, особенно в диагональных направлениях данных матриц, являются нерешенной проблемой. В работе [163] для исследования данного свойства вводится понятие weak consistency «слабая состоятельность»<sup>43</sup>. Данная работа вызвала дискуссию в литературе рискологии, особенно относительно доказательств двух лемм о слабой состоятельности [66, 152, 163].

### 5.3.2. Определение риска в матричных оцениваниях

Матрицы составляются в табличном представлении n-колонок и m-строк от двух до пяти и более размерностях, ячейки пересечения которых и являются величиной оцениваемого риска. Данному содержанию могут приписываться переменные: числовые значения, слова естественного языка, цветовые значения. Матрицы риска относят к инструментам, называемые из-за цветовых обозначений «тепловыми картами» heat maps. Для со-

<sup>42</sup> Например, в ISO 31000 отсутствуют комментарии, являются ли частоты кумулятивными.

<sup>43</sup> consistency, также согласованность, последовательность

ставления матриц оценивания события используют средства, которые ведут к оценке величины риска [R]:

|слово, цвет, цифра, интервал, буква, разряд| → величина риска.

Определение 46. *Матрица риска*:  $|x_{i,j}|$  реляционная таблица разряда  $m, n$ , состоящая из  $m$ -строк наименований показателей меры случайности событий и  $n$ -столбцов наименований показателей меры величины исходов событий.

Определение 47. *Показатель риска*: квантифицированное значение  $(m_i, n_j)$  ячейки матрицы, которое отображает величину оцениваемого состояния объекта.

Определение 48. *Величина риска*: числовое значение, цветовая индикация и наименование на естественном языке меры риска, которое отображает состояния объекта.

Обобщая вышеизложенное содержание, представим шаблон проектирования матриц риска, табл. 23.

Таблица 23

Шаблон проектирования матриц риска

Меры Средства	Мера случайности события	Мера величины
Слово	Возможность, вероятность, правдоподобие...	Исход, последствие, серьезность, ...
Цвет	Зеленый, желтый, красный, ...	Зеленый, желтый, красный, ...
Буква		Алфавит: А, В, С, D, Е, ...
Цифра	Натуральные числа: 1,2,3,4,5,...	
Интервал	Непрерывные в области определения [0, 1]	
Разряд	2x2, 3x3, 4x4, 5x5, ..., mn	

Для описания величины исхода используются множество тождественных понятий. В описании случайности исхода используют слова: достоверность, правдоподобие, возможность. Наиболее распространено трехцветное цветовое обозначение, но используются и большее количество цветов. В целом, в матрицах риска предполагается, что взаимное сочетание средств создает наилучшие возможности эксперту для оценивания свойств объектов и оценивания событий. Оценивание риска в данной матрице осуществляется в номинальной шкале как сочетание случайной величины исхода и случайности проявления события. Символьные оценки в матрице являются совокупностью величины исхода события, называемой серьезностью, и частотой в сочетании с возможностью. Символы являются нормативными ориентирами для практического применения. Шаблон позволяет выбрать совокупность средств для обозначения случайности и величины риска. В последующем содержании приводится пример проектирования матрицы риска с использованием шаблона методом мягкого оценивания.

### 5.3.3. Обоснование метода мягкого оценивания

В настоящей работе метод направлен на разрешение только одной из указанных выше проблем, а именно – установление нормативной структурированности использования ЕЯ в матрицах риска. Также необходимо отметить, что выводы по решению данной задачи могут считаться теоретическими предложениями, поскольку не применялись на практике. Событие наблюдается в мере случайности исхода и в мере величины исхода. Назначением матриц является создание возможности приписать числовые значения свойствам оцениваемых объектов путем экспертных субъективных суждений.

Решением задачи исчисления риска является установление метода квантификации. В ячейке отображается одно значение оцениваемой величины риска в натуральных числах или в наименованиях естественного языка. Метод предписывает последовательность в понятиях ЕЯ: а) поиск и установление приемлемого параметра, б) установление понятий области определения (оценивания), в) расширение области в семантический ряд слов возрастания-убывания оцениваемых свойств, г) приписывание каждому из слов числового значения.

При переходе от понятий естественного языка к языку ресурсного моделирования используются квалификаторы<sup>44</sup>, модификаторы, модальности, оценки и понятие нормы. Понятие нормы связано с величиной состояний свойства *назначения* объекта. Если движение на автомобиле в городе ограничено 60 км/час, нормой состояний является скорость <60 км/час. Если крейсерская скорость самолета проектируется в 800-900 км/час, то нормой называют середину значения этого интервала, то есть 850 км/час. Данный подход используется для преодоления субъективной нечеткости и возможности приписывания чисел объектам нечисловой природы. Множество состояний некоторого множества  $W$  называют *функцией принадлежности*  $\mu(w)$ , определенной на всех элементах множества  $W' \supseteq W$  и принимающей значения на отрезке  $[0, 1]$ . Если для некоторого  $w \in W'$  функция  $\mu(w) = 0$ , то  $w$  не принадлежит  $W$ . Если для некоторого  $w \in W'$  функция  $\mu(w) = 1$ , то  $w$  принадлежит  $W$ . Если для некоторого  $w \in W'$   $0 < \mu(w) < 1$ , то  $w$  принадлежит к  $W$  с некоторой нечеткой мерой мягкого оценивания величиной  $\mu(w)$ . Слова семантического ряда называют лингвистическими переменными (ЛП).

Оценивания величин могут осуществляться на данных числовой области определения пар нечетких квалификаторов  $[0, 1]$ . Подобные оценивания называются жесткими оцениваниями (ЖО). Области можно расширить на множествах семантического ряда последовательностью слов естественного языка, которые являются цепью возрастания и уменьшения свойства объекта. Пример: Область «величина» [много, мало] расширяется в ряд: [много, немало, немного, мало]. Примечательно, что в последовательности семантического ряда корни слов не-мало, не-много при отрицании инвертируются. Данный способ наблюдения свойств объектов мы называем мягкими оцениваниями (МО) величин. Все виды оцениваний осуществляются экспертным путем.

---

<sup>44</sup> Используется понятие «квалификатор» вместо понятия «квантификатор» в семиотике.

### 5.3.4. Параметры и области мягкого оценивания событий

Для решения задач мягких оцениваний используются шкалы наименований нечетких квалификаторов. Для построения шкал предлагается составление семантических рядов слов, устанавливающих значение величины свойства, длительности, периодичности и частотности событий. Каждому слову приписывается числовое значение избранной эвристической шкалы. Слово, расположенное в середине семантического ряда, имеет числовое значение нормы. Приведем примеры наименований свойств и состояний (оцениваемых параметров) объектов и областей оценивания нечетких квалификаторов. Смысл слов области определения (оценивания) составляется в порядке усиления (ослабления) оцениваемого свойства объекта с соответствующим рядом возрастания (уменьшения) числовых значений приписываемых каждому квалификатору, табл. 24.

Таблица 24

Параметры и области мягкого оценивания событий

Оцениваемые параметры	Области оценивания
Расстояния:	[рядом, далеко]
Частотность:	[никогда, всегда]
Продолжительность:	[мгновенно, вечно]
Величина:	[много, мало]
Воздействие:	[сильно, слабо]
Скорость:	[быстро, медленно]

Оценивание частотности событий. Представим дальнейшую разработку области нечетких квалификаторов «частотность» [всегда, никогда]. Область расширяется семантическим рядом уменьшения свойства: [всегда, очень часто, часто, регулярно, постоянно, периодически, редко, крайне редко, никогда]. Введем англоязычные обозначения [never, always] и аббревиатуры [nev, alws] для удобства последующих процедур оцениваний путем символьных описаний. Введем числовые значения шкалы для экспертных процедур и количественных исчислений. Поскольку составленный нами семантический ряд составляет 10 слов, можно ввести 10-балльную шкалу.

Заметим, что приписывая числа в нечетких мерах МО, мы допускаем числовую оценку для ЛП «никогда» равную единице по 10-балльной шкале, тогда как при линейном разбиении отрезка  $[0, 1]$  оценка «никогда» должна быть в интервале  $[0,0 - 0,1]$ . Составим структуры МО для других нечетких квалификаторов. Для оценивания каждого квалификатора составляется собственный семантический ряд, табл. 25.

Мягкие оценивания частотности

Квалификаторы частотности [als, nev]		Ω	Числовые значения
всегда	always	als	10
очень часто	very often	vfn	9
часто	often	ofn	8
постоянно	constantly	cst	7
регулярно	regularly	rg	6
периодически	periodically	pd	5
иногда	sometimes	st	4
редко	rare	rar	3
крайне редко	extremely rare	exr	2
никогда	never	nev	1

Оценивание продолжительности событий. Составим семантический ряд для квалификатора продолжительности времени. Обратим внимание на то, что оценивания с помощью квалификаторов, в частности продолжительности во времени, должно устанавливаться в соответствии с целью. Допустим, необходимо выполнить сравнительное оценивание скоростей различных летательных аппаратов. Оценка «мгновенно» с числом 10 приписывается аппарату наибольшей скорости. Если цель - оценить долголетие жизни людей в различных условиях проживания, то выявленный долгожитель с наибольшей продолжительностью жизни получает оценку 10. Но тогда шкала ряда должна быть инвертирована, табл. 26.

Таблица 26

Мягкие оценивания продолжительности событий

Квалификаторы продолжительности [exs, fev]		Ω	Числовые значения
мгновенно	Extremely instantly	exs	10
моментажно	instantly	ins	9
очень быстро	very fast	verf	8
быстро	fast	fst	7
скоро	soon	sn	6
умеренно	moderately	mod	5
медленно	slow	sl	4
долго	long	lg	3
очень долго	very long	vlg	2
вечно	forever	fev	1

Оценивание трюизмами. Наибольшей размытостью обладают слова естественного языка, которые называются трюизмами (трюизмы), англ. true

верный. Составить семантический ряд трузизмов труднее. Если удастся составить ряд из 5, 7 или 10 слов, то разумно выбрать такую же числовую шкалу значений. Ниже показан пример составления структуры квалификаторов 7-бальной трузистической шкалы МО, табл. 27.

Таблица 27

Мягкие оценивания трузизмами

Трузизмы [abs, lst]		Ω	Числовые значения
абсолютно	absolutely	abs	7
совершенно	totally	tot	6
наиболее	most	mst	5
практически	virtually	vrt	4
определенно	definitely	def	3
вполне	quite	qt	2
наименее	the least	lst	1

Трузизмы могут использоваться для МО объектов отдельно и в сочетании с другими квалификаторами. Например: трузизм + квалификатор частотности: «наиболее часто»; трузизм + квалификатор продолжительности: «практически моментально». Это следующий шаг еще более мягкого оценивания величин объектов исследуемой и проектируемой предметной области. Все представленные формальные модели мягкого оценивания величин свойств объектов могут использоваться в практическом плане. Их достоинство – простота, ограниченность в том, что можно оценивать свойство по одному из состояний, отображенному смыслом ряда естественного языка.

### 5.3.5. Профиль матрицы мягкого оценивания

Для мягкого экспертного оценивания одновременно по двум состояниям (параметрам) разрабатываются двухмерные матрицы. Предполагается, что приписывание чисел состояниям, ситуациям, событиям, которые выполняет эксперт, осуществляется в мерах, называемых возможностными мерами наблюдения. Возможностные меры являются одним подмножеством нечетких мер. Нечеткие меры составляют область, левой границей которой является пространство наибольшей нечеткости – меры правдоподобия *plausibility*, а правой границей является пространство меньшей нечеткости – меры убежденности *conviction* определения: [Pl, Con].

Данная область может быть структурирована в мерах: [правдоподобие, возможность, вероятность, необходимость, уверенность, убежденность]. Таким образом, достигается следующий шаг мягких оцениваний объектов, что позволяет достигать наибольшей адекватности их описания. Выполним разработку метода мягких оцениваний в структуре нечетких мер, как показано в табл. 28.

Таблица 28

Мягкие оценивания события в мере нечеткости и в мере продолжительности

Квалификаторы продолжительности $\mu[exs, fev]$			Нечеткие меры $\mu[pl, con]$					
			правдоподобие plausibility	возможность possibility	вероятность probability	необходимость necessity	уверенность belief	убежденность conviction
			1	2	3	4	5	6
мгновенно	exs	10	pl-exs 10-1 зеленый	pos-exs 10-2 зеленый	prob-exs 10-3 зеленый	nes-exs 10-4 зеленый	bel-exs 10-5 зеленый	con-exs 10-6 зеленый
моментажно	ins	9	pl-ins 9-1 зеленый	pos-ins 9-2 зеленый	prob-ins 9-3 зеленый	nes-ins 9-4 зеленый	bel-ins 9-5 желтый	con-ins 9-6 желтый
очень быстро	verf	8	pl-verf 8-1 зеленый	pos-verf 8-2 зеленый	prob-verf 8-3 зеленый	nes-verf 8-4 желтый	bel-verf 8-5 желтый	con-verf 8-6 желтый
быстро	fst	7	pl-fst 7-1 зеленый	pos-fst 7-2 зеленый	prob-fst 7-3 желтый	nes-fst 7-4 желтый	bel-fst 7-5 желтый	con-fst 7-6 желтый
скоро	sn	6	pl-sn 6-1 зеленый	pos-sn 6-2 желтый	prob-sn 6-3 желтый	nes-sn 6-4 желтый	bel-sn 6-5 желтый	con-sn 6-6 желтый
умеренно	mod	5	pl-mod 5-1 зеленый	pos-mod 5-2 желтый	prob-mod 5-3 желтый	nes-mod 5-4 желтый	bel-mod 5-5 красный	con-mod 5-6 красный
медленно	sl	4	pl-sl 4-1 желтый	pos-sl 4-2 желтый	prob-sl 4-3 желтый	nes-sl 4-4 красный	bel-sl 4-5 красный	con-sl 4-6 красный
долго	lg	3	pl-sl 3-1 желтый	pos-sl 3-2 желтый	prob-sl 3-3 красный	nes-sl 3-4 красный	bel-sl 3-5 красный	con-sl 3-6 красный
очень долго	vlg	2	pl-vlg 2-1 желтый	pos-vlg 2-2 красный	prob-vlg 2-3 красный	nes-vlg 2-4 красный	bel-vlg 2-5 красный	con-vlg 2-6 красный
вечно	fev	1	pl-fev 1-1 красный	pos-fev 1-2 красный	prob-fev 1-3 красный	nes-fev 1-4 красный	bel-fev 1-5 красный	con-fev 1-6 красный

Количество подмножеств нечетких пространств в множестве нечетких мер равно шести. Это составляет числовую шкалу [1 наибольшая нечеткость, 6 меньшая нечеткость]. Совместим любую из выполненных структур МО со структурой нечетких мер. Поместим в левой колонке наименования, например, квалификаторов продолжительности. Обозначим веса оценок двойной цифрой, через дефис, первая из которых будет иметь значение оценивания структурных свойств объекта, а вторая – оценивание меры четкости. Добавим символные сокращения нечетких мер. Представленная матрица имеет разрядность красный (6x10) и предназначена для экспертного оценивания рисков любых событий, то есть носит универсальный характер. Матрица предназначена для оценивания события в мере нечеткости и в мере продолжительности. Выводимая оценка является мерой случайности hazard (H) исхода, обозначается как нечеткая мера первого рода и записывается:

$$R(\tilde{\mu}_1 Ex H): \langle \mu[exs, fev], \mu[pl, con] \rangle \quad \{110\}$$

Данное выражение называем профилем матрицы мягкого оценивания величин избранной области исследования. Оценивание риска с использованием данного профиля является альтернативной, принятой в широкой практике, вероятностной мере. Полагаем, что разрядность 6x10 предлагается как наибольшая для экспертного использования. Размер матрицы и количество ячеек может быть меньше по выбору для оценивания конкретного сложного события. Преимуществом матрицы является исключение вышеуказанного рассогласования цветового и числового значения риска.

Эксперимент мягкого оценивания риска. Составим следующий мысленный эксперимент. Пусть использование разработанного профиля матрицы предназначено для оценки события готовности строительных комплексов Олимпиады 2014 года. Выберем трехцветную раскраску матрицы: нижние правые ячейки красного цвета, верхние левые зеленого цвета и промежуточные ячейки желтого цвета матрицы. Квалификаторы продолжительности разумно сократить до шести, исключая два верхних и два нижних. Из нечетких мер могут быть исключены крайняя правая и крайняя левая меры. В результате для поставленной практической задачи используется редуцированная матрица разряда 4x6. Подобное сокращение матрицы вызвано нашим суждением «здравого смысла» о том, что крайние оценки невероятны, так как соответствуют провалу проекта Олимпиады. Предположим, что после расчета получена суммарная экспертная оценка:

$$\Sigma R(\tilde{\mu}_1 Ex H): (prob - sn, 6 - 3) = \langle \text{«вероятно скоро»} \rangle \quad \{111\}$$

В данном случае оценка риска может осуществляться только в одной мере случайности и рассматриваться как правдоподобная реалистичная. Этой практикой пользуются страховые корпорации для оценивания очень сложных и крупных событий большой стоимости. Для оценивания меры величины исхода, в соответствии с нашим методом, необходимо составить ряд семантических квалификаторов величины и выполнить оценивание, подобное предыдущему. Для поставленного примера это может быть величина результата, прибыли – коммерческой, политической, социальной,

региональной. Расчет риска в двух мерах осуществляется в соответствии с обоснованной математической процедурой квантификации двух значений.

#### **5.4. Обсуждение и выводы**

Понятие восприятие риска появилось в 1960-х годах как общественная оппозиция в основном против ядерной технологии [189]. К настоящему времени общественное внимание к технологическим рискам возросло втрое, как докладывается, например, в законе о частных правах [198]. В работе [198] отмечается, что существуют серьезные причины для осторожного использования психометрии как основания в управлении риском. Психометрия риска слабо различает индивидуальные и общие риски. Общий риск считается более важным и оценивается выше для технологий и окружающей среды.

Психометрия риска показывает селективную природу внимания к различным источникам риска и опасности. Индивидуальная идентификация человеком специфических рисков отличается большим разнообразием. Риск курения значительно выше риска проживания вблизи атомной станции. Но люди курят, а протестуют против ядерной энергетики, несмотря на количественные расчеты сравнения этих рисков. Оружие, приобретаемое для самообороны, в 22 раза чаще используется против владельца и близких, чем против внешней угрозы [182].

Установлено, что восприятие риска проявляется в двух свойствах: новизна как (1) известность риска и (2) угроза как величина последствия. Другие характеристики риска коррелируют с новизной и с угрозой. Объяснения и понимание риска более связывают с величиной последствий, чем со случайной нечеткой природой риска.

Существующее нормативное описание [риск = вероятность  $\times$  ущерб] для исчисления риска основано на теории вероятности как относительно развитой области математики. Данное описание является единичным выражением оценивания риска и не соответствует разнообразию мер наблюдения величин риска жизнедеятельности. Исчисления риска в других нечетких мерах: правдоподобия, возможности, доверия, необходимости, раскрывает новые возможности устанавливать числовые значения объектам нечисловой природы.

Предмет риска часто связывают с предметом неопределенности с целью расчета формальных отношений. Однако формализация риска через неопределенность крайне затруднительна, поскольку понятие неопределенности является не менее отвлеченным, чем понятие риска. Доказательством служит применение категории неопределенности в различных науках и дисциплинах, где различные идентификации неопределенности не сводятся к единому определению.

Определена достоверность многомерного исчисления риска на основе экспертного оценивания субъективных вероятностей событий риска и статистических вычислений. Многомерная оценка риска является дополнительной мерой, имеющая приемлемую достоверность при значительных выборках. Субъективная вероятность оценивания рисков многократно показала достоверность и практическую значимость на статистике 10-15 про-

центного снижения коммерческой загрузки из-за отказов пассажиров от полетов на авиарейсах, которые попадали в катастрофы [41, 67].

Предлагается выход за пределы единственной области определения [вероятность, последствие], используемое в современных матрицах оценки риска. Предлагается использовать обширную область нечетких мер [правдоподобие, убежденность] -  $\mu[pl, con]$ , в которой может работать эксперт при оценивании свойств объектов и событий. Вместо одной меры исхода, чаще называемой последствием, представлены образцы нескольких квалификаторов слов. Показаны примеры, поскольку составление областей оценивания, параметров и семантических рядов может быть несравненно большим, зависит от предметных целей и задач исследования.

Разработана теоретическая идентификация риска жизнедеятельности, основанная на анализе словарных, грамматических и нормативных описаний предмета риска, отличающаяся от существующего стандарта риска (только негативного исхода деятельности и совокупности вероятности и ущерба) предметным содержанием. Новизна предмета риска устанавливает структуру позитивного, нейтрального и негативного исходов деятельности и создает возможности для нормативных описаний и стандартов.

Представляются два доказательства, что риск является предметом негативным, нейтральным, позитивным «хорошим»: 1) в теории игр, самой известной теории риска, существуют ДВЕ меры «выигрыш-проигрыш» (то есть, случайность возможности потери не осознать без надежды на позитивные выгоды); 2) использование простейшей матрицы риска имеет ТРИ меры: негативный «**красный**», нейтральный «**желтый**», позитивный «**зеленый**». В традиционном понимании риска как ожидания ущерба, риск вообще невозможно оценивать только в одной **красной** мере, сравнивать не с чем (!).

Установлено, что наблюдению риска сложных объектов (ТК) соответствуют нечеткие меры правдоподобия и возможности. Введены определения случайности события, исхода события (вместо существующего нормативного понятия последствия), квалификации, квантификации риска. Установлено новое определение понятия риска как совокупности мер случайности и меры исхода события. Разработан метод составления матриц оценивания рисков событий основанный на теории мягкого оценивания величин [142]. Матрицы, разработанные данным методом, дают возможность использовать разнообразие естественного языка. Практическая значимость результатов состоит в создании новых теоретических оснований нормативного регулирования безопасности техносферной деятельности и деятельности воздушного транспорта.

## 6. НОРМАТИВНАЯ НАДЕЖНОСТЬ

«Нельзя ввести точность в рассуждения, если она прежде не введена в определения». Д. Гершель<sup>45</sup>

Теория надежности техники имеет солидную историю и обширное научное содержание. Нормативные описания надежности разработаны для техники, технических изделий, машин и устройств. Исследования надежности связываются с теорией безопасности и риска жизнедеятельности. Понятие надежности используется также для нефизических, нематериальных, сложных объектов (СО) и для человека. В настоящей работе выполняется обзор нормативной базы надежности. Формулируется задача нормативного содержания надежности. Исследуется возможность использования теории надежности техники для разработки теории надежности структурно сложного объекта: человеко-машинного комплекса, организации и человека.

### 6.1. Предмет надежности

Основные понятия и термины надежности. Практическое применение теории надежности имеет основательную нормативную базу: ГОСТ 13 377; ГОСТ 13.337-75; ГОСТ-27.002-89; ГОСТ Р 51901-2002; ГОСТ 51901.14-2005; ГОСТ Р 51901.3-2007; ГОСТ Р 51901.12-2007; ГОСТ-Р 53480-2009. Исходным понятием, раскрывающим содержание и объем понятия надежности было понятие *исправности* технического устройства. Поскольку машины работали и с частичными неисправностями, это создавало нечеткость понимания объема понятия надежность в области определения [исправность, неисправность]. Введение термина «отказ» определяет невозможность использования технического изделия. Отсюда возникло определение надежности ключевым свойством *безотказности* и позже дополнительно - долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости. Следующим понятием является понятие *работоспособности*. С введением ГОСТ-Р 53480-2009 [29] надежность определяется ключевым свойством *готовности*. Термин «надежность», как указано в стандарте (с. 12), рекомендуется только для общего неколичественного описания надежности.

В соответствии с [29] надежность *dependability*: свойство готовности и влияющие на него свойства безотказности и ремонтпригодности, и поддержка технического обслуживания. Готовность *availability*: способность изделия выполнять требуемую функцию при данных условиях в предположении, что необходимые внешние ресурсы обеспечены. Безотказность *reliability*: способность изделия выполнять требуемую функцию в заданном интервале времени при данных условиях. Ремонтпригодность *maintainability*: способность изделия при данных условиях использования и технического обслуживания к поддержанию или восстановлению состояния, в котором оно может выполнять требуемую функцию. Долговечность *durability*: способность изделия выполнять требуемую функцию до достижения предельного состояния при данных условиях использования и технического обслуживания.

---

<sup>45</sup> Джон Фредерик Вильям Гершель (англ. John Frederick William Herschel; 1792-1871) — английский астроном и физик

живания. Комплексное материально-техническое обеспечение integrated logistic support ILS: процесс скоординированного управления обеспечения всех материалов и ресурсов, требуемых для эксплуатации изделия. Сохранность storability: способность изделия выполнять требуемую функцию в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Надежность описывается как *свойство*, структурируемое в частных свойствах, которые проявляются в *состояниях*. *Работоспособное* состояние up state: состояние изделия, при котором оно способно выполнить требуемую функцию при условии, что представлены необходимые внешние ресурсы. *Неработоспособное* состояние disabled state: состояние изделия, при котором оно способно выполнить требуемую функцию по любой причине. *Предельное* состояние limiting state: состояние изделия, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна по причинам опасности экономическим или экологическим. *Критическое* состояние critical state: состояние изделия, которое может привести к тяжелым последствиям: травмированию людей, значительному материальному ущербу или неприемлемым экологическим последствиям.

Изменения и переходы состояний проявляются в *событиях*: повреждение, неисправность, отказ. *Повреждение* damage: приемлемая для пользователя неполная способность изделия выполнять требуемую функцию. *Неисправность* fault: состояние изделия, характеризующееся неспособностью выполнять требуемую функцию, исключая такую неспособность во время профилактического технического обслуживания или других запланированных действий или из-за нехватки внешних ресурсов. *Отказ* failure: потеря способности изделия выполнять требуемую функцию. Техническое обслуживание (ТО) maintenance: совокупность всех технических и организационных действий, направленных на поддержание или возвращения изделия с работоспособное состояние. ТО осуществляется в основных *процессах* обслуживания: профилактическое, корректирующее и ориентированное на безотказность. В настоящей работе неисправность в отличие от [29] отнесена к событиям.

Существительное *надежность* является абстрактным, отвлеченным. Из классической логики известно, что объем и содержание абстрактного понятия раскрывается наиболее трудно и сложно. Более того, самые абстрактные понятия, такие как сущность, вещь, качество и подобные, называемые категориями, не поддаются обобщению. Именно это обстоятельство и является основной причиной постоянной необходимости раскрывать содержание понятия надежности через другие понятия. До настоящего времени эволюция содержания понятия надежности имеет следующую последовательность замены «объясняющих» понятий:

НАДЕЖНОСТЬ ≡  
<(исправность) → (безотказность) → (работоспособность) → (готовность)>

Мы оставим анализ, насколько обоснованными оказались данные нормативные понятия. Обратим внимание на смысл слова *надежность*. Лексико-грамматически, существительное *надежность*, мотивируется, т. е. является производным, от глагола *надеяться*. Этимологически, слово *надеяться* может быть сокращением «на деяние являться», что означает возможность осуществления, действия – любого отвлеченного. Следовательно, теория

надежности на основе понятия надежности, которая разрабатывалась в технических науках, может обоснованно использоваться гораздо шире.

## 6.2. Исчисление надежности

Теория и количественные методы исчисления надежности имеют обширное описание. Здесь кратко излагается основной смысл расчета надежности техники. Основой теоретического и практического исчисления надежности является вероятностный подход и статистические расчеты показателей по установленным свойствам [40, 72]. Надежность как безотказность оценивается вероятностью выполнения безотказных операций:

$$P = 1 - n/N \quad \{112\}$$

где  $n$  – число отказов, а  $N$  – общее число операций исследуемого и испытываемого множества. При отказах техники возникают состояния за пределами стандартизованной деятельности. При этом события опасности – авария, катастрофа могут исключаться. Если за пределами стандартизованной деятельности возможен негативный исход, то безопасность  $P_S$  оценивается вероятностью:

$$P_S = 1 - \sum_{j=1}^n P_{B_i} P_{B_j} \quad \{113\}$$

где  $P_{B_i}$  – вероятность выхода за пределы стандартизованной деятельности, а  $P_{B_j}$  – вероятность неблагоприятного исхода за пределами стандартизованной деятельности.

В показателях безотказности рассматривается время безотказной работы основной случайной величины  $T$ : а) вероятность безотказной работы  $p$  технического объекта в заданных условиях и заданной продолжительности времени работы  $t$ :

$$p(t) = p(T \geq t) \quad \{114\}$$

б) вероятность отказа  $q$  в случае времени безотказной работы  $T$  меньше заданного  $t$ :

$$q(t) = q(T \leq t) \quad \{115\}$$

Используя выражение суммы вероятностей несовместимых событий  $p(t) + q(t) = 1$ , рассчитывают вероятность отказа:

$$q(t) = 1 - p(t) \quad \{116\}$$

или безотказности:

$$p(t) = 1 - q(t) \quad \{117\}$$

Для сложных объектов показатель надежности определяется статистической оценкой:

$$p(t) = \frac{N-n(t)}{N} \quad \{118\}$$

где  $N$  – число однотипных элементов сложного объекта,  $n(t)$  – число отказавших объектов за время  $t$ . Соответственно статистическая оценка вероятности отказов определяется:

$$q(t) = 1 - \frac{N-n(t)}{N} \quad \{119\}$$

Оценка работоспособности сложных объектов может определяться содержанием практического применения. Коэффициент операционной готовности operation availability  $\theta_{oa}$  определяется:

$$\theta_{oa} = \theta_a p(t_p) \quad \{120\}$$

где  $\theta_a$  – коэффициент готовности,  $p(t_p)$  – вероятность безотказной работы в период времени  $t_p$ , заданного назначением объекта. Эффективность применения объектов определяется как коэффициент технического использования. Данный коэффициент  $\theta_{tu}$  есть отношение математического ожидания общего времени работоспособного состояния в установленный период эксплуатации и перерывов по видам технического обслуживания и ремонта ТОиР:

$$\theta_{tu} = \sum_{i=1}^n t_i / (\sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^m \tau_i + \sum_{j=1}^k \tau_j) \quad \{121\}$$

где  $t_i$  – период работоспособности в  $i$ -м цикле;  $\tau_i$  – время восстановления после  $i$ -го отказа;  $\tau_j$  – длительность выполнения регламента профилактической  $j$ -й ТОиР, требующей вывода объекта из эксплуатации;  $n$  – число рабочих циклов за рассматриваемый период эксплуатации;  $m$  – число отказов и восстановлений;  $k$  – число профилактических ТОиР.

Отказ элемента ССО может быть независимым от состояния других элементов и зависимым от повреждений или отказов других элементов данного объекта [4, 12, 134]. Для сложных объектов основным показателем надежности принимается наработка на отказ. Остальные показатели представляются несущественными или невозможными для количественного исчисления. Для описания надежности структурно сложных объектов, таких как транспортный комплекс, теория надежности техники может быть лишь исходным пунктом для разработки [43, 72, 110].

### **6.3. Назначение и надежность сложных объектов**

Нормативное содержание надежности сформировано не только в стандартах надежности, но также в составе стандартов качества ГОСТ 22851-77, ГОСТ 15467-79, РД 50-149-79, в стандартах ISO, где есть группы назначения, надежности, безопасности, ресурсосбережения. Сложный объект описывается в понятиях, определениях и терминах назначения и надежности. Разделение на группы назначения и надежности принципиально необходимо, но в существующих стандартах осуществляется нечетко. Главные трудности описания параметров назначения определяются в выборе приоритетов свойств. Для потребителей показатели надежности стоят выше показателей назначения. Между тем само понятие назначения, как цель применения, требует дополнительного исследования уже потому, что оно вообще отсутствует в стандартах. Понятиями, отчасти раскрывающими назначение, могут считаться понятия требования, соответствия. Параметры назначения содержат описания свойств (величин): принадлежности, функциональные, конструктивные, структурные. Существуют расхождения содержания отечественных и международных стандартов качества, которые проявляются в том, что отечественные стандарты ориентированы на количественное техническое нормирование к изготовлению изделий. Зарубежная политика стандартизации направлена на разработку программ и руководств использования, эксплуатации техники [73].

Для установления взаимосвязи понятий назначения и надежности необходимо обратиться к смыслу понятий свойства и состояния. Состояния объектов на собственном эпистемологическом уровне могут рассматриваться как свойства<sup>46</sup>. Таким образом, понятие назначения является и описывается в параметрах свойства качества объекта, а использование, применение объекта наблюдается (исчисляется) в параметрах надежности. Назначение сложного объекта  $\bar{D}$  описывается свойствами назначения и основными условиями надежности  $D$ , называемой здесь триадой назначения-надежности: проектирования, изготовления (производства) и эксплуатации объекта. При этом наблюдение свойств и параметров надежности является средством наблюдения и условием соответствия свойств назначения целям деятельности.

$$\bar{D} : \{D \mid (D_{пр}, D_{изг}, D_{экс})\} \rightarrow_{\text{def}} \bar{D} \quad \{122\}$$

#### 6.4. Аналогия надежности техники и человека

Аналогом теории надежности человека является теория надежности техники. Основанием разработки теории надежности человека-оператора интенсивных профессий является подобие жизненного цикла отказов технического объекта и ошибок человека, называемого U-образным профилем во времени: 1- количество отказов и ошибок максимальное, 2 – номинальная надежность, 3 – рост отказов из-за старения техники усталости материалов, старения и утомления человека. Отношение понятия надежности человека может раскрываться через тождественные понятия - правильности, точности, устойчивости, уверенности деятельности. Однако использование тождеств требует предварительно раскрывать содержание вводимых понятий. В этом случае необходима адекватность переноса разработанной теории надежности техники на деятельность человека. В настоящей работе надежность человека-оператора - пилота  $H_{п}$  понимается как возможностная мера наблюдения  $\mu$ , адекватной условиям избранной среды назначения деятельности  $M_{н}$ :

$$H_{п} = \mu A_{п}\{M_{н} | s(M_{н})\} \quad \{123\}$$

где  $M_{н}$  - множество, определяемое условиями  $s$ .

Надежность как правильность. Под *правильностью*, ассигасу понимают выполнение действий в соответствии стандартным ограничениям во времени и пространстве<sup>47</sup>. Действие обладает значением величины работы и характеристикой времени, называемой *своевременностью*. Надежность пилота описывается как мера правильного решения задач:

$$H_{п} = m/N \quad \{124\}$$

<sup>46</sup> Свойства воды проявляются в состояниях жидком, твердом, парообразном, кристаллическом. В каждом из этих состояний вода имеет отдельные свойства, которые также могут проявляться в состояниях.

<sup>47</sup> Правильность (результата проверки), en trueness, fr justesse - Близость среднего значения, полученного в длинном ряду результатов проверок, к принятому нормальному значению величины (по ИСО 5725.1). П р и м е ч а н и е - Мера правильности обычно выражают в терминах смещения (ГОСТ Р 50779.10-2000).

где  $m$  - число правильно решенных задач, а  $N$  - общее число задач. Правильное действие  $action\ a_i$  выполняется в стандартной операционной процедуре (СОП) Standard Operation Procedure (SOP) в моменты времени  $t_1, t_2, \dots, t_i$ , с резервом времени  $\mp \Delta t$ . Правильное или нормальное действие выполняется при своевременном обнаружении оператором сигнала или совокупности сигналов о необходимости действия. Далее происходит идентификация соответствия сигналов стандартным конфигурациям, принятие решения, действие, оценка результата. Понятие резерва времени связывают с важностью или значимостью процедуры. Связь резервного времени действия аппроксимируется экспоненциальной зависимостью:

$$C(\bar{t}_{рез}) = e^{-\lambda \bar{t}_{рез}} \quad \{125\}$$

где  $C(\bar{t}_{рез})$  - значимость по содержательным и временным ограничениям,  $e^{-\lambda \bar{t}_{рез}}$  - непрерывность или интенсивность потока событий  $\lambda = 1/\bar{t}_{рез}$ . Время действия, время процедуры  $T_p = T_a + T_r$  увеличивается на время реакции  $T_r$

Надежность как точность. *Точность*, precision - степень соответствия действительных значений параметров объекта их номинальным (заданным) значениям<sup>48</sup>. Точность как понятие составляет пространственные (геометрические) величины (свойства), единообразие показателей множеств материальных объектов. В качестве категории, обратной точности, используется понятие погрешности. Соответствие конкретного значения конкретного параметра определяется понятием погрешности. Погрешность – отличие действительного значения параметра объекта от номинального. В технических дисциплинах точность параметра объекта определяют измерением. Различают точность: конструкторскую (КТ), технологическую (ТТ) и эксплуатационную (ЭТ). КТ – задает (номинарует) принципы проектирования деятельности. ТТ – составляет варианты и выборы применения объекта. ЭТ – отслеживает соответствие фактических параметров объекта заданным условиям применения. Различают систематическую погрешность и случайную. Систематическая погрешность является следствием заданных принципов КТ и проявляется в статистических показателях. Случайная погрешность может быть следствием ТТ и ЭТ. Мерой точности параметра является величина  $G$ , вычисляемая по формулам:

$$G = X_R/X_N, \text{ если } X_R < X_N \text{ и } V < T \quad \{126\}$$

или

$$G = X_R/X_N, \text{ если } X_R > X_N \text{ и } V < T (G \leq 1) \quad \{127\}$$

где  $X_R$  - действительное значение параметра,  $X_N$  - номинальное значение параметра,  $V$  - рассеяние действительных значений параметров,  $T$  - допуск отклонений параметра. Абсолютная погрешность  $\Delta_x$  выражается в единицах параметра и рассчитывается:

<sup>48</sup> Точность (результата проверки), *en accuracy* - Близость результата проверки к принятому нормальному значению величины (по ИСО 5725.1). П р и м е ч а н и е - Понятие точности, когда его относят к результатам проверки, включает в себя комбинацию случайных компонентов и общего компонента систематической ошибки или смещения (ГОСТ Р 50779.10-2000).

$$\Delta_x = |X_R - X_N| \quad \{128\}$$

Относительная погрешность  $\Delta_o$  - это отношение абсолютной погрешности к номинальному значению:

$$\Delta_o = (\Delta_x / X_N) 100\% \quad \{129\}$$

*Точность* действий оператора зависит от систематических и случайных причин и определяется по приближенной формуле:

$$\delta_S = M + 2\sigma_S \quad \{130\}$$

где  $M = m_1 + \dots + m_k$  есть систематические погрешности системы,

$$\delta_S = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_k^2} \quad \{131\}$$

среднеквадратичные отклонения случайных погрешностей в элементах системы. Абсолютная точность действия оператора практически не достижима, для этого рассчитывается общая приемлемая погрешность и резерв точности:

$$\delta_{j \text{ рез}} = D_j - \delta_{\min} \quad \{132\}$$

где  $D_j$  есть граница допустимого отклонения параметра через  $D_j$ , а  $\delta_{\min}$  - общая минимальная погрешность управления по параметру  $j$ , состоящая из погрешности прибора измерения параметра и погрешности оценки оператором параметра и действия. Резерв точности определяется наибольшей погрешностью, которую можно допускать.

Существуют эмпирические утверждения о компенсаторной надежности оператора, равной четырехкратному резервированию технических устройств. Надежность пилота как аналога технических компонент может быть представлена:

$$H_n = H_n / \prod_{i=1}^n H_i(T_f) \quad \{133\}$$

где  $H_i(T_f)$  - надежность технических компонент в полете. Надежность техники описывается с помощью функции распределения безотказной работы. Простая схема содержит три этапа изменения надежности. Первый называют этапом приработки с повышенной плотностью вероятности отказов, второй этап наступает длительная стабилизация надежности, на третьем этапе старения и износа плотность отказов увеличивается.

Возможность переноса теории надежности технических объектов на деятельность оператора иллюстрируется практикой используемых понятий, приемов и методов. Например, безотказность технического объекта эквивалентна *методу минимизации ошибки* - непосредственного воздействия на источник ошибки путем уменьшения числа факторов, способствующих ошибке, или их исключения. Примерами таких методов являются совершенствование технологии технического обслуживания авиатехники и совершенствование эргономики пилотских кабин. Резервирование технического объекта эквивалентно *методу перехвата* ошибки человеком. Метод предполагает, что ошибка уже совершена и ее нужно «перехватить», прежде чем проявятся ее неблагоприятные последствия. Метод перехвата ошибок отличается от метода минимизации тем, что он не предназначен непосредственно для уменьшения числа ошибок или их исключения. При-

мерами таких методов являются перекрестные контрольные проверки правильности выполнения задач и испытательные полеты. Резервирование технического объекта эквивалентно *методу толерантности* к ошибкам человека. Примером является программа проверки конструкции воздушного судна, обеспечивающая несколько возможностей человеку обнаружить и контролировать усталостную трещину до того, как она достигнет опасных размеров, табл. 29.

Таблица 29

Тождество понятий

Техника	Человек
– безотказность	– <i>безошибочность</i>
– сохраняемость	– <i>устойчивость навыков</i>
– долговечность	– <i>профессиональное долголетие</i>
– ремонтпригодность	– <i>реабилитация</i>
– восстанавливаемость	– <i>рекреация трудоспособности</i>
– резервирование	– <i>толерантность к ошибкам</i>
– готовность	– <i>пригодность</i>
– работоспособность	– <i>работоспособность</i> – <i>выносливость</i>
– назначение	– <i>специальность</i>

**6.5. Постановка задачи нормативного наблюдения надежности**

Современная теория и количественный аппарат расчета надежности рассматривает сложные объекты, состоящие из множества объектов и изделий физической природы. Однако, во всем многообразии деятельности, основные определения, термины и методы расчета создания и использования конкретных объектов обретает специфическое содержание. Термины «повреждение», «неисправность», «отказ» могут иметь множество вариантов наименований. Подобным вариантом может быть понятие «задержка вылета воздушного судна» по какой-либо причине. Под отказами могут пониматься события авиационных происшествий. Следовательно, представляется допустимым перенос содержания теории надежности техники для описания сложноструктурного объекта и человека. Используя выражение надежности техники, можно показать, что деятельность авиакомпании и структур – летного комплекса (ЛК), авиатехнического комплекса (АТК), коммерческого комплекса (КК) возможно описать в терминах работоспособности, простоев, число рабочих циклов и т.д. Данное описание является задачей нормативного наблюдения надежности. В соответствии с вышеизложенным содержанием построим простейший автомат надежности, показывающий взаимосвязи процессов, состояний и событий надежности.

Автомат надежности. Для образца разработки принято описание стандарта [29] с некоторыми изменениями. В частности, термин *неисправность* в отличие от стандарта отнесен к событиям, а не к состояниям. Цифрами отметим состояния, соответствующие в стандарте номерам терминов, рис. 30.

Определение 49. Автоматом надежности будем называть кортеж:

$$\Sigma: \{Q, \delta, M, E\} \quad \{134\}$$

где  $Q$  - множество состояний объекта: работоспособное, неработоспособное, предельное, критическое ( $S_{\text{раб}}, S_{\text{нераб}}, S_{\text{пред}}, S_{\text{крит}}$ );  $\delta$  - функция перехода ресурсов в событиях и процессах, такая что  $\delta_i: S_i \rightarrow S_i$ ;  $M$  - множество процессов восстановления надежности;  $E$  - множество событий нарушения надежности.

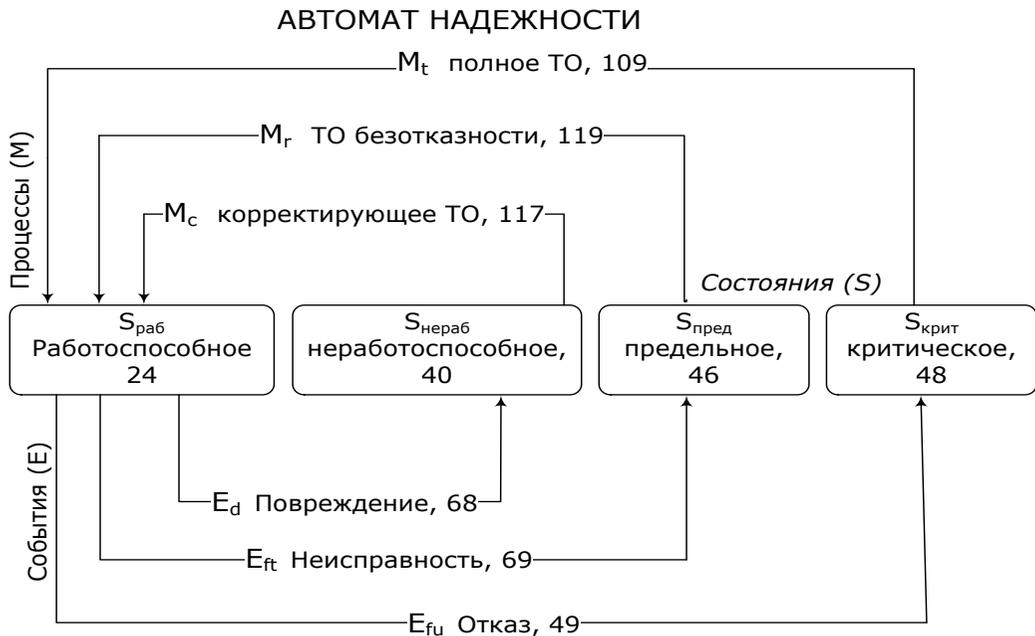


Рис. 30. Автомат надежности

Постановка задачи. Задача наблюдения (измерения, оценивания) надежности  $D$  состоит в упреждении события  $E_i$  путем выполнения ресурсного процесса технического обслуживания  $M_i$ , таким, что:

$$D = Q: \delta_i(E_i) | M_i \begin{cases} E_i \ll M_i \text{ событие исключается} \\ E_i \leq M_i \text{ событие маловероятно} \end{cases} \quad \{135\}$$

Иначе, ресурсное возмещение процессов восстановления работоспособности опережает ресурсный дефицит объекта, который ведет к отказам, происшествиям, катастрофам. Далее задача наблюдения надежности раскрывается в следующем содержании: 1) разработка структуры содержания (автомата надежности) для каждого элемента объекта; 2) установление наименований специфических понятий процессов, состояний и событий, тождественных нормативным; 3) определение метода и выбор показателей расчета надежности.

Методы наблюдения надежности. Составим общую схему современных методов наблюдения надежности. Как было показано, для технических объектов современная наука располагает удовлетворительно развитой теорией, математическими, аналитическими и статистическими методами, табл. 30.

Методы наблюдения надежности

Методы	Технические объекты	Сложные объекты	Человек и группы
Математические	Есть	-	-
Аналитические	Есть	-	-
Статистические	Есть	Оценки	При достаточной мощности статистики
Мягкие вычисления	-	-	Возможностные меры

### 6.6. Выводы

Совокупность свойств объекта, называет его назначение. Предмет надежности наблюдается как состояния изменяемых свойств объекта. Эволюция содержания понятия надежности техники <(исправность) → (безотказность) → (работоспособность) → (готовность)> отображает неразрешенную проблему раскрытия объема и содержания понятия и собственно предмета теории надежности технических объектов.

Предмет надежности человека (пилота) и групп (экипажа) в современных исследованиях имеет характер представлений и ограничивается статистическими и эмпирическими оценками. Сформированная теория надежности сложных объектов, человека и групп людей, аналогичная теории надежности техники, в настоящее время отсутствует, поэтому существует актуальность ее разработки.

Надежность деятельности человека и технического объекта имеют одинаковый U-образный профиль жизненного цикла. Поэтому теория надежности технических объектов может обоснованно использоваться в разработке теории сложных объектов и человека. Показатели надежности человека имеют отличающуюся природу, динамику, интенсивность изменений во времени.

Наблюдение (измерение, оценивание, исчисление) надежности возможно в области определений  $[0, 1]$ ,  $[-1, 1]$ , в шкалах наименований исходов деятельности: в теории надежности техники [отказ, работоспособность] в теории безопасности [опасность, безопасность (защищенность)], в теории риска [ущерб, результат].

В соответствии с разработкой автомата надежности, наблюдение эксплуатации сложных объектов и человека осуществляется в части от предельных состояний: отказ, опасность, ущерб. Подобный подход рассматривается в исследованиях структурно-сложных технических объектов [110, с. 22] и в нашей разработке математической модели надежности экипажа [87, с. 278-283]. Данные предельные состояния устанавливаются как база наблюдения. На их основе формируются состояния: работоспособность, защищенность (безопасность), результативность.

## 7. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

*Запруды могут строить и люди и бобры. Бобры – в согласии с природой. Люди – с вероятностью техногенных катастроф...*<sup>49</sup>

Детерминированность создаваемой техногенной формы деятельности задается идеей назначения. В процессе использования (эксплуатации) меняются требования и условия среды деятельности. Техногенный комплекс подвергается воздействиям в виде случайных событий, где проявляются несоответствия новым условиям. Воздействия являются следствием пределов индивидуального и коллективного сознания создателей техногенного комплекса. Принципиально безопасность в разных областях техногенной деятельности не имеет отличий. Все направления науки и практики проникают в сферу безопасности: технические, естественные, общественные. Исследования направлены на поиск большей гармонии состояний человека, создаваемой им техносфере и изменяемой им среды обитания. Разницу исследований безопасности разных видов жизнедеятельности можно обнаружить в мере их наукоемкости, чем особенно отличается аэрокосмическая индустрия.

### 7.1. Предмет безопасности транспорта и жизнедеятельности

Деятельность транспорта сводится к двум качественным характеристикам: ресурсной целесообразности или эффективности и императиву выживания или безопасности. Сущность безопасности есть принимаемый компромисс между возможным приемлемым ущербом и приемлемыми затратами на предотвращение ущерба. Безопасность классифицируют: индивидуальная, коллективная, национальная, отраслевая, социальная, политическая, техногенная, природная. Между данными понятиями есть взаимозависимость и взаимосвязь. Индивидуальная безопасность президента страны и безопасность полетов, одновременно являются объектами мирового значения. С опасностью связывается все, что относится к ухудшению или потере свойств предметной деятельности.

Содержание проблемы. Предмет безопасности транспорта в объеме и содержании данного понятия и в нормативном изложении остается нечетким. Классификации и определения безопасности в различных отраслях не согласованы и не имеют единого основания. Взаимное противоречие понятий, определений и терминов техногенной деятельности отражено в законодательстве по техническому регулированию, где предусматривается более десятка видов безопасности. Безопасность взаимодействия с природной средой смешивается с техногенными видами взаимодействия. Классификационная проблема затрудняет сознательное наблюдение и регулирование безопасности жизнедеятельности.

Общая постановка задачи. Задачей данного раздела является раскрытие содержания вышеизложенной проблемы. Выполняется краткий обзор словарных описаний понятия безопасности, нормативной базы безопасности. Выстраивается классификация безопасности жизнедеятельно-

---

<sup>49</sup> *Компильция мыслей*

сти, которая демонстрирует сложные взаимосвязи опасности видов транспорта и нерешенную проблему описания предмета. Представляется метод статистического анализа опасности видов транспорта.

### **7.1.1. Словарные и нормативные описания безопасности**

Понятие безопасность как некая «свобода от опасности» характеризует несуществующее и никогда не реализуемое состояние. Понятие безопасность означает спокойное состояние духа человека, защиту от опасности и соотносится с множеством тождественных слов: надежность, устойчивость, эффективность, качество, спокойствие, стабильность, совершенство, безупречность, развитие, мир, процветание, независимость, целостность. Словарный кластер безопасности имеет следующее содержание: «безопасный: неопасный, неугрожающий, не могущий причинить зла или вреда; безвредный, сохраннный, верный, надежный. Безопасность: отсутствие опасности; сохранность, надежность» [35]. «Безопасность: состояние, при котором не угрожает опасность, есть защита от опасности. Безопасный: не угрожающий опасностью, защищающий от опасности» [75]. В работе [141] понятие безопасности описывается следующим образом. Случайность hazard (H) определяется как ряд обстоятельств, которые могут быть причиной нанесения ущерба здоровью или привести к смерти. Риск, risk (R) рассматривается как незащищенность от вреда или потери, как вероятность наступления опасного события. Опасность danger (D) определяют как комбинацию случайностей и риска  $D = f(H, R)$ , иначе, как подверженность ущербу или вреду. Угроза threat (T) потенциальное воздействие на состояние защищенности. Таким образом, находим, что понятийный и словарный анализ исследуемой предметной области безопасности имеет нечёткий объём и содержание. Обобщенно безопасность понимается как защитность, сохранность, охраняемость, сохраняемость. Объём и содержание понятия отставляет предмет безопасности слабоструктурированным и не дает возможности достичь точных определений и терминов, что необходимо для нормативной деятельности.

Закон РФ «О безопасности»: «безопасность - состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз». ГОСТ РФ Р22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения: «Техногенная чрезвычайная ситуация (ТЧС) есть состояние, при котором в результате возникновения источника ТЧС на объекте (источник называют опасным техногенным происшествием) нарушаются нормальные условия жизнедеятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде». ФЗ от 27.12. 2002 № 184-ФЗ О техническом регулировании: «безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации как состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений». ГОСТ 12.0.002-80: под «опасными факторами понимаются те из них, которые приводят к травмам, а под вредными, которые приводят к заболеваниям». ГОСТ РФ Р22.2.08-96 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасность движения поездов. Термины и

определения: «железнодорожная транспортная система (ЖТС) понимается как совокупность функционально взаимосвязанных технических средств и технического персонала, предназначенных для осуществления в регламентированных условиях перевозки грузов и пассажиров по железным дорогам». ФЗ от 10.01.2003 № 17-ФЗ О железнодорожном транспорте в Российской Федерации: «безопасность движения и эксплуатации железнодорожного транспорта - состояние защищенности процесса движения железнодорожного подвижного состава и самого железнодорожного подвижного состава, при котором отсутствует недопустимый риск возникновения транспортных происшествий и их последствий, влекущих за собой причинение вреда жизни или здоровью граждан, вреда окружающей среде, имуществу физических или юридических лиц. ФЗ от 10.12.1995 г. № 196-ФЗ О безопасности дорожного движения: «безопасность дорожного движения - состояние данного процесса, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий».

Изложенное содержание нормативной базы в целом, определяет безопасность как состояние защищенности жизнедеятельности. Защищенность в изложении теории опасности возможно понимать как состояние условий и поведений, определяемые и избранные субъектом деятельности, как выборы приемлемых исходов деятельности: результатов и/или опасных последствий и вредных факторов.

### 7.1.2. Классифицирование безопасности

Безопасность жизнедеятельности в настоящей работе структурирована на три взаимосвязанных группы: безопасность среды обитания (природная), безопасность техносферы (техногенная), безопасность среды взаимной деятельности людей (социальная), рис. 31.

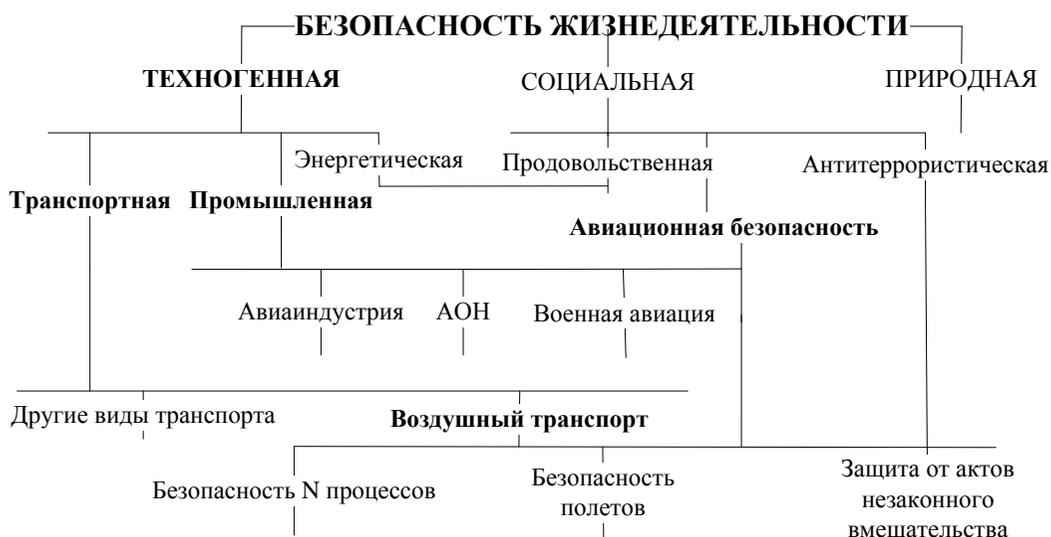


Рис. 31. Классификация безопасности жизнедеятельности

В предлагаемой классификации описываются различные взаимосвязи видов безопасности жизнедеятельности. Транспортная безопасность относится к техногенной деятельности и к социальной деятельности. Энергети-

ческая безопасность также связана с техногенной и с социальной сферами. Защита от актов незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации может относиться к воздушному транспорту и к социальной безопасности. Требуется отдельного раскрытия содержания и связей природной безопасности (экологии) с техногенными и социальными видами безопасности. Показанная схема показывает важность поиска и установления единого основания классификации безопасности жизнедеятельности и обоснования в ней места транспортной безопасности. Первоначальным описанием предмета может быть структурирование в соответствии с содержанием раздела теории опасности. Пример: табл. 31.

Таблица 31

Опасность жизнедеятельности

Источники опасности	Объекты воздействия	Оценка опасности	События	Последствия	Меры нормирования
Социальная среда деятельности	Люди	Опасные	Происшествия	Гибель	Теория безопасности
	Люди	Вредные	Опасные последствия	Вред	Санитария Гигиена
Техносфера	Техника	Вредные	Аварии, отказы	Ущерб	Теория надежности
Природная среда обитания	Природа	Опасные	Опасные последствия	Ущерб	Экология Охрана природы

## 7.2. Идентификация предмета безопасности авиации

*«Каждый человек, если он подвергнет строгому исследованию сферу своего мышления, принужден будет признать, что в его уме мало понятий, все почти только представления и еще к тому же неясные представления».* Н.О. Лосский [63, с. 115].

На Панамериканской конвенции по аэронавигации в Гаване в 1928 году термин «безопасность» еще не был включен в авиационные словари [3]. Наименования предметной деятельности составляются не только для внутреннего использования производителя продукции и услуг, а для потребителя. Потребитель воздушных перевозок имеет право знать, как различать качество услуги, предлагаемой авиаперевозчиком в полете, и как можно определить качество поставщика услуги вне полета. Определения безопасности авиации формировались в понятиях «безопасность полетов» (БП) и «авиационная безопасность» (АБ). До настоящего времени мировое авиационное сообщество ведет поиск приемлемых определений безопасности в авиации, что подтверждается постоянными поправками формулировок в стандартах ИКАО по безопасности полетов (БП) авиационной безопасности (АБ) [28, 94, 95, 106, 107]. Понимание важности безопасности

полетов подтверждается тем, что основные определения доступны общественности на сайте Минтранса РФ.

Задачей настоящей работы является идентификация предмета безопасности авиации путем логического анализа и установления определенных ключевых понятий безопасности авиации: безопасность, авиация, полет. В работах по логике существуют различия по требованиям к определениям понятий. Родовидовые отношения особенно трудно подвести относительно самых абстрактных понятий, называемых категориями, которые не могут быть обобщены, такие как сущность, качество, количество, отношение, вещь. Для выполнения задачи излагаются методологические требования логики к объемам и содержанию, видам и отношениям понятий, к определению понятия. Составляется предварительная логическая оценка понятий безопасности, что позволяет установить их родовидовые отношения и определения. Содержание проблемы раскрывается при анализе содержания существующих определений и терминов безопасности в авиации.

### **7.2.1. Проблема определений безопасности**

Определение ИКАО «Авиационная безопасность» [94]: 1. Комплекс мер, а также людские и материальные ресурсы, предназначенные для защиты гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. 2. Состояние защищённости авиации от незаконного вмешательства в деятельность в области авиации. Понятие «акт незаконного вмешательства» (АНВ) означает противоправные действия, в том числе террористические акты, которые могут угрожать безопасности транспортного комплекса. АНВ определяются как «акты или попытки совершения актов, создающие угрозу безопасности гражданской авиации и воздушного транспорта» и подразделяются на шесть групп.

Определение безопасности полетов. В отечественной практике длительное время использовалась формулировка НПП ГА-85: «Безопасность полетов - комплексная характеристика воздушного транспорта и авиационных работ, определяющая способность выполнять полеты без угрозы для жизни и здоровья людей». Исследуем формулировку. Словосочетание «комплексная характеристика» содержит два отвлеченных понятия: «комплексная» и «характеристика». Понятие характеристики несет смысл общего описания свойств (величин) и состояний объекта. Понятие комплексной, то есть, сложной деятельности еще более делает словосочетание размытым. Данное обобщение отождествляет полет со всей деятельностью. Полет является концентрированным воплощением всех процессов участников транспортного комплекса. Однако в хозяйственной деятельности организации существуют другие процессы и функции, которые в ином содержании не менее «комплексно характеризуют» качество деятельности: стратегическое управление, администрирование, управление персоналом, коммерция, финансы, информационные технологии. Вторая часть формулировки «способность выполнять полеты без угрозы для жизни и здоровья людей» также составляет проблему. Слово *способность* более применимо к субъекту деятельности, к людям, а не к сложным объектам, каким является воздушный транспорт. Выполнять полеты без угрозы, то есть, гарантировать исключение любого ухудшения качества деятельности, принципиально невозможно.

Определения безопасности полетов ИКАО. Международным сообществом приняты несколько последовательно корректируемых определений. РУБП ИКАО Doc 9859 AN/460-2006: «Безопасность полетов - состояние, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска» [106]. РУБП ИКАО Doc 9859 AN/474-2009: «Безопасность. Состояние, при котором возможность причинения ущерба лицам или имуществу снижена до приемлемого уровня и поддерживается на этом или более низком уровне посредством постоянного процесса выявления факторов опасности и управления факторами риска для безопасности полетов» [107]. Приложение 19 к Конвенции ИКАО 2013 года [95]: «*Безопасность полетов*: состояние, при котором риски, связанные с авиационной деятельностью, относящейся к эксплуатации воздушных судов или непосредственно обеспечивающей такую эксплуатацию, снижены до приемлемого уровня и контролируются».

Содержание проблемы определений. Размытость, нечеткость определений понятий безопасности имеет крайне негативные последствия для практической деятельности гражданской авиации. В современных классификациях и нормативных определениях понятий безопасности авиации не соблюдаются логические законы деления понятий по объему на классы: непрерывность, несовместимость видов класса, совпадение объемов класса и суммы видов, наличие основания (признака) деления.

Определение ИКАО авиационной безопасности в [95] состоит из двух пунктов, содержание которых по смыслу идентичны и практически сводятся к защите от АНВ. Понятие «авиация» является понятием несравненно большего объема, чем понятие АНВ. АНВ направлены на производство полетов, а также в части аэропортовой инфраструктуры. Наибольшая часть всех процессов авиации, в частности в авиастроении, не может быть объектом АНВ. Таким образом, свертка понятий АБ к АНВ совершенно не оправдана теоретически и технически.

Рассмотрим определения безопасности полетов. Определения [106, 107] тождественны. Только во втором изменена последняя часть предыдущего содержания: «...посредством постоянного процесса выявления факторов опасности и управления факторами риска для безопасности полетов». Совокупность предлагаемых стандартами понятий: *безопасности, приемлемости, риска, ущерба, выявления или управления факторами на этом или более низком уровне* – собранных в одной формулировке, до сих пор обсуждается авиационной общественностью. В [95] также очевидны размытые формулировки, например: «*Инцидент*: любое событие, кроме авиационного происшествия, связанное с использованием воздушного судна, которое влияет или могло бы повлиять на безопасность эксплуатации. *Показатель эффективности обеспечения безопасности полетов*: основанный на данных параметр, используемый для мониторинга и оценки эффективности обеспечения безопасности полетов. *Риск для безопасности полетов*: предполагаемая вероятность и серьезность последствий или результатов опасности». Что означает «риск для (?) безопасности...», «...последствий или результатов опасности», «состояние, при котором риск...», «показатель ...,

основанный на данных параметр...». Параметр<sup>50</sup> и показатель<sup>51</sup> – разные понятия. Предписания ИКАО «Стандарты и рекомендованная практика» в данном изложении представляют собой непреодолимый барьер понимания как исследователям так и практикам воздушного транспорта.

Обсуждение проблемы. Определения сформированы в *концепции приемлемого уровня рисков полетов*. Введение данной концепции отвечает необходимости использовать подход, основанный на *показателях, уровнях и требованиях* безопасности. Показатели являются мерой результатов, достигнутых в безопасности полетов. В настоящее время приняты четыре основных и четыре дополнительных показателя, которые показывают меру ущерба уже свершившихся происшествий. Под уровнем понимается достигнутое состояние, рассчитываемое как совокупность показателей. Для достижения соответствующих показателей безопасности и заданных уровней безопасности полетов устанавливаются требования. Они включают эксплуатационные процедуры, технические средства, системы и программы, для которых устанавливаются показатели.

Мы рассматриваем назначение (качества, свойства) транспортного комплекса в параметрах или состояниях безопасности, надежности, риска. Совокупность этих трех важнейших понятий в настоящее время составляет дефицит современных теоретических разработок и серьезную теоретическую проблему. Пусть множество хозяйственных функций авиаперевозчика описываются линейной функцией  $W(w_1x_1, w_2x_2, \dots, w_nx_n)$ , где  $w_i$  и  $x_i$  – функция и вводимая переменная  $i$ -й структуры бизнеса. Приемлемые и задаваемые уровни *levels* безопасности полетов являются тождественным целям и задачам обще деятельности авиакомпании. Уровень может быть рассчитан натуральным числом  $\bar{L}$ . Установленное число показателей *performances* также рассчитывается четким значением  $\bar{P}$ . Требования *requirements*  $\bar{R}$  – нечеткие величины, являются рекомендациями к разработке программ безопасности и исключительной ответственностью авиаперевозчиков. Иначе:

$$\bar{P}\{\bar{R}(W)\} \rightarrow \bar{L} \quad \{136\}$$

В данном выражении предписывается достижение уровня безопасности одного процесса одной функции производства (полетов) через наблюдение ограниченного числа показателей, формируемых нечеткими требованиями всех процессов и функций. То есть, наблюдение единичного через общее. Авиаперевозчику необходимо решать задачу: структурировать хозяйственные функции таким образом, чтобы их любое множество *определенно*

---

<sup>50</sup> Параметр (от др.-греч. παράμετρον — соразмеряю) — величина, значения которой служат для различения групп элементов некоторого множества между собой; Параметр. Величина, используемая в описании распределения вероятностей некоторой случайной величины (ГОСТ Р 50779.10-2000);  $n$  – характеристика свойств и состояний объекта. Пр.: скорость движения, температура, давление, масса.

<sup>51</sup> Показатель: ( $\sigma$ ) структурные количественные характеристики и степень проявления параметра какого-либо свойства объекта. Пример: свойство ЛА перемещаться в трехмерном пространстве структурируется на параметры: направление, высота, скорость. Параметр скорости структурируется в показатели: скорость взлета, скорость набора высоты, скорость снижения, скорость посадки.

сводилось к показателям и уровням безопасности. Таким образом, совокупность проблемы идентификации предмета безопасности в авиации, понятийных описаний, определений и терминов состоит в дефиците теоретических разработок, следствием которого является нормативная нечеткость стандартов безопасности в авиации.

### **7.2.2. Логические отношения понятий безопасности**

Логическая классификация понятий. «Совокупность единичных понятий (или единичных представлений), обозначающих эти предметы, называется объемом понятия». Пример: в объем понятия «полет» входит совокупность единичных понятий «самолет», «птица». «Совокупность мыслимых в понятии признаков, тождественных во всех особях класса, называется содержанием общего понятия» [63, с. 92]. Пример: понятие класса «полет» содержит признаки перемещения в трехмерном пространстве для всех объектов (особей): летательных аппаратов, воздушных судов, птиц. Объем и содержание понятия находятся в обратной зависимости: обогащая содержание, уменьшают объем и наоборот. Закон работает для согласимых понятий, когда признак свойственен части объёма исходного понятия и для понятий, связанных родовидовыми отношениями.

Виды понятий по объему. Единичное понятие содержит один предмет или элемент: «Аэрофлот», «Delta Airlines». Единичные понятия и представления объема не имеют, так как означают один предмет, а не класс предметов. Единичные понятия имеют содержание, поскольку обладают не менее чем одним признаком. Общее понятие содержит несколько или множество предметов – «аэропорт», «авиакомпания». Общие понятия могут быть регистрирующими и бесконечными. В регистрирующих понятиях множество элементов может учитываться и может быть зафиксировано, например «полет». В бесконечных понятиях множество элементов не ограничено, не поддается учету и имеет бесконечный объем. Например: «авиация».

Виды понятий по содержанию. По содержанию различают четыре пары понятий. Абстрактное (отвлеченное) обозначает отвлеченно-идеальное бытие, признаки предмета образуют самостоятельный объект мышления, мысль без наличия объекта, например: «риск», «безопасность». Конкретное понятие обозначает реальный объект, например: «самолет», «авиация» (совокупность исчисляемых реальных объектов). Понятия подвергаются обобщению или ограничению. Общие понятия могут быть и конкретными и абстрактными. Например, понятие «пилот» является общим и конкретным, а понятие «пилотирование» общим и абстрактным. Положительными называются понятия при наличии свойств предмета, отрицательными - при отсутствии свойств предмета. Пример: «опасность» - «безопасность». В сосуществующих понятиях мыслятся предметы, называющие существование другого, например: «пилот» - «летательный аппарат». В независимых понятиях предметы мыслятся отдельно: «город», «лес». Собирательное понятие, состоящее из предельного набора однородных объектов как целое, например: «флот», «экипаж», «авиаэскадрилья». Несобирательные понятия, обозначают неисчисляемый единый объект - «небо», «безопасность», или исчисляемое единство различных объектов – «авиация».

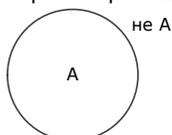
Логические отношения понятий. Логические отношения между понятиями исследуемого предмета имеют соответствующие онтологические отношения между классами или классами и особями. Важнейшими отношениями являются степень родства между содержаниями и объемами понятий. Отсутствие родства означает, что предметы не имеют отношений, связей и существуют отдельно. Их называют безотносительными понятиями, например: понятия «самолет - лопата» не имеют соотношений. Если в признаках объема предметов существует связь, основания для отношений, то понятия называются соотносительными. Примеры: «авиация - полет», «полет - безопасность».

### ЛОГИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ПОНЯТИЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Несогласимые  
(противоположные)

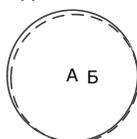
Согласимые

Противоречащие



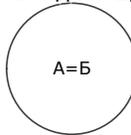
А - пилот  
Б - «непилот»

Равнозначные  
(тождественные)



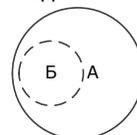
А - авиакомпания  
Б - авиаперевозчик

Совпадающие



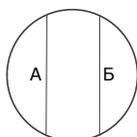
А - сын, Б - внук  
объемы одинаковые,  
содержания разные

Подчинение



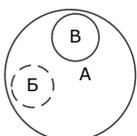
А - капитан  
(подчиняющее)  
Б - 2-й пилот  
подчиненное

Противные



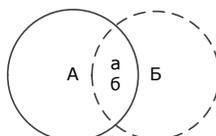
А - опасный  
Б - безопасный

Соподчинение



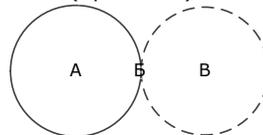
А - авиатор  
Б - пилот  
В - авиадиспетчер

Перекрещивание  
(части объемов)

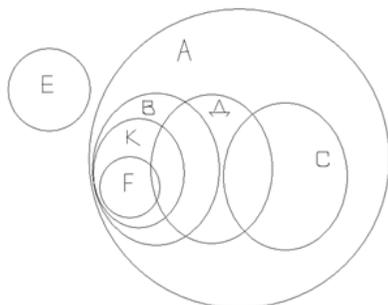


А - пилот  
Б - капитан

Перекрещивание  
(признака)



А - опасность  
Б - безопасность  
В - защищенность



Пример соотношений согласимых понятий:

- А - летательный аппарат
- В - воздушное судно
- С - вертолет
- Д - двигатель
- Е - пилот
- Ф - ИЛ-62
- К - дальнемагистральный самолет.

Рис. 32. Логические отношения между понятиями безопасности

«В сопоставлении понятия делятся на два класса: согласимые и несогласимые (противоположные). Несогласимыми (противоположными) называют понятия, в содержании которых есть признаки несовместимые друг с другом. Противоположные понятия различаются как противоречащие понятия: «человек» и «нечеловек», и противные понятия: «опас-

ный» и «безопасный». «Согласимыми называют понятия, в содержании которых нет признаков, которые, обладая разным содержанием, в то же время должны были бы приписываться предмету в одном и том же отношении» [63, сс. 108-109]. Между содержанием согласимых понятий существуют отношения по степени родства тождества, подчинения, соподчинения, перекрещивания части объемов или хотя бы одному признаку, в одной точке. Отношение по объему между понятиями выражаются с помощью кругов Л. Эйлера (1707-1783), рис. 32.

Установление основания деления. Логический анализ начинается с деления родового понятия. Деление понятий на виды осуществляется по классам. «Совокупность единичных предметов, обозначенных общим понятием, называется классом». «Признак, по видоизменениям которого производится деление понятия на виды, называется основанием деления *fundamentum divisionis*» [63, с. 132]. «Признак – всякая различенная сторона предмета» [63, с. 94]. «Деление – это логическая операция, посредством которой объем делимого понятия (множество) распределяется на ряд подмножеств с помощью избранного основания деления. Если с помощью определения понятия раскрывается его содержание, то с помощью деления понятия раскрывается его объем. Признак, по которому производится деление объема понятия, называется основанием деления. Подмножества, на которые разделен объем понятия, называются членами деления. Делимое понятие – это родовое, а его члены деления – это виды данного рода, соподчиненные между собой, т. е. не пересекающиеся по своему объему (не имеющие общих членов)» [21, с. 46].

### **7.2.3. Методологические требования определения понятий**

В логике выработаны методологические требования и правила определения понятий. Правила имеют эвристические основания, реализуются экспертным путем, носят эмпирический характер. «Определение понятия есть суждение, устанавливающее содержание понятия путем указания совокупности признаков, необходимых и достаточных для того, чтобы отличить предмет или класс предметов, обозначаемый понятием, от всех других предметов» [63, с. 116]. Способ давать определение называется установление ближайшего родового понятия и видового отличительного признака. «Установление определения есть акт, имеющий целью найти содержание понятия и таким образом открыть понятие, иметь в сознании как его содержание, так и объем в отчетливой и ясной форме» [63, с. 131]. По нашему мнению, важнейшим методологическим требованием определения понятий является идентификация предмета.

1. Предмет. Решающее значение имеет знание предметной области исследователем, который решает проблему определения понятий. Знание предмета позволяет устанавливать основания и признаки родовидового деления трудных, особенно абстрактных понятий.
2. Лексико-грамматический анализ языковых единиц, описывающих предметную область исследования. В анализе осуществляется структура мотивации и отношений понятий, на основании которого выводятся определения. Пример: разработка вышеизложенной теории опасности деятельности.

В логической литературе описываются следующие методологические требования и правила определения понятий:

- Определение через ближайший род и видовое отличие: родовое понятие соединяется с видовым понятием. Понятие, содержание которого надо раскрыть, называется *определяемым* понятием *definiendum* (Dfd), понятие, посредством которого оно определяется, называется *определяющим* понятием *definiens* (Dfn). Правильное определение устанавливает между ними отношение равенства (эквивалентности):  $Dfd \equiv Dfn$  [21]. Примеры: «полет авиационный», «полет птицы», «полет мысли».
- Экспликативное (объяснительное) определение. Значение исходного понятия раскрывается заменой синонимов.
- Номинальное определение. Установление значения понятия через этимологию основного значения слова; «определение, выражающее требование, как должно употребляться вводимое понятие, к каким объектам оно должно применяться» [112].
- Генетическое определение. Сообщает происхождение предмета, способ его образования. Пример: снег – одно из четырех состояний свойства воды при температуре ниже нуля градусов  $C^{\circ}$ .
- Другие правила: определяемость – определяющее понятие должно быть более известно, чем определяемое; конкретность – без двусмысленности и метафоры; соразмерность объемов определяющего и определяемого понятий; незамкнутость – найти иные понятия в родственных словах, но не использовать само слово для его определения. Иначе, определение считается тавтологическим. Пример тавтологии: «величина есть все то, что можно увеличивать и уменьшать»; неотрицательность – в определении указывается признак, чем является предмет (а не тем, чем он не является).

Формально-логическая оценка понятий безопасности. Оценка понятий осуществляется эвристическим путем: а) оценка вида понятия по объему и б) установление основания его деления, в) содержание и наличие признаков, г) установление отношений понятий. Первоначальный смысл (концепт) понятия связывается с задачей нашего исследования – предмет безопасности в авиации. Поэтому в каждое понятие вкладывается смысл: «авиация» – область техносферной деятельности, «полет» – физический полет летательного аппарата, «безопасность» – совокупность мер физической защищенности процессов в авиации и в полетах. Таким образом, мы эвристически свертываем, конкретизируем предмет нашего исследования. Если этого не сделать, то в понятие «полет» может вкладываться любой смысл: «полет (фантазии) мысли» и т. п.

В соответствии с вышеизложенными теоретическими описаниями, выполним формально-логические оценки исследуемых понятий безопасности и составим их характеристики видов по объему, содержанию и отношениям, табл. 32.

Логические характеристики понятий

Понятия	Объем	Содержание	Отношение
Авиация	общее, бесконечное	конкретное, положительное, независимое, несобирательное	согласимое, соотносимое
Безопасность	общее, бесконечное	абстрактное, отрицательное, независимое, несобирательное	согласимое, соотносимое
Полет	общее, регистрирующее	конкретное, положительное, независимое, несобирательное	согласимое, соотносимое

Идентификация предмета исследования, предметной области деятельности осуществляется в суждениях. Суждение состоит из представления и понятия. Представления обладают неясным содержанием и неотчетливостью объемов знаний. «Представление есть мысль о предмете, содержащая в себе любые различные в нем признаки (стороны предмета). Понятие есть мысль о предмете, содержащая в себе лишь те различные признаки, которые образуют целое, служащее основанием для системы следствий» [63, с. 85]. Значение определения понятий состоит в том, что они являются предельной языковой формой для последующего нормирования деятельности.

Выполненная оценка исследуемых понятий безопасности позволяет сделать вывод о допустимости дальнейшего логического анализа и формирования определений по правилам логической науки. Для выполнения данной задачи составляются сочетания пар понятий «подчиняющее–подчиненное», устанавливаются основания деления объемов для каждого из определяемых понятий.

#### 7.2.4. Разработка определений понятий безопасности авиации

Согласно теории понятия, *опасность* и *безопасность* рассматриваются как несогласимые противные понятия. Лексико-грамматические нормы русского языка устанавливают, что существительное *безопасность* с префиксом *без-* называет отсутствие признака предмета *опасности*. Поскольку *безопасность* есть полное отсутствие опасности, понятие *безопасность* имеет нулевой объем. Вследствие этого невозможно наблюдение (измерение, оценивание, исчисление) объема реальности, на которую указывает понятие. Также неправомерно применение словосочетаний «менеджмент (управление, регулирование, обеспечение) безопасности» предмета, не являющегося множеством. Преодоление данного затруднения возможно смысловой заменой синонимом *защищенность*, что и выполняется во многих стандартах нормативной базы техносферной безопасности. Следовательно, допустимо использование слова *безопасность* в разных словосоче-

таниях *управление безопасностью*, предполагая или буквально заменяя словом защищенность. Понятие «безопасность» в данном случае обладает единственным признаком согласимости понятий «опасность» и «защищенность», рис. 33.

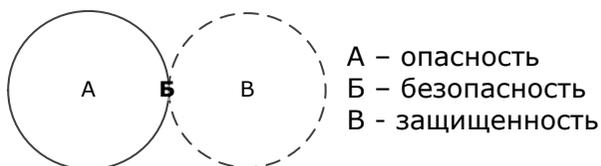


Рис. 33. Перекрещивание понятий по одному признаку (в одной точке)

Авиация, лат. *avis* – птица, подразумевает перемещение объекта (птицы) в воздушном пространстве, то есть – полет. Синонимия пары «авиация – полет» создает трудность определения понятий «авиационная безопасность» и «безопасность полетов». Подобную смысловую проблему составляет перевод англоязычных терминов безопасности на русский язык. Термины *safety* и *security* переводятся в значениях: *защита, охрана, защищенность, сохранность*, а также *безопасность*. Однако термин *безопасность* применяется как предпочтительный. Соответственно, создаются трудности в использовании и терминологическом понимании словосочетаний.

Неформальная постановка задачи. Задача разработки новых определений предлагает достижение четкости через понятийное, лингвистическое и организационное структурирование содержания деятельности авиации и воздушного транспорта. Целевой ресурс назначения (гражданской) авиации – полет. На основании выполненной предварительной логической оценки исследуемых понятий безопасности авиации установить основание классифицирования понятий, разработать и разработать комплекс отношений понятий и осуществить вывод обоснованных непротиворечивых определений понятий безопасности.

Ресурсным комплексом отношений понятий безопасности называем родовидовые отношения пар понятий, основание деления родового понятия и соотношение их объемов и содержаний. Составим следующие сочетания понятий безопасности «подчиняющее–подчиненное»: {авиация, полет}, {безопасность, полет}, {авиация, безопасность}. Запись в фигурных скобках будем понимать следующим образом: а) предшествующее понятие является родовым, а последующее понятие является видовым по объему; запись через запятую означает неизвестную связь понятий, которую следует установить. Каждое из родовых понятий будет подвергаться предельному делению до достижения наименования последующего видового понятия. Соблюдаем установленные в логике правила деления: непрерывность, несовместимость видов класса, совпадение объемов класса и суммы видов, наличие основания (признака) деления. Основанием деления родового понятия установим процесс организации производства: последовательность создания средств производства и их использование.

Первое деление родового понятия «авиация» *aviation notion* (AN) дает два видовых понятия в специальных терминах: (А) – «авиастроение» и (Э) – «эксплуатация». Авиастроение делится: (А1) – проектирование, (А2) –

конструирование и (A3) - производство (изготовление) летательных аппаратов. Эксплуатация делится: (Э1) - авиаперевозка (деятельность авиакомпаний) и другие функции (Э2...n) - инфраструктура (аэронавигация, аэропорты и другое). Поскольку нашей целью является установление связи понятия авиации с понятием полета, мы в данной классификации опускаем последующее деление классов, кроме класса «авиаперевозка». Деятельность авиакомпании по авиаперевозкам структурируется: производство полетов (Э1F); другие функции в зависимости от стратегии и организационного проектирования: администрирование, управление персоналом, техническое обслуживание и ремонт воздушных судов (ТОиР), коммерция, сервис, финансы (Э1...m). Работа летного комплекса (ЛК) состоит из выполнения полетов flight operations (Э1FO) – «полет» и другие функции (Э1F...k). Составим схему вышеизложенного содержания. Соотношения объемов соподчиненных понятий представлено в виде кругов, рис. 34.

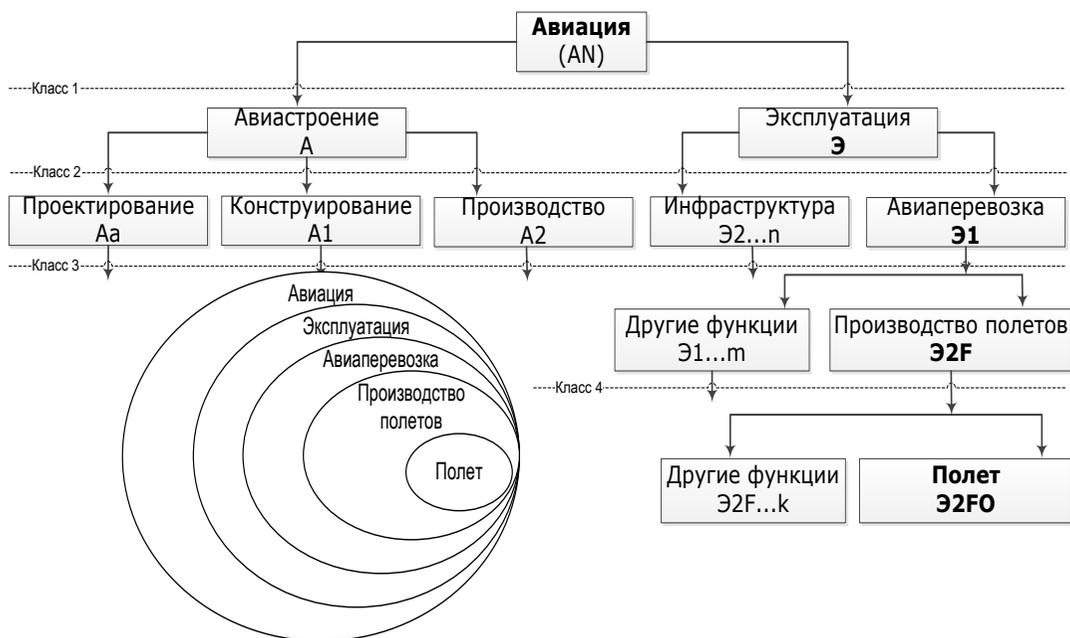


Рис. 34. Ресурсный комплекс объемов понятий безопасности

Процесс организации производства составит кортеж ресурсов полета (КРП):

$$(КРП) \sum: (Э1FO) \in (Э1F) \in (Э1) \in (Э) \in (AN) \quad \{137\}$$

В данном выражении создаваемым ресурсом является «полет», понятие которого обладает наибольшим содержанием в авиации, в авиаиндустрии.

### 7.2.5. Вывод определений

Отношения понятий {авиация, полет}. Для вывода определения «полета» в авиации установим содержание отношения пары понятий {авиация, полет}. По закону обратного соотношения «объем-содержание» родовидовых отношений содержание видового подчиненного понятия «полет» включает все признаки каждого из подчиняющих родовых понятий

большого объема кортежа ресурсов. Это соотношение можно показать в следующем виде, рис. 35:

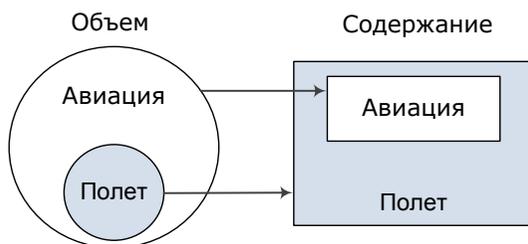


Рис. 35. Соотношение объемов и содержаний понятий {авиация, полет}

Для отличия от объемов содержания понятий изображаются прямоугольниками. Составим определения, используя требования и правила к определениям. Определяющими понятиями будут все признаки понятий последовательности «полет → авиация» с поочередным присоединением признаков.

Определение 50. «Полетом называем летные операции экипажа воздушного судна в процессе организации авиатранспортного производства».

Данное определение соответствует принятому основанию организации производства. Для сравнения представим следующее определение [<http://ru.wikipedia.org/wiki/>]: «Полет — контролируемый процесс движения (перемещения) объекта в газообразной среде или применением реактивной тяги или других двигательных средств, так и без этого (по инерции)». Основание (содержание признаков) данного определения составлено в естественно-научных, физических и технических терминах. Впрочем, обоснованность формулировки оставляем за авторами данного определения.

Отношения понятий {безопасность, полет}. Для вывода определения «безопасности» полета установим содержание отношения пары понятий {безопасность, полет}. Содержание понятия «безопасность» включает признаки каждого из понятий кортежа эксплуатации, рис. 36:

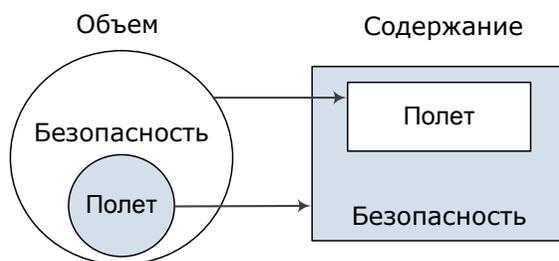


Рис. 36. Соотношение объемов и содержаний понятий {безопасность, полет}

Определение 51. Безопасность полетов - параметр (состояние) качества (свойства) полетов, показывающий отношение позитивных исходов выполненных полетов к негативным исходам полетов в избранной типологии наблюдения (измерения, оценивания, исчисления).

В данном определении установлено понятие – полет, состояние которого предписывается наблюдать через отношения исходов деятельности. Следствия применения определения: а) термин «полет» строго относится к операциям производства полетов и не соотносится с понятиями большего объема содержания деятельности транспортного комплекса; б) соблюдается нормативное наблюдение исходов в структурированных процессах хозяйственной деятельности; в) исключается применение родовидовых понятий «безопасная авиакомпания», «безопасный самолет»; г) не допускается смешение понятий безопасности с понятиями надежности, риска и словосочетаний типа «риск для (по) безопасности» и т. п. Соответственно, обратное отношение негативных к позитивным исходам выполненных полетов является определением опасности полетов.

Для исчисления безопасности полетов можно придерживаться принятых в настоящее время четырех основных и четырех дополнительных показателей. Установление безопасности (защищенности) возможно путем описания назначения определенного объекта и соответствующего параметра (состояния) наблюдения. Данные основания исключают размытость выражения  $\bar{P}\{\bar{R}(W)\} \rightarrow \bar{L}$  и записываются:

$$\bar{p}_i\{\bar{r}_i(\sum_{i=1}^n W)\} \rightarrow \bar{L}_i \equiv [\stackrel{\text{def}}{=} \text{БП}] \quad \{138\}$$

В отличие от вышеописанного конкретного определения понятия полета, понятие безопасность является отвлеченным, что создает дополнительные трудности деления его объема. Содержание понятия безопасности полетов, а объеме понятия «авиация» не соотносится с авиастроением (где содержание понятий технических объектов формируется в теории и понятиях надежности) и включает признаки только контуров и кортежей эксплуатации.

Отношения понятий {авиация, безопасность}. Содержание понятия «авиация» включает признаки каждого из понятий безопасности кортежа эксплуатации. Признаки содержания понятия «авиация» несравненно богаче содержания понятия безопасности, рис. 37.

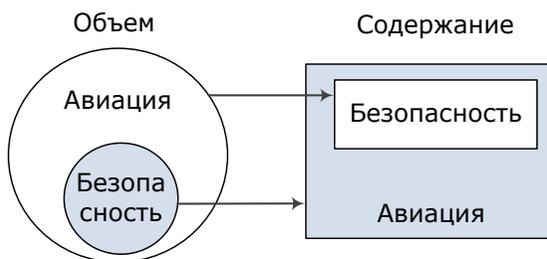


Рис. 37. Соотношение объемов и содержаний понятий {авиация, безопасность}

С учетом ранее выработанных рекомендаций и вывода о необходимости смысловой замены понятия безопасности на понятие защищенности, составим следующее определение авиационной безопасности.

Определение 52. Авиационная безопасность - состояние защищенности эксплуатационных процессов и процедур организации авиатранспортного производства.

В данном определении содержание понятия *авиационной безопасности* (так же как и в определении понятия безопасности полетов) не соотносится с классом авиастроения и в классе эксплуатации включает только признаки понятий авиатранспортного производства. Процессы и процедуры авиационной безопасности в структурированном содержании могут включать: а) защищенность полетов; в) защиты гражданской авиации от актов незаконного вмешательства (АНВ); с...i) любые другие определения понятий процессов эксплуатации воздушного транспорта. В частном случае два понятия: «защищенность полетов» как полетных операций и «защита от АНВ» во время полета могут рассматриваться как равнозначные, совпадающие. Понятие АБ также возможно использовать как родовое понятие, структурированного на классы [АБ: гражданская авиация, военная авиация, промышленная авиация, авиация общего назначения], каждая из которых определяется в процессах {БП, защита от АНВ, производственная, коммерческая, финансовая безопасность (защищенность)}.

Результаты. Выполнен анализ существующего проблемного поля ключевых понятий безопасности, их логическая оценка. Составлены новые определения безопасности, альтернативные нормативным определениям, рекомендованные международным авиационным сообществом. Универсальным основанием определений предлагается процесс организации производства авиации: авиастроения (авиаиндустрии) и эксплуатации летательных аппаратов. Данное основание обязывает необходимость применения термина «безопасность» только к процессам и процедурам эксплуатационной составляющей в авиации. Следствием данного вывода является недопустимость применения словосочетаний «безопасность летательных аппаратов», «безопасность авиатехники». Безопасными, то есть защищенными, можно называть процедуры, труд, но не средства труда. Технические объекты рассматриваются в понятиях теории надежности.

Выполнена идентификация предмета безопасности воздушного транспорта на основании родового понятия процесса организации производства: последовательность создания средств производства и их использование (эксплуатация). Новизна результата состоит в разработке важнейших определений авиации: «авиационная безопасность», «безопасность полетов», основанные на данном подходе. Практическая значимость результата состоит в создании новых оснований терминов технических стандартов безопасности техносферной деятельности.

### **7.3. Наблюдения безопасности**

Под наблюдением безопасности сложного объекта (ТК) понимается процесс оценивания и/или измерения частотности событий для исчисления величин защищенности и оптимизации выборов защищенности объектов и субъектов транспорта.

#### **7.3.1. Государственная концепция транспортной безопасности**

Государственная концепция транспортной безопасности определяет цели, задачи, принципы, ресурсные источники, основные мероприятия, временные рамки, устанавливает единый понятийный и терминологический аппарат в области транспортной безопасности, направлена на формирование системы (структура органов и организаций и их полномочия) обеспе-

чения транспортной безопасности [123]. Состояние транспортной безопасности оценивается следующими показателями. Годовое количество погибших в ДТП на 1000 автомобилей в России больше, чем в США в 8 раз, чем в Японии в 5 раз, чем в странах ЕС в 2-3 раза. С учетом того, что пассажирооборот автомобильного и железнодорожного транспорта сопоставим, а грузооборот в железнодорожном транспорте существенно больше, чем в автомобильном, очевидна экстраординарность причин аварийности и ущерба в автомобильном транспорте, табл. 33.

Таблица 33

Показатели транспортной опасности в Российской Федерации: 1992-2004

Ранг опасности	I	II	III	IV	V
Вид транспорта	Автомобильный	Воздушный	Промышленный	Водный	Железнодорожный
Число аварий	182360	30	1150	27	13
Число погибших	33240	126	37	17	14
Ущерб, млрд. руб	185	5,7	-	-	0,006

Тенденция изменения показателей транспортной безопасности за последние пять лет позволяет сделать вывод, что основные резервы улучшения транспортной безопасности в Российской Федерации требует автомобильный транспорт. Концепции достижение приемлемого уровня транспортной безопасности в Российской Федерации является чрезвычайно затратной задачей и требует финансовых расходов на государственное управление, капитальные затраты, подготовку кадров, НИОКР. Точный объем дополнительных затрат может быть рассчитан после проведения оценки уязвимости и категорирования и инвентаризации всех объектов транспорта. Эти работы оцениваются в сумму около 1,2 млрд. руб. Оценка совокупных затрат в России на обеспечение транспортной безопасности показывает, что освоение требуемых средств потребует сроков, превышающих один финансовый год, т.е. предполагает несколько ежегодных процедур формирования, принятия и реализации федерального и иных бюджетов. Соответственно, к моменту реализации этих процедур должны быть произведены оценки уязвимости, категорирования и инвентаризации, которые лягут в основу заявок в федеральный бюджет на обеспечение транспортной безопасности в соответствии с программами работ (федеральные целевые программы и функциональные расходы) и необходимостью полной реализации требуемых национальных затрат.

Более детально, оценка потребностей финансирования транспортной безопасности показывает, что потребность гражданской авиации России, включая государственные и частные авиапредприятия и аэропорты, в финансовых ресурсах для реализации новых международных требований составляет 34,4 млрд. руб., в ценах 2004 года. Инвестиционные проекты в транспортной и дорожной отраслях являются долгосрочными: от пяти до 25 лет [120, 121]. Исследования показывают, что методологии расчетов подобных проектов крайне сложны и не совершенны. В связи с этим, расчеты потребности в дополнительных национальных затратах на обеспечение транспортной безопасности могут быть под вопросом.

### **7.3.2. Статистическое ранжирование опасности видов транспорта**

Официальная статистика воздействует на общественное сознание и может создавать искаженные представления и знания о той или иной деятельности. Данные нашего исследования и выводов о реальной опасности полетов отличаются от распространенных утверждений и показателей. Пример: «Воздушный транспорт продолжает оставаться самым безопасным видом транспорта, однако, данный факт – не повод для самоуспокоения»<sup>52</sup>. Подобные декларации содержатся практически во всех документах международных организаций гражданской авиации, цитируются национальными стандартами, в многотиражных изданиях, например в [37], и особенно продвигаются в общественное сознание средствами массовой информации в виде мифов. Эти заявления столь часты, что не подвергаются сомнению, еще и потому, что провозглашаются от «высшего руководства» международных сообществ. Чаще всего утверждается, что поездка на автомобиле намного опаснее полета на самолете. Это утверждение основано на простом расчете: количество аварий или жертв, поделенных на расстояние. В соответствии со сложившейся классификацией в разных странах приводятся сравнительные данные об аварийности на разных видах транспорта. Общественная оценка риска на разных видах транспорта осуществляется двумя путями: (1) статистика происшествий в меру ее достоверности и в меру нашей осведомленности об этих данных; (2) восприятие личным и общественным сознанием безопасности поездки при принятии решения. Статистику составляют государственные, ведомственные и исследовательские структуры, заинтересованные в регулировании и наличии истинных данных для анализа. Восприятие риска сознанием осуществляется иррационально и, как правило, значительно отклоняется и не согласуется с уже несомненными фактами. Вместе с тем и то и другое требует переосмысления и исследования. Исследуем, насколько обоснованы методы установления опасности видов транспорта.

Мировую практику выяснения причин происшествий можно определить как моделирование опасности, в результате чего получают спектр факторов, которые позволяют принять стратегические решения по предупреждению происшествий. Существующая систематика количественного исчисления аварийности транспорта насчитывает десятки параметров по масштабам измерений, типам машин, видам транспорта, единицам измерений. Эти расчеты имеют смысл для частных решений и задач. Нормативное поле

---

<sup>52</sup> Исполнительное письмо высшего руководства ICAO, IATA, IFALPA - Руководство FRMS, 2011

безопасности в разных отраслях формировалось относительно автономно в понятиях, называемыми сложными техническими системами (СТС), техногенными чрезвычайными системами (ТЧС) или транспортными системами (ТС) с добавлением наименования вида транспорта. Наименования событий опасности, показателей ущерба по видам транспорта не имеют согласованности, табл. 34.

Таблица 34

Опасность транспорта

Вид	Событие	Содержание	Показатели ущерба
Автомобильный	Дорожно-транспортное происшествие (ДТП)	Столкновение с транспортом, препятствием, наезд на пешехода, опрокидывание, возпламенение	Количество ДТП. Количество жертв, раненых Материальный ущерб
Железнодорожный	Нарушение безопасности движения (НБД)	Крушение, авария, столкновение поездов, сход с рельсов	Количество крушений, аварий, сходов. Количество жертв, раненых. Материальный ущерб
Водный внутренний	Авария	Столкновение, удар, затопление, посадка на мель, повреждение	Количество аварий. Количество жертв, раненых. Материальный ущерб
Морской	Аварийный случай (АС)	Кораблекрушение, авария, аварийный случай	Количество кораблекрушений, аварий. Количество жертв, раненых. Материальный ущерб
<i>Воздушный</i>	<i>Авиационное происшествие (АП)</i>	<i>Катастрофа, происшествие, предпосылка</i>	<i>Количество АП. Количество жертв, раненых. Материальный ущерб</i>
Городской электрический	Происшествие		Количество происшествий Количество жертв. Материальный ущерб
Промышленный	Авария		Количество аварий. Материальный ущерб

Для выполнения анализа сравнительной опасности видов транспорта представлены данные Госкомстата РФ 1992-1998 гг.: статистика по пяти видам транспорта и пяти показателям, табл. 35.

Таблица 35

Опасность транспорта. Данные Госкомстата РФ, 1992-1998 гг.

Показатели: А - объем пассажирских перевозок, млн чел.; Б - пассажирооборот, млрд. пкм; В - число погибших, чел.; Г - число погибших на 1 млн перевезенных; Д - число погибших на 100 млн пкм.

Вид		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Автомобильный	А	41830	41490	39931	38994	39420	39992	39460	40159,57
	Б	277,3	258,9	248,3	241,5	234,4	232,6	225,6	245,51
	В	36471	37120	35600	32800	29500	27700	29000	32598,71
	Г	0,872	0,895	0,891	0,841	0,748	0,693	0,735	0,81
	Д	13,15	14,45	14,34	13,58	12,58	11,91	12,85	13,27
Железнодорожный	А	2372	2324	2062	1833	1663	1600	1471	1903,57
	Б	253,2	272,2	227,1	192,2	181,2	170,3	152,9	207,01
	В		7	24	17	20	2	6	10,86
	Г		0,003	0,012	0,009	0,012	0,001	0,004	0,01
	Д		0,002	0,01	0,009	0,011	0,001	0,004	0,01
Воздушный	А	63	42	34	32	28	26	23	35,43
	Б	117,7	83,2	72,3	72,7	64,5	61,5	55,5	75,34
	В	209	222	310	175	219	80	37	178,86
	Г	3,32	5,28	9,12	5,47	7,82	3,08	1,61	5,10
	Д	0,18	0,27	0,43	0,24	0,34	0,13	0,07	0,24
Речной	А	44	40	28	25	18	24	18	28,14
	Б	1,9	1,6	1,2	1,1	0,9	0,9	0,8	1,20
	В	10	16	23	1	5	10	3	9,71
	Г	0,23	0,42	0,82	0,04	0,28	0,42	0,17	0,34
	Д	0,53	1	1,92	0,09	0,55	1,11	0,37	0,80
Морской	А	9	6	4	3	2	1,5	1,3	3,83
	Б	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1	0,03	0,03	0,21
	В	2	30	2	1	2		1	5,43
	Г	0,22	5	0,5	0,33	1		0,77	1,12
	Д	0,4	10	0,67	0,5	2		3,33	2,41

Рэнкинг опасности видов транспорта. Метод показывает важность оснований классификаций для вывода достоверных величин состояний объектов: в данном случае – состояния безопасности ТК. Выполним расчет опасности на сравнении относительных показателей использования видов транспорта, например, числа погибших, приходящихся на число пе-

ревозенных пассажиров. Сделаем выборку в трех показателях: а) число погибших, чел.; б) число погибших на 1 млн. перевезенных; с) число погибших на 100 млн. пкм. Построим ранжирование<sup>53</sup> опасности  $R_{D_i}^j$  j-го вида транспорта по i-му показателю:

$$R_{D_i}^j = \min N_i^j(i, \dots, n) \quad \{138\}$$

где  $N_i^j(i, \dots, n)$  натуральное число j-го вида транспорта по i-му показателю. За рассматриваемый период выведены средние значения, табл. 36.

Таблица 36

Ранжирование опасности видов транспорта

Транспорт	Ri	Показатели	Среднее	Ra	Rb	Rc
1	2	3	4	5	6	7
Автомобильный	a	Число погибших, чел.	32598,71	1		
	b	Число погибших на 1 млн перевезенных	0,81		3	
	c	Число погибших на 100 млн пкм	13,27			1
Воздушный	a	Число погибших, чел.	178,86	2		
	b	Число погибших на 1 млн перевезенных	5,10		1	
	c	Число погибших на 100 млн пкм	0,24			4
Железнодорожный	a	Число погибших, чел.	10,86	3		
	b	Число погибших на 1 млн перевезенных	0,01		5	
	c	Число погибших на 100 млн пкм	0,01			5
Морской	a	Число погибших, чел.	5,43	5		
	b	Число погибших на 1 млн перевезенных	1,12		2	
	c	Число погибших на 100 млн пкм	2,41			2
Речной	a	Число погибших, чел.	9,71	4		
	b	Число погибших на 1 млн перевезенных	0,34		4	
	c	Число погибших на 100 млн пкм	0,80			3

Распространенное утверждение о том, что полет на самолете во много раз безопаснее, чем поездка на автомобиле, основывается на абсолютном

<sup>53</sup> Ранжирование по одному показателю (основанию) называют *ранжированием*.

числе жертв и количестве жертв, приходящихся на параметр расстояния - пассажиро-километры, пкм (пассажиро-мили, пм). Выполненные расчеты показывают, что по числу погибших ВТ занимает *второе* место по опасности. По числу погибших на 1 млн перевезенных воздушным транспортом пассажиров занимает *первое* место по опасности. По числу погибших на 100 млн пкм ВТ занимает *четвертое* место по опасности.

Мотивация потребителя содержится в *причине поездки*, в оценке рисков, в оценке преимуществ видов перемещения и расходов. Расходы и преимущества по видам транспорта оцениваются относительно просто. Причина поездки и оценка риска являются сложными и главными факторами принятия решения о поездке, что и показывают статистические данные. Следовательно, наибольшие частоты поездок на автотранспорте являются совокупностью оценивания риска и мотивации поездок, несмотря на абсолютные наибольшие показатели потерь и ущербов. При сравнении по числу перемещений на автомобиле и на самолете риск оказывается примерно равным: один-два страховых случая на миллион поездок туда и обратно.

Представляется, что наиболее обоснованным показателем для сравнения является отношение ущерба к общему объему выполненной работы в соответствующих единицах исчисления. В данном случае, это число жертв на число перевезенных людей. Если исходить из определения опасности полетов, то другим важным показателем исчисления безопасности следует принять меру ущерба на полёт. Кроме того, психологическое восприятие опасности людьми определяет значимость третьего показателя, называемого субъективной вероятностью. Данный показатель выводится на статистике 10-15% снижения коммерческой загрузки аварийных рейсов.

### 7.3.3. Глобальные наблюдения опасности полетов



Рис. 38. Карта АП на млн. вылетов

Исследования и разработки современных методов управления безопасностью и экономической эффективностью в мировой практике воздушного транспорта направлены на выявление так называемых факторов опасности

(ФО) и установление авиационных событий (АС), расследование авиационных происшествий (АП) и исследование их статистики. Данный подход основан на причинной (каузальной) логике установления связей причин и следствий исходов деятельности, называемые авиационными событиями. Данные логики имеют неопределенные выводы и наименования неклассических, парадоксальных логик, основанные на ограниченности знаний, нечеткости объектов предметного мира. Каузальная логика называется также псевдофизической логикой и считается теоретически слабо проработанной [91].

Глобальные наблюдения опасности полетов охватывают большой масштаб деятельности в течение долговременных периодов времени. Базой глобальных наблюдений является прошедшее время. Тип оценки – статистические абсолютные. Показатели: число полетов, число человеческих жертв, катастроф (АП). Международные аналитические обзоры представляют глобальные наблюдения в виде карты мира с коэффициентами аварийности. Публикуемые данные за один и тот же период нередко различаются. Образец обзора: FSF ALAR Tool Kit – Руководство по ALAR, 2003, рис. 38.

Таблица 37

Количество авиационных происшествий на один миллион полетов

Периоды:	1959-1992	1980-1989	1980-1996	1992-2001	1992-2001	1992-2001
№	1	2	3	4	5	6
Источники:	Разные	[204]	[65, 173]	[173]	<i>BOEING</i> <sup>54</sup>	FSF
Сев. Америка	1,3	0,61	0,13	0,4	0,4	0,4
Лат. Америка	4	4	1,65	2,7	3,1	3,1
Европа, JAA <sup>55</sup>			0,16	0,6	0,7	0,7
Европа без JAA	2,7	0,84	1,64	2,7	3,0	3,0
Африка	5,3		2,43	10,7	12,4	12,4
Ср. Восток	2,1			3,1	3,4	3,4
Азия	5,9	3,85		2,3	2,6	2,3
СССР (СНГ)				10		10
Китай				0,9	1,1	0,9
Океания	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
В мире:	3,55	2,325	0,43	1,1	1,3	1,1

<sup>54</sup> ВС западной постройки.

<sup>55</sup> JAA – Объединенное авиационное ведомство европейских стран.

В настоящей работе составлен свод карт АП из нескольких источников глобального наблюдения безопасности полетов за разные периоды. Различение данных говорит о несогласованности учета между странами и международным авиационным сообществом. Данные показывают состояние ресурсов управления воздушным транспортом в том или ином регионе. Интерпретация данных требует специального исследования влияния неполноты и неточности сбора и учета данных, кросскультурных, инфраструктурных, методологических факторов наблюдения безопасности, табл. 37.

В работе [172] «Q-статистика», показатель вероятности гибели любого пассажира севшего в любой самолет  $Q_N$  определяется как отношение суммы коэффициентов выживания  $V_i$  к общему количеству  $N$  полетов в рассматриваемый период статистической выборки:

$$Q_N = \sum_{i=1}^N V_i / N \quad \{139\}$$

Коэффициент выживания  $V_i$  определяется в процентах выживших в катастрофе людей к общему числу находившихся на борту ВС. По статистической выборке 1987-1996 годов США в 14,7 млн. полетов с 15 катастрофами вероятность угодить в катастрофу рассчитана равной одному человеку на 7 млн. полетов. Это равнозначно ежедневным полетам какого-либо пассажира в течение 19 тысяч лет. В исследуемый период American Airlines и TWA не имели потерь и не попали в статистику. В развитых странах показатель на международных авиалиниях оказался выше почти в три раза, чем в США. В течение десятилетий цитируется низкая аварийность Австралии и Океании. Однако там отмечается и низкая интенсивность авиаперевозок. Показатели безопасности после длительной безупречной деятельности могут быть «испорчены» на последующий большой период только одной катастрофой. Метод Q-статистики в представленных данных показывает недостаточность выборки и может демонстрировать большую достоверность при ее увеличении, табл. 38.

Таблица 38

Глобальная статистика опасности полетов

Число млн. полетов на одну жертву	Авиалинии	
	внутренние	международные
США	7	1,5
Развитые страны	-	4
Развивающиеся страны	0,5	0,4

#### 7.3.4. Модели и программы безопасности полетов

*Модель SHELL* (Э. Эдвардс – Ф. Хоукинс, 1972). Аббревиатура SHELL (вариант, SHEL): S (software) - правила, информация, руководства, наставления; H (hardware) – машины и оборудование; E (environment) - внешняя и внутренняя среда деятельности компонент SHL; L (liveware) - взаимодействия экипажа и людей на рабочих местах (внешняя L). Модель SHELL является одной из самых распространенных и иллюстрирует интерфейсы между каждой из составляющих со всеми другими компонентами транспортного комплекса [204].

Программа NOSS (Normal Operations State Situations). Обследование состояния безопасности полетов при работе в нормальных условиях. Преобладающими методами обследования состояния безопасности в истории авиации были акценты на граничные стороны деятельности и выявлении рисков. В последнее время возникла концепция сбора данных, основанных на наблюдении нормальной деятельности. Данная тенденция только намечается. Представляется, что станет это наиболее перспективной теорией и практикой управления безопасностью. Одним из первых вариантов подобной практики является программа LOSA [159].

Программа LOSA (Line Operations Safety Audit). Аудит безопасности линейных операций. Проект финансируется FAA с 1994 года и выполнялся в университете Техаса группой разработчиков во главе с Р. Хелмрайхом. Суть программы заключается в наблюдении работы экипажа в реальных полетах экспертом, который присутствует на борту на откидном сиденье по приглашению и с согласия капитана воздушного судна. Получаемые данные собираются анонимно без указания имен пилотов, номера рейсов, даты или любые другие данные, по которым можно было бы идентифицировать конкретный экипаж. Это обеспечивает высокий уровень защиты от пеницитарной практики. Пилоты и эксперт-наблюдатель подписывают специальное соглашение. В качестве экспертов используются обученные методике LOSA наблюдатели, отставные пилоты. Данные собираются, проверяются на достоверность для составления аналитических отчетов. Программа является хорошо зарекомендовавшим себя методом выявления опасных факторов и выработки стратегий их устранения применительно к нормальным условиям работы в кабине экипажа. Путем наблюдения за обычной работой можно многое узнать об успешно используемых пилотами приемах блокирования угроз, ошибок и нежелательных состояний [159].

Программы объективного контроля. Регистрация полетных данных FOQA (Flight Operational Quality Assurance) банки доверия. В основе этого подхода лежит заключение о том, что большая часть истинной информации, находится в реальных процедурах и скрыта от анализа. Программа FOQA разрабатываются FSF с 1989 года. Основная цель программ – получение полетной информации разных авиаперевозчиков с помощью переносных устройств при добровольной и конфиденциальной записи. Чтобы получить эту информацию, нужно мотивировать экипаж предоставлять ее. Были установлены критические пороговые значения для каждого регистрируемого параметра. При превышении какого-либо параметра полета экипаж приглашался для исследовательского интервью с целью выявления общих опасных трендов летной практики и последующей безымянной их публикации. Данные используются для составления объективного и беспристрастного анализа. Отчеты доступны только официальным лицам и членам FSF [159].

Банки доверия. Экипажам предложено добровольно сообщать об отклонениях в полетах. Так была положена основа для систем добровольных сообщений или банков доверия. Можно поставить вопрос об *объективности* объективного контроля систем записей параметров полета, используемых затем для оценки уровня навыков пилотов. Поведение человека в кабине находится в очень сильной зависимости от факта, что самописцы записывают все его полеты и расшифровывают независимо от его воли и жела-

ния. Подобный контроль разрушающим образом действует на интуитивный творческий слой профессиональных навыков, делает их структуру жесткой, непригодной для сложных ситуаций опасности. На практике, если и удается выйти из критической ситуации, то с использованием несравненно больших ресурсов экипажа. Успех этой программы основан на конфиденциальном, уважительном отношении к личности, к пилоту, к экипажу. При обнаружении отрицательных отклонений воздействию подвергаются не пилоты, а стандарты, процедуры подготовки, принятые в авиакомпании. Объем и структура фактических происшествий очень сильно отличаются от выявленных на основе банков доверия.

Концепция факторных переходов. В концепцию этой модели заложено выявление ограниченного числа причин (факторов) происшествий. Большая часть происшествий сводится к трем-пяти факторам (Международный симпозиум по безопасности полетов, 1985, США). Здесь приводятся данные из трех независимых источников, табл. 39.

Таблица 39

Авиационных происшествий / число факторов						
Число факторов	1	2	3	4	5	$\Sigma$
Число источников						
1	28%	28%	24%	11%	9%	100%
2	33%	27%	20%	13%	7%	100%
3	28%	54%	14%	4%		100%

В работе [139] явление факторных переходов и общая теория процессов дает возможность разработать программу выхода на нулевой уровень аварийности по человеческому фактору в глобальном авиатранспортном процессе. Программа выполнена в двух вариантах и состоит из двух частей - основной, в которой анализируются полеты, не получившие замечаний авиаспециалистов, и вспомогательной, в которой анализируются авиакатастрофы, аварийные ситуации и т.д. Методология программы - процессный анализ. Явление факторных переходов показывает, что кроме известного явления действия факторов, фиксируемого в большинстве научных направлений классификациями факторов, в процессах существуют неизвестные ранее механизмы факторных переходов, которые учитывают взаимодействие факторов как *causa finales* (конечную причину) изменений. Научное значение обнаруженного и заявляемого автором явления состоит в том, что оно вносит коренные изменения в представления о природе полифакторных процессов.

Наблюдение процесса полета. Структура процесса полета различается по времени, по высоте полета, по рабочей нагрузке. Процесс для тяжелых воздушных судов, для авиации общего назначения и для военной авиации различаются. Аварийность авиации общего назначения выше, чем коммерческой. Структура соотношений долей происшествий на доли времени по этапам полета также различаются. В 1980-х годах доля происшествий на посадке определялась в 30 процентов [151], а после 2000 года - в 45 процентов [193]. Эти обстоятельства затрудняют статистический учет

и анализ. Мы составили аппроксимированные данные из нескольких источников примерно за 30-летний период, табл. 40.

Таблица 40

Аварийность vs этапы полета

Этапы	Руление	Взлет	Набор	Маневры	Маршрут	Снижение	Подход	Заход	Посадка
А	2	24	6	3	5	7	10	24	19
Б	1	1	3	1	75	10	5	3	1
	<i>Вылет</i>			<i>Маршрут</i>			<i>Прилет</i>		
<i>А</i>	32			15			53		
<i>Б</i>	5			86			9		
А – доля АП, %; Б - доля полетного времени, %;									

Средняя продолжительность полетов принята в полтора часа, что соответствующая региональным полетам. Структура процесса (этапы) полета: 1) руление перед взлетом и после посадки, загрузка, парковка; 2) взлет; 3) подъем, начальный набор до уборки закрылков; 4) набор до высоты маршрута; 5) маршрут на крейсерской высоте полета; 6) маневры, отнесенные к маршруту; 7) снижение; 8) первоначальный подход; 9) заход на посадку; 10) посадка: выравнивание, приземление, пробег. Диспропорция аварийности по этапам полета выявлена давно. На продолжительность летного времени вылета и прилета в 14% приходится 75% АП. В настоящее время исследование процесса проводится в рамках программы CFIT.

Модель HFACS (The Human Factors Analysis and Classification System). Классификационная система анализа человеческого фактора - модель Д. Ризона (J. Reason, 1990), Манчестерский университет. Модель позднее была переработана Шепелом и Вигманом (Shappell & Wiegmann, 1997) в классификационную систему анализа человеческого фактора [195]. Поскольку модель стала наиболее цитируемой, декларируется ИКАО в рекомендуемых руководствах по безопасности полетов, рассмотрим ее более подробно. Модель содержит четыре уровня. Неудачная деятельность активно и явно проявляется на одном уровне – в виде опасных действий, и на трех уровнях – в скрытых латентных формах: условиях, контроле и организационных влияниях. Возможные сквозные бреши уровней управления деятельностью могут привести к неудачным результатам, авиационным происшествиям, что автор концепции метафорически представляет в виде «швейцарского сыра». В классификации каждый из четырех уровней структурируется в следующем образом. Опасные действия (ОД) делятся на (1) ошибки: а) решений; б) навыков; в) восприятия и (2) нарушения: обычные и исключительные. Опасные действия являются следствием скрытых предусловий опасных действий (ПОД), которые состоят из: (1) нестандартных условий оператора (НУС): а) нарушения ментальных состояний; б) нарушения физиологических состояний; в) физико-ментальных ограничений и (2) нестандартной практики оператора: а) дефицит управления ресурсами экипажа; в) персональной неготовности. НУС являются следствием также скрытого уровня ненадежного контроля (НК): а) неадекватного контроля;

б) несоответственно планируемые операции; в) неспособность к коррекции проблем; г) нарушения контроля. Наконец, самый глубокий уровень организационных влияний (ОВ) состоит: а) управление ресурсами; б) организационный климат; в) организационный процесс. Модель стала основой для разработки концепции CFIT (controlled flight into terrain) столкновение с землей в контролируемом полете. Оригинальная модель переработана автором данной работы и представлена в едином рисунке, рис. 39.

Компоненты модели крайне неоднородны. Начиная с уровня ОД, в делении на ошибки и нарушения, нарушения могут быть следствием ошибок и наоборот. Ошибки решений, восприятия, и навыков столь синтезированы, что их деление и экспертная идентификация на практике создает непреодолимые сложности. Например, восприятие человека зависит от опыта и состояния навыков. Решения принимаются после суждений, часто мгновенных умозаключений в процессе непрерывных восприятий и также в зависимости от навыков. Наконец, эффективное практическое использование модели предполагает, что пользователи сравнительно одинаково обнаруживают факты, идентифицируют их и соотносят с соответствующим уровнем отказов, согласованно отличают ошибки от нарушений и делают много другое, что требуется для управления.

Модель Человек-Машина-Среда (ЧМС). Самая распространенная модель исследования опасности полетов. Данные наблюдений составлялись с 1985 года из многочисленных источников и многократно уточнялись [88]. ЧМС, %: ЧЕЛОВЕК: пилот -70, авиадиспетчер - 15, авиатехник - 10, другие - 5; МАШИНА: фюзеляж - 52, двигатель - 31, системы - 14, приборы - 3; СРЕДА: птицы - 8, авиатерроризм - 1, другие - 1, метеоусловия - 90: ограничение видимости - 60, гроза - 20, сдвиг ветра - 8, низкая облачность - 8, обледенение - 2, табл. 41.

Уточнения сводились к увеличению доли компоненты, связанной с участием человека в деятельности транспортного комплекса, за счет выявления опосредованных человеческих ошибок в компонентах «машина» и «среда» и переноса их в компоненту причин «человеческий фактор». Возможен и обратный перенос. Пример - феномен «сдвиг ветра» wind shear, относительно недавно изученный как метеофактор внешней среды. В прежние времена, в случае неприятности считали, что «летчик не справился с управлением», что относили к человеческому фактору.

В настоящее время данные можно демонстрировать как пример непродуктивного наблюдения. Вообще, определение предмета среды и историческая статистика АП сводились в основном к факторам физического пространства. Лишь в последние десятилетия среда рассматривается как совокупность природного, экологического, экономического, технологического, социального, правового окружения. Подобное описание среды не вписывается в предмет ЧФ.

# Классификационная система анализа человеческого фактора

The Human Factors Analysis and Classification System HFACS (Reason 1990, Shappell & Wiegmann 1997 )

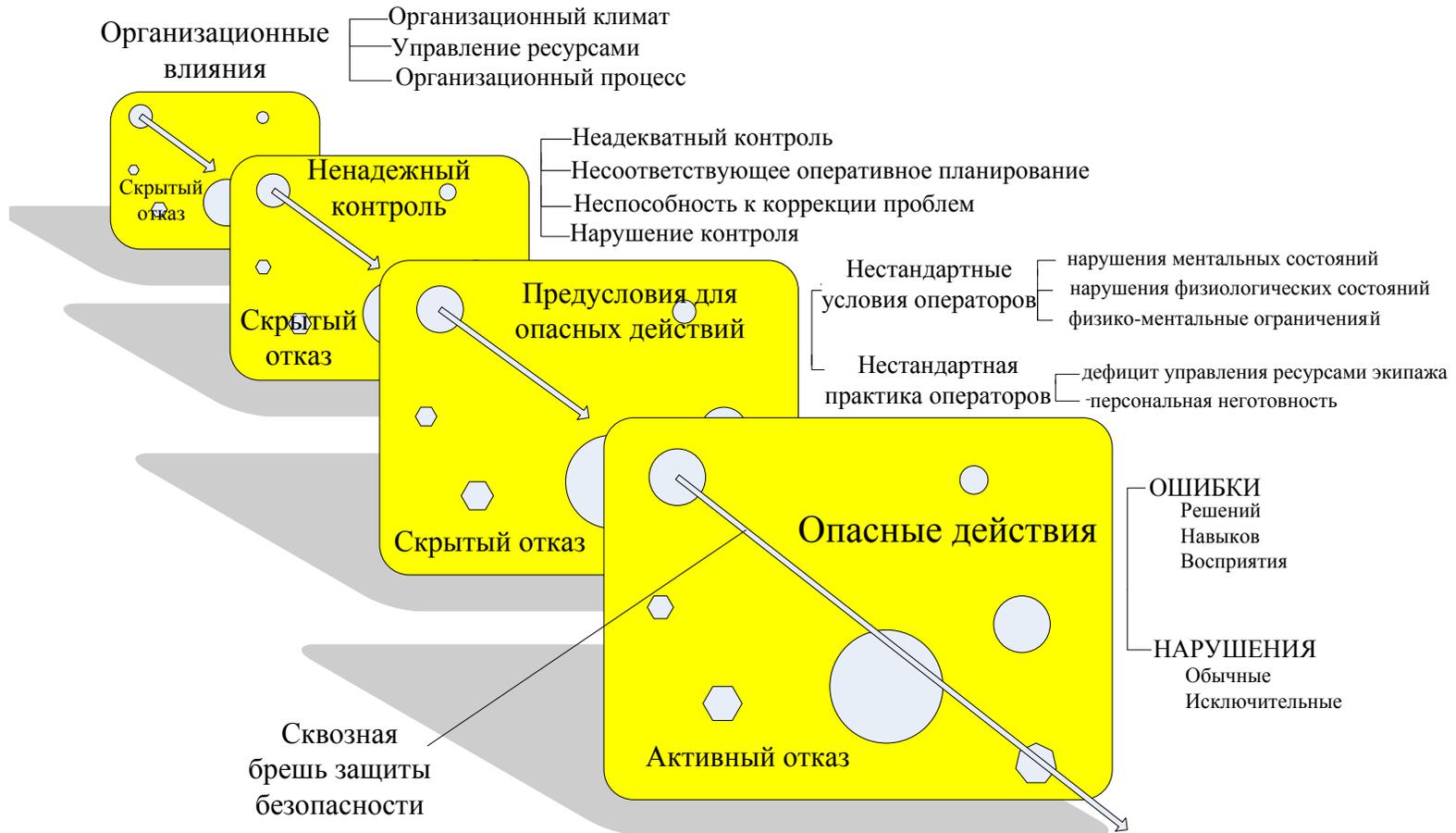
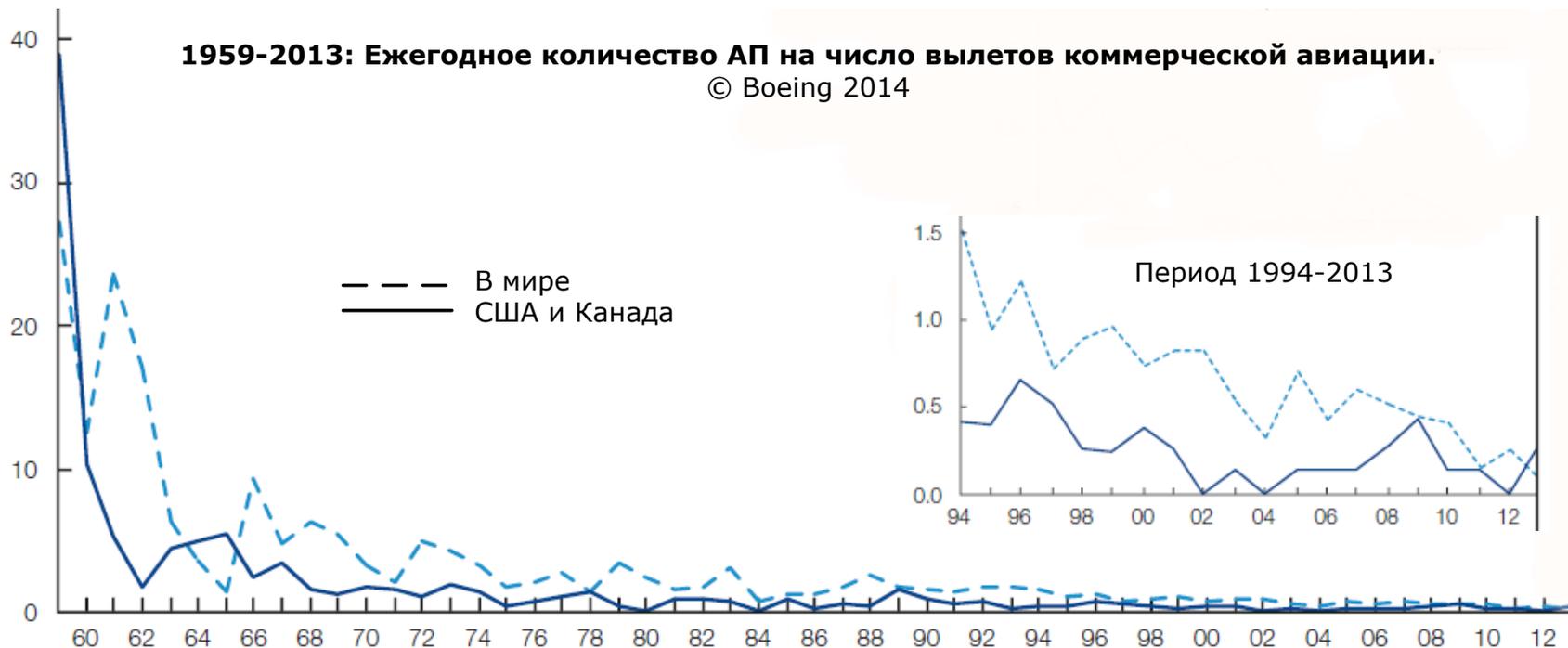


Рис. 39. Модель HFACS



**Прорывы в авиации 1900-2000**

Конструирование монопланов - Металлические конструкции - Реактивные двигатели - Резервирование систем - Внедрение автопилота - Инструментальные полеты - Комплексные тренажеры - Аэробусы - Композиты - Организационные меры



Исчерпание концепции авиации на принципе скоростного напора и углеводородного топлива:

**Полвека нет прорывов: «плато безопасности»**

Несостоятельность концепции «Человек - Машина - Среда»:  
 Количество происшествий сокращается - Доля «человеческого фактора» растет.

Рис. 39. Глобальное «плато опасности» полетов

Таблица 41

Модель «Человек-Машина-Среда»

 Человек 70%	70%	Пилот 70% Авиадиспетчер 15% Авиатехник 10% Другие 5%
 Машина 20%	20%	Фюзеляж 52% Системы 14% Двигатель 31% Приборы 3%
 Среда 10%	10%	Метеоусловия, в том числе: 90% – ограничение видимости 50% – гроза 20% – обледенение 2% – низкая облачность 8% – сдвиг ветра 8% Птицы 8% Авиатерроризм 1% Другие 1%

Доля «человеческого фактора» постоянно увеличивается за счет выявления опосредованных «ошибок человека» в долях компонент «машина» и «среда». Сохранение большой доли человеческой ошибки в структуре причин происшествий приводит к выводу о непродуктивности системологической классификации деятельности. Выравнивание глобальной кривой в последние 50 лет - «плато (без)опасности» свидетельствует об исчерпании ресурса существующей концепции транспорта и всего аэрокосмического мегакомплекса. Технологические ресурсы проектирования летательных аппаратов (ЛА) тяжелее воздуха и силовых установок на традиционных видах топлива исчерпаны. Качественная оптимизация деятельности в истории авиации была возможна благодаря ряду технологических прорывов. Феномен аварийности за исторический период иллюстрируется глобальной кривой опасности: (источник Boeing, комментарий наш Н.П.) рис. 39.

*Международные стандарты безопасности.* Стандарты безопасности ИКАО [105, 106, 107] предписывают разработку и внедрение систем управления безопасностью полетов (СУБП), организацию разработки государственной программы по безопасности полетов (ГПБП). В связи с рекомендациями SARP's РУБП ИКАО нужно принимать «заявление о политике в области безопасности», а также в других функциях бизнеса. Подобные предписания представляются наивными декларациями и похожи на «социалистические обязательства» нашего недавнего прошлого или уже «капиталистическими обязательствами». Содержание стандартов соотносится с дисциплинами: транспорт, управление, психология, системология, менеджмент, стратегическое управление, основы бизнеса, информационные технологии. Данный набор дисциплин без специального образования состав-

ляет непреодолимые препятствия для понимания практиков воздушного транспорта. Трудности понимания СУБП и ГПБП сводятся к необходимости разрабатывать технологии наблюдения безопасности полетов и абсолютно всех процессов, которые направлены на обслуживание конкретного полета. Для этого специалисту по безопасности нужно иметь квалификацию и компетенцию владельцев данных процессов. Это понимание отсутствует в стандартах ИКАО.

Бизнес любой компании осуществляется в структурированных функциях: маркетинг, коммерция, производство, логистика, администрирование, управление персоналом, информационные технологии и других. Цель авиакомпании не в «безопасном полете», как объявляют пассажирам перед вылетом, не в «получении прибыли», как утверждается в типовом уставе законодательства. Безопасность полетов является функцией производства. Создавая стандарты эффективной и безопасной деятельности необходимо описывать последовательно цели в терминах эффективности и безопасности всех и каждой функции, а не только производства. Эффективно выполняемые функции бизнеса поглощают содержание безопасности. В крупных авиакомпаниях РУБП может разрабатываться специалистами, имеющими компетентность в дисциплинах, указанных в начале. В малых авиакомпаниях могут применяться заимствованные адаптированные варианты руководств. Разработка ГПБП возможна через организованные НИР с участием исследователей и практиков разных.

### **7.3.5. Каузальная модель безопасности воздушного транспорта**

Наименование рассматриваемой здесь модели - каузальная модель безопасности воздушного транспорта Causal Model for Air Transport Safety (CATS)<sup>56</sup>. В модели CATS сформированы 33 типовых сценария возникновения событий (АП). Наименование сценария совпадает с наименованием инициирующего события, но считается не обязательно тождественно ему. Сценарии различаются по уровням риска – по серьезности исходов. Для формирования используются базы данных Международной организации гражданской авиации International Civil Aviation Organization (ICAO) за 15 лет. Они включают все этапы полета. Так формируется модель прогнозирования. Вероятности рассчитываются на плотностях событий мировой статистики. Если груз воспламеняемый, то его перевозка увеличивает начальную вероятность на 4,5 порядка. Чтобы установить защиту, нужно внести в дерево отказов дополнительные барьеры. Шкалирование вероятностей основано на расчете вероятности того, что может случиться событие, основанное на БД. Экспертизой постоянно занимаются несколько человек. Их задача в отношении модели: соединить (1) уже введенные в БД известные данные (знания), с (2) новыми данными, которые нужно интерпретировать. Как знания они не известны. Чем ближе (1) и (2), тем важнее считается ответ. Модель прогнозирования предполагает быть адаптируемой к условиям пользователя и объекта (авиакомпания), в которой могут выявляться факторы повышенного (пониженного) риска. Например, если полеты авиакомпании имеют направления с посадками в горной местности, то для модели используется БД «Рельефы местности». Модель является прототипом, которая сформирована на мировой эмпирике и постоянно подстраивается под

<sup>56</sup> CATS: [www.nlr-atsi.nl/fast/CATS](http://www.nlr-atsi.nl/fast/CATS)

условия пользователя. Модель используется до полета, после полета, после серии полетов и периодов (год), когда проводится ее адаптация, вносятся изменения. Модель меняется с внесением новых факторов опасности (ФО). Для расчета стоимости рисков используются данные страхования. Последовательность расчетов: стоимости рисков – расчеты защиты – затраты на защиты – задаваемый уровень – решения управления риском. Концепция деревьев событий основана на том, что последовательности от некоторых ФО до события АП устойчивы и их «треки» как сценарии также можно отслеживать. Проверим это в мысленном эксперименте.

Эксперимент расследования АП. Составим мысленный эксперимент события: посадка ВС на ВПП с предельно допустимым коэффициентом сцепления (ПДКС). Мы не знаем исход события, которое мы намерены предотвратить. В целом, если обледенела ВПП, то это безусловный ФО и садиться нельзя и ПДКС может быть назван как «главная причина» возможного АП. Но исходом полета и посадки может быть событие: а) посадка без выкатывания; б) выкатывания без последствий; в) выкатывание с незначительными проблемами (самолет увяз в грязи, но цел); г) выкатывание с поломкой шасси...; и) выкатывание с разрушением и жертвами – АП. То есть ФО устанавливается как совершенно определенный, а риски оказываются нечеткими в исходах события, ущербы многообразными. Далее, установим в нашем мысленном «расследовании» непосредственную причину и ФО «несбалансированный заход на посадку». Обозначим кратко (НЗП). Его варианты: а) глиссада по высоте «выше-ниже», глиссада по курсу «слева-справа», скорость «больше-меньше», заход «инструментальный-визуальный», кто пилотирует «слева-справа», «КВС-второй пилот». Можно добавить еще столько же параметров. Вопрос: как точно идентифицировать НЗП как ФО? В этом – основная уязвимость концепций «деревьев», «сетей», «цепей».

В существующей практике расследования техногенных происшествий, аварий, катастроф используются теории «причинно-следственных связей» для установления инициирующего события и последующих событий, выстраиваемых в цепи. Считается, что цепи событий имеют детерминированный логический характер и число цепей конечно. На основании эвристических суждений в расследовании устанавливаются причины происшествия, которые называют как «непосредственная» и «главная». После того, как причины считаются установленными, разрабатываются планы и мероприятия для последующего предупреждения подобных событий. В действительности, данные мыслительные процедуры являются не причинно-следственными, а следственно-причинными, поскольку суждения выстраиваются от следствия к причине. По нашему мнению, предмет расследования техногенных происшествий не может изучаться в области классической логики. Модель HFACS, как и другие эмпирические модели – ЧМС, SHELL, пригодны для общего представления деятельности транспортного комплекса. Они не могут использоваться для количественного исчисления. Концепции цепей и деревьев событий на положениях классической логики требуют установления причин и следствий приемлемой четкости. Однако размытые связи элементов являются препятствием для целей и задач, которые ставят исследователи и разработчики данных моделей.

Фундаментальная проблема состоит в том, что в каузальной логике путь от причины к следствию относительно четкий, а от следствия к причине – крайне нечеткий. Преодоление данной проблемы частично возможно псевдофизической логикой высказываний. В области определения [нечеткость-четкость] составляется последовательность слов с модальными значениями от правдоподобия к достоверности – класс причин. Наименованиям приписываются числовые значения для количественного оценивания. Пример: объект – транспортное средство, событие – авария. Экспертное оценивание причины отказа транспортного средства: 1 - правдоподобная, 2 - возможная, 3 - вероятная, 4 - убедительная, 5 - определенная. Данный подход используется в разработке матриц риска.

Мировое авиационное сообщество продолжает практиковать реагирующий стиль, несмотря на декларации о «проактивном управлении безопасностью». Действительно то, что называется профилактикой и прогнозированием авиационных происшествий, является не более чем реагирование на будущие негативные события – реагирующим наблюдением опасности. Даже такие программы как NOSS, LOSA демонстрируют данную стратегию. Сторонний эксперт в экипаже на борту ВС наблюдает не лучшие образцы работы экипажа, что может быть еще более улучшено, а «что происходит не так, как надо» и может быть устранено, исключено. Проблема состоит в том, что полиструктурная модель деятельности любой организации отображается сложностью, описание которой чрезвычайно затруднительно составить формальными методами и средствами. Разрабатываемые методы и технологии ведутся в структурировании, классифицировании ФО и АС, которые трудно нормализовать, стандартизировать. Ведется поиск связей между произвольно составляемыми ФО, с одной стороны, и нечеткими классификациями АС (АП) с другой стороны.

### **7.3.6. Расчеты стоимости безопасности**

Ущерб от АП оценивается следующим образом. Потеря воздушного судна оценивается как половина стоимости нового воздушного судна и составляет около 33% в общей структуре убытков; поисково-спасательные работы – 18%; потеря прибыли – 34%; компенсации пассажирам – 15%. В прямые убытки страхуемой части стоимости и коммерческого ущерба АП входят стоимость расследования АП, ущерб имиджу и репутации перевозчика и вида транспорта, восстановительные работы. Для того чтобы вести расчеты выгод от расходов cost benefits на безопасность, периодически оценивают прямые расходы по периодам на летный час или на один полет, в зависимости от принятых единиц исчисления. В США расходы безопасности 1960-х годов оценивались в пределах 10 USD на летный час с удвоением стоимости на каждое десятилетие: 1976 – 22USD, в 1987 - 44USD, 1997 - 55 USD. В настоящее время расчетная стоимость составляет около 76 USD на один полет [65]. Косвенные расходы могут превышать прямые в несколько раз. Соответственно и показанные цифры (разные для каждого ВВП стран) возрастут в несколько раз. Это выражается в стратегических инвестициях в безопасность, которые позволительны лишь состоятельным странам и организациям.

Осязаемые активы стоимости безопасности. Целесообразность использования защитных средств регулируется общественными потребно-

стями и институтами. Стоимость повреждения на земле на 300 тысяч полетов в год оценивается в сумму около 5 млн USD. Однако в какой стране, в каких условиях и в каком контексте ситуации происходит происшествие, скрыта общая сумма потерь и их структура. По оценкам BOEING, ежегодная экономия за счет исключения бортинженера из экипажа составляет до 500 тыс. USD или 3,5 USD на одного пассажира за полет. Однако расчет экономии без адекватной оценки снижения (состояния) безопасности явно не выдерживает критики. Японская компания JAL подсчитала, что потеря одного B-747 обходится примерно в 200 млн. USD. Определено, что присутствие бортинженера обходится в 1 млн. USD в год, если речь идет о длительных полетах и о необходимости присутствия двух экипажей с бортинженерами. Тогда, если один раз в 200 лет бортинженером будет предотвращена катастрофа каждого из эксплуатируемых в настоящее время в мире 5000 B-747, это составит 0,5% от потери стоимости АП. Это простейший расчет на основе здравого смысла. В нем не учтены особенности воздействия каждой специальности экипажа на безопасность.

Рассмотрим расчет материальных составляющих безопасности на примере спасательного оборудования на воздушном судне. Составляется перечень видов спасательного оборудования. В перечень включено несуществующее средство спасения пассажира – парашют с отдельной отстреливаемой капсулой. Изучается статистика и рассчитывается вероятность частотности использования видов оборудования. Рассчитывается проектная стоимость каждого вида оборудования в отдельности на спасенную жизнь пассажира (C/L). Пороговый перечень предметов определяется рангом (R) по произведению (P) вероятности использования каждого вида оборудования на стоимость на спасенную жизнь пассажира:  $R = P * C/L$ . Допороговый перечень предметов, в показанном примере  $R = 5$ , становится стандартным и целесообразным в затратах на безопасность в этом диапазоне материальных объектов, табл. 42.

Таблица 42

Расчет целесообразности затрат спасательного оборудования

R	Оборудование	Вероятность, P	Стоимость на жизнь C/L	Расчетная величина P * C/L	Порог
1	Трап	0,05	7	0,35	
2	Жилет	0,01	7	0,07	
3	Огнетушитель	0,03	1,5	0,045	
4	Кислород	0,03	1,5	0,045	
5	Плот	0,001	0,2	0,0002	R = 5
6	Парашют	0,05	30	1,5	

Неосязаемые активы стоимости безопасности. Намного сложнее рассчитать стоимость фундаментальных основ безопасности: профессионализм, уровень менеджмента, способы ведения бизнеса, уровень сознания безопасности в авиакомпании. Тем не менее, это возможно и неизбежно из-за возрастающих требований безопасности со стороны общества. Некото-

рые элементы неосязаемой части рассчитываются относительно просто. Например, стоимость профессиональной подготовки летного персонала по современной эффективной программе. Поскольку инвестиции в безопасность являются стратегическими, структура стоимости безопасности может охватывать большой перечень прямых и косвенных расходов и относиться ко всей деятельности организации – основной, финансовой, инвестиционной. Структура стоимости потерь от происшествий различна, специфична и привязана к конкретному происшествию. Оценка стоимости жизни человека понимается как экономическая потеря части национального продукта, который мог бы принести погибший расходов происшедшего происшествия на страхование. Стоимость жизни пассажира в США в 1960-х оценивалась около 400 тысяч, в 1980-х годах - около 800 тысяч, в 2004 году – в три миллиона долларов. В остальном мире – от 50 до 300 тысяч. Риск гибели пассажира оценивается:

$$P = \sum_{i=1}^N X_i \quad \{140\}$$

где  $N$  – число выбранных за определенный период полетов,  $X_i$  – доля ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) не выживших пассажиров при случайном выборе  $i$ -го беспосадочного полета. Вероятность  $P$  гибели пассажира составляет  $1/N$  долю при  $X_i$ -й доле погибших пассажиров выбранного полета. При благополучном завершении полета  $X_i = 0$ .

Стоимость жизни зависит от переменных: а) скорости движения, чтобы сохранить в среднем одну человеческую жизнь; б) расстояние, оптимальные дистанции и отклонения от него, приходящиеся на человеческую жизнь; в) объём транспортного потока, зависимость сохранения жизни от количественных характеристик движения во времени; г) пропускная способность, показывающая предельные значения транспортных каналов: количество транспортных средств на единицу расстояния во времени; д) потребность, наиболее трудно количественно выражаемая характеристика движения, как зависимость от индивидуальной мотивации и состояния социальной среды. Так, количество поездок на общественном транспорте одинаково у семей, не имеющих автомобилей, имеющих один автомобиль и имеющих два и более автомобилей. Вместе с тем количественная зависимость поездок на личных автомобилях совершенно эластична: растёт пропорционально их числу [19].

### 7.3.7. Бизнес-модель стоимости безопасности

Инвестиции в безопасность состоят из трех потоков ресурсов: а) собственно инвестиций ( $I$ ) investments; б) возможных или избеженных потерь ( $L$ ) losses; в) возврата инвестиций ( $R$ ) returns. Безопасность ( $S$ ) safety тождественна ( $\bar{E}$ ) эффективности (efficiency) и равна:

$$(\bar{E} \equiv S) = F(I, L, R) \quad \{141\}$$

Модель, названная «сокращение риска жертв» fatality risk reduction, показывает, насколько усилие или группа усилий на обеспечение безопасности сокращает риск жертв от происшествия и тяжести происшествия [65]. Тяжесть происшествия accident severity ( $AS$ ) определяется как процент погибших и раненых к общему числу находившихся на борту ВС участников происшествия. Стоимость происшествия определяется:

$$C_{ac} = (C_f + C_{hl} + C_{ic}) / N_{fc} \quad \{142\}$$

где  $C_{ac}$  - стоимость происшествия на полетный цикл;  $C_f$  - стоимость жертв fatality;  $C_{hl}$  - стоимость утраты воздушного судна hull loss и приведенного ущерба поломок и повреждений;  $C_{ic}$  - стоимость косвенных расходов indirect costs;  $N_{fc}$  - общее число полетных циклов flight cycle.

Количественные показатели и нормативы составляющих категорий происшествия представляются на основе подсчетов фактической стоимости происшествий за определенный период. Прямые расходы включают стоимость жертв и увечий для каждого события, стоимость утраты или восстановления воздушного судна. Косвенные расходы включают большой перечень материальных и моральных потерь. На основе данного подхода получены следующие показатели прямых убытков в долларах США. Стоимость жертвы ( $f$ ) составляет до 6 млн. USD; увечье serious injury –  $f / 17,4$ ; травма minor injury –  $f / 64$ ; авария, утрата воздушного судна: реактивных судов - 17,4 млн., турбовинтовых - 3,84 млн.; поломка (при ремонте более 48 часов) – 0,3 от утраты (hl), повреждение – 0,05 от утраты (hl). Стоимость происшествия за расчетный период 1987-2000 составляет 76,09 долларов на один полет. Общие выгоды от инвестирования  $P_{in}$  в безопасность на полет рассчитываются следующим образом:

$$P_{in} = \{ \%C_{ac} \cdot C_f + 5(\Delta C_{el} \cdot C_{hl}) \} / N_{fc} \quad \{143\}$$

Стоимость жертв включает погибших и стоимость приведенных в коэффициентах увечья и травмы; множитель (5) учитывает стоимость утраты воздушного судна плюс косвенный ущерб, выраженный в четырехкратной стоимости утраты воздушного суда. В настоящее время среднее инвестирование безопасности на один полет составляет 90 долларов. Целью мирового сообщества ставится вдвое сократить их до 2020 года [159]. Тяжесть происшествия рассчитываются:

$$AS = \left\{ P_f + \frac{P_f}{17,4} + \frac{P_f}{64} \right\} / P_t \quad \{144\}$$

где  $P_f$  – число полных жертв,  $\frac{P_f}{17,4}$  и  $\frac{P_f}{64}$  - число приведенных жертв,  $P_t$  - число участников происшествия на борту.

Современная методология расчета рисков и безопасности остается сложной для практического применения. Разработка количественных методов расчета стоимости безопасности ведется в исследованиях структурно-сложных объектов. Для оценки стоимости и инвестирования в безопасность на практике достаточно простых эмпирических моделей. Ни один вид страхования не покрывает потери происшествий. Риски авиапредприятия определяются факторами воздействия, многие из которых не поддаются не только расчету, но даже учету. К подобным рискам можно отнести специфику эксплуатации авиатехники и тренировки персонала авиапредприятия, риски отрасли и индустрии, например, особая подверженность воздушного транспорта погоде, деятельность разных аэропортов, конфигурация аэродромов и ВПП, изменения расписаний, воздействия и санкции органов государственного регулирования, инспекции, штрафы. Общие воздействия происшествия на капитал включает прямые и косвенные операционные убытки, экономические потери от снижения цен и выручки и упущенные инвестиционные возможности. В деятельности авиаперевозчика необходи-

мы учетные данные одновременно двух качественных характеристик – эффективности и безопасности. Эти характеристики встраиваются в учетные системы ведения всех функций бизнеса: коммерции, производства, логистики, финансов, администрирования и других.

### **7.3.8. Нормативное наблюдение безопасности**

Нормативное наблюдение безопасности соответствует ресурсной методологии наблюдения свойств и состояний сложных объектов, транспортных комплексов. Методология изложена в соответствующих разделах.

База наблюдения. Базой наблюдения безопасности в настоящей работе определяются категории времени и группы отношений безопасности. Из содержания раздела «Теория опасности» мы знаем, что отношения являются важнейшим основанием наблюдения безопасности.

Референты безопасности. Группы отношений составляют субъекты: наблюдатели или референты безопасности (РБ). РБ – носитель субъектности, индивид, любая социальная группа, организация, располагающий ресурсами и потребностями. РБ являются государства, авиапредприятия, международные авиационные сообщества, государственные авиационные ведомства, крупные аэрокосмические корпорации, субъекты международных исследовательских программ, индивидуальные исследователи. Деятельностью РБ является использование своих ресурсов для удовлетворения потребностей.

Метрика. Деятельность РБ осуществляется в совокупностях ресурсов и потребностей, называемых мерами безопасности (МБ). Ограничения номинального пространства МБ называются угрозами безопасности. Потеря ресурсов из-за непредотвращенной угрозы называется ущербом. Деятельность РБ фиксируется последствиями или результатами деятельности. Последствия подразделяются на позитивные, именуемые результатами и негативные, называемые ущербом. Под ущербом понимается экономически оцененная утрата, ухудшение свойств объекта. Под жертвами понимаются человеческие жертвы или лишение комфорта, свободы. Потерями считаются утрата нематериальных объектов, человеческие, финансовые и другие.

Объекты. Объектами наблюдения безопасности полетов являются человеческая, техническая и природная компоненты. Пилот: профессионал, любитель, возраст, пол, опыт; экипаж: состав, количество, время совместной работы. Техника: воздушное судно: самолет, вертолет; двигатель: реактивный, турбовинтовой, поршневой; число двигателей; по применению: пассажирский, грузовой, истребитель, бомбардировщик; флот: мировой, континентальный, национальный, коммерческий, АОН, гражданский, военный, флот авиакомпании. Событие, ситуация. Полет: время полета, этапы полета, число полетов, полетное время, налет часов.

Параметры и показатели. Параметры наблюдения формируются избранным сочетанием показателей. Структурирование объектов и параметров, формирование показателей наблюдения безопасности полетов является сложной и методологически незавершенной задачей. Возникает необходимость расчетов, например: средний налет ВС на АС; средний налет потерпевшего аварию ВС при достижении определенного суммарного налета флотом данных ВС с начала эксплуатации. При расчете ущерба на

число полетов, летных часов возникают искажения из-за того, что транс-континентальные полеты длятся до десяти часов и более, а множество региональных полетов в среднем продолжаются полтора часа.

Величины и шкалы. Наблюдение деятельности основано на сборе, учете и анализе неполных, неточных и размытых данных. В соответствии с классификацией наблюдения, наиболее приемлемыми методами наблюдения могут быть мягкие вычисления величин: качественные возможностные и вероятностные, мягкие четкие и нечеткие оценки и оценивания. Принимаем статистические четкие и нечеткие типы оценок величин: абсолютные, сравнительные, относительные. Приемлемые типы шкал: интервалов, отношений, наименований. Величиной исчисления опасности принимаются показатели *ущерба*: число катастроф; число жертв.

Задача наблюдения. Следуя положениям теории наблюдения, экспертным путем определяем структуру и содержание ограниченного количества компонент комплекса наблюдения. Задачей является оптимальный выбор базы наблюдения, наиболее приемлемых типов и шкал наблюдения. Решением задачи является проектирование комплекса наблюдения, определяющего оптимизацию деятельности.

Комплекс наблюдения состояний опасности полетов. Комплекс содержит известное в литературе по безопасности полетов описание, табл. 43. Отличием настоящего содержания является соблюдение структуры и терминов изложенной ресурсной теории наблюдения. Комплекс предназначен для наблюдения событий и ситуаций в избранных мерах и шкалах: показатели случайности (вероятности) опасности на один час налета при отказе воздушного судна (ВС) и при отказе функциональной системы (ФС), описание ситуации, характеристика состояния; последствия для людей и для ВС; шкала наименований защиты. Назначением комплекса является идентификация, исчисление, учет, анализ и предотвращение негативных событий. События наблюдаются в ситуациях: нормальный полет (НП), усложнение условий полета (УУП), сложная ситуация (СС), аварийная ситуация (АС), катастрофическая ситуация (КС). Опасность наблюдается в угрозах: незначительная, заметная, серьезная, неотвратимая. В зависимости от величины угрозы предполагается, что опасность может быть нейтрализована и переход к катастрофической ситуации не состоится.

Вероятность нейтрализации зависит от характеристик надежности – резервирования систем и профессиональных действий оператора. Для вероятностных показателей принимают вероятность благополучного (P) и неблагоприятного (Q) исхода полета с допущениями, что все неблагоприятные факторы составляют полную группу независимых несовместимых событий, и события парирования воздействия неблагоприятных факторов являются независимыми. Вероятность (P) благополучного отдельного полета составит произведение:

$$P = P_q P_m P_c \quad \{145\}$$

при условии отсутствия воздействий групп неблагоприятных факторов со стороны человека, техники и среды. Частный критерий благополучного исхода полета определяется вероятностью события не отказа техники или отказа техники, который парировал человек:

$$P_m = \prod_{i=1}^n (P_n + q_n r_n) \quad \{146\}$$

где  $P_n$  и  $q_n$  - вероятности соответственно благополучного и неблагоприятного исхода полета в случае  $i$ -го отказа техники;  $r_n$  - условная вероятность парирования  $i$ -го отказа техники;  $n$  - число отказов. Аналогично определяются частные критерии неблагоприятных факторов со стороны человека  $P_{ч}$  и среды  $P_{с}$ . При выполнении  $N$  множества полетов с налетом длительностью  $t$  часов вероятность неблагоприятного исхода полета определяются:

$$Q = \lambda t = \frac{t}{m_{T_{АП}}} = \frac{T}{Nm_{T_{АП}}} \quad \{147\}$$

где  $\lambda$  - интенсивность простейшего пуассоновского потока при допущении стационарности АП за время налета  $T$  и вероятности малого возникновения двух АП в одном полете (кроме случая столкновения в воздухе);  $m_{T_{АП}}$  - математическое ожидание налета ВС на одно авиационное происшествие;  $T$  - общий налет часов;  $t = T/N$  продолжительность среднего полета.

### 7.3.9. Показатели наблюдения опасности полетов

Статистические абсолютные показатели оценки обобщают ущерб damage  $D$  всех видов опасности полета:

$$D = \delta_{кс} + n_{ас} \delta_{ас} + n_{сс} \delta_{сс} + n_{ууп} \delta_{ууп} \quad \{148\}$$

где  $n_i$  и  $\delta_{ууп}$  - величины и коэффициенты ущерба видов опасности.

Статистические абсолютные общие показатели рассчитывают как  $n_{кс}$  - число авиационных происшествий;  $m$  - число погибших за исчисляемый период времени; ууп, сс, ас, кс - принятые обозначения классификации авиационных происшествий.

Статистические абсолютные частные показатели рассчитывают как величины ущерба  $n_{ji}$ , вызванные  $n$  происшествиями по  $j$ -й причине (фактору) в  $i$ -й ситуации, полете, этапе полета.

Статистические относительные показатели оценки рассчитывают как отношение ущерба к натуральным показателям деятельности: расстоянию полетов, летному времени, единицам работы. В общем виде относительный показатель оценки рассчитывается:

$$k_{fl} = n_{fl} / L_{lf} \quad \{149\}$$

где  $n_{fl}$  - число событий ущерба;  $L_{lf}$  - натуральный показатель;  $f$  - индекс вида события;  $l$  - индекс типа ВС. Введены четыре основных показателя оценки опасности, числовые значения которых соответствуют существующей статистике ущербов деятельности:  $k_1$  - число катастроф на 100 000 часов налета:

$$k_1 = n_k / L_1 \cdot 10^5 \quad \{150\}$$

где  $L_1$  - общий налет флота, часов;  $k_2$  - число катастроф на 100 000 полетов:

$$k_2 = n_k / L_2 \cdot 10^5 \quad \{151\}$$

где  $L_2$  - общее число полетов;  $k_3$  - число катастроф на 100 млн. км расстояний полетов:

$$k_3 = n_k/L_3 \cdot 10^8 \quad \{152\}$$

где  $L_3$  - общий налет флота, км;  $k_4$  - число человеческих жертв на 100 млн. пкм перевозок; число катастроф на 100 млн. ткм перевозок:

$$k_4 = n_k/L_4 \cdot 10^8 \quad \{153\}$$

где  $L_4$  - объем перевозок. Введены дополнительные коэффициенты:  $k_5$  - число погибших на 1 млн. перевезенных пассажиров:

$$k_5 = n_k/L_5 \cdot 10^6 \quad \{154\}$$

где  $L_5$  - число перевезенных пассажиров;  $k_6$  - число погибших пассажиров на 100 млн. пкм перевозок:

$$k_6 = n_k/L_6 \cdot 10^8 \quad \{155\}$$

где  $L_6$  - объем перевозок, пкм;  $k_7$  - число погибших пассажиров на 100 000 часов налета:

$$k_7 = n_k/L_7 \cdot 10^5 \quad \{156\}$$

где  $L_7$  - общий налет флота ВС, часов;  $k_8$  - показатель выживаемости:

$$K - n/K \quad \{157\}$$

где  $K$  - общее количество пассажиров, находившихся на борту воздушных судов, потерпевших катастрофы.

Совокупность показателей является выработанным необходимым механизмом исчисления исходов деятельности транспортного комплекса. Статистические показатели деятельности воздушного транспорта, как показатели безопасности полетов, называют меру ущерба и потерь. В действительности данные показатели являются *показателями наблюдения опасности полетов*. Обобщающим показателем негативных исходов деятельности является мера ущерба, называемая жертвы и потери, поделенная на величину выполненной работы в натуральных показателях количества полетов, налета часов.

#### **7.4. Выводы**

Теоретические и методологические задачи проектирования транспортных комплексов являются основой составления программ безопасности, отвечающих общественной потребности.

Идентификация предмета безопасности жизнедеятельности и транспорта остается нерешенной и актуальной задачей. Решение данной задачи может быть выполнено по нижеследующему примеру идентификация предмета безопасности авиации путем логического анализа понятий.

Анализ опасности видов транспорта методом ранжирования по разным основаниям показывает, что воздушный транспорт может быть отнесен к наиболее опасным видов транспорта. Утверждение о том, что воздушный транспорт является самым безопасным, является несостоятельным и вводящим в заблуждение общественность и потребителей услуг воздушного транспорта.

Таблица 43

## Комплекс наблюдения состояний опасности полетов

Событие	Шкала наименований ситуаций	Случайность (вероятность) ситуаций на один час налета для ВС (ФС)		Шкала наименований угроз	Шкала наименований ущербов		Шкала наименований защиты
		Шкала наименований вероятностей	Шкала интервалов вероятностей		Люди	ВС	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
-	Нормальный полет (НП)	Вероятная	$P > 10^{-3}$	Отсутствует	-	-	Выполнение стандартов эксплуатации.
-	Усложнение условий полета (УУП)	Повторяющаяся умеренно вероятная	$10^{-3} \geq P > 10^{-5}$ ( $10^{-1} \geq P > 10^{-2}$ )	Незначительная	Дискомфорт	Нарушение работоспособности ВС.	Экипаж распознает ситуацию, устраняет угрозу и выполняет полет по плану. Оперативные действия.
Предпосылка	Сложная ситуация (СС)	Маловероятная	$10^{-5} \geq P > 10^{-7}$ ( $10^{-6} \geq P > 10^{-4}$ )	Заметная	Ранения	Повреждения. Нарушение систем ВС.	Усилия экипажа на исправление ситуации значительные и приводят к изменению плана полета. Немедленные действия, приземление.
Происшествие	Аварийная ситуация (АС)	Крайне маловероятная	$10^{-7} \geq P > 10^{-9}$ ( $10^{-6} \geq P > 10^{-7}$ )	Серьезная	Многочисленные ранения и гибель отдельных людей.	Крупные повреждения. Нарушение летных характеристик ВС.	Предельные усилия экипажа на предотвращение опасности. Аварийные действия и приземление в нестационарных условиях.
Катастрофа	Катастрофическая ситуация (КС)	Практически невероятная	$P > 10^{-9}$ ( $P > 10^{-7}$ )	Неотвратимая	Гибель большинства или всех людей.	Разрушение ВС. Потеря ВС.	Безопасность полностью дискриминирована. Исход полета от действий экипажа не зависит.

## **8. ВЫЧИСЛЕНИЯ СОСТОЯНИЙ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА**

В настоящей работе выдвигается идея и практические доказательства, что вычисления состояний сложного объекта: риска, безопасности, эффективности, надежности возможно осуществлять через учет и анализ фактических показателей нормальных условий деятельности. Данный подход рассматривается как альтернативный подходу, реагирующему на негативные события – происшествия и инциденты.

Содержание проблемы. Мировая практика управления безопасностью в авиации декларируется и осуществляется в следующем содержании: а) наблюдения негативных исходов деятельности; б) выяснение причин и устранения последствий; в) разработка защитных мер и нормативно-распорядительной документации; г) создание структуры и назначение ответственности за безопасность; д) инспекцию, контроль и пеницитарная практика. В данном изложении все содержание наблюдения безопасности сосредоточено на контроле деятельности. Контроль, по назначению и по определению, является функцией реагирования.

Постановка задачи. Разработка ресурсной концепции наблюдения и вычисления состояний ТК на основе натуральных показателей номинальной деятельности. Ресурсная концепция наблюдения безопасности основана на положениях: управление позитивной деятельностью в нормальных условиях; переход от реактивной, инактивной и проактивной практики управления - к интерактивному управлению деятельностью; расширение ответственности за безопасность на всех участников транспорта и общество. Для решения задачи рассматриваются модели состояний ТК: «эффективность-безопасность», «производство-финансы», «стоимость-безопасность», в которых раскрываются основания взаимосвязанности совместного и одновременного управления всеми состояниями сложного организационного объекта. Рассматриваются примеры вычисления состояний по показателям качества эксплуатационной деятельности авиатранспортчика. Альтернативное решение, соответствующее поставленной задаче, показано в методе мягких вычислений объекта по показателям номинальной деятельности.

### **8.1. Моделирование состояний транспортного комплекса**

Модель «эффективность-безопасность». Экспертное оценивание состояний объектов возможно методом когнитивных решеток (КР). Данный метод используется в социальной психологии [155], в методах управления ресурсами летных экипажей cockpit resources management CRM [86]. Покажем пример разработки КР, табл. 44. Пространство решетки предназначено для оценивания состояний объектов в номинальных шкалах на основании экспертных, эвристических суждений. Решетка имеет области определений: [эффективность, неэффективность] и [безопасность, опасность], каждая из которых разделена на три части, что образует девять ячеек матрицы оценивания состояний. Дополнительное оценивание осуществляется с помощью цветов тепловых карт или матриц риска «зеленый-желтый-красный». Пространство КР делится на следующие неравные части оцениваемых ячеек. Ячейки 2.1, 3.2, 1.2 «желтый» и 2.2 «зеленый» составляют пространство номинальной деятельности. Ячейки 2.3 и 1.3 «красный» со-

ставляют пространство недопустимой деятельности из-за неприемлемых рисков жизнедеятельности. Ячейки 1.1, 3.1, 3.3 составляют пространство нецелесообразной, недостижимой и нереализуемой деятельности. А - точка иррациональной нецелесообразной деятельности; Х - точка маргинального состояния избранной деятельности.

Таблица 44  
Когнитивная решетка «эффективность-безопасность»

Эффективность	3	3.1. Область недостижимой эффективности деятельности	3.2. Область предельно достижимой эффективности деятельности <i>Желтый</i>	3.3. Область запредельных нереализуемых состояний деятельности <b>Х</b>
	2	2.1. Область приемлемой эффективности деятельности <i>Желтый</i>	2.2. Область номинальной эффективности, заданной назначением деятельности <i>Зеленый</i>	2.3. Область катастрофных состояний деятельности <i>Красный</i>
	1	1.1. Область нецелесообразных состояний деятельности <b>А</b>	1.2. Область отказов и ошибочной деятельности <i>Желтый</i>	1.3. Область аварий и инцидентов деятельности <i>Красный</i>
		1	2	3
Неэффективность		Безопасность		Опасность

Каждая из ячеек может иметь индивидуальную интерпретацию. Ячейка 2.2 является наиболее практикуемой с приемлемой безопасностью и эффективностью. Ячейка 3.2 предполагает наивысшую эффективность в развитой области деятельности. Ячейка 3.3 - пример нереализуемого полета на Марс в настоящее время. Сфера применения данной КР: обобщенные оценивания, макрооценивания, качественные оценивания сложных объектов, человека и социальных групп.

Модель «производство-финансы»<sup>57</sup>. Составим модель двумерного пространства деятельности с осями координат: величина объемов (Р) производства (продуктов) на рынке связана с количеством затрат финансов (F), рис. 40. Гипотетическое пространство деятельности авиакомпании обозначается от начала координат до точек [0\_c'\_c\_d']. Точка d' обозначает предельные объемы производственных мощностей, такие как провозные емкости флота, количество и квалификация персонала. Точка c' обозначает предельные возможности финансов. Поскольку конкурентная деятельность на рынке требует определенных минимальных ресурсов «производство-финансы», реальная деятельность не может быть вблизи нулевого пространства. Поэтому допустимое пространство деятельности будет располагаться в направлении вверх-направо между усилиями производства поле-

<sup>57</sup> Подобная модель представляется в работах: [105, с. 2-16]; Doc 9859 AN/474 Safety Management Manual (SMM), с. 25.

тов и затратами финансов на безопасность [a\_b\_c\_d]. Область [a'\_b'\_b\_a] назовем псевдопространством деятельности.

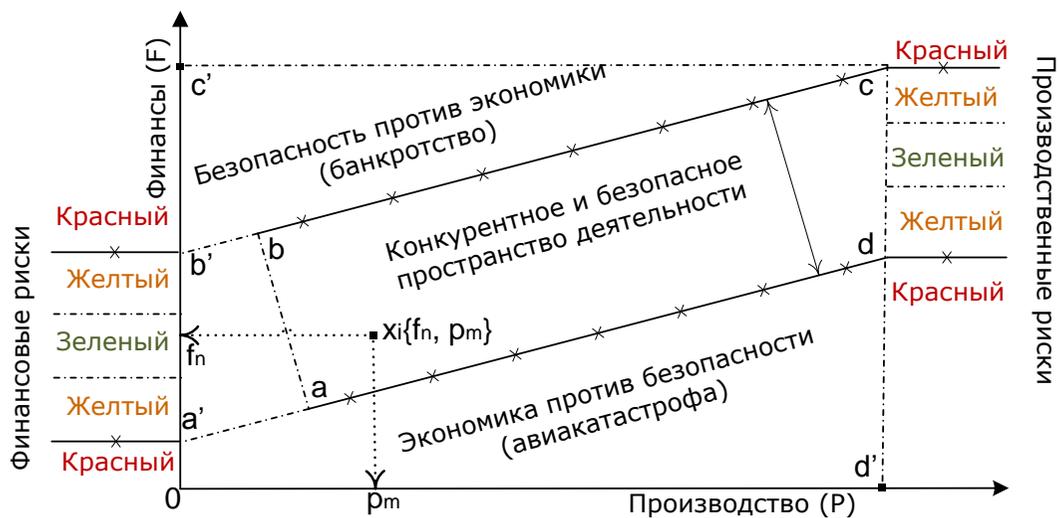


Рис. 40. Модель безопасности «производство-финансы»

Область и пространство недопустимых расходов на безопасность может быть названа областью финансового банкротства авиаперевозчика [b'\_b\_c\_c']. Пространство недопустимо низких затрат на безопасность и чрезмерных усилий на производство полетов может быть названо пространством катастроф [0\_a'\_d\_d']. Фактические показатели деятельности авиаперевозчика в определенное время могут иметь значение  $\chi_i\{f_n, p_m\}$ , находящиеся в пространстве конкурентной и безопасной деятельности. Риски, обозначаемые по методу тепловых карт или правилу светофора, располагаются в ассиметричных по вертикали уровнях.

Модель «Стоимость-безопасность». Стоимость безопасности ведут в терминах расходов инвестирования надежности ТК, а также и в терминах убытков или коммерческого ущерба от авиационного происшествия. Ущерб состоит из прямых убытков, обычно страхуемой части и косвенных убытков, которые трудно учесть и рассчитать. В 1959 году Вальтер Тай Walter Tye предложил модель безопасности. Модель содержит эмпирические кривые на плоскости двух координат: область определения [0, 1] нелинейной шкалы [опасность, безопасность] и вертикальной оси ресурсов. Мера ущерба компенсируется в пространстве инвестируемых средств. Данная модель перерабатывалась автором настоящей работы [87, 88], рис. 41. Полная стоимость безопасности составляет сумму задаваемой приемлемой стоимости экономической целесообразности безопасности и стоимости происшествия. Вероятный ущерб от происшествия определяется расстоянием между кривыми задаваемым и полным значением безопасности.

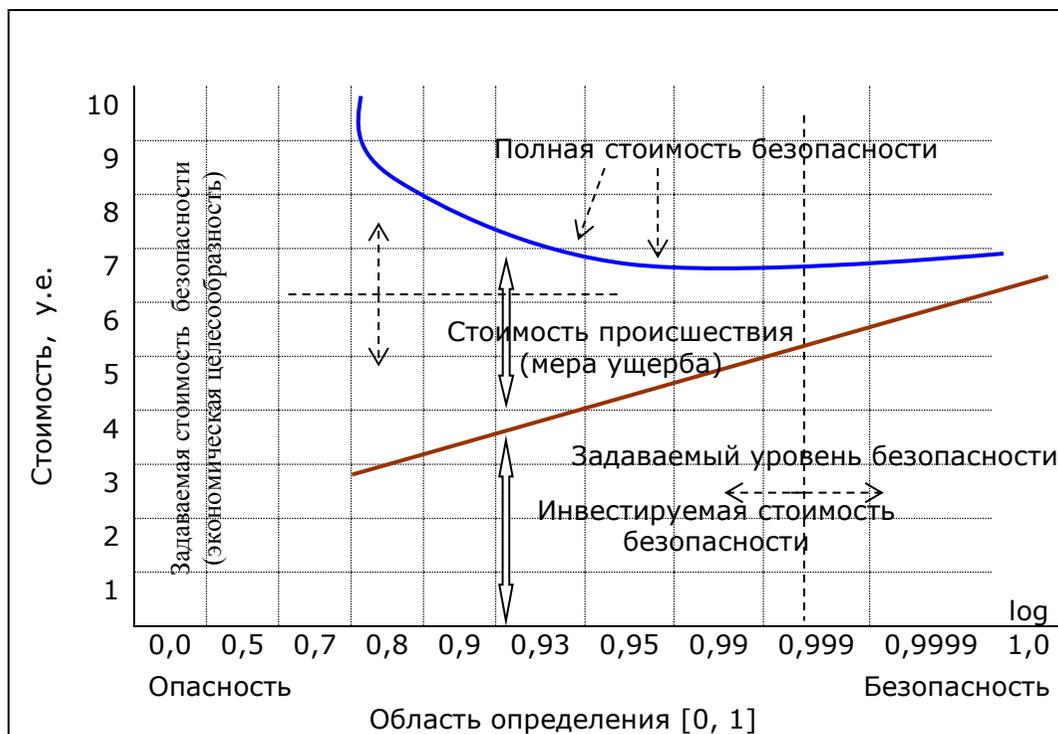


Рис. 41. Модель «стоимость-безопасность»

Теоретическое и практическое значение представленных моделей «стоимость-безопасность», «эффективность-безопасность», «производство-финансы» состоит в следующем. (1) Показано, что существует пространство деятельности, в котором состояния защищенности и эффективности достигаются одновременно и совместно средствами (ресурсами) производства и финансами. При этом нет никакого антагонизма между безопасностью и экономикой предприятия. (2) В пространстве допустимой деятельности существуют выборы в уровнях и показателях финансовых и производственных рисков, в которых авиаперевозчик устанавливает стратегические цели и оперативные планы. (3) Пространство допустимой деятельности располагается в уровнях «зеленый-желтый» матриц риска. Создается обоснование для расчета показателей и значений деятельности в уровнях «зеленый-желтый», где осуществляется номинальная деятельность. Рассчитываются показатели состояния «красный» как в пространство банкротства, так и в пространство авиационных происшествий.

## 8.2. Расчет натуральных показателей авиаперевозчика

Расчет натуральных показателей авиаперевозчика выводит количественные и качественные характеристики деятельности, рис. 42. Основные показатели качества являются результатом рассчитываемой производительности, эффективности и интенсивности. Транспортная топливная эффективность  $E_{TF}$  рассчитывается количеством израсходованного топлива в граммах на тонно-километр (ткм) коммерческой загрузки:

$$E_{TF} = (G_f/G_c \cdot L)10^6 \quad \{158\}$$

# РЕСУРСНАЯ СОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ АВИАКОМПАНИИ

Эскиз: Airbus Industrie Skylink, 1996. Переработка: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер»

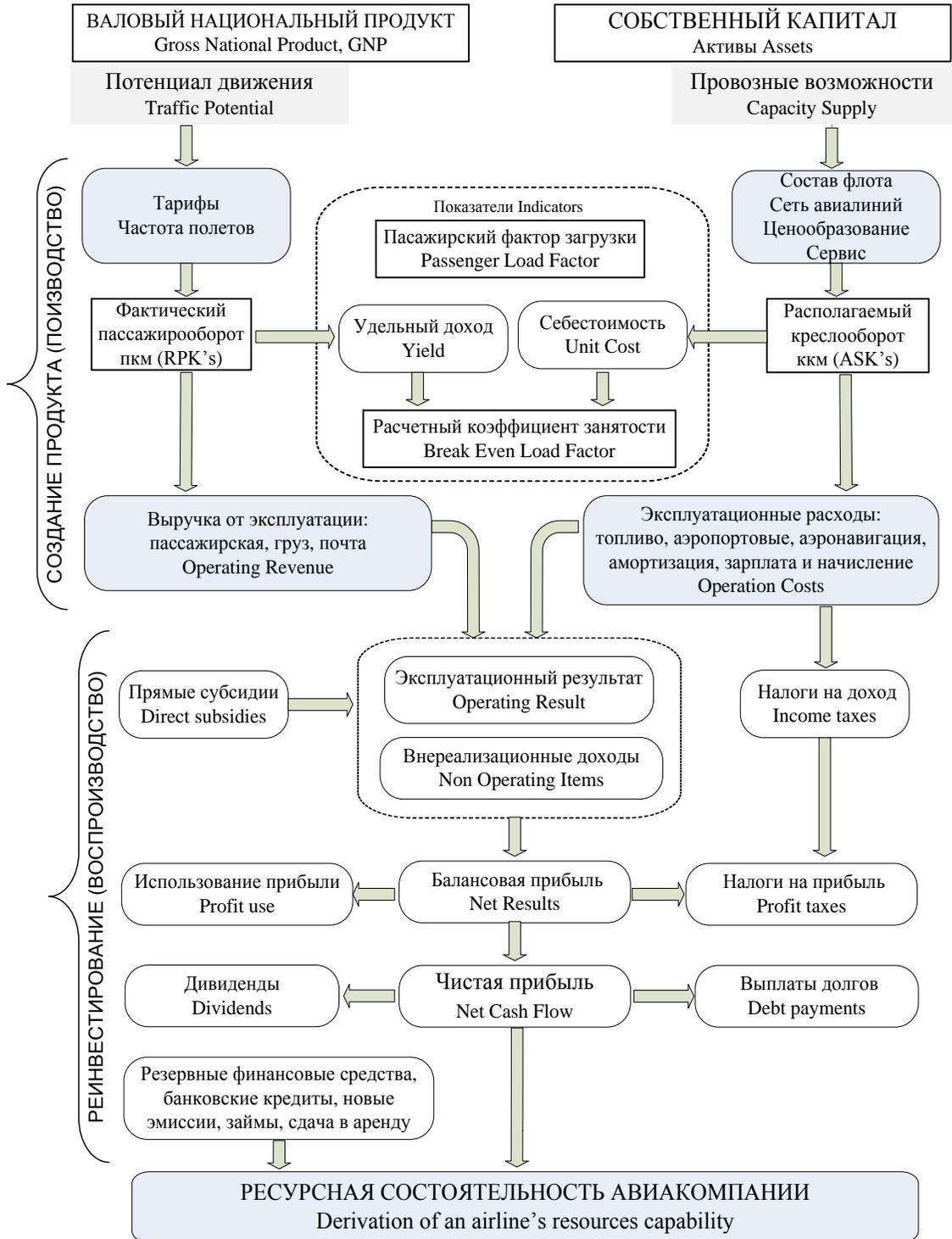


Рис. 42. Ресурсная состоятельность авиакомпании

где  $G_f$  - масса топлива в тоннах,  $G_c$  - коммерческая загрузка в тоннах,  $L$  - дальность перевозки, в километрах.

Интенсивность полетов  $J$  рассчитывается:

$$J = TN/\tau m \quad \{159\}$$

где  $\tau$  - рассматриваемый период времени,  $T$  - налет часов в данный период времени,  $N$  - количество выполненных полетов,  $m$  - число воздушных судов флота.

Интенсивность количества полетов представляется в показателях:

$$J_N = N/\tau m \quad \{160\}$$

где  $J_N$  - показатель количества полетов на воздушное судно.

Интенсивность по налету часов в полетах представляется в показателях:

$$J_T = T/\tau m \quad \{161\}$$

где  $J_T$  - показатель налета на воздушное судно.

Производительность рейсовая  $P_R$  рассчитывается:

$$P_R = G_c \cdot L \quad \{162\}$$

где  $G_c$  - коммерческая загрузка в тоннах,  $L$  - дальность перевозки, в километрах.

Производительность часовая  $P_H$  рассчитывается:

$$P_H = G_c \cdot V \quad \{163\}$$

где  $G_c$  - коммерческая загрузка в тоннах,  $V$  - скорость, км/час.

Производительность часовая  $P_H^i$  для типа ВС рассчитывается:

$$P_H^i = l_c \cdot q^i \cdot V_i \quad \{164\}$$

где  $l_c$  - предельная эксплуатационная коммерческая загрузка данного типа ВС,  $q^i$  - коэффициент использования коммерческой загрузки,  $V_i$  - коммерческая скорость данного типа ВС.

Каждый из показателей качества является важной обобщенной оценкой величины свойства целого - объекта воздушного транспорта. Данные показатели используются для принятия решения: выбор, приобретение, лизинг воздушных судов; выход на новые авиалинии; расчет стоимости обслуживания техники, сервиса пассажиров. Однако вычисление состояний величин безопасности, эффективности, рисков данными расчетами не представляется возможным, поскольку состояния содержат разнородные показатели, не сводимые в едином расчете количественными методами.

### **8.3. Метод мягких вычислений по натуральным показателям номинальной деятельности**

Метод мягких вычислений позволяет выполнить нормализацию показателей в соотношениях коэффициентов для оценивания в избранных шкалах. При представлении и интерпретации различных показателей будем руководствоваться постулатами: а) любые показатели деятельности прямо и опосредованно отражают и экономику и безопасность; б) безопасность

оценивается в совокупности с экономикой и наоборот; в) состояния безопасности и эффективности оцениваются в состояниях рисков; г) все состояния нелинейно взаимосвязаны; д) показатели соответствуют аксиомам равнозначности, независимости и полноты показателей ресурсов [2]. Исходными данными нижеследующего вычисления являются образцы практически выполненных проектов реорганизации производства и реструктурирования российских авиакомпаний в 1990-2012 годах, а также данные зарубежных исследований.

### **8.3.1. Содержание метода**

Авиакомпания, подвергнутая реструктурированию и реорганизации производства, здесь называется реорганизуемой компанией (РК). Выполняется анализ производственной деятельности РК и выводятся значения фактических показателей (ФП) производственных, оргструктурных, маркетинговых, основных средств, человеческих ресурсов. ФП рассматриваются как настоящие (кризисные) состояния РК. Для проектирования будущих, желаемых состояний разрабатывается эталонная модель (ЭМ) деятельности.

Проектирование эталонной модели. Для проектирования эталонной модели целей производственной деятельности исследуется внешняя среда компании и информация о компаниях-аналогах. В соответствии с целевыми показателями стратегии РК составляется эталонные показатели (ЭП). Для вывода значений ЭП исследуется рынок РК и составляется обобщенная модель эталонной компании (ЭК), показатели которой сопоставимы с РК. В совокупности ЭП интерпретируются как успешные, конкурентные состояния и образуют ЭМ деятельности. Метод разработки ЭМ и образцы проектов для разных отраслей и секторов экономики изложен в работах [85, сс. 189-194; 88, сс. 101-115, 259-287]. Однако непосредственное сравнение количественных показателей деятельности различных объектов не дает возможности оценивать состояния эффективности, безопасности и рисков. Оценивания состояний возможны по коэффициентам, выводимым как соотношения различных показателей. Коэффициенты являются параметрами качества объекта. Для показателей РК, и для показателей ЭМ выполняется расчет фактических коэффициентов (ФК) и эталонных коэффициентов (ЭК). Коэффициенты выводятся в числах абсолютного значения. Для сравнения ФК и ЭК и вывода их кратности значения ФК приводится к единице.

Оценивание рисков. Для оценивания рисков производственной деятельности через величины коэффициентов используется модель тепловых карт или «светофора» в нелинейных шкалах с четкими и нечеткими областей трехмерной матрицы риска. Наименьшее пространство имеет зеленый диапазон, наибольшее – красный. Для разбиения интервалов значений показателей используется метод оценивания правдоподобия аппроксимации интервалов, разработанный в работе [2]. Четкие и нечеткие границы интервалов устанавливаются в соответствии с определениями раздела «метод мягких вычислений величин» настоящей работы. Для оценивания в матрице рисков значений ФП и ЭП выводится следующая нелинейная шкала нечетких интервалов в величинах числовых значений рисков:

$$R = \left\{ \left( (1 \text{ ЭП} < \overset{\text{зеленый}}{\text{ФП}} < 1,3 \text{ ЭП}) \left[ 1,3 \text{ ЭП} < \overset{\text{желтый}}{\text{ФП}} < 2 \text{ ЭП} \right] \left[ \overset{\text{красный}}{\text{ФП}} > 2 \text{ ЭП} \right] \right) \right\} \quad \{165\}$$

где границы значений величин показателей диапазонов слева и справа установлены нечеткими (круглые скобки) и четкими [квадратная скобка].

### 8.3.2. Вычисление состояний по коэффициентам натуральных показателей деятельности

Вычисление состояний по коэффициентам натуральных показателей номинальной деятельности выявляет баланс ресурсов в соответствии со стратегией авиакомпании и рыночными показателями конкурентов. На основе учетных данных составляется свод показателей производственных мощностей, человеческих ресурсов, финансов. Набор показателей зависит от природы бизнеса и деятельности. Ниже представлен образец расчета и конкретные данные российской авиакомпании середины 1990-х годов, обозначаемой РК. Вычисление состоит из следующих процедур:

Процедура 1. Рассчитать годовые фактические показатели деятельности. В экономике авиакомпаний выявлены 11 наиболее важных показателей, табл. 45.

Таблица 45

Основные показатели деятельности авиаперевозчика

Показатели	Код	Данные РК	Комментарий
Человеческие:			
I_1. Количество служащих авиакомпании Employees	E	2284	Общее число работников по условиям постоянного найма.
Производственные:			
I_2. Количество воздушных судов Airline Fleet	AF	78	Величина и структура производства.
I_3. Количество пассажирских мест флота Fleet Seats	FS	3343	Величина производственных мощностей.
I_4. Фактор загрузки ASK/RPK Load Factor (Capacity used)	CU	0,65	Фондоотдача.
Коммерческие:			
I_5. Располагаемый пассажирооборот, млн. пкм Available Seat Kilometers	ASKs	2092	Объем пассажирского рынка.
I_6. Фактический пассажирооборот, млн.пкм Revenue Passenger Kilometers, в том числе: регулярные – 1244, нерегу-	RPKs	1360	Коммерческая активность пассажирских перевозок.

Показатели	Код	Данные РК	Комментарий
лярные – 116			
I_7. Располагаемый грузооборот млн. ткм Available Tonne Kilometers	ATKs	209	Объем грузового рынка.
I_8. Фактический грузооборот, млн.ткм Revenue Tonne Kilometers, в том числе: регулярные – 112, нерегулярные - 24	RTKs	136	Коммерческая активность грузовых перевозок.
I_9. Количество перевезенных пассажиров Annual Passengers	AP	439379	Число продаж.
Финансовые:			
I_10. Эксплуатационный доход Revenue, тыс. RR (USD)	R	221777820 (47186808)	Размер денежных поступлений.
I_11. Эксплуатационные расходы Operation Costs, тыс. RR (USD)	OC	277493036 (59041063)	Величина внутренних затрат и инвестиций.

Процедура 2. Составить расчет показателей эталонной модели аналогично вышепоказанному расчету. Показатели должны соответствовать стратегии РК и осредненным данным из доступных баз данных и справочников «эталонной компании», примерно равной по количеству воздушных судов и по числу персонала.

Процедура 3. Рассчитать эксплуатационные коэффициенты РК, табл. 46. Коэффициент определяется отношением одного показателя к другому показателю. Пример: число перевезенных за год пассажиров на количество служащих компании Пассажиры 439379 / Служащие 2284 = 186.

Таблица 46

Качественная интерпретация и расчет коэффициентов РК

Коэффициенты Efficiency Ratios (ER)	Формула	Характеристика коэффициента	Расчет
ER_1. Количество перевезенных за год пассажиров, приходящихся на одного служащего. Passenger per Employee	AP / E	Коэффициент показывает величину эффективности человеческих ресурсов предприятия.	425486 / 2284 = 186
ER_2. Количество служащих, приходящихся на одно место флота.	E / FS	Коэффициент показывает соотношение человеческих и технических ре-	2284 / 3343 = 0,68

Коэффициенты Efficiency Ratios (ER)	Формула	Характеристика коэффициента	Расчет
Employee per Seat		сурсов авиакомпании, является показателем профессиональной квалификации персонала и уровня техники.	
ER_3. Количество служащих, приходящихся на количество воздушных судов флота. Employee per Airplane	$E / AF$	Коэффициент показывает технический уровень и структуру флота авиакомпании.	$2284 / 78 = 29$
ER_4. Доход, приходящийся на одного служащего. Revenue per Employee	$R / E$	Коэффициент показывает квалификацию и эффективность человеческих ресурсов авиакомпании.	$47186808 / 2284 = 20660$ USD
ER_5. Расходы, приходящиеся на одного служащего. Expenses per Employee	$OC / E$	Коэффициент показывает квалификацию и эффективность человеческих ресурсов авиакомпании.	$59041063 / 2284 = 25849$ USD
ER_6. Доход, полученный от одного пассажира. Revenue per Passenger	$R / AP$	Коэффициент показывает тарифы авиакомпании, уровень спроса и положение авиаперевозчика на рынке авиакомпании.	$47186808 / 425486 = 111$ USD
ER_7. Доход, полученный от одного места. Revenue per Seat	$R / FS$	Коэффициент показывает уровень эффективности использования авиатехники.	$47186808 / 3343 = 14115$ USD
ER_8. Фактический пассажирооборот, млн. пкм на количество мест флота. RPKs per Seat	$RPKs / FS$	Коэффициент показывает уровень спроса на предложение авиаперевозчика на рынке.	$1360 / 3343 = 0,407$
ER_9. Фактический пассажирооборот, млн. пкм, приходящийся на одного служащего. RPKs per Employee	$RPKs / E$	Коэффициент показывает качество и стоимости трудовых ресурсов авиакомпании.	$1360 / 2284 = 0,596$
ER_10. Располагаемый пассажирооборот, млн. пкм, приходящийся на одно место флота. ASKs	$ASKs / FS$	Коэффициент показывает эффективность использования провозной емкости.	$2093 / 3343 = 0,63$

Коэффициенты Efficiency Ratios (ER)	Формула	Характеристика коэффициента	Расчет
per Seat			
ER_11. Располагаемый пассажирооборот, млн. пкм, приходящийся на одного служащего. ASKs per Employee	ASKs / E	Коэффициент показывает операционные возможности авиакомпании по перевозкам пассажиров.	2092 / 2284 = 0,916
ER_12. Доход на располагаемый пассажирооборот, долларов/пкм, Revenue per ASKs	R / ASKs	Коэффициент показывает норму дохода на предложение на рынке услуг.	47186808 / 209259010 = 0,022
ER_13. Расходы на располагаемый пассажирооборот, долларов/пкм, Expenses per ASKs)	OC / ASKs	Коэффициент показывает норму операционных расходов перевозчика.	59 041 063 / 2 092 590 100 = 0,028

Процедура 4. Рассчитать эксплуатационные коэффициенты ЭМ. Значения относительных коэффициентов эталонной компании определяются отношением соответствующих коэффициентов. Пример: Пассажиры 2200 / Служащие 186 = 11,83.

Установленные коэффициенты РК и ЭМ могут трудно соотноситься в числовом значении абсолютных величин. Поэтому для построения рядов показателей и составления графиков вводятся относительные коэффициенты.

Процедура 5. Относительные коэффициенты РК принимаются за единицу.

Процедура 6. Рассчитать относительные коэффициенты ЭМ. Пример: ER\_1. Пассажиры на служащих: РК абсолютный = 186, ЭМ абсолютный = 2200; РК относительный = 1, ЭМ относительный: 2200 / 186 = 11,83.

Процедура 7. Свести расчеты в таблицу коэффициентов, табл. 47.

Таблица 47

Вычисление состояний риска по эксплуатационным коэффициентам

Коэффициенты Efficiency Ratios (ER)	РК		ЭМ		Риск [R]
	Абс.	Отн.	Абс.	Отн.	
Пассажиры на служащих Passenger per Employee	186	1	2200	11,83	Красный 10
Служащих на кресло Employee per Seat	0,68	1	0,35	0,51	Зеленый 2
Служащих на самолет Employee per Airplane	29	1	40	1,38	Зеленый 3

Коэффициенты Efficiency Ratios (ER)	PK		ЭМ		Риск [R]
	Абс.	Отн.	Абс.	Отн.	
Доходы на служащего Revenue per Employee, USD	20660	1	150000	7,26	Красный 8
Расходов на служащего Expenses per Employee, USD	25849	1	46998	1,82	Желтый 5
Доходов от пассажира Revenue per Passenger, USD	111	1	120	1,08	Зеленый 1
Доходов на кресло Revenue per Seat, USD	14115	1	100000	7,08	Красный 10
Фактический пассажирооборот на кресло RPKs per Seat	0.407	1	1.227	3,01	Красный 7
Фактический пассажирооборот на служащего RPKs per Employee	0.596	1	3.06	5,13	Красный 8
Располагаемый пассажирооборот на кресло ASKs per Seat	0.63	1	1.1	1,75	Желтый 4
Располагаемый пассажирооборот на служащего ASKs per Employee	0.916	1	8.1	8,84	Красный 10
Доходы на располагаемый пассажирооборот Revenue per ASKs	0.022	1	0.05	2,27	Красный 7
Расходы на располагаемый пассажирооборот Expenses per ASKs	0.028	1	0.04	1,43	Желтый 5

Процедура 8. По данным таблицы выполнить оценивание рисков деятельности PK. Рассчитать числовые величины рисков по 10-бальной шкале. Пример: ER\_13. Расходы на располагаемый пассажирооборот: ЭМ относительный = 1,43. Это соответствует диапазону матрицы [ФП = 1,3–2 ЭП желтый) с числовым значением 5.

Процедура 9. Построить аналитические графики по коэффициентам. Отметить уровни рисков, рис. 43.

Оценка состояний эффективности и безопасности. Вычисление состояний по коэффициентам натуральных показателей деятельности показывает следующие результаты. По трем коэффициентам PK находится в диапазоне «зеленый», по трем коэффициентам - в диапазоне «желтый», по семи коэффициентам - в диапазоне «красный». Общее заключение: состояния PK являются критическими по безопасности и экономике.

Процедура 10. Подвергнуть ревизии стратегию бизнеса и менеджмента РК. Разработать план антикризисного управления. Это – главная цель ресурсного анализа деятельности авиаперевозчика.



Рис. 43. Оценивание рисков по относительным коэффициентам

### 8.3.3. Вычисление состояний по группе показателей

Вычисление состояний объектов возможно по избранным параметрам, совокупности показателей. Ниже представлены образцы оценивания состояний риска по структуре эксплуатационных расходов, по оргструктурной характеристике, по социально-психологическим данным, по демографическим данным персонала. Исходные данные РК являются обобщенными значениями величин показателей авиакомпаний РФ середины 1990-х годов, данные ЭМ составлены по международным справочникам для зарубежных авиакомпаний и фактических данных, доступные в проектах.

Вычисление состояний по структуре эксплуатационных расходов. Структура и наименования видов классификатора эксплуатационных расходов авиаперевозчиков может различаться в зависимости от назначения и размеров деятельности. Поскольку наименования показателей различаются, сравниваются и оцениваются только показатели с совпадающими наименованиями. Оценка ФП: отсутствует достоверный учет, классификатор учета и четкий перечень расходных статей; отсутствует нормальный учет и анализ расходов, поскольку показана большая доля статьи «прочее» 37%; низкие капитальные вложения в модернизацию флота; неясная, расплывчатая стратегия. Все это является указаниями низкого уровня состояний экономики и безопасности РК, табл. 48.

Таблица 48

Вычисление состояний по структуре расходов РК и ЭМ

Расходы, %	ЭП	ФП	Оценка риска	
			1-10	R
1. Зарплата	-	15	-	-
2. Летный экипаж	8	-	-	-
3. Топливо	12	22	7	Красный
4. Продажи	16	-	-	-
5. Амортизация	6	4	5	Желтый
6. Техобслуживание	12	4	9	Красный
7. Сервис пассажиров	10	-	-	-
8. Административные	12	-	-	-
9. Аэронавигационные и аэропортовые	18	18	2	Зеленый
10. Прочие	6	37	10	Красный

Вычисление состояний по оргструктурной характеристике. Основными отличиями организационной структуры РК и ЭМ является преобладание производственной функции и неразвитость коммерческой и административной функций РК, табл. 49.

Таблица 49

Вычисление состояний оргструктурных компонент РК и ЭМ

Персонал, %	ЭП	ФП	Оценка риска	
			1-10	R
Летный	10	35	10	Красный
Авиатехнический	25	40	7	Красный
Коммерческий	50	15	10	Красный
Финансовый	5	2	6	Желтый
Административный	10	8	3	Зеленый
Итого:	100	100		

Все функции бизнеса РК качественно уступают уровню управления стабильной рыночной авиакомпанией ЭМ. Квалификация административного персонала в РК значительно ниже. Большая доля летного персонала РК является общим компенсатором в полете, создаваемых неурядиц управления на земле. Для выполнения несвойственных коммерческих задач, выполняемых экипажем РК, увеличивается доля летного персонала.

Вычисление состояний по социально-психологическим данным. Используются социально-психологические оценки зарубежного обследования 839 пилотов и их семей авиакомпаний, находящихся в процессе дерегулирования [175]. Данные конкурентоспособной авиакомпании обозначены

как ЭП, с которыми сравниваются ФП кризисной авиакомпании. Эти данные разбиты на интервалы оценивания трехуровневой матрицы риска, табл. 50.

Таблица 50

Вычисление состояний по социальным показателям

Показатели	ЭП	ФП	Оценка риска	
			1-10	R
Стресс общий:				
жалобы пилотов на нарушение трудоспособности	7	21	10	Красный
повышенное потребление алкоголя	4	13	9	Красный
более двух заболеваний за последние два года	5	17	9	Красный
потребление лекарств	3	5	5	Желтый
потребление транквилизаторов	1,4	2,5	10	Красный
повышенное курение	7	12	9	Красный
Служебный стресс:				
из-за перемен на службе	22	45	8	Красный
из-за рабочих событий	2	7	7	Красный
Семейный стресс:				
повышенное напряжение	11	33	9	Красный
конфликты супружества и с детьми	18	32	7	Красный
предельные конфликты в семье	2	11	10	Красный
Медиаторы стресса:				
чувство недостаточного самообладания	11	35	10	Красный
низкое чувство самоуважения	3	12	9	Красный
значительное чувство самоуничижения	7	19	8	Красный
Депрессия:				
симптомы депрессии	14	24	9	Красный
депрессия жен	20	40	8	Красный
Экономические факторы:				
финансовые затруднения	3	19	10	Красный
чувства экономического прессинга на семью	25	75	10	Красный
сильное экономическое давление на семью	10	37	8	Красный
Удовлетворенность:				
чувство признания от авиакомпании	7	58	9	Красный
удовлетворенность авиакомпанией	4	83	10	Красный
оптимизм во взглядах	1,5	49	10	Красный

Вычисление состояний по демографическим данным персонала. В работе [175] путем демографической диагностики выявлены характеристики стабильной (ЭМ) и кризисной авиакомпаний (РК), табл. 51. В ЭМ возраст летного персонала оказался в среднем на 10 лет меньше возраста РК, а изменения кадровых позиций в два-три раза чаще. Общая оценка состояния РК обладает значением состояний кризисной, с низким уровнем эффективности деятельности и безопасности полетов.

Таблица 51

## Вычисление состояний летных ресурсов

Показатели, %	ЭП	ФП	Оценка риска	
			1-10	R
Средний возраст пилотов, лет	43	54	7	Желтый
Структура должностей:				
Капитаны	62,7	41,5	9	Красный
Вторые пилоты	36,4	46,8	9	Красный
Бортинженеры	0,9	11,7	10	Красный
Работающих менее 6 лет в данной авиакомпании	43,5	8	10	Красный
Работающих более 10 лет в прежней должности	10,4	22,9	9	Красный

Показатели авиапредприятий стран третьего мира хуже показателей развитых стран в три-четыре раза. По данным мировой статистики АП на миллион полетов, показатели безопасности различаются до одного порядка. Основная причина - характеристики устаревшего флота и низкий уровень управления менеджмента и бизнеса. По возрасту воздушного судна отображаются меры эффективности и безопасности. Эффективность может рассчитываться через топливную экономичность. Наименьшая и наибольшая величины расхода топлива на километр устанавливаются как область определения нормативных значений. Если величины соответствуют лидирующим на рынке показателям эффективности авиакомпании, то эти величины называем нормативными, деятельность такой авиакомпании называем стабильной.

Безопасность может рассчитываться через установленные эмпирические коэффициенты частотности отказов техники. Установлено, что каждый год старения ВС добавляет 4,3 процента частотности отказов. Следовательно, можно увеличить регламент технического обслуживания или снизить налет на ВС на величину данного коэффициента. Необходимость непосредственного отслеживания отказов на конкретном ВС при этом не исключается. Но это другая мера и иной метод наблюдения исходов событий, не связанные с указанным методом управления флотом.

#### 8.4. Выводы

Метод мягких вычислений состояний сложного объекта основан на ресурсном подходе и позволяет осуществлять оценивание состояний экономики и безопасности путем анализа и интерпретации эксплуатационных натуральных показателей обычных условий деятельности. Представляется возможным расчет показателей эксплуатационной деятельности, соответствующих нормативным величинам, которым ставятся в соответствие фактические показатели. Новизна метода состоит в концепции, альтернатив-

ной по отношению к причинной каузальной логике управления состояниями безопасности и риска деятельности.

Практическое значение. Метод используется: а) для постоянной самооценки и анализа состояния безопасности полетов и эффективности бизнеса внутри авиакомпании; б) для быстрого экспертного оценивания позиции авиаперевозчика на рынке внешними агентами; в) для составления интегрированных рейтингов локальных, региональных и международных отраслевых рынков воздушного транспорта; г) в качестве аналитических данных для разработки национальных транспортных стратегий.

## 9. ИНТЕРАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯМИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

*Одна подопытная обезьяна говорит другой: «Посмотри, чему я научилась. Сейчас дерну за веревку, зазвенит колокольчик и этот чудик (показывает на ученого) даст мне банан. Правда, получилось не сразу. Пришлось с ним повозиться...».*

### 9.1. Бихевиоризм реагирующего управления

Наибольшее распространение в управлении деятельностью имеет примитивная схема стимульно-реактивной теории, получившая в психологии наименование бихевиоризма. В ее основе лежат представления об объекте управления как о «черном ящике». Субъект не знает содержание внутренних процессов, наблюдает только входные и выходные сигналы, оценивает результаты методом проб и ошибок. Постепенно накапливается статистическая информация о целесообразном поведении. Например, в военной авиации, в случае аварии или катастрофы прекращаются все полеты данного типа летательного аппарата до выяснения причин. Подобное реагирование является преобладающей моделью управления вообще и особенно в техносферной деятельности. Бихевиоризм критикуют уже почти столетие, но реагирование, то есть метод, основанный на принципе «стимул-реакция», является преобладающим поведением современного общества. Данная проблема преодолевается методом интерактивного управления. В настоящей работе представлено теоретическое описание метода и результаты его практического применения.

### 9.2. Основания метода интерактивного управления

Термин управление называет воздействие управляющего субъекта на объект с целью достижения состояний объекта в заданных величинах. В теории стратегического управления и стратегии организационных изменений рассматриваются четыре типа стратегий: реактивный (реагирующий), инактивный, проактивный, интерактивный [8, 9]. Интерпретация теории представлена в работе [86, сс. 16-22]. В теории организационного управления понятие «менеджмент» структурируется в пяти элементах: планирование, организация, руководство, мотивация, контроль [69]. В других вариантах используются четыре элемента: планирование, организация, руководство, контроль (ПОРК) [86]. Данная структура рассматривается как последовательные этапы мыслительной и физической работы, различающие мышление от действия в едином «мыследействии» [176]. Граница диады «мысль-действие» является нечеткой. Пример: задуманная работа вначале содержит главным образом размышления, а не то, что мы называем собственно актом, действием. Но и здесь можно различать а) подготовительные нечеткие мысли и б) умозаключения, которые могут идентифицироваться как «мыследействия». Данный принцип используется для разработки методологии модели интерактивного управления. Основанием интерактивного управления является концепция совместного и синхронного управления прошлых, *настоящих* и будущих состояний деятельности. Ло-

гика интерактивного управления основана на псевдофизической логике [91] и является альтернативной причинной логике.

Эмпирическим путём установлено, что чем больше занимает время планирования, тем меньше время исполнения и общая продолжительность работы. Мыслительная деятельность является ресурсно экономной. В мыслях быстро выполняются множество переборов реализации и овеществления цели, выбираются наилучшие варианты решений и выполнений того, что задумали и записали. Вырабатываются правила, например: «когда мы тратим время на планирование, времени становится больше»; «планируя, я уже делаю дело». На этом основании принимается фундаментальный принцип мыследействия - преобладания мыслительной деятельности над физическими действиями, рис 43.

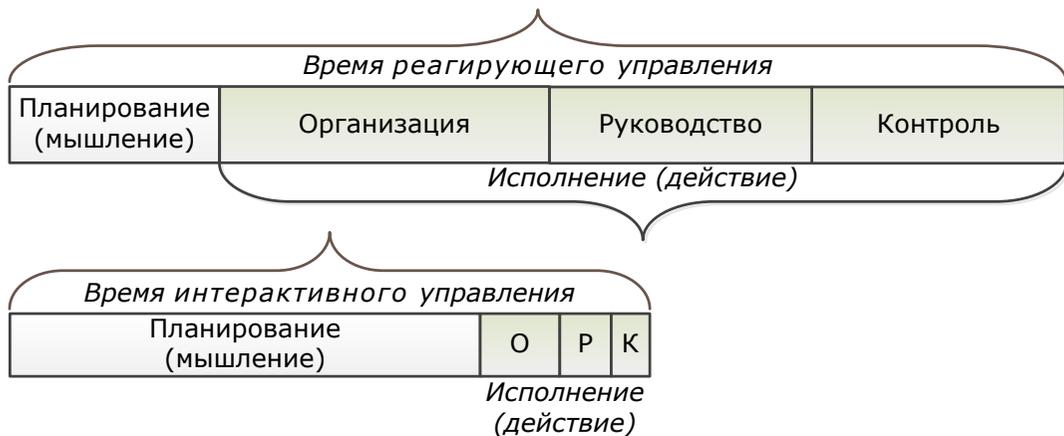


Рис. 43. Принцип мыследействия

Чем меньше тратится времени на планирование, тем больше требуется времени на исполнение и последующий контроль. По теоретическим основаниям, реагирование является последствием и контролем. Определение контроля имеет следующее содержание: проанализировать, что было запланировано и установить, насколько это «что» соответствует тому, что получилось. Постоянный акцент на контроле упускает и сокращает усилия на мыслительную работу планирования.

### 9.3. Формальные условия интерактивного управления

Условия любого управления предполагает оптимизацию деятельности, рассматриваемую в понятиях производительности или эффективности. Известный в экономике расчет при делении величины работы  $W$  на время  $T$  называют производительностью:

$$Wt = w_n/t_n \quad \{166\}$$

Изменения свойств объекта во времени  $T$  возможно рассматривать в состояниях эффективности. Эффективность  $E$  изменений объекта составляет отношение величины работы  $W$  к величине затрат  $R$ :

$$E = (W/R) | \frac{W}{R} > 1 \quad \{167\}$$

В данных выражениях оптимизация выполнения действий любой работы достигается сокращением времени  $T$  и ресурсов  $R$  на основании принципа мыследействия. Формальные условия интерактивного управления постулируются следующими аксиомами: а) любая работа  $W$  структурируется и состоит из более чем одного элемента:  $W: (w_i > 1) w_i \in W$ ; б) структура работы  $W$  во времени  $T$  как множество  $WT$  описывается монотонной убывающей функцией случайной переменной величины и случайной переменной времени работы:

$$WT = \left\{ \begin{array}{l} W: (w_{i+1} > w_{i+2} > \dots, w_{i+k} > \dots, w_n) w_i \in W \\ T: (t_{j+1} > t_{j+2} > \dots, t_{j+l} > \dots, t_n), t_j \in T \end{array} \right\} \quad \{168\}$$

Каждая совокупность последовательности элементов  $(w_i, t_i \dots w_n, t_n)$  имеет неизвестную связь. Общую задачу можно записать:

$$Wt = \langle W, T \rangle \left\{ \begin{array}{l} | (w_{i+k} \rightarrow \min) \\ | (t_{j+l} \rightarrow \min) \end{array} \right\} \quad \{169\}$$

где принцип преобладания величины и времени мысли над величиной и временем действия демонстрируется и реализуется выполнения указанных условий:  $(w_{i+k} \rightarrow \min)$  и  $(t_{j+l} \rightarrow \min)$ .

Расчетные величины элементов работы и интервалов времени не сообщают об интенсивности преобладания мыслительной над физической деятельностью. Из-за нечетких связей элементов достижение более строгих математических описаний не представляется возможным. Тем не менее, показанные формальные условия допускают разработку теоретической модели интерактивного управления на основе метода мягких вычислений, изложенного в разделе 3 настоящей работы.

#### 9.4. Теоретическая модель интерактивного управления

Модель имеет вид деформированного «ромба» - таблицы, строки которой следует рассматривать как гистограмму из 16 ячеек. Каждая ячейка является процессом и состоит из двух элементов. Элементы обозначены строчными буквами (порк), процессы выполнения задачи обозначены прописными буквами (ПОРК), табл. 52.

Таблица 52

«РОМБ» интерактивного менеджмента

Элементы, %:	Планирование	Организация	Руководство	Контроль			
% ПРОЦЕССЫ:	50	25	15	10			
50 ПЛАНИРОВАНИЕ	Пп	Оп	Рп	Кп			
25 ОРГАНИЗАЦИЯ		По	Оо	Ро	Ко		
15 РУКОВОДСТВО			Пр	Ор	Рр	Кр	
10 КОНТРОЛЬ				Пк	Ок	Рк	Кк
Время (Т)	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_3$	$\Delta t_4$	$\Delta t_5$	$\Delta t_6$	$\Delta t_7$
Задача:	Начало			Окончание			

Элементы ПОРК являются взаимосвязанными, такими что: а) каждый элемент содержится в каждом из процессов; б) каждый процесс включает все элементы; в) элементы и процессы асимметричны во времени: наибольшую долю занимает планирование, наименьшую – контроль; г) процессы непрерывны и протекают со смещением во времени относительно друг друга. В соответствии с вышеизложенным принципом мышления интерактивного управления, продолжительность процессов может иметь примерно следующие пропорции: 50% - планирование, 25% - организация, 15% - руководство, 10% - контроль

Длительность интервалов времени процессов выполнения задачи описывается последовательной убывающей нечеткой функцией, где каждый последующий процесс выполняется быстрее предыдущего. В модели выводятся следующие алгоритмы:

А. Процессы с совмещенными элементами, сверху-вниз, слева-направо:

- планирование планирования (Пп), планирование организации (По), планирование руководства (Пр), планирование контроля (Пк).
- организация планирования (Оп), организация организации (Оо), организация руководства (Ор), организация контроля (Ок).
- руководство планирования (Рп), руководство организации (Ро), руководство руководства (Рр), руководство контроля (Рк).
- контроль планирования (Кп), контроль организации (Ко), контроль руководства (Кр), контроль контроля (Кк).

Алгоритмы:

Пп  $\Delta t_1 >$  По  $\Delta t_2 >$  Пр  $\Delta t_3 >$  Пк  $\Delta t_4$   
Оп  $\Delta t_2 >$  Оо  $\Delta t_3 >$  Ор  $\Delta t_4 >$  Ок  $\Delta t_5$   
Рп  $\Delta t_3 >$  Ро  $\Delta t_4 >$  Рр  $\Delta t_5 >$  Рк  $\Delta t_6$   
Кп  $\Delta t_4 >$  Ко  $\Delta t_5 >$  Кр  $\Delta t_6 >$  Кк  $\Delta t_7$

Б. Процессы, с дискретными элементами слева-направо:

- планирование планирования (Пп), организация планирования (Оп), руководство планирования (Рп), контроль планирования (Кп).
- планирование организации (По), организация организации (Оо), руководство организации (Ро), контроль организации (Ко).
- планирование руководства (Пр), организация руководства (Ор), руководство руководства (Рр), контроль руководства (Кр),
- планирование контроля (Пк), организация контроля (Ок), руководство контроля (Рк), контроль контроля (Кк).

Алгоритмы:

Пп  $\Delta t_1 >$  Оп  $\Delta t_2 >$  Рп  $\Delta t_3 >$  Кп  $\Delta t_4$   
По  $\Delta t_2 >$  Оо  $\Delta t_3 >$  Ро  $\Delta t_4 >$  Ко  $\Delta t_5$   
Пр  $\Delta t_3 >$  Ор  $\Delta t_4 >$  Рр  $\Delta t_5 >$  Кр  $\Delta t_6$   
Пк  $\Delta t_4 >$  Ок  $\Delta t_5 >$  Рк  $\Delta t_6 >$  Кк  $\Delta t_7$

В. Процессы с синхронными элементами, сверху-вниз:

- Планирование планирования (Пп).
- Организация планирования (Оп), планирование организации (По).

- Руководство планирования (Рп), организация организации (Оо), планирование руководства (Пр).
- Контроль планирования (Кп), руководство организации (Ро), организация руководства (Ор), планирование контроля (Пк).
- Контроль организации (Ко), руководство руководства (Рр), организация контроля (Ок).
- Контроль руководства (Кр), руководство контроля (Рк).
- Контроль контроля (Кк).

Алгоритмы:

Пп  $\Delta t_1$

Оп  $\Delta t_2 > По \Delta t_2$

Рп  $\Delta t_3 > Оо \Delta t_3 > Пр \Delta t_3$

Кп  $\Delta t_4 > Ро \Delta t_4 > Ор \Delta t_4 > Пк \Delta t_4$

Ко  $\Delta t_5 > Рр \Delta t_5 > Ок \Delta t_5$

Кр  $\Delta t_6 > Рк \Delta t_6$

Кк  $\Delta t_7$

Таким образом, в представленной модели удастся описать формальные условия интерактивного управления. Выявлены все возможные алгоритмы управления по элементам и процессам. Метод интерактивного управления реализуется в технологии управления временем time management. Подробное изложение представлено в работе [86].

### 9.5. Пространственно-временная структура деятельности

Представим пространственно-временную структуру деятельности в виде двумерной модели с осями времени  $T$  и меры исхода  $E_x$  в метрике  $\{M^+, M^-\}$ , рис. 45.

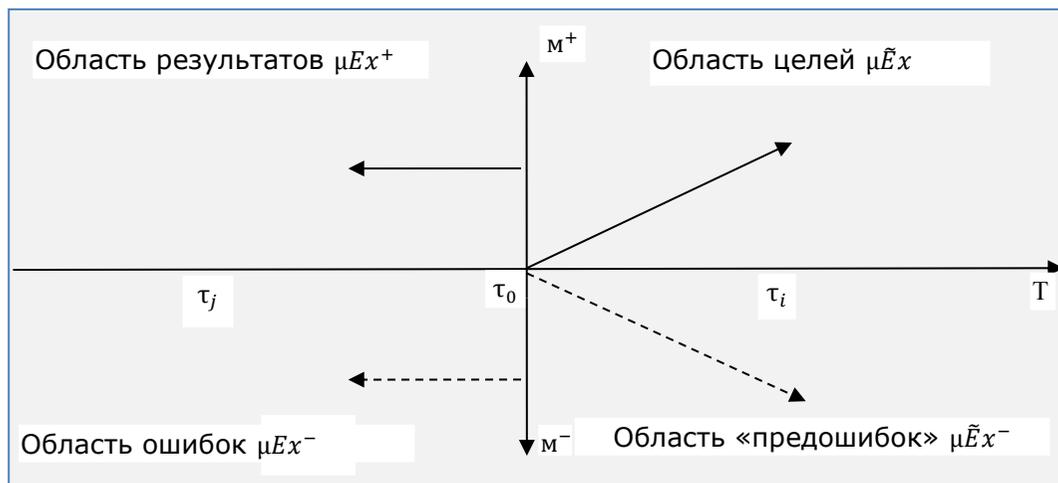


Рис. 45. Пространственно-временная структура исходов деятельности

Оценка состояний объекта осуществляется в  $\tau_0$  как совокупность множества исходов и обладает значениями в интервале времени от настоящего к прошлому ( $\tau_0 \leftarrow \tau_j$ ). Структура состоит из четырех областей. (1) Область целей:  $\mu \tilde{E} x(\tau_0 \rightarrow \tau_i)$  состояние объекта в настоящем времени  $\tau_0$  содержит оценку меры  $\mu_{\tau_0}$  нечеткого желаемого состояния объекта  $\mu \tilde{E} x$ , называемых

целью, в интервале времени от настоящего к будущему  $\langle \tau_0 \rightarrow \tau_i \rangle$ . (2) Область результатов: Достижение цели обладает мерой положительных исходов  $\mu E x^+$ , называемых результатами. (3) Область ошибок:  $\mu E x^- \langle \tau_0 \rightarrow \tau_i \rangle$  мера отрицательных исходов рассматривается как ошибки, ущербы, «несостоявшиеся» позитивные результаты. (4) Область «предошибок»:  $\mu \bar{E} x^- \langle \tau_0 \rightarrow \tau_i \rangle$  мера будущих негативных исходов из-за неадекватного управления.

Обозначим как  $E$  состояние эффективности, которые гарантируют позитивные результаты и как  $\bar{E}$  в противном случае. В состоянии  $E$  объект достигает цели и роста ресурсов  $\mu E x^+ \langle \tau_0 \leftarrow \tau_j \rangle$  и при  $\bar{E}$  - состояний убытков ресурсов  $\mu E x^- \langle \tau_0 \leftarrow \tau_j \rangle$ . Выстраивается совокупная пара утверждений деятельности объекта:

$$\{\mu \bar{E} x \langle \tau_0 \rightarrow \tau_i \rangle | E\} \rightarrow \mu E x^+ \langle \tau_0 \leftarrow \tau_j \rangle \quad \{170\}$$

$$\{\mu \bar{E} x \langle \tau_0 \rightarrow \tau_i \rangle | \bar{E}\} \rightarrow \mu E x^- \langle \tau_0 \leftarrow \tau_j \rangle \quad \{171\}$$

где {51} - деятельность объекта эффективная/безопасная; {52} - деятельность объекта неэффективная/опасная. Условия  $E$  могут быть описаны в понятиях и формах результата, достижения, успеха, роста, развития. Условия  $\bar{E}$  связаны с дефицитом условий  $E$  и описываются в оценках ущербов, потерь, убытков. Основной вывод данной формализации заключается в тождественности управления эффективности и безопасности деятельности.

## 9.6. Выводы

Мы называем пространства исходов деятельности: (1)  $\mu E x^+$  позитивным исходом или результатом, наблюдаемым в эксплуатационных показателях и в показателях защищенности; (2)  $\mu E x^-$  негативным исходом (авиационным происшествием), наблюдаемыми в показателях ущербов. Первому соответствует метод интерактивного управления позитивной деятельностью в нормальных условиях. Второму соответствует реагирующее управление.

Даже если осуществляются анализы и прогнозы событий, попытки предвидеть негативные исходы, что называется «профилактикой АП» – это подготовка к реагированию или реагирующему управлению, которое ошибочно называют *проактивным* управлением. Данная «проактивность» направляет и акцентирует сознание и ожидание наблюдателя на негативные исходы, готовится их предупредить, но игнорирует позитивное в работе человека или организации.

В реагирующем управлении налицо дефицит понимания, что продвигаясь на планировании, на результатах деятельности можно: а) достигать большей эффективности, б) исключать негативные исходы деятельности.

Модель интерактивного управления позволяет идентифицировать причину реагирующего управления в том, что процессы контроля группы Б:  $P_k \Delta t_4 > O_k \Delta t_5 > R_k \Delta t_6 > K_k \Delta t_7$ , которые составляют наименьшую долю работ, субъективно считаются как исчерпывающее управление. Они рассматриваются в терминах «предвидение, прогноз, профилактика, предупреждение» негативных событий. Декларируется «повышение»

безопасности, эффективности деятельности. Но все это есть реагирующее управление. Модель интерактивного управления позволяет формулировать частные определения элементов менеджмента, такие как «управление планированием» или «управление в части планирования». Аналогично, «управление (организации, руководства, контроля)».

Понимание теоретических положений производственного менеджмента и практическое применение возможно при составлении процессных методов и технологий. Знание законов, алгоритмов и порядка изменений является обязательным условием управления изменениями. В противном случае изменения становятся случайными, событийными, внезапными. Корпоративное управление остается реагирующим.

## ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ

### 10. МЕТОД РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСА ЗАЩИТЫ ОТ АВИАТЕРРОРИЗМА

*«Страх есть действительность свободы как возможности пред и до всякой возможности. Боязнь (опасение) относится к чему-то определенному в рамках возможного, вероятного». Л. Шестов [146]*

Незаконное вмешательство (НВ) в деятельность гражданской авиации (ГА) остается уязвимой областью воздушного транспорта и мирового сообщества. Акты незаконного вмешательства (АНВ) вызывают огромный общественный резонанс, нарушают международное право, государственный суверенитет и обостряют международные отношения. Неопределенность событий АНВ обязывает увеличение непредсказуемого инвестирования безопасности транспорта. В настоящей работе выполнен исторический обзор и анализ основных характеристик терроризма и АНВ. Цель настоящего исследования заключается в разработке теоретического описания предмета терроризма для разработки нового подхода защиты. Итогом анализа является составление обобщенного социального портрета терроризма, на основании которого могут составляться глобальные стратегии устранения данного явления. Именно теоретическое социальное содержание может быть основанием разработки технологических содержаний защиты. Эффективность достигается на основании разработки контура защиты от АНВ, что позволяет осуществлять дифференцированное инвестирование защитных мер. Разработка отличается от существующих стандартов приемлемой полнотой и точностью содержания и позволяет осуществлять активную и эффективную защиту от АНВ. Основной вывод заключается в необходимости ревизии существующей теории и практики защиты от АНВ и разработка новой методологии наблюдения предметной области.

#### 10.1. Предмет терроризма

Исследования природы и источников насилия и агрессии в поведении человека обнаруживают множество каких угодно причин: шум, загрязнение среды обитания, телевидение, нестабильность социумов. Неполнота знаний особенно заметна, если учесть, что: а) не обнаруживается зависимость агрессии во времени: акт насилия может быть регулярным, периодическим и разовым в жизни индивида; б) насилие чаще не совпадает и никак не связано с приемом алкоголя, наркотиков и других подобных веществ, которые являются традиционными виновниками неадекватного поведения; в) агрессия может появляться на фоне абсолютного психического здоровья

[185]. Важность исследования терроризма в том, что феномен агрессии и насилия может проявляться совершенно непредсказуемым образом с глобальными последствиями и потрясениями.

Явление терроризма рассматривают как способ воздействия на общество посредством устрашения. Термин «терроризм», terror означает ужас, страх. Понятие терроризма содержит использование насилия и угрозы уничтожения против людей, групп и государств для исполнения личных целей. Терроризм относят к международным преступлениям, опасным в глобальном масштабе и требующим международных усилий противодействия [51, 68, 80]. Отличие терроризма от других видов насилия заключается в следующем: это всегда организованное, специально подготовленное насилие; это нагнетание максимального страха и неопределенности исхода для людей; все – потенциальные жертвы, терроризм имеет виртуальные мишени для нападения на кого угодно, где угодно, когда угодно, в любых, наименее защищенных местах и наименее защищенных людей.

## 10.2. Обзор авиатерроризма

Авиатерроризм hijacking. Уязвимость ГА предопределена, чтобы стать объектом и мишенью для авиатерроризма - термин hijacking. Угон воздушного судна представляет минимальную опасность для преступника и большую угрозу жизни пассажиров и экипажа. Захват и угон расценивается преступником как одно из результативных средств достижения задуманной цели при использовании минимальных сил и средств. Захват и угон может осуществить небольшая группа. Преступление совершается индивидуально, независимо от того, является ли его исполнитель одиночкой или соучастником преступной группы. Действующие группировки преступников считают захват воздушного судна наиболее легким и дешевым способом приобретения популярности, освобождения, отбывающих освобождение наказание террористов, получение выкупа. Немаловажное значение для них имеет побег в государство, предоставляющее им убежище. В случае катастрофы большинство пассажиров погибает, террорист остается анонимным лицом. Воздушное судно представляет значительную ценность, которой трудно поступиться. Последствия от терактов в авиации очень тяжелые.

Таблица 53

Количество АНВ и жертв: 1930-1981 [167]

Континенты	Захваты	Жертвы	
1	2	3	3/2
Северная Америка	26	63	2,4
Южная Америка	25	59	2,4
Европа	33	214	6,5
Азия	26	295	11,3
Африка	4	20	5,0
Австралия	2	5	2,5
Итого:	116	656	5,7

Первый в мире захват самолета «Фоккер-7» перуанскими революционерами произошел в 1930 году с целью сбросить листовки над соотече-

ственными [80]. За период в 1930-67 годы произошло 65 случаев захватов и угонов воздушных судов и два пика насилия в 1948-51 и 1958-61 годах. В 1970-79 годах произошло более 700 случаев попыток захватов и угонов воздушных судов, в которых погибло свыше 1100 человек, ранено более 1000 человек. За этот же период зарегистрировано свыше 10 тысяч угроз захвата и диверсии. В СССР с первой попытки в 1958 году до 1979 года совершено 22 попытки, 6 захватов и угонов воздушных судов за границу, в которых погибли 10 человек и ранено 7 человек. Далее происходит эскалация терроризма более чем в пять раз. В 1990 году было осуществлено 32 акции: 23 попытки и 9 случаев угонов за границу. Организованный захват террористами четырех самолетов и массовая гибель людей 11 сентября 2001 года стал новым беспрецедентным вызовом всему человечеству.

Таблица 54

Количество жертв АНВ: погибшие и раненые [80]<sup>58</sup>

Годы		1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
1	Погибшие	5	92	12	185	222	178	92	218	133	59
2	Раненые	32	29	34	109	71	14	217	215	71	22
3	Итого:	37	121	46	294	293	192	309	433	204	81
1/2		0,2	3,2	0,4	1,7	3,1	12,7	0,4	1,0	1,9	2,7
1/3		0,1	0,8	0,3	0,6	0,8	0,9	0,3	0,5	0,7	0,7

продолжение:

Годы		1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	всего
1	Погибшие	64	72	8	14	15	68	473	112	2022
2	Раненые	194	39	39	119	70	249	243	235	2002
3	Итого:	258	111	47	133	85	317	716	347	4024
1/2		0,3	1,8	0,2	0,1	0,2	0,3	1,9	0,5	1,0
1/3		0,2	0,6	0,2	0,1	0,2	0,2	0,7	0,3	0,5

Таблица 55

Количество АНВ: попытки и захваты [197]

1977-86		77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	%
1	Попытки	2	3	5	10	8	6	7	1	4	1	29
2	Захваты	5	8	11	21	7	9	18	5	4	4	71
3	Итого:	7	11	16	31	15	15	25	6	8	5	100
1/2		0,40	0,38	0,45	0,48	1,14	0,67	0,39	0,20	1,00	0,25	0,41
2/3		0,71	0,73	0,69	0,68	0,47	0,60	0,72	0,83	0,50	0,80	0,71

Данные статистических наблюдений АНВ различаются в источниках [162, 179, 188, 197, 119]. Исходные данные показаны сеткой внутри таблиц. Расчеты отношений данных выполнены нами в дополнительных строках и столбцах таблиц. На основные источники в заголовках таблиц даны ссылки. Обзор исследований демонстрирует следующую структуру наблюдения: 1) субъект: кто является террористом, 2) причины и мотивы поведения террориста, 3) количество жертв и ущербов, 4) количество и каче-

<sup>58</sup> Также - Бюллетень ИКАО. – 1987, № 3.

ство актов. Более подробно параметры наблюдения показаны в таблице 60.

Таблица 56

Количество АНВ: завершенные и незавершенные: 1930-1981 [167]

	Незавершенные	Завершенные	Всего:	1/2	2/3
	1	2			
Северная Америка	112	124	236	0,90	0,53
Южная Америка	47	103	150	0,46	0,69
Европа	59	83	142	0,71	0,58
Азия	46	40	86	1,15	0,47
Африка	14	14	28	1,00	0,50
Австралия	5	0	5	0,00	0,00
Итого:	283	364	647	0,78	0,56

Таблица 57

Причины АНВ: 1930-1981 [167]

	Политические	Психоз, наркотики	Похищения людей	Грабежи	Вымогатель- ства	Освобождение заключенных	Привлечение внимания	Неустанов- ленные	Всего:
	Северная Америка	151	12	2	3	33	9	1	
Южная Америка	118	1			9	7	3	12	150
Европа	82	2	1		11	11	3	30	140
Азия	37	3		2	10	12	1	20	85
Африка	16	1			1	1	2	7	28
Австралия	2						1	2	5
Итого:	406	19	3	5	64	40	11	96	644
%	63,0	3,0	0,5	0,8	9,9	6,2	1,7	14,9	100

Таблица 58

Социальный состав участников АНВ: 1930-1981 [167]

	Мужчины	Женщины	Дети	Всего:
	Северная Америка	286	22	
Южная Америка	562	30	9	601
Европа	334	22	11	367
Азия	249	7	5	261
Африка	66	4	3	73
Австралия	5			5
Итого:	1502	85	59	1646
%	91,3%	5,2%	3,6%	100,0%

Таблица 59

## Дни недели угонов ВС: 1930-1981 [167]

%	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс	Всего:
Северная Америка	15,7	11,4	15,3	14	21,2	13,1	9,3	100
Южная Америка	10,6	16,7	18,7	15,4	10,6	16	12	100
Европа	12,7	18,3	9,9	10,6	23,9	14	10,6	100
Азия	14	11,6	21	12,8	14	8	18,6	100
Африка	17,9	10,7	21,4	3,6	14,3	21,4	10,7	100
Австралия	0	20	40	20	20	0	0	100
Итого, %:	11,8	14,8	21,1	12,7	17,3	12,1	10,2	100

Таблица 60

## Обобщение статистических глобальных наблюдений АНВ

Параметры	Обобщение
Количество актов	Наибольшее количество АНВ произошло на американских континентах. Количество АНВ имеет неопределенный характер без связи пиков с другими событиями.
Количество попыток и захватов	Из трех актов на одну попытку приходится два захвата. Вероятность захвата равна 0,71.
Количество погибших и раненых	Соотношение количества раненых и погибших, а также числа погибших к общему количеству жертв, имеет случайный характер и не связано с общим количеством АНВ. Соотношение количества раненых и погибших примерно равно.
Количество актов и жертв	На один акт приходится около шести жертв: погибших и раненых.
Количество завершенных и незавершенных актов	Состоявшиеся захваты могли быть завершенными или не завершенными по какой-либо причине. Завершенных АНВ примерно половина от общего количества актов.
Причины актов	Наибольшая доля - 63% АНВ приходится на политические причины. Существенные доли причин: вымогательства - 9,9% и освобождение заключенных - 6,2%.
Социальный состав участников	Мужчины, женщины, сопровождающие дети: преобладающее большинство актов совершают мужчины 91,3%. Доля женщин составляет 5,2%, акты в сопровождение детей 3,6%.
Дни недели актов	Значительная доля АНВ происходит в среду 21,1% и в пятницу 17,3%.

Политическая международная трансформация, распад стран, реструктурирование политических, военных блоков и альянсов, открытие и закрытие границ сопровождается обострением терроризма. Совершенно очевид-

но, в последней трети XX-го века и на рубеже тысячелетий произошла эскалация терроризма и демонстрация еще большей неопределенности и непредсказуемости феномена. Выполненный статистический обзор авиатерроризма может быть дополнен учетом актов насилия последнего десятилетия, начиная с теракта 11 сентября 2001 года в США. Следует признать, что сложившиеся параметры наблюдений и анализ статистических данных составляет умеренные возможности для выработки нормативных решений. Однако данные представляет собой приемлемую полноту и точность, на основании которых могут составляться стратегии и технологии защиты. Основной вывод настоящей работы заключается в необходимости ревизии существующей теории и практики защиты от АНВ и разработка новой методологии наблюдения предметной области.

### **10.3. Предметная идентификация АНВ в деятельность ГА**

Проблема защиты от АНВ состоит в сложности идентификации феномена терроризма в разнообразных аспектах. В историческом аспекте категории насилия и страха представляют режимы государственного устройства: военные, репрессивные, диктаторские, деспотические, тоталитарные и революционные. До настоящего времени отнесение государственных режимов и общественных движений к терроризму или к прогрессу является вопросом мировоззрения и миропонимания адептов. Среди примеров: крестьянские восстания и опричнина, «Народная воля», террор революций и гражданских войн, «Красные бригады Италии», "Ирландская республиканская армия", Перуанская "Сандоро лумино", испанская группировка басков ETA, в Палестине FATAN, японская красная армия в Ливане JAL, во Франции Action Directe, секретная американская армия Acala, народная партия Курдии в Иране RKK, левое течение в Турции Dev Sol, мусульманское братство против туризма в Египте Muslim Brotherhood, палестинская группировка DELP-JC, проиранская группировка Hisbolla, палестинская организация ХАМАЗ.

В технологическом аспекте терроризма содержится использование достижений науки, технического прогресса и изобретений, образования, новейших образцов оружия и инструментария, ракеты и радиоуправляемые устройства, химические и биологические препараты. Воздействия кибертерроризма можеткратно превышать физические угрозы: компьютерные вирусы, размещение устрашающих объявлений, выведение из строя сетей и систем управления, спутниковой связи с воздушным судном. Сложность объектной идентификации состоит в многочисленном перечне объектов нападения, среди которых: центры коммуникаций и общественной жизни: учебные заведения и посольства, авиакомпании и аэровокзалы, аэропорты и агентства продажи билетов, поезда и железнодорожные вокзалы, метро и почта, гостиницы и библиотеки, церкви и храмы. Главными объектами являются люди: политики, военачальники, дипломаты, государственные деятели, бизнесмены, священники, главы религиозных конфессий и особенно дети. Причинная идентификация терроризма может формулироваться самым разнообразным описанием: неравномерное размещение и распределение мирового богатства и благ среди народов; различие культур и воззрений, национальные и этнические корни; идеологические и политические истоки; сепаратизм и слабая кооперация международного сообщества; периодическое возрождение расизма и национализма; религиозный фанатизм

и фундаментализм; пренебрежение к уголовному праву; недоверие к институту государства, как средству защиты человека; подражание и поиск известности; отсутствие единого представления феномена терроризма.

Существует множество понятийных описаний и определений терроризма [1-51, 68, 80]. В работе [68] дано следующее определение: «Терроризм - это международная или внутригосударственная организационная и иная деятельность, направленная на создание специальной организации и групп для совершения убийств и покушений на убийства, нанесение телесных повреждений, применение насилия и захвата людей в качестве заложников, насильственного лишения человека свободы, сопряженного с глумлением над личностью, применением пыток, шантажа и т.д.; терроризм может сопровождаться разрушением и разграблением зданий, малых помещений и иных объектов». Ключевые слова в определении терроризма - угроза, символический акт устрашения, насилие. Предметная идентификация затрудняет понятийное описание и определения феномена терроризма. В настоящей работе исследуется часть предметной области терроризма, отнесенная к воздушному транспорту. На основании выполненного нами исследования возможно составление исторического социально-политического портрета терроризма.

Социально-политический портрет терроризма. На основании выполненного аналитического обзора возможно составление исторического социально-политического портрета терроризма XX века:

*«Группа латиноамериканцев, совершивших угон самолета по политическим мотивам, завершившийся контртеррористической операцией, гибелью и ранением пассажиров, экипажа и террористов».*

Обобщенный портрет современного терроризма представляет собой глобальную социальную группу организованного террора против огромного множества сфер деятельности объектов насилия. Количество актов терроризма имеет случайный характер, не определяемый со стороны объектов насилия. Акты насилия имеют значительную вероятность завершения результата с числом жертв на один-два порядка превышающих число террористов. Терроризм распространяется по геополитическим причинам в странах с контрастным социальным неравенством. Соответственно и глобальные стратегии могут формироваться двух видов: а) противодействие и защита от терроризма; б) устранение причин терроризма.

Международная нормативная база. Нормативная деятельность международного сотрудничества в гражданской авиации предшествовала явлению авиатерроризма и является пониманием глобальной природы воздушного транспорта. Это отмечено в следующих международных актах: 1919 год - Парижская конвенция гражданской авиации, образование Международной комиссии по аэронавигации ИКАН; 1928 год - Панамериканская конвенция по аэронавигации в Гаване; 1968 год - Гаага, Конвенция о предотвращении незаконных захватов гражданских воздушных судов, Документ № 8920. С этого момента началось практически непрерывное международное сотрудничество в объединении усилий против авиатерроризма. 1963 год, Токио, Конвенция о правонарушениях и некоторых других действиях, совершенных на борту воздушного судна. 1970, Гаага, Конвенция о

борьбе с незаконным захватом воздушных судов. 1971, Монреаль, Конвенция о борьбе с незаконными актами, направленными против безопасности гражданской авиации. 1988, Монреаль, Протокол о борьбе с незаконными актами насилия в аэропортах, обслуживающих международную гражданскую авиацию, дополняющий Конвенцию 1971 года. 1991, Монреаль, Конвенция о маркировке пластических веществ в целях их обнаружения. На рубеже тысячелетий, особенно в связи с терактом 11 сентября 2001 года, плотность международного сотрудничества усилилась [68].

Идентификация предметной области авиатерроризма исторически меняется в терминах и понятийных описаниях: вооруженный захват и угон воздушных судов, несанкционированный перевоз опасных грузов, опасное хулиганство пассажиров в полете, иммиграция, политический шантаж, уголовный шантаж, похищение людей, контрабанда, хулиганство, убийство, самоубийство. В том числе - с целью получения страховки родственниками, наркобизнес, диверсии, обстрел с земли переносными ракетами, полеты в радиоактивных зонах. Применяются различные наименования «воздушное пиратство», «воздушный угон», «авиатерроризм». На Гаагской конференции в 1970 году был принят термин «незаконный захват гражданского воздушного судна». В разных источниках цитируется классификация из 11 групп актов незаконного вмешательства как дискриминации авиационной безопасности.

Объем и содержание понятия АНВ. Понятие «незаконное вмешательство» в [94] устанавливается как вид родового понятия «Авиационная безопасность»: 1. Комплекс мер, а также людские и материальные ресурсы, предназначенные для защиты гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. 2. Состояние защищенности авиации от незаконного вмешательства в деятельность в области авиации. Понятие «акт незаконного вмешательства» означает противоправные действия, в том числе террористические акты, которые могут угрожать безопасности транспортного комплекса. АНВ определяются как «акты или попытки совершения актов, создающие угрозу безопасности гражданской авиации и воздушного транспорта» и подразделяются на шесть групп:

1. Незаконный захват воздушных судов в полете.
2. Незаконный захват воздушных судов на земле.
3. Захват заложников на борту воздушных судов или на аэродромах.
4. Насильственное проникновение на борт воздушного судна, в аэропорт или в расположение аэронавигационного средства или службы.
5. Помещение на борту воздушного судна или в аэропорту оружия, опасного устройства или материала, предназначенного для преступных целей.
6. Сообщение ложной информации, ставящей под угрозу безопасность воздушного судна в полете и на земле, пассажиров, членов экипажа, наземного персонала или общественности, в аэропорту или в расположении объектов или служб гражданской авиации.

В группах 1-3 преступники под угрозой применения оружия или взрывного устройства против пассажиров и членов экипажа устанавливают свой контроль на воздушном судне и выдвигают различные требования: политическое убежище, изменение маршрута полета, освобождение из тюрем сообщников, выкуп за освобождение заложников. В группах 4-5 пронос на

воздушное судно оружия или взрывного устройства с целью его захвата или подрыва в воздухе или на земле; закладка взрывных устройств внутри или снаружи пассажирского вокзала, применение оружия против пассажиров внутри здания пассажирского вокзала в местах их скопления; пронос взрывного устройства или оружия на теле или в ручной клади пассажира; закладка взрывного устройства в багаж пассажира; закладка взрывного устройства на борт воздушного судна; закладка взрывного устройства в почту, груз или бортовые запасы. В группе 6 из сообщений ложной информации большинство субъектов угроз не выявляются и оказываются безнаказанными.

Операционные превентивные меры включают: досмотр воздушного судна перед вылетом; досмотр пассажиров, членов экипажей и ручной клади, находящейся при них; досмотр сдаваемого багажа; досмотр или другие методы контроля безопасности в отношении груза, почты и бортовых запасов; особые меры безопасности при перевозке осужденных преступников, депортируемых лиц, а также при перевозке оружия и вооруженных лиц, имеющих право находиться на борту воздушного судна с оружием; создание в аэропортах зон ограниченного доступа, введение пропускного режима для персонала и транспортных средств аэропорта, а также проведение проверок на благонадежность при приеме на работу лиц, имеющих доступ в эти зоны. Охрана воздушных судов на всех этапах их эксплуатации и технического обслуживания, соблюдение пропускного и внутреннего режима в аэропортах, проверкой лояльности персонала.

#### **10.4. Комплекс защиты от АНВ в деятельности ГА**

Содержание проблемы. Нормативная и регулирующая деятельность защиты от АНВ в мировой практике имеет преобладающий реагирующий характер. События АНВ являются редкими с вероятностью около  $P = 10^{-8}$ , примерно на два порядка более редкими, чем общая статистика авиационных происшествий. Другой особенностью является предметная нечеткость терроризма в его содержании и структуре. Соответственно статистический учет, анализ и планирование превентивных мер против терроризма крайне затруднительны. Операционные меры защиты, называемые превентивными или предупредительными, являются контрольной функцией в секторах слабоструктурированного пространства перед вылетом воздушного судна. Более 40 лет авиационное мировое сообщество использует концепцию сплошного сканирования потока пассажиров, багажа и грузов для поиска угрозы терактов, что является крайне затратной технологией и ставит вопрос о целесообразности деятельности. Любая изощренная выдумка террористов, такие как пластиковые ножи для разрезания бумаги или провоз пластида на теле смертников, приводят весь комплекс воздушного транспорта к огромным расходам и требуют новых технологий защиты. Проблема состоит в неадекватности методологии наблюдения предмета и структурирования объектов терроризма.

Общая постановка задачи. Защиту от теракта или предупреждение события можно описать как задачу распознавания образов появления террориста со средством угрозы в пространствах нанесения наибольшего ущерба и жертв. Комплекс защиты от АНВ рассматривается в пространствах и зонах ответственности деятельности ГА, в местах скопления людей,

в аэропортах, на воздушном судне (ВС). В настоящей работе рассматривается задача защиты от событий проникновения террориста и свершения теракта на ВС. Задача принципиально усложняется, поскольку террорист находится в потоке пассажиров с вероятностью около  $10^{-7}$ . Террорист отсутствует среди пассажиров, если было намерение заложить взрывное устройство и не лететь. Средством угрозы может быть взрывное устройство, отравляющие вещества, воспламеняющиеся жидкости и другие предметы, которые в пространстве обслуживания пассажиров размещают в багаж, ручную кладь, под одеждой. Средство угрозы может быть размещено непосредственно на воздушном судне: из служебного пространства аэропорта, из служебного пространства аэродрома. Террорист может иметь варианты поведения и намерения: отправиться в полет или разместить средства угрозы и остаться вне ВС, остаться в живых или пожертвовать собой, совершить акт на земле или в полете. Террористом может быть пассажир или работник воздушного транспорта. Описание формализованных условий блокирования угроз, контура защиты и исключение события АНВ является решением задачи.

Метод. Наблюдаемая предметная область описывается пространственно-временными характеристиками и свойствами величин физического мира, что требует применения смешанных типов наблюдений: качественных оцениваемых и количественных измеряемых. Под методом проектирования комплекса наблюдения предметной области понимается эвристическая идентификация и описание объектов, один из которых определяется как база наблюдения. Наблюдение каждой компоненты требует выбора и определения: наименований категорий и параметров наблюдения, определение и формализация взаимосвязей параметров; типов величин, шкал и единиц измерения и/или оценивания. Ресурсный метод защиты от события АНВ предлагает исследовать объекты в категории отношения: наблюдение угрожающего объекта в базе наблюдения, а именно в пространстве защищаемого объекта – воздушное судно. Данный прием концентрирует ресурсы защиты и называется сверткой информации [87].

#### **10.4.1. Комплекс защиты: первая свертка ресурсов**

Формальная постановка задачи. В соответствии с проектируемым содержанием предметной области формируются задачи наблюдений объектов на естественном языке с последующим математическим описанием. Предметная область АНВ является совокупностью объектов, свойства и величины которых могут быть качественными оцениваемыми в различных шкалах. Для решения задачи экспертным путем составляем следующее содержание предметной области АНВ: 1) событие АНВ ( $E$ ); 2) защищаемый объект ( $M$ ) (база наблюдения); 3) угрожающий объект ( $T$ ). Объекты структурируются в подмножествах значений: параметров, категорий последствий, шкалах наблюдения и задачах защиты. Событие  $E^{АНВ}$  происходит, если угрожающий объект появляется в пространстве воздушного судна. Событие не происходит  $\bar{E}^{АНВ}$ , если проникновение угрожающего объекта в воздушное судно блокируется защитами защищаемого объекта  $M$ . Общее условие задачи записывается:

$$\left\{ \begin{array}{l} M(T) \rightarrow f(E^{АНВ}), \text{ если событие происходит} \\ M(T) \rightarrow f'(\bar{E}^{АНВ}), \text{ если событие не происходит} \end{array} \right\} \quad \{172\}$$

где  $f$  и  $f'$  - функции начальной и предельной защиты в решении задачи.

Событие АНВ. Событие  $E^{АНВ}$  структурируется в параметрах моральных и материальных последствий  $E_i$ : человеческие жертвы  $E_H$  и/или материальный ущерб  $E_M$ . Последствия могут наблюдаться в шкалах отношений:

$$E^{АНВ} = (E_H, E_M); e_i, i = e_h, e_m \quad \{173\}$$

Защищаемый объект. Защищаемый объект ( $M$ ) и множество его показателей и значений  $M_i$  структурируется в подмножествах: пространства размещения объектов угрозы  $M_S$  и каналов доставки объектов угрозы  $M_C$ . Пространства размещения  $M_S$  и множество его показателей и значений  $M_j$  структурируются в подмножествах: пассажирские  $m_{sp}$ , служебные  $m_{ss}$ , коммерческие  $m_{sc}$ , технические  $m_{st}$ . Пространства размещения объектов угрозы могут наблюдаться в шкалах порядка. Под пространствами размещения можно понимать: пассажирские – салон, полки ручной клади, туалет; служебные – кабина пилотов, служебные отсеки кабинного экипажа – кухня и другие; коммерческие – отсеки багажа, почты, груза; технические – внешние и внутренние отсеки и люки оперативного технического обслуживания воздушных судов.

Каналы доставки  $M_C$  структурируются в подмножествах: пассажирские  $m_{cp}$ , коммерческие  $m_{cc}$ , технические  $m_{ct}$ . Под каналами доставки объектов угрозы можно понимать: пассажирские – поток сопровождения пассажиров от въезда в аэропорт, входа в аэровокзал до размещения в пассажирском салоне; коммерческие – перемещения багажа, почты, груза на воздушное судно; технические – перемещения служебного и технического транспорта в зоне аэропорта и аэродрома к воздушному судну. Каналы доставки объектов угрозы могут наблюдаться в шкалах интервалов. Связь элементов защищаемого объекта записывается:

$$M = (M_S, M_D): \begin{cases} M_S, i = m_{sp}, m_{ss}, m_{sc}, m_{st} \\ M_D, i = m_{cp}, m_{cc}, m_{ct} \end{cases} \quad \{174\}$$

Угрожающий объект. Террорист отдельно и средство угрозы отдельно не являются угрожающим объектом. Угрожающий объект ( $T$ ) и множество его показателей и значений  $T_i$  проявляется в совместных и одновременных состояниях субъекта угрозы (террорист)  $|T_S|$  и средства угрозы  $|T_D|$ :

$$T_i: (T_T|T_D) \rightarrow T \quad \{175\}$$

Существует два варианта создания угрожающего объекта. (1) Угрожающий объект создается при условии объединения террориста и средства угрозы. (2) Угрожающим объектом становится средство угрозы отдельно при условии его размещения в пространстве защищаемого объекта по каналам доставки. Формулируем поведение угрожающего объекта АНВ: «для всех  $M_{Si}$  при условии использования ресурса канала доставки  $M_{Ci}$  возможно создание угрожающего объекта по условию {4}. Записываем:

$$\exists(M_{Si}|M_{Ci}) \rightarrow (T_{Si}|T_{Di}) \rightarrow T_i \quad \{176\}$$

Террорист  $T_S$  структурируется в подмножествах социальных ролей: пассажир  $s_{tp}$ , служащий<sup>59</sup>  $s_{ts}$ . Террорист может наблюдаться в шкалах наименований. Средства угрозы  $T_D$  структурируются в параметрах организации средства угрозы: под одеждой террориста-пассажира  $t_{dp}$ ; в ручной клади  $t_{dc}$ ; в багаже  $t_{db}$ ; в грузе и почте  $t_{dm}$ ; в пространстве ВС непосредственно и/или из служебного пространства аэропорта и аэродрома  $t_{da}$ . Средства угрозы могут наблюдаться в шкалах порядка. Связь элементов угрожающего объекта записывается:

$$T = (T_S, T_D): \begin{cases} T_S, i = s_{tp}, s_{ts} \\ T_D, i = t_{tp}, t_{dc}, t_{db}, t_{da} \end{cases} \quad \{177\}$$

Представленная концепция комплекса защиты ВС от АНВ состоит в том, что ресурсы защиты объекта и блокирования каналов доставки средств угрозы на воздушное судно должны быть равными или превышать ресурсы угрожающего объекта:

$$\bar{E}^{АНВ} \subset (M_S \cup M_C) \geq (T_S \cup T_D) \quad \{178\}$$

Таблица 61

Предметная область комплекса защиты ВС от АНВ

Объекты		Параметр	X
1	2	3	4
Событие $E^{АНВ}$	Жертвы	моральный	$e_h$
	Ущерб	материальный	$e_m$
Защищаемый объект $ M $	Пространства размещения угрожающих объектов $M_S$	пассажирские	$m_{sp}$
		служебные	$m_{ss}$
		коммерческие	$m_{sc}$
		технические	$m_{st}$
	Каналы доставки средств угрозы $M_C$	технические	$m_{ct}$
		коммерческие	$m_{cc}$
Угрожающий объект $ T $	Террорист $T_S$	пассажир	$t_{sp}$
		служащий	$t_{ss}$
	Средство угрозы $T_D$	под одеждой	$t_{dp}$
		ручная кладь	$t_{dc}$
		багаж	$t_{db}$
		груз и почта	$t_{dm}$
		ВС	$t_{da}$

<sup>59</sup> Введение террориста в роли служащего воздушного транспорта вызвано тем, что в этой роли террорист обладает наибольшими возможностями организовать доставки угрозы и совершить теракт во многих пространствах. Известно, кто совершил нападение 11 сентября 2001 года – террористы с профессиональной летной подготовкой. В данном случае роли служебная и пассажирская смешиваются, что представляет собой дополнительную задачу защиты.

В практическом плане возможно внесение изменений. Например, мотивы террориста могут рассматриваться в ролях выживания или смертника. Для последнего требуется особый вариант распознавания угрозы. Очевидно, что параметр угрозы «груз и почта» формируется еще и вне пространства аэропорта. Соответственно это требует отдельной задачи распознавания угрозы и описания канала доставки.

Разрабатываемый комплекс защиты рассматривает наиболее уязвимую часть транспортного комплекса – воздушное судно. При рассмотрении угрозы скоплению людей, пассажиров в зонах аэропорта необходимо введение соответствующих данных и иных структур комплекса защиты. Параметры структурируются в показателях, для каждого показателя устанавливаются в шкалах расчетные значения в единицах и другие данные. Содержание предметной области АНВ сведено в табл. 61.

#### 10.4.2. Контур защиты: вторая свертка ресурсов

Контуром защиты (КЗ) будем называть совокупность ресурсов защиты против наиболее правдоподобных, возможных и вероятных сочетаний угрозы - субъектов угрозы и средства угрозы ( $T_{Ti}T_{Di}$ ) в пространствах и каналах ( $M_{Si}M_{Ci}$ ) защищаемого объекта. КЗ составляется эвристической экспертизой как тактический вариант реализации стратегии защиты ВС от АНВ. Составляем трехцветовую тепловую карту в матрице из 3 строк и 4 колонок контура защиты ВС. Экспертным путем составляем наиболее вероятные условия организации по каналам доставки угроз и размещения в пространствах ВС., табл. 62.

Таблица 62

Матрица контура защиты воздушного судна от АНВ

Каналы доставки $M_C$		Пространства размещения объектов угрозы $M_S$			
		Пассажирские $m_{sp}$	Служебные $m_{ss}$	Коммерческие $m_{sc}$	Технические $m_{st}$
		А	Б	В	Г
Технические $m_{ct}$	1	1А зеленый $t_{ss} t_{da}$ <b>1</b>	1Б зеленый $t_{ss} t_{da}$ <b>1</b>	1В желтый $t_{ss} t_{db}$ <b>2</b>	1Г желтый $t_{ss} t_{dm}$ <b>4</b>
Коммерческие $m_{cc}$	2	2А зеленый $t_{ss} t_{da}$ <b>2</b>	2Б желтый $t_{ss} t_{da}$ <b>2</b>	2В красный $t_{sp} t_{db}; t_{sp} t_{dm}$ <b>5</b>	2Г желтый $t_{ss} t_{da}$ <b>3</b>
Пассажирские $m_{cc}$	3	3А красный $t_{sp} t_{dp}; t_{sp} t_{dc}$ <b>10</b>	3Б красный $t_{ss} t_{dp}; t_{dp} t_{dc}$ <b>7</b>	3В желтый $t_{ts} t_{dp}$ <b>0</b>	3Г зеленый <b>0</b>

Каждая ячейка матрицы имеет следующие обозначения: имя – буквенно-цифровой номер; оценка в шкалах «тепловой карты» («светофор») в мерах риска: зеленый – пренебрегаемый, желтый – приемлемый, красный – предельный; оценка возможности создания угрожающего объекта ( $T_{Si}|T_{Di}$ ) через выражение {5}; количественная оценка величины угрожающего объекта по 10-бальной шкале: 5-10 – красный, 2-4 – желтый, 0-1 – зеленый. Ячейки таблицы без оценок означают пренебрегаемый риск и маловероятность или невозможность создания угрожающего объекта и события АНВ. Заполненные графы означают вероятность или возможность одного или нескольких видов создания угрожающего объекта. Приведем примеры заполнения ячеек контура защиты.

- «ЗА»: мера риска «красный» «предельный», ( $t_{sp}|t_{dp}$ ) ( $t_{sp}|t_{dc}$ ) возможность размещения средства угрозы под одеждой и в ручной клади; количественная оценка 10 – наибольшая величина угрожающего объекта от преобладающего количества пассажиров.
- «ЗБ»: мера риска «красный» «предельный», формулируется на естественном языке следующим образом:  $t_{ss}|t_{dp}$  – «служебным субъектом в служебном пространстве по пассажирскому каналу доставки под одеждой наиболее вероятно создание угрожающего объекта»;  $t_{dp}|t_{dc}$  – «пассажиrom в служебном пространстве по пассажирскому каналу доставки в ручной клади наиболее вероятно создание угрожающего объекта»; количественная оценка 7, меньше, чем в «ЗА», поскольку доступ пассажиров в служебные пространства возможен, но существенно ограничен.
- «1А» и «1Б»: «зеленый» «пренебрегаемый», мера риска «зеленый» «пренебрегаемый», возможность размещения средства угрозы по пассажирскому каналу в салоне и служебных отсеках воздушного судна возможна при уборке, величина угрожающего объекта оценивается минимальным значением – единицей.
- «ЗГ»: мера риска «зеленый» «пренебрегаемый», возможность размещения средства угрозы по пассажирскому каналу в технические отсеки воздушного судна практически исключается, величина угрожающего объекта равна нулю.

Структура и число возможных проявлений угрожающего объекта в показанных примерах контура защиты может быть более тщательно детализирована в иной конфигурации.

### 10.4.3. Формализация

Задача контура защиты формулируется следующим образом: «для всех пространств размещения угрожающих объектов по каналам доставки ресурсы защиты больше либо равны возможным проявлениям угрожающего объекта». Задача записывается:

$$\exists M(T) = \sum_{i=1}^M M_{Si}|M_{Ci} \geq (T_{Si}|T_{Di}) \rightarrow f'(\bar{E}^{AHB}) \quad \{179\}$$

В вероятностном пространстве ( $\Omega, F, P$ ) пространство элементарных исходов  $\Omega$  представляет собой множество всех возможных элементов события АНВ. Оценивание вероятностей  $P$  событий и их сочетаний предполагает формирование  $F$  –  $\sigma$ -алгебры подмножеств множества  $\Omega$ , порожденной со-

бытиями из множества  $(M_S, M_D)$ , которые приводят к событию  $(E^{АНВ})$  или исключают событие  $(\bar{E}^{АНВ})$ . Мера  $P(E^{АНВ})$  представляет собой вероятность, оцениваемую экспертами эвристически. При эвристическом оценивании уславливаются оценки условных вероятностей:  $P(E^{АНВ} | (M_i, M_j))$  по набору значений показателей, выводимых методом мягких вычислений с использованием матриц риска, составленных по принципам «светофора» или «тепловых карт».

## 10.5. Разработка стратегий защиты от АНВ

В соответствии с методологией стратегического управления реорганизации производства авиапредприятий и корпораций смешанных форм собственности и управления, представленной в работе [85], требуется составить стратегический план защиты ВС от АНВ. Простейшая схема стратегий защиты содержит: а) стратегические, б) нормативные, в) технические разработки и решения. Представим простейший пример составления стратегических планов по защите от АНВ и образец нормативного проектирования защиты от АНВ в ГА.

### 10.5.1. Стратегические задачи защиты от АНВ

В примере разработки контура защиты мы выполнили оценку ресурсов защиты ВС от АНВ. На основании качественного и количественного оценивания каждой ячейки матрицы существует возможность составления приоритетов стратегических задач и решений. Идентификация угрожающего объекта и включение в контур защиты является задачей экономической целесообразности инвестирования безопасности, табл. 63.

Таблица 63

Стратегические задачи защиты от АНВ

№	Баллы	Приоритеты задач
3А	10	1. Защита пассажирских пространств размещения объектов угрозы на воздушном судне путем блокирования пассажирских каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.
3Б	7	2. Защита пассажирских пространств размещения объектов угрозы на воздушном судне путем блокирования служебных каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.
2В	5	3. Защита коммерческих пространств размещения объектов угрозы на воздушном судне путем блокирования коммерческих каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.
1Г	4	4. Защита технических пространств размещения объектов угрозы на воздушном судне путем блокирования технических каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.
2Г	3	5. Защита технических пространств размещения объектов угрозы на воздушном судне путем блокирования технических каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.
2А	2	6. Защита пассажирских пространств размещения объектов угрозы на воздушном судне путем блокирования коммерческих каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.

№	Баллы	Приоритеты задач
1В	2	7. Защита коммерческих пространств размещения объектов угрозы на воздушном судне путем блокирования технических каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.
2Б	2	8. Защита служебных пространств размещения объектов угрозы на воздушном судне путем блокирования технических каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.
1А	1	9. Порог целесообразности затрат на защиту ВС от АНВ.
1Б	1	
3В	1	
3Г	1	

Стратегия предполагает эффективность защиты в следующих направлениях:

1. Защита пространства размещения объектов угрозы на воздушном судне.
2. Блокирование каналов доставки средств угрозы на воздушное судно.
3. Распознавание и блокирование террориста.
4. Техническое проектирование средств распознавания и блокирования средств угрозы.

Формулирование задач защиты являются детализацией направлений стратегии для разработки программ. По каждому направлению формулируются цели и планы в соответствии с методологией и технологией [85].

#### **10.5.2. Образец нормативного проектирования защиты от АНВ в ГА**

Описания и структура предметной области АНВ в настоящей работе принципиально отличается от стандарта ИКАО: Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации [94]. Содержание главы 4 данного документа имеет прямое отношение к настоящей работе и изложено в следующих разделах.

<p>ГЛАВА 4. Профилактические меры безопасности</p> <p>4.1 Цели</p> <p>4.2 Меры, касающиеся контроля доступа</p> <p>4.3 Меры, касающиеся воздушных судов</p> <p>4.4 Меры, касающиеся пассажиров и их ручной клади</p> <p>4.5 Меры, касающиеся перевозимого в грузовом отсеке багажа</p> <p>4.6 Меры, касающиеся груза, почты и других предметов</p> <p>4.7 Меры, касающиеся особых категорий пассажиров</p>
--

Существующее содержание не различает понятий защищаемого и угрожаемого объектов. Нечетко различаются понятия пространств доставки и пространств размещения угрозы. Отсутствует описание и определение – что является угрозой. Отсутствует содержание относительно распознавания и блокирования субъектов и предметов угрозы. Главный недостаток подобного содержания заключается в неполноте разработки содержания наблюдаемой предметной области АНВ, в отсутствии категории базы наблюдения и категории отношения объектов. Покажем проектирование нового содержания документа и иное наименование главы.

## ГЛАВА 4. Меры блокирования угрозы АНВ в ГА

- 4.1. Цели. Задачи блокирования угрозы АНВ
- 4.2. Защищаемый объект
  - 4.2.1. Задачи защиты и контроля пространства размещения угрозы на воздушном судне
    - 4.2.1.1. Пассажирские пространства размещения угрозы
    - 4.2.1.2. Служебные пространства размещения угрозы
    - 4.2.1.3. Коммерческие пространства размещения угрозы
    - 4.2.1.4. Технические пространства размещения угрозы
  - 4.2.2. Задачи защиты и контроля пространства доставки угрозы на воздушное судно
    - 4.2.2.1. Технические пространства доставки угрозы
    - 4.2.2.2. Коммерческие пространства доставки угрозы
    - 4.2.2.3. Пассажирские пространства доставки угрозы
- 4.3. Угрожающий объект
  - 4.3.1. Задачи распознавания и блокирования субъектов угрозы
    - 4.3.1.1. Субъект угрозы - пассажир
    - 4.3.1.2. Субъект угрозы - работник воздушного транспорта
  - 4.3.2. Задачи предметов угрозы
    - 4.3.2.1. Предметы угрозы, размещенные под одеждой
    - 4.3.2.2. Предметы угрозы, размещенные в ручной клади
    - 4.3.2.3. Предметы угрозы, размещенные в багаже
    - 4.3.2.4. Предметы угрозы, размещенные в грузе и почте
    - 4.3.2.5. Предметы угрозы, размещенные на воздушном судне

Для сравнения предлагаемой здесь структуры документа мы отсылаем читателя к существующему содержанию [94], которое использует все мировое сообщество ГА. В разработанном изложении мы устанавливаем определения и термины предмета АНВ: защищаемый объект, угроза, угрожающий объект, субъект угрозы, пространства доставки, пространства размещения. Отмечаем, что предметы угрозы отличаются от отвлеченных понятий «угроза» и «угрожающий объект». Предмет угрозы – это то, что нужно найти, в конечном счете, путем технического проектирования средств распознавания и блокирования. Только после его обнаружения предмет идентифицируется как угрожающий объект. Самое важное в методе – выбор базы наблюдения. Наблюдатель (управляющий защитой) акцентируется на защищаемом объекте, а не на средстве угрозы и террористе. Детальное структурирование предмета АНВ согласно методу предполагает различные базы наблюдения – время, группы, пространство. Представляется, что доведение данного теоретического содержания до стандартизированной технологии может вести к практическим результатам применимости метода.

### 10.6. Выводы

Метод разработан на статистическом анализе исследований терроризма и авиатерроризма за весь исторический период XX-го века до настоящего времени. Требованием к методу является установление мер защищенности полетов от событий АНВ и снижение рисков [87].

Результатом реализации данного метода является новая концепция защиты от события АНВ и принципиально новая структура стандарта, от-

личающаяся от содержания стандарта ИКАО [94]. Новизна концепции состоит в установлении предметной идентификации терроризма, отличающейся от используемых в мировых стандартах, новыми определениями опасности и угроз. Метод содержит проектирование комплекса защиты от события АНВ и редукцию данного комплекса как формально-логический контур защиты. Контур защиты является паретооптимальным выбором противодействия угрозам по каналам доставки средств угроз и пространствам проникновения террориста на ВС.

Практическая значимость: а) кардинальное изменение организационных и технических меры защиты, которые концентрируют размытые каналы доставки и пространства проникновения угроз в контур защиты, б) удовлетворение потребностей авиакомпаний, аэропортов и служб безопасности в активных мерах защищенности и снижении рисков чрезвычайных событий АНВ, в) сохранение жизней, имущества и снижение стоимости защиты общественных объектов и воздушных судов за счет паретооптимизации структуры комплекса антитеррористической защиты.

## 11. МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ И ОПАСНЫХ СБЛИЖЕНИЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

В настоящей работе разрабатывается метод наблюдения столкновений и опасных сближений воздушных судов в коммуникациях экипажа со службой управления воздушным движением. По сообщениям Системы оповещения авиационной безопасности Aviation Safety Reporting System (ASRS) и независимой экспертизы FAA из-за неадекватных коммуникаций при управлении воздушным движением (УВД) в мире ежегодно происходят катастрофы, и ежедневно происходят инциденты в виде опасных сближений и повреждений на земле<sup>60</sup>. Количество столкновений и опасных сближений (СОС) оценивается не в пользу экипажа воздушного судна (ВС) в соотношении 1:4.



Рис. 46. В небе Подмосквья предотвращено столкновение самолетов<sup>61</sup>

### 11.1. Оценка СОС в коммуникациях УВД

По нашей оценке, доля авиационных происшествий, относимых к УВД, в общей статистике внешней среды составляет около десяти процентов [170, 192, 193]. Авиадиспетчер (А) и пилот (П) взаимодействуют между со-

<sup>60</sup> <http://ria.ru/incidents/20090514/171046868.html>

<sup>61</sup> <http://ria.ru/infografika/20090514/171068972.html>

бой и также имеют собственные внутренние сферы коммуникации. Пилот взаимодействует в летном экипаже flight crew (Э), в cabin crew, с наземными административными авиакомпаниями и коммерческими службами аэропорта. Авиадиспетчер взаимодействует с коллегами смены диспетчерского пункта, с другими секторами и зонами, с администрацией. Таким образом, взаимодействия ( $\leftrightarrow$ ) можно рассматривать как (1) комплексную связь аэронавигационной службы УВД и экипажа и (2) операционную связь авиадиспетчера и пилота.

$$\text{УВД} \subseteq A \leftrightarrow \text{П} \supseteq \text{Э} \quad \{180\}$$

Назначение взаимодействия «авиадиспетчер-пилот» состоит в безопасности и эффективности УВД. Это достигается полнотой и точностью передаваемой информации. Проблема авиадиспетчера заключается в неполноте и неточности данных о процессе полёта. Проблема экипажа заключается в неполноте и неточности данных о воздушном пространстве. Общая проблема состоит в неопределенности, насколько установлена и обоснована взаимосвязь происшествий от качества коммуникаций «пилот-авиадиспетчер». Цель настоящей работы состоит в анализе данной проблемы и структурировании предметной области исследования. Выполнен статистический обзор наблюдений СОС. Разработана модель сеанса связи «пилот-авиадиспетчер» и анализ надежности взаимодействия. Составлены выводы по дальнейшим исследованиям.

Опасность полетов при УВД наблюдается числом столкновений в воздухе mid-air collision и опасных сближений near misses (airmisses; near collisions). Современные системы обнаружения и предупреждения столкновений и опасных сближений Traffic Alert & Collision System (TCAS), даже если они установлены на летательном аппарате не дают гарантии безопасности. Столкновения в воздухе практически всегда ведут к двум катастрофам столкнувшихся воздушных судов. Опасное сближение нормируется ИКАО как перемещение в пространстве на дистанции и интервалы меньше половины нормируемого эшелона. Иначе это можно выразить как перемещение во времени, когда сближение является опасным:

$$\text{ОС} \equiv t_{\text{oc}} \leq t_{\text{эш}}/2 \quad \{181\}$$

Статистическая выборка наблюдений за период 1969-1976 показывает, что не существует определенной связи между опасными сближениями и столкновениями, есть примерное соотношение: на одно столкновение приходится 20-25 опасных сближений, табл. 64-67.

Таблица 64

Количество опасных сближений и столкновений воздушных судов [194]

Годы	1969	1970	1971	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Опасные сближения	504	540	568	395	311	475	589	758	840
Столкновения	36	26	24	30	29	14	25	25	29

Таблица 65

Угол сближения (УС), градусов vs столкновения (С), % [165]

УС	попутные курсы, 0-90					встречные курсы, 90-180				
	0-10	11-30	31-50	51-70	71-90	91-110	111-130	131-150	151-170	171-180
С	35	12	13	10	12	2	6	3	2	5

Таблица 66

Столкновения vs этап полета, % [194]

Этап	взлет	набор	маршрут	снижение	подход	посадка	другое
Столкновений, %	2	13	25	14	18	7	21

Таблица 67

Столкновения vs время суток, % [194]

Время суток	день	ночь	рассвет	закат	другое
Столкновений, %	85	9	0	5	1

## 11.2. Технология связи «авиадиспетчер-пилот»

Передача и прием информации пилотом происходит на аудиальном канале. Авиадиспетчер может «самоподтверждаться» визуально по локатору, то есть увидеть услышанное. Между тем, именно этот момент фигурирует в расследованиях происшествий, когда пилот неправильно понял указание. Наиболее уязвимыми моментами являются точки «оговорок» и «ослышек» сообщений [206]. Оговорки случаются реже. Восприятие цифровой информации оказывается сложнее, чем словесной, поэтому цифровые искажения понимания типа «Займите эшелон два два ноль» на «два ноль ноль» наиболее часты. При похожих позывных в зоне связи, два борта с последними номерами 322 и 332, возможны цифровые смешивания задаваемого курса, высоты и скорости. Слышится одна цифра, повторяется другая [183, 190, 192].

### 11.2.1. Структурирование операционного контура УВД

Для решения поставленной задачи разработаем следующее представление структуры сложившейся технологии связи. Установим, что сеанс связи (СС) содержит процедуры связи (ПС), состоящие из пар операций связи (ОС). Шесть операций назовем операционным директивным контуром управления воздушным движением (ОДК УВД). Другие показанные контакты можно отнести к внеоперационному контуру управления.

Коммуникация выполняется на аудиальном канале «говорения-слушания». Показанное содержание может иметь варианты, когда вызов на связь осуществляет экипаж, или когда связь имеет характер взаимного информирования и консультаций. Используя разработанное содержание и обозначения процедур и операций авиадиспетчера и пилота, выполним анализ коммуникаций, табл. 68.

1А[в]. Директивное сообщение. Контекст коммуникации определяется диспетчерским директивным сообщением. Сообщение содержит разрешение, указание, условия, подтверждения, вопросы или требования от-

носителем сохранения или изменения курса, высоты и места. Структура и содержание последующих сообщений должны соответствовать контексту начального сообщения. Это выполняется посредством следования времени событий или действий; группировки указаний и значений, чисел для каждого действия, ограничению количества инструкций в одном сообщении. Интонация, темп речи, положение и длительность пауз могут позитивно или негативно влиять на правильность понимания сообщений. В зонах подхода и активного радиообмена экипаж постоянно находится в состоянии входа в директивный контур управления.

Таблица 68

Структура связи «авиадиспетчер-пилот»

Процедуры	Операции авиадиспетчера (А)			Операции пилота (П)		
		[в] вер- бально	[а] аудиаль- но	[а] аудиаль- но	[в] вер- бально	
	Вызов на связь	говорит		слушает		Приём вызова
	Приём выхода		слушает		говорит	Выход на связь
1	Директивное сообщение	1А[в] говорит		1П[а] слушает		Приём сообщения
2	Приём: контроль точности приёма сообщения		2А[а] слушает		2П[в] говорит	Приём: повтор содержания сообщения «квитанция» Read back
3	Подтверждение точности приёма <i>Hear back</i>	3А[в] говорит		3П[а] слушает		Приём подтверждения
	Подтверждение окончания связи		слушает		говорит	Запрос окончания связи

1П[а]. Прием сообщения. Принятие диспетчерского разрешения или указания, предназначенного другому ВС возникает, когда два ВС со сходными по звучанию позывными, работающие на одной частоте, ожидают близких по смыслу указаний или если позывной блокирован другим сообщением. Опасность возрастает, если пилоты самолетов со сходными позывными опускают свой позывной при ответе на диспетчерское разрешение или если они отвечают одновременно на диспетчерское разрешение, и пилот и диспетчер могут не заметить ошибку. Сложные продолжительные сообщения, которые следовало бы разбивать на несколько отдельных указаний, часто ведут к пропуску в передаче позывного и утрате восприятия части сообщения. Сокращенные сообщения в зонах с особо интенсивным движением, где лимиты времени препятствуют сеансу связи.

1П[а]. Установки. При многократных полетах и операциях по одинаковым процедурам возникают установки ожидания. Пилот ожидает и готов делать операции, к которым уже привык. Так если после посадки в одном аэропорту освобождение полосы выполнялось постоянно по одной и той же рулежной дорожке (РД), то это может произойти полуавтоматически до указания или после указания диспетчера следовать по другой РД. Указания диспетчера типа «займите полосу после посадки А-320» может быть без последствий, если пилот знает точные отличия указанного самолета. Пристрастное ожидание способно привести к неправильному восприятию сообщения и пилотом и диспетчером, включая понимание ожидаемого или желаемого разрешения вместо фактического. Пристрастное ожидание может привести к: перестановке цифровых значений высоты или эшелона в ожидаемой последовательности. Ожидание может исказить понимание: указания сохранять курс 280, как разрешение занимать и сохранять эшелон 280.

2П[в]. Псевдопонимание. Причиной ложного понимания могут служить частично услышанные слова или угаданные числа. Вероятность ложного понимания числовых значений возрастает, когда диспетчерское разрешение содержит более двух указаний. Отсутствие настойчивости в получении подтверждения или разъяснения может привести пилота к принятию неприемлемого указания или к самостоятельному выбору наиболее вероятной интерпретации. Отсутствие запроса разъяснения может вынудить экипаж ошибочно полагать, что ожидаемое разрешение получено, например, на пересечение рабочей ВПП.

2П[в]. Сокращения. Термин ROGER – «информацию принял» часто неправильно используется, что снижает правильность понимания летной обстановки и пилотом и диспетчером. Пилот применяет термин для ответа на сообщение, содержащее цифры, вместо выдачи квитанции. Диспетчер лишен возможности произвести контрольное прослушивание.

2П[в]. Нескорректированное диспетчером неправильное подтверждение пилотом диспетчерского разрешения, называемой ошибкой прослушивания, может привести к отклонению от заданной высоты или несоблюдению ограничений или невыполнению команд векторения. Неправильное в результате этого выполнение диспетчерского разрешения может быть обнаружено только когда диспетчер заметит это на дисплее локатора. Нарушение продольного и вертикального эшелонирования, опасные сближения, несанкционированные занятия ВПП является следствием ошибок прослушивания.

2А[а]. Ошибка контрольного прослушивания искаженной квитанции пилота на диспетчерское разрешение. Пилоты воспринимают отсутствие подтверждения диспетчера или отсутствие корректировок после ответа пилотом на диспетчерское разрешение, как подтверждение. Отсутствие ответа диспетчера, обычно случается в результате перегрузки канала связи, когда диспетчер вынужден работать одновременно с несколькими бортами.

Коллапс связи. Демонстрация срыва технологии связи может происходить по следующему сценарию. В цифрах сообщения диспетчера 1А[в] пилот ослышался и повторяет цифры ошибочно 1П[а]. Диспетчер не слышит или не слушает содержания 2П[в]. Его внимание сконцентрировано

только на самом факте, что его указание повторяют. Диспетчер дает подтверждение 3А[в] неправильного ответа пилота или не дает никакого подтверждения. Цепь аудиальной коммуникации порождает нечеткость каждой операции  $\overline{ops}$  и цель связи срывается.

$$1A[в] \stackrel{def}{\rightarrow} \{1П[\tilde{a}] \rightarrow 2П[\tilde{в}] \rightarrow 3А[\tilde{в}] \rightarrow 3П[\tilde{a}]\} \neq 1A[в] \stackrel{def}{=} \{182\}$$

Пилот в операции 3П[а] не добивается подтверждения связи, поскольку у него нет сомнений в содержании диспетчерского сообщения 1А[в] (!). Этим исключается последняя возможность исправить ошибку, возможно трагическую.

### 11.2.2. Обсуждение взаимодействия в технологии связи

Летная практика определила сознание пилота на доверие диспетчерам и вообще - людям вне кабины. Пилоты недооценивают значение своих ослышек указаний диспетчеров и переоценивают отслеживающую роль диспетчера, работающего с перегрузкой. С другой стороны, сознание диспетчеров не фиксирует ослышки, они не верят в собственные ослышки, пока им не предъявляются данные записей связи. Обеспечение эффективного взаимодействия пилотов и диспетчеров требует: а) понимание рабочих условий и ограничений; б) применения стандартной фразеологии; в) взаимодействия подтверждения и исправления ошибок; г) готовности запроса подтверждения или разъяснения, при наличии сомнений; д) готовности к уточнению сомнительных и ложных указаний или инструкций; е) предотвращения одновременной передачи сообщений; ж) обеспечения краткости, точности и процедурной совместимости обмена информационного взаимодействия в аварийной ситуации.

Особенности взаимодействия заключаются в необходимости для экипажа «быть на связи», в состоянии непрерывного приема, прослушивания сплошного радиообмена, который не относится к нему большей частью и необходимости незамедлительного ответа в случае запроса диспетчера, что требует постоянной концентрации внимания. В связи с выполнениями других обязанностей в кабине пилоты обычно фильтруют информацию, слушая, преимущественно, сообщения, начинающиеся со своего позывного и пропуская другие. При перегрузке диспетчер тоже может фильтровать сообщения: не слушать или не реагировать на ответ пилота, когда он занят подготовкой или передачей разрешения другому борту.

Блокирование и искажение сообщений возникает как результат задержки с отпусканием кнопки передатчика после сообщения. Излишняя пауза в сообщении при удерживании кнопки передатчика во время обдумывания следующей части сообщения тоже может привести к блокированию части ответа или другого сообщения. Одновременная передача сообщений двумя передатчиками, приводит к тому, что одно или оба сообщения заблокированы и не слышны или слышны как жужжание или свист. Отсутствие ответа пилота или отсутствие подтверждения приема сообщения диспетчером следует расценивать, как признак заблокированной передачи и необходимости повтора запроса. Блокировки сообщений являются причиной нарушений заданных высот, невыполнений разворотов, взлетов и посадок без разрешения.



Рис. 47. Столкновение над Боденским озером 1 июля 2002 года: симуляция авиакатастрофы при помощи компьютерной графики<sup>62</sup>

Технические ограничения формирования сообщений возникают в аэропортах с высокой плотностью воздушного движения при перенасыщении каналов связи, где требуется повышенная радиоосмотрительность. Высокая плотность частот, высокая плотность структуры воздушного пространства в зонах особой интенсивности подхода и коридоров, количество зон связи требуют быстрого перехода с одной частоты на другую. При предпочтении громкоговорителя кабины наушникам связь через громкоговоритель прерывается внутренней коммуникацией членов экипажа, запросами бортпроводников. Между приемом и передачей пауза длится две секунды, необходима уверенность, что частоты переключены, микрофон включен, гашетка связи нажата.

### **11.2.3. Профессиональная надежность авиадиспетчера**

Профессиональный отбор для первоначального обучения диспетчеров ориентирован на возраст до 24 лет [183]. Особенность работы авиадиспетчера заключается в необходимости думать и планировать с опережением действий пилота, который должен исполнять указания: «говорить – слушать – подтвердить». Профессиональная подготовка авиадиспетчера состоит из базового теоретического образования, стажировки под руководством наставника, тренировки с использованием УВД тренажеров. Основные требования для профессионального отбора диспетчеров ориентированы на молодых людей обоего пола, 3-летним опытом работы, образованием колледжа, возможно – военной служба. Программа тренировки и обучения взаимодействию пилота и авиадиспетчера может предусматривать участие в совместных теоретических занятиях и тренировках на тренажере для обеспечения взаимного представления об условиях работы. Программы включают особенности кабины пилотов современных ВС, программирование FMS и оборудования пунктов УВД, распознавание меток на комплексных экранах радиолокационных дисплеев, летные характеристики ВС и ограничения, стандартные процедуры SOP, технология CRM, взаимодействие в аварийной ситуации.

<sup>62</sup> <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:BashTuDHL757.png?uselang=ru>

Программа включает обучение авиационных специалистов, пилотов и диспетчеров с учетом диалектов и особенностей английского языка на планируемых для полетов трассах. Минимальный срок лабораторных занятий языковой практики при первоначальном обучении - три недели по международным критериям освоения. Текущая устная подготовка должна составлять не менее 6 часов в месяц. Если отдел УВД имеет более 15 диспетчеров, ведущих связь на английском языке, целесообразно иметь супервайзера - носителя родного английского языка. Требования ИКАО к знанию языков включают критерии, по которым профессионалы: свободно общаются только в процессе речевой телефонной и радиотелефонной связи и при непосредственных контактах; недвусмысленно и четко изъясняются по общим, конкретным и связанным с работой вопросам; используют соответствующие методы связи для обмена сообщениями и для распознавания и устранения недопонимания, посредством проверки, подтверждения или уточнения информации вообще, или в связанной с работой контексте; успешно и относительно легко решают лингвистические проблемы при усложнении или непредвидимом изменении событий в процессе штатной рабочей ситуации или выполнения известной задачи связи; используют диалект или акцент, которые понятны для авиационного сообщества. Выдача свидетельств авиационному персоналу. Приложение 1 к Конвенции о международной гражданской авиации [159, 193].

Рабочая нагрузка (РН). По разным данным в современном аэропорту сменная нагрузка диспетчера составляет около 500 полетов [153]. Предельную нагрузку управления авиадиспетчера определяют количеством объектов не более восьми воздушных судов. Круглосуточные смены и смещения графиков порождают явление в среде диспетчеров, называемое «ночным параличом», когда кратковременный сон делает полностью не способным диспетчера выполнять свои обязанности. В обследовании 435 диспетчеров из 17 стран британские психологи определили, что подавляющее большинство диспетчеров с разной продолжительностью испытывали это в своей практике, табл. 69.

Таблица 69

Ночной паралич сна авиадиспетчеров [173]

Часы	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Доля, %	2	0	5	17	17	24	38	7	5	0

Выявлены основные причины, которые наибольшим образом влияли на сон: ночная смена, количество предшествующих смещений ночных графиков, необходимость работать утром и в ночную смену этих же суток, индивидуальные особенности и гибкость привычек сна.

Эффективность УВД. Техника подхода с непрерывным снижением (ПНС) Continuous Descent Approach (CDA) используется во многих странах мира и узловых аэропортах с большой интенсивностью движения по разным направлениям коридоров в зависимости от ограничений. Эта зависимость конфигураций похода от конкретных условий не позволяет создать универсальную технологию. Все приобретается опытом в конкретном месте. ПНС позволяет три основные выгоды участников движения: увеличивает пропускную способность аэропортов; снижает уровень шумов в зоне

аэропорта, благодаря специальной схеме снижения; снижает расход топлива. ПНС повышает рабочую нагрузку экипажа и диспетчера и требует надежности взаимодействия в смене частот связи, контроля скорости и высоты.

Аварийные ситуации. О следующих событиях или происшествиях необходимо доложить диспетчеру как можно раньше с указанием природы события или происшествия, действиях и дальнейших намерениях экипажа (соответственно): консультативном сообщении бортовой системы TCAS (RA); попадании в сильную болтанку; попадании в облако вулканического пепла; сдвиге ветра или микропорыве; получении сигнала системы предупреждения о близости земли (GPWS). В аварийной ситуации экипаж и диспетчер должны придерживаться ясной и точной структуры радиообмена (контура взаимодействия), как изложено ниже. Экипаж: привлечь внимание диспетчера и вызвать его ответную реакцию, в зависимости от степени опасности ситуации, следует применить стандартные термины ICAO: PAN PAN PAN PAN PAN или Mayday Mayday Mayday. Диспетчер должен понимать, что в аварийной ситуации экипаж более всего нуждается во времени, пространстве, отсутствии внешних помех [159, 193].

Эмпирические правила надежности. Реакция диспетчера на аварийную ситуацию может строиться в соответствии с эмпирическим правилом ASSIST, приведенной ниже: acknowledge: подтвердить точное понимание и подтверждение сообщения об аварийной ситуации; separate: обеспечить и поддерживать безопасные интервалы с другими ВС и препятствиями; silence: ввести режим радиомолчания на своей частоте радиосвязи, при необходимости, и не мешать выполнению срочных операций в кабине лишним радиообменом; inform: информировать руководителя полетов, диспетчеров смежных секторов УВД и аэродромов, при необходимости; support: обеспечить помощь экипажу; time: предоставить экипажу достаточное для обработки аварийной ситуации время.

Следующее правило называется «ЗК»: критика, коррекция, контроль. Критика рассматривается в смысле конструктивной внутренней цензуры собственных решений и действий диспетчера, ревизии выполняемых операций. Это дает возможность постоянной рефлексии выполненного действия и задания. Коррекция касается привычек выполнения операций. Именно привычки являются основной причиной ошибок и происшествий, повторяющихся по одним и тем же формулировкам и причинам из года в год. Контроль предполагает проактивный способ и навыки диспетчера вместо реактивного стиля: «я думал, что самолет будет снижаться быстрее», «не ожидал, что он так затянет разворот», «ждал, кто первым выйдет на связь». Проактивные диспетчеры заранее знают, какой из ВС будет снижаться первым – даже на основе элементарного расчета. Они не предполагают, а назначают действия экипажа.

Операционная надежность взаимодействия «пилот-авиадиспетчер» практически сводится и зависит от рабочей нагрузки (РН). Условия безопасности воздушного движения в простейшем виде можно записать как соответствие фактической  $RH_{\phi}$  и нормативной  $RH_{н}$  каждого из субъектов, соответствующие нормируемым ИКАО рискам:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{НФ} \leq P_{Нн} \\ P_{АФ} \leq P_{Ан} \end{array} \right\} \leq F_{СОС} \left\{ \begin{array}{l} 1 \cdot 10^{-7} \text{ 1/час, столкновений} \\ 5 \cdot 10^{-4} \text{ 1/час, опасных сближений} \end{array} \right\} \quad \{183\}$$

где  $F_{СОС}$  - функция решения задачи блокирования опасности.

Выполненный анализ показывает, что комплекс условий взаимодействия УВД является слабо структурированной предметной областью. Показано, что надежность коммуникаций авиадиспетчера и пилота являются результирующим параметром наблюдения безопасности и эффективности воздушного движения. Необходимы дальнейшие исследования надежности оператора и разработки стандартов регулирования профессий. Наиболее вероятно, что основным показателем надежности оператора является операционная рабочая нагрузка как функция качества связи. Разработанная структура технологии связи авиадиспетчера и пилота показывает процесс взаимодействия и существенно повышает формальное описание процедур взаимодействия. Взаимодействие пилота и диспетчера требует междисциплинарных исследований и разработок. Фундаментальными решениями могут быть введение в коммуникацию визуальных и кинестетических каналов для ведения связи за счет технических достижений.

### **11.3. Разработка ресурсного комплекса наблюдения опасности СОС**

Анализ столкновений и опасных сближений (СОС) воздушных судов (ВС) выявляет, что наиболее возможным условием блокирования опасности являются параметры коммуникации взаимодействия экипажа и службы управления воздушным движением (УВД). Проблема состоит в том, что существенными параметрами взаимодействия между авиадиспетчером и пилотом являются структура, каналы и контекст сообщений связи, которые имеют значительно более сложное структурное содержание, не формализованное в стандартах. В настоящей работе ставится задача исследования и формализованной разработки комплекса аэронавигации в объектах назначения и типологии наблюдения. Предпринимается исследовательский поиск параметров качества информации в сообщениях взаимодействия «авиадиспетчер-пилот». В теоретическом плане решением задачи является неформальная и формальная постановка задачи назначения аэронавигационного комплекса. В практическом плане работа содержит рекомендации по оптимизации международных стандартов.

#### **11.3.1. Структурирование предметной области аэронавигации**

Предметная область описывается здесь в процедурах эвристической и эмпирической экспертизы на основе знаний, данных, информации и опыта. В соответствии с вышеописанным методом разработки для каждого объекта предметной области назначаются параметры наблюдения (измерения, оценки, оценивания), категории и шкалы. Структурируются показатели и данные наблюдений. Формулируются общие задачи наблюдений, табл. 69.

Таблица 69

## Комплекс наблюдения СОС

Объект	Параметр	Символ	Шкала	Показатели	Задачи
1	2	3	5	6	7
Событие (Е)					
	столкновение	$E_c$	абсолютная	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$ 1/час	блокирования опасности
	опасное сближение	$E_{oc}$	интервалов	$\leq 5 \cdot 10^{-4}$ 1/час	
База наблюдения (М)					
Взаимодействие «авиадиспетчер-пилот»	структура связи	$M_c$	интервалов	структуры	разработки технологий связи
	каналы связи	$M_k$	порядка	коммуникации	эффективных коммуникаций
	сообщение	$M_m$	порядка	языка	стандартизации языка связи
Организованная среда аэронавигации (А)					
Организация воздушного пространства	конфигурация	$A_k$	интервалов	структуры	проектирования пространства
Организация воздушного движения	интенсивность	$A_{in}$	интервалов	интенсивности	организации и обслуживания ВД
Средства ВН УВД и связи	надежность	$A_n$	отношений	надежности	проектирования и эксплуатации
Организованные условия летной эксплуатации (П)					
Бортовые средства УВД и связи	надежность	$P_n$	отношений	радиопомехи	проектирования и эксплуатации
Летные характеристики ВС	назначение	$P_l$	отношений	назначения	назначения и эксплуатации
Условия полета	движение	$P_d$	интервалов	этапов полета	структурирования движения
	пилотирование	$P_p$	интервалов	пилотирования	ЛЭ
	орнитолоусловия	$P_o$	отношений	птицы	орнитозащита
	метеоусловия	$P_m$	интервалов	метео	назначения

Событие (Е). Событие опасности обозначаются символом  $E_c$  - столкновение и  $E_{oc}$  - опасное сближение. Столкновение является пространственной категорией, наблюдается в абсолютной шкале и нормируется показателями ИКАО  $\leq 1 \cdot 10^{-7}$ 1/час. Опасное сближение показателем  $\leq 5 \cdot 10^{-4}$ 1/час. Блоки-

рование опасности события является общей задачей наблюдения комплекса аэронавигации и летной эксплуатации.

База наблюдения (М). Взаимодействие «авиадиспетчер-пилот» структурируется в наблюдении трех параметров следующего содержания и обозначениями. Структура связи ( $M_c$ ) является временной категорией, структурируется в процедурах и операциях: вызов, выход, сеанс, конец. Наблюдается в шкалах интервалов. Задачей наблюдения структуры связи является контроль соответствия существующим стандартам и разработки более эффективных технологий и стандартов связи. Каналы связи ( $M_k$ ) являются психологической категорией, структурируются в разработанной АВК-матрице, наблюдаются в шкалах порядка. Задачей наблюдения каналов связи является контроль соответствия стандарту аудиальной связи и разработки визуальных и кинестетических технологий и стандартов связи. Сообщение ( $M_m$ ) является лингвистической категорией, структурируется на содержание, фразеологию, речь и язык. Наблюдается в шкалах порядка. Задачей наблюдения сообщения является контроль соответствия стандарту связи и разработки более совершенного синтаксиса языка, технологий и стандартов связи.

Организованная среда аэронавигации (А). В соответствии с принятым методом среда структурируется в наблюдении следующих объектов и параметров. Организация воздушного пространства ( $A_k$ ). Является пространственной категорией и наблюдается в шкалах интервалов параметра конфигурации: вертикальное, продольное, боковое эшелонирование; структура воздушных трасс и авиалиний; пространственные структуры зон подходов и посадки; пространственные конфигурации расположения центров УВД. Задачей наблюдения является контроль движения в пространстве, проектирование и логическое пространственное структурирование. Организация воздушного движения ( $A_n$ ). Является временной категорией и наблюдается в шкалах интервалов параметра интенсивности: интервалы и частоты полетов, цикличность полетов, планы полетов и их координация. Задачей наблюдения является организация и обслуживание воздушного движения. Средства воздушной навигации УВД и связи ( $A_n$ ). Являются материальной категорией и наблюдается в шкалах отношений параметра и технических показателей надежности. Задачей наблюдения является проектирования и эксплуатации средств воздушной навигации УВД и связи.

Организованные условия летной эксплуатации (П). Структурируется в наблюдении объектов и параметров. Бортовые средства УВД и связи ( $P_n$ ). Являются материальной категорией и наблюдается в шкалах отношений параметра и технических показателей надежности, расчетов радиопомех, помех другой связи. Задачей наблюдения является проектирования и эксплуатации средств воздушной навигации УВД и связи. Летные характеристики ВС ( $P_l$ ). Являются материальной категорией и наблюдается в шкалах отношений параметра и показателей назначения летной годности. Задачей наблюдения является контроль эксплуатации ВС в соответствии с назначением.

Условия полета. Структурируются в наблюдении четырех параметров. Движение ( $P_d$ ). Является процессной категорией и наблюдается в

шкалах интервалов по показателям и данным полета: взлет, набор, маршрут, снижение, подход, посадка, руление. Задачей наблюдения является контроль эксплуатации ВС в соответствии с назначением и разработки эффективного структурирования движения. Условия пилотирования ( $\Pi_{\Pi}$ ). Являются материальной категорией и наблюдается в шкалах интервалов по показателям и данным полета: ручной, автоматический, инструментальный, визуальный. Задачей наблюдения является контроль эксплуатации ВС в соответствии с назначением и разработки эффективных технологий летной эксплуатации. Орнитоусловия ( $\Pi_0$ ). Являются материальной категорией и наблюдается в шкалах отношений по показателям и данным: среда, самолет, птица. Задачами наблюдения являются: выбор назначения в природной орнитосреде; защита птиц; блокирование птицепасности. Метеоусловия ( $\Pi_M$ ). Являются материальной категорией и наблюдается в шкалах интервалов по показателям и данным метеоусловий полета: видимость, облачность, температура, влажность, обледенение, сдвиг ветра, коэффициент сцепления. Задачей наблюдения является выбор назначения в природной среде, табл. 6.

### 11.3.2. Общая постановка задачи наблюдения предметной области

Событие блокирования опасности СОС воздушного движения можно описать как задачу организованной среды аэронавигации и организованных условий летной эксплуатации в контексте качественного взаимодействия операторов по передачи-приема полного и точного сообщения в структуре связи по каналам эффективных коммуникаций. Данное описание на естественном языке является полной постановкой задачи. Поскольку целью настоящей работы является не разработка и реализация практического комплекса аэронавигации, а демонстрация методологии на данном примере, структура объектов предметной области и описание условий ограничивается. Общая организованная среда аэронавигации и (А) летной эксплуатации (П) и множество ее значений составляет комплекс назначения деятельности  $\{A.P\}$ . База наблюдения (М) и множество ее проявлений является методологическим решателем поставленной задачи. Общее условие задачи записывается:

$$M\{A.P\} \rightarrow f(E), \text{ если событие происходит; } \quad \{184\}$$

$$M\{A.P\} \rightarrow f'(E), \text{ если событие не происходит, } \quad \{185\}$$

где  $f$  и  $f'$  - функции решателя начальной и предельной защиты в решении задачи. Иначе, для каждого  $M_i \in M$  существует среда  $A_i \in A$  и условия  $\Pi_i \in \Pi$ , когда любое событие  $E_i > 0$  в фазовом пространстве  $\{E; \bar{E}\}$  невозможно, если реализуется функция решателя предельной защиты и блокирования опасности  $M_i \rightarrow \max f'$ . Аналогично могут формулироваться частные задачи по отдельным параметрам наблюдения.

Число возможных проявлений угроз в показанном контуре защиты может быть больше. Их идентификация и включение в контур есть вопрос и задача экономической целесообразности инвестирования безопасности. Формальная постановка и решение задачи содержит математическое описание взаимосвязей параметров. Наиболее приемлемым аппаратом могут быть методы мягких вычислений. В соответствии с проектируемым содержанием предметной области формируются задачи наблюдений для объек-

тов на естественном языке с последующим формализованным математическим описанием. Дальнейшая глубина исследования и разработка осуществляется выделением разделов схемы в соответствии с методом. Наименования параметров могут приниматься как имена объектов, один из которых определяется базой наблюдения. Ниже представляется пример исследования качества информации в сообщениях взаимодействия «авиадиспетчер-пилот» с использованием разных теоретических подходов. Исследуется предмет формирования сообщения с позиций математической теории связи, качественной теории информации и психолингвистическая кибернетика коммуникаций. Выполняется краткая оценка данных теорий для определения возможностей их применения в задачах настоящей работы.

### 11.3.3. Определение параметров качества информации

Качество сообщений в теории связи. В математической теории связи количество информации определяют с помощью энтропии. Если имеется совокупность возможностей с вероятностями  $P_1, \dots, P_n$ , то энтропия дается выражением:

$$H = -\sum P_i \log P_i \quad \{186\}$$

Количество информации, создаваемой при выборе сообщения  $M$ , определяется путем суммирования всех возможных сообщений:

$$H(M) = -\sum P(M) \log P(M) \quad \{187\}$$

При выборе ключа ( $K$ ) неопределенность дается выражением:

$$H(K) = -\sum P(K) \log P(K) \quad \{188\}$$

Ненадежность сообщения  $H_E(M)$  и ключа  $H_E(K)$  определяется соотношениями:

$$H_E(K) = -\sum_{E,K} P(E, K) \log P_M(K) \quad \{189\}$$

$$H_E(M) = -\sum_{E,M} P(E, M) \log P_E(M) \quad \{190\}$$

где  $E$  является потоком с шумом (криптограмма),  $M$  – сообщениями,  $K$  – ключом,  $P(E, M)$  и  $P_E(M)$  – вероятности для сообщения. Суммирование  $H_E(K)$  и  $H_E(M)$  проводится по всем возможным криптограммам определенной длины  $N$  и по всем возможным ключам. Таким образом, криптограммы являются функциями от  $N$  перехваченных знаков единиц информации. Клод Шеннон определял информацию источника эквивалентным классом всех обратимых преобразований сообщений, создаваемых источником. Он понимал теорию информации как ветвь математики и как строго дедуктивную систему и предупреждал об ограничениях для применения в социальной и общественной сфере, рекомендуя вести поиск в «выдвижении новых гипотез и их экспериментальной проверке» [145, сс. 461, 668].

В качественной теории информации существует описание свойств информации и особым образом организованное пространство данных в структурированном времени. Качество информации в цепях управления описывается в продольных и поперечных множествах информационных и кодовых переходах [64]. Для качественного оценивания информации разрабатываются модели сообщений в свойствах полноты, точности, достоверности, новизны и других свойств. Особенностью свойств сообщений является

возможность качественной оценки целого через оценивание одного или более свойств [84]. Качество информации можно оценивать процессом передачи полного и точного сообщения, что характеризуется временем передачи-приема. Стандартизованное время может соответствовать нормативной рабочей нагрузке оператора и является проектной величиной сообщения. Для задачи исследовательского поиска данной работы покажем, что в процедурах взаимодействия двух операторов достаточно использования двух свойств сообщений: полноты и точности. Полнота информации в сообщении авиадиспетчера является отношением переданных (а) стандартизованных данных к сумме (а) плюс непереданных стандартизованных данных (с). Точность информации является отношением переданных стандартизованных данных (а) к сумме (а) и непереданных нестандартизованных (избыточных, шумовых) данных (b). Другие показанные свойства – общность и извлечение, имеют косвенное значение для понимания, табл. 70.

Таблица 70

Полнота и точность информации в сообщениях

Общность $C = (a+b)/(a+b+c+d)$	стандарти- зованные	нестандарти- зованные	
Переданные	a	b	Точность $C=a/(a+b)$
Непереданные	c	d	
	Полнота $R = a/(a+c)$	Извлечение $C=b/(b+d)$	

#### 11.3.4. Психолингвистика коммуникаций

Матрица коммуникации является демонстрацией процесса общения людей, рис. 48. В схеме существуют задачи для исследований в технической дисциплине распознавания образов в искусственном интеллекте и в психолингвистике. Курсивом выделены теоретические фрагменты модели, являющиеся псевдоканалами коммуникации. Для однозначной интерпретации их возможности недостаточно оснований. В указанных дисциплинах аудиальный, визуальный и кинестетический каналы коммуникации людей различаются по полноте и точности. Самым точным и неполным является аудиальный канал. Самый неточным и полным является кинестетический канал. Вместе взятые, они являются суммой связи между людьми. Есть еще канал сенситивности, самый совершенный и неразвитый у большинства людей. Для субъекта, принимающего информацию, возникает необходимость перекодировки информации (А-В): из А-сообщения в В-сообщение - проблема под названием «увидеть сказанное». на источника информации и предписывает передать информацию Эмпирическое правило эффективной коммуникации, возлагает 75% ответственности за результативность визуалисту в кодовой цепи (В-А). Иначе – нарисовать то, что хочешь сказать. Поскольку репрезентативные сенсорные каналы каждого человека уникальны, то опыт каждого человека ведет к фундаментальному препятствию – проблеме понимания. Одним из достижений последних десятилетий является открытие типовых структур восприятия людей. Демонстрация данной

модели показывает, что связь пилот-диспетчер осуществляется только по одному из всех возможных вариантов (выделенная ячейка). Исследовательская задача состоит в том, чтобы найти способ включения возможных каналов для достижения надежности коммуникаций. Подробное содержание изложено в работе [86].

		Принимающий сообщение		
		}В увиденное	}А услышанное	}К имитированное
Передающий сообщение	В→ показанное	$\}VV\rightarrow$ увиденное показанное $V\rightarrow\}V$ показанное для видения	$\}AV\rightarrow$ услышанное показанное $V\rightarrow\}A$ показанное для услышания	$\}KV\rightarrow$ имитированное показанное $V\rightarrow\}K$ показанное для имитирования
	А→ сказанное	$\}VA\rightarrow$ увиденное сказанное $A\rightarrow\}V$ сказанное для видения	$\}AA\rightarrow$ услышанное сказанное $A\rightarrow\}A$ сказанное для услышания	$\}KA\rightarrow$ имитированное сказанное $A\rightarrow\}K$ сказанное для имитирования
	К→ движение	$\}VK\rightarrow$ увиденное движение $K\rightarrow\}V$ движение для видения	$\}AK\rightarrow$ услышанное движение $K\rightarrow\}A$ движение для услышания	$\}KK\rightarrow$ имитированное движение $K\rightarrow\}K$ движение для имитирования

Рис. 48. АВК-матрица коммуникации

#### 11.4. Выводы

В методе исследуются статистические анализы событий столкновений и опасных сближений воздушных судов (СОС) в структуре пространства и времени полетов мировой практики ГА. В основе метода используется ресурсный подход исследования и проектирования техносферной деятельности. Реализация метода устанавливает новое описание предмета и объектов СОС, структур понятий, определений и терминов, пригодных для качественного оценивания рисков негативных исходов событий полетов. Разработка и проектирование комплекса объектов СОС, выявление основного объекта: взаимодействия «авиадиспетчер-пилот» (А-П) и события угрозы – коллапса связи [87, с. 185-201]. Новизна: Метод позволяет осуществить постановку и решение следующих задач: а) разработка оптимальных технологий и структур, шкал, параметров и показателей взаимодействия А-П; б) разработка содержания и структур аудиальных, визуальных и кинестетических каналов эффективности взаимодействия А-П; в) разработка стандартов естественного языка связи (родного для носителя и иностранного – английского), а также методов изучения иностранного языка, устанавливающих оптимальное содержание сообщения взаимодействия А-П. Метод позволяет устанавливать шкалы, параметры и показатели для оценки рисков и количественные расчеты неблагоприятных исходов полетов в вероятностных и вероятностных мерах. Практическое значение. Новые меры защищенности полетов от событий СОС и снижение рисков до приемлемых уровней с указанием угроз и их сочетаний.

## 12. МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ ОПАСНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ САМОЛЕТОВ С ПТИЦАМИ

*Птицы попали сразу в оба двигателя. Вынужденную посадку А-320 на реку Гудзон в Нью-Йорке 15 января 2009 мир пережил с тревогой и восхищением мастерства экипажа и капитана Chesley B. Sullenberger. Это - напоминание о беспомощности человека перед случаем спасения от гибели полутора сотен людей. Вместе с тем в статистике причинности авиационных происшествий на столкновения самолетов с птицами отводятся только доли процента группы факторов природной среды. В условиях подобной неопределенности случайных причин критически важным становится метод наблюдения деятельности.*



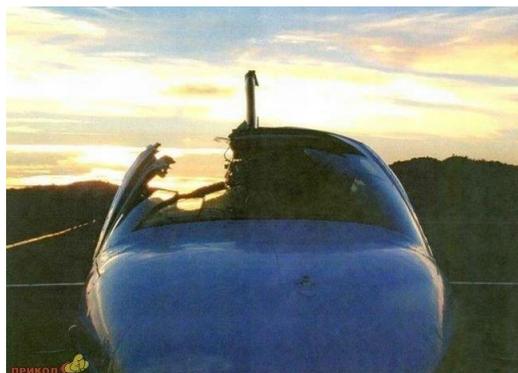
Фото<sup>63</sup>

Первое зарегистрированное столкновение с птицей в истории авиации произошло в испытательном полете в 1912 году в Калифорнии, закончилось катастрофой и гибелью пилота. Проблема имеет две стороны: защиту самолетов от птиц и защиту птиц от самолетов. В более широком контексте в исследованиях следует рассматривать не только самолеты, а все летательные аппараты (ЛА). Кроме того, полетное время начинается с руления, время полета от начала разбега на взлете до конца пробега на посадке, поэтому столкновения происходят также с животными. Биоповреждающая активность птиц проявляется не только в авиации и в транспортной деятельности. Есть более десятка отраслей - строительство, энергетика, сельское хозяйство и другие, где птицы считаются человеком нежелательными партнерами. Птицы отстаивают свое естественное жизненное пространство миграций и мест обитаний. Они осваивают урбанизированные ландшафты, промышленные и архитектурные объекты. Птиц привлекают сельскохозяйственные угодья и продукция, отходы и мусорные свалки.

<sup>63</sup> <http://www.wildlife.by/dp2010-2-42>



Фото<sup>64</sup>



65

По данным ICAO, ущерб от столкновений с воздушными судами с птицами, достигает \$1 млрд. в год<sup>66</sup>. Основные направления современных методов предупреждения столкновения самолетов с птицами (ССП) состоят в организации орнитологических служб аэропортов, технических и биологических средств отпугивания птиц в местах их обитания, сформированных инстинктами миллионами лет эволюции. Наиболее продуктивным признается содержание штатов «птичьей полиции» из ловчих птиц - соколов-балобанов, беркутов, карликовых орлов для «патрулирования» неба над аэропортом. Тем не менее, число ССП в мире растет пропорционально плотности и интенсивности полетов воздушных судов (ВС).

<sup>64</sup> SKY. - 2013. - № 2. - С. 58.

<sup>65</sup> <http://www.prikol.ru/2009/05/05/stolknovenie-s-ptitsey-24-foto/>

<sup>66</sup> [http://www.mybirds.ru/birds\\_news/detail.php](http://www.mybirds.ru/birds_news/detail.php)

Для разрешения проблемы положен новый подход, в основу которого положена концепция «самолетоопасности для птиц», адаптация под миграционный ритм птиц – в отличие от понятия «птицеопасности для ВС» и противодействия. Представляется, что данные подходы могут сосуществовать и практиковаться одновременно и совместно. Основным инструментом реализации метода является тщательное планирование полетов в соответствии с орнитологической обстановкой - «орнитологическим портретом» аэродромов.

## **12.1. Анализ столкновений с птицами**

### **12.1.1. Источники информации и исходные данные**

О случаях столкновения с птицами в полете и с животными в зоне взлета и посадки сообщаются экипажами воздушных судов, авиадиспетчерами, работниками наземных служб и аэропортов и авиакомпаний. Формализованные отчеты составляются только в случаях повреждений, когда необходимо фиксировать как инциденты. Полное число столкновений, особенно незначительных и с мелкими птицами остается практически неизвестным. Базы данных, составляемые в исследовательских организациях, национальными и международными сообществами, содержат не полные и взаимно методически несогласованные данные. Наиболее объемная база данных по ССП была составлена в 1974-1988 годах ВВС США [191]. Валидность собираемой информации зависит от точности описания факта, методов и процедур регистрации в базах данных. Ценность последующего анализа для выработки предупредительных мер зависит также от полноты и объемов данных. Для данной работы использованы данные множества исследований, но ссылки даны только на консолидированные работы, которые выводят на сотни источников. Фрагментированные данные из многих источников различаются и использовались для аппроксимирования.

### **12.1.2. Статистика и отчеты столкновений**

Статистика столкновений с птицами отражает интенсивность полетов и изменения в проектировании авиатехники. Важно определить и понять причину этого явления и адаптировать авиационную деятельность под естественную среду обитания птиц. В ИКАО до 1990 года ежегодно сообщалось около 4-5 тысяч сообщений о столкновениях с птицами. С 1955 по 1982 годы было известно о 168 жертвах ССП. В совместном отчете Министерства сельского хозяйства и FAA США сообщается, что в период 1990-2007 годов зарегистрировано 22057 столкновений с ежегодным ростом 62%. Их число за это период увеличилось в 4,5 раза, с 1738 до 7666. Попадание в двигатель происходит более 12 раз в год. По сообщению исследовательской группы Bird/Wildlife Aircraft Strike Hazard (BASH) ВВС США, с 1985 по 2002 годы зафиксировано 52 тысячи столкновений военных самолетов с птицами, более семи столкновений в день. При этом погибло 35 летчиков и разрушено 32 самолета. Убытки составляют более 30 миллионов долларов ежегодно. Наблюдения в нашей стране регулярно проводятся с 1988 года. Число регистрируемых событий составляет несколько десятков в год. Не соблюдаются требования о регистрации столкновений с птицами, содержащиеся в нормативных документах ПРАПИ-98, РООП ГА-89.

Около 80 процентов столкновений происходит на высоте менее 1000 метров. Это естественная среда обитания птиц. Практически вероятность столкновений на высоте более 2000 метров ничтожно мала и составляет менее пяти процентов. Скорость зависит от высоты полета в зоне взлета и посадки. Определенно можно выделить два момента: две трети столкновений происходят на скорости до 550 км/час; на больших скоростях - более опасные исходы. Существуют пики сезонных столкновений – в мае и в августе-сентябре. Более половины происходит на взлете и посадке, на этапах захода и набора высоты. Четыре части самолета занимают сравнительно равное распределение при попадании птиц: лобовое стекло, двигатели, крылья и фюзеляж.

Птицы значительную часть жизни проводят в воздухе и замечают объекты лучше сверху вниз. Преобладающая часть столкновений происходит днем в хорошую погоду, в этом они проявляют сходство с человеком. Наиболее опасны стаи птиц. На перемещение птиц влияют многие факторы, начиная с погоды, времени суток и местоположения аэродрома. Основной причиной является вторжение человека в естественную среду обитания птиц и животных на неспособной к маневрам машине. Ведь птицы между собой никогда не сталкиваются. В проблеме, возникшей между человеком и птицей, наблюдаются взаимные действия. Не только человек, но птицы «принимают меры»: миграция, уход из опасных зон. Однако длительные, выработанные столетиями коды поведения птиц в географических регионах могут показаться «неуступчивостью» с их стороны. В этом случае людям ничего не остается, кроме насилия: любые простые и хитроумные средства вытеснения птиц с их законной зоны обитания. Другими причинами являются растительные корма вблизи аэродромов и обилие насекомых, привлекающих мелких птиц, которые в свою очередь привлекают стервятников. Взлетные полосы вблизи водной среды – наиболее частое место столкновения с чайками. Свалки мусора с пищевыми отходами вблизи аэродромов являются дополнительными условиями для проблем. Кроме птиц зарегистрированы столкновения на разбеге и пробеге с млекопитающими: с крупнорогатым скотом, оленями, койотами и даже с рептилиями - крокодилами.

### **12.1.3. Стоимостная оценка столкновений**

Стоимостная оценка столкновений является важной составляющей в изучении предмета. Факт, что большая часть ССП не регистрируется, может являться не следствием, а причиной. Эта причина указывает на то, что в структуре затрат на безопасность ССП является менее приоритетной целесообразностью. Расчет осредненных потерь на одно столкновение выполнят в понятиях простоя деятельности:

$$P_{\text{экс}} = P_{\text{с}} \cdot T_{\text{пп}} \quad \{191\}$$

где  $P_{\text{экс}}$  - показатель эксплуатационных пкм (ткм);  $P_{\text{с}}$  - средняя фактическая производительность на час налета;  $T_{\text{пп}}$  - время простоя в часах. Канадские авиакомпании оценивали ежегодный ущерб около одного миллиона долларов. В Великобритании – около 100 тысяч фунтов стерлингов. В гражданской авиации СССР регистрировалось восемь столкновений на 1000 полетов. Осредненные потери 1980-х годов в Аэрофлоте оценивались в 8700 рублей на одно столкновение. Этот показатель для аэропортов За-

падной Европы в 1982 году в среднем составлял около 5000 долларов [47]. Средний экономический ущерб на одно столкновение исчисляется по разным оценкам от 3-х до 15 тысяч долларов. В случаях серьезных повреждений ущерб оценивается до 100 тыс. долларов. В катастрофах убыткикратно больше.

#### **12.1.4. Меры предупреждения столкновений с птицами**

Существующая деятельность по предупреждения ССП осуществляется в предупредительных, предварительных и контрольных подходах. Предупредительный подход состоит в исследованиях и разработках и нормативном регулировании: формирование баз данных по столкновениям; статистический анализ столкновений; участие в расследованиях столкновений; экспертизы предотвращения столкновений; оценка птицепасности аэродромов; разработка и оценка эффективности специализированных средств защиты от птиц; разработка нормативной документации по орнитологическому обеспечению безопасности полётов; обучение и практические мероприятия по отпугиванию птиц. В предварительных мероприятиях создают дискомфортные условия для обитания птиц: истребление насекомых, червей, очистка естественных мест кормления птиц вблизи зон взлета и посадки, акустические и биоакустические установки, световые сигналы, пиротехнические средства, радиоуправляемые модели хищников для распугивания, пугала, ловушки для отлова хищных птиц, химические средства. В контрольных мероприятиях проводят визуальные и радиолокационные наблюдения, оповещение аэропортов об опасной орнитологической обстановке [101, 149].

Основные решения: проектирование аэродромов и зон взлета и посадки с учетом исторических зон расселения птиц и учета их миграции; проектирование иных характеристик лобовых стекол и входного сопла двигателей с использованием высокопрочных материалов и покрытий, исключающих худшие сценарии происшествий; технические средства отпугивания птиц в зоне взлета и посадки; учет вероятностей столкновений по времени года и суток при планировании и составлении расписаний полетов. Разрабатывается модель предупреждения и сокращения вероятности столкновений, основанная на системах GIS - Geographic Information System, интегрирующих данные географических регионов обитания, миграции и кормления различных видов птиц, The U.S. Bird Avoidance Model (BAM).

#### **12.1.5. Содержание проблемы защиты от столкновений с птицами**

Главная проблема – защита от столкновений решается человеком эгоистически, в свою пользу. Фактор опасности следует структурировать на птицепасность для самолетов и самолетоопасность для птиц. В этом контексте проблема экологическая должна преобладать над технической, поскольку человек принимает физические меры вплоть до отстрела птиц в зоне взлета и посадки. Основная опасность для самолета и жизни - попадание в лобовое стекло и в двигатель. Крупная птица разбивает лобовое стекло на скорости более 500 км/час и это может иметь фатальные последствия для жизни пилота и катастрофические для воздушного судна. Сила удара птицы весом 400 граммов на скорости самолета 700 км/час достигает 20 тонн. Риск гибели летчика возрастает резко от скорости 400 км/час. Попадание в двигатель может привести к отказу и катастрофе. Особенность

последствий столкновения в том, что они могут быть как немедленными, так и отсроченными. Если разрушения не наступают сразу, то возможны разрушения при наборе высоты под действием внутрикабинного давления и продолжение разрушений механических повреждений от скоростного напора воздуха в полете.

Статистика, регистрация, учет и анализ ССП признаются неполными, так как значительная часть событий не фиксируется. Реальных столкновений в несколько раз больше зарегистрированных. По данным базы данных и отчета ФАА США 1991-1997 годов и до настоящего времени, фиксируется около 20% реальных столкновений. Отчеты и сообщения являются добровольными и до сих пор полнота риска столкновений оказывается неизученной и неосознаваемой. Полная статистика наблюдений столкновений не ведется по разным причинам: большая часть столкновений не являются критическими и не ведут к фатальному исходу; меньшая приоритетность расходов, инвестируемых в безопасность по данному фактору; в случае малозначительных столкновений, особенно при отсутствии повреждений, они могут быть не обнаружены; возможно, полная статистика не является необходимой, важно иметь репрезентативную статистическую выборку наблюдений. Столкновения с птицами ежегодно приносят авиационные происшествия, жертвы и убытки, исчисляемые сотнями миллионов долларов. Кроме прямых потерь материальных ресурсов и человеческих жертв столкновения ведут к простоям воздушных судов и отмене рейсов. В статистических наблюдениях прошлых событий по параметрам количества полетов и налета часов приводятся примеры стоимостных расчетов для решения вышеуказанных задач [47]. Вероятность события в одном полете является исчезающе малой величиной. В теории безопасности полетов эта величина иногда называется вероятностью «почти нуль», по  $i$ -й причине и  $j$ -му фактору. Прогноз и возможность выработки мер предупреждения событий остаются неопределенными. В целом, содержание проблемы состоит в следующем: экологическая трудноразрешимость, неполное наблюдение; неопределенность опасных событий, последствий и ущербов; экономические убытки; трудности оценок стоимостных показателей безопасности; сложность исчисления, прогнозов и выработки мер предупреждения.

## **12.2. Разработка комплекса наблюдения ССП**

Неформальная постановка задачи. Исследуется влияние внешней природной среды на примере фактора ССП с целью выработки методологии сбалансированного инвестирования безопасности по всем факторам. Исследование может содержать несколько задач наблюдения: 1) разработка методологии наблюдения предметной области: терминология, описание структуры объекта, выбор типов величин, оценок, шкал, единиц оценки и измерения; 2) оценка возможности и целесообразности статистики полной регистрации столкновений, достоверного учета и анализа; 3) оценка столкновений по пространственным, временным, причинным параметрам; 4) стоимостные оценки безопасности деятельности; 5) прогнозирование; 6) разработка стратегий, составление руководств по предупреждению. Задача наблюдения сводится к следующим процедурам: составление экспертным и опытным путем минимально необходимых наименований категорий, параметров наблюдения; выбор шкал и единиц измерения и оценивания; определение и формализация взаимосвязей параметров. Общее описание

условий возникновения или отсутствия события столкновения будет решением задачи. Статистика содержит количественные данные столкновений прошлого. Возможно описание условий на естественном языке, для которых вероятность столкновений наиболее высока. Предлагаемое рабочее наименование подобного описания - «портрет самолетоопасности для птиц».

### 12.2.1. Метод проектирования комплекса наблюдения ССП

Под методом проектирования комплекса наблюдения предметной области ССП в настоящей работе понимается выбор и описание следующего содержания: объект и наблюдатель (субъект); база, категории, параметры наблюдения; типы величин, шкалы, единицы измерения и/или оценивания. Наблюдаемая предметная область описывается пространственно-временными характеристиками и свойствами величин физического мира, что требует применения смешанных типов наблюдений: качественных оцениваемых и количественных измеряемых. В предметной области различаются объекты: самолет (А), птица (В) и пространственно-временная среда наблюдения (М). Среда определяется базой наблюдения. ССП является нежелательным событием (Е), общее условие которого записывается:

$$M(A, B) \rightarrow f(E), \text{ если событие происходит; } \{192\}$$

$$M(A, B) \rightarrow f''(\bar{E}), \text{ если столкновение исключается, } \{193\}$$

где  $f$  и  $f''$  - функции решения задачи; М - база в структуре наблюдения и в формуле выносится за скобки. Общие решения данной задачи могут быть подобными решениям задач избегания столкновений самолетов при управлении воздушным движением. Однако есть важное отличие: в задаче избегания столкновения самолетов их движение считается детерминированным, возможным для формализованного описания, в то время как в задаче ССП движение птицы является стохастическим, описание которого формально невозможно. Параметры наблюдений самолетов и птиц являются общими и специфическими для каждого объекта. Для упрощения задачи определяется следующий выбор и описание только специфических параметров и характеристик каждого объекта: среда – местность, сутки, год; самолет - полет, высота скорость, повреждение; птица – вид, вес возраст. Отметим также характеристики общие для объектов и комментарии по возможному введению других параметров наблюдения.

Среда М (база наблюдения). Опыт наблюдения за птицами выделяет в пространственной и временной категорий среды: характеристики местности  $M_p$  в шкалах наименований и в процентах статистики событий по избранным признакам – берег, равнина, горы; времени наблюдения (Т), в данной местности  $M_T$ : годовое  $M_T^Y$  и суточное  $M_T^D$ . в шкалах интервалов, ежемесячно для годового периода. Наблюдение пространства может составлять описания и формализацию расстояний и/или площадей частей света, континентов, стран, ландшафтов аэродромов: в задачах планирования деятельности – расписаний полетов, аэронавигации и в задачах орнитологии - относительно птиц.

Самолет. Наблюдения полета  $A_F$  ведутся по процессной категории в шкалах наименований и в процентах статистики событий по стандартизо-

ванными этапам. Полет птицы имеет свои описания в орнитологии, но формализовать его аналогично в виде этапов не представляется возможным. Параметры высоты  $A_H$  и скорости  $A_V$  структурируются в избранной шкале интервалов числовых значений. Из условий наблюдения скорости самолета следует рассматривать понятие полета: начало разбега до конца пробега. Если расширить наблюдение до продолжительности летного времени, то следует включать руление. Для наблюдения самолета, возможно, было необходимо ввести параметр «тип самолета» аналогично параметру «вид», избранный для птицы. Тип самолета несет данные размеров поверхности, которая может быть повреждена.

Птица. Опыт и статистика наблюдения за птицами выделяет три параметра: вид  $B_S$ , вес  $B_W$  и возраст птицы  $B_A$ . Вид и возраст птиц определяет поведение. Вес определяет птицепасность повреждения. В наблюдениях отмечается неадаптированность молодняка птиц и значительный процент гибели. Параметр возраста птицы является экологически важным, но трудным для наблюдения.

Повреждение (событие наблюдения). Столкновения и повреждения как факты феноменально различаются. Методически их рассмотрение тождественно, но физически это одновременные факты. Повреждение самолета является объектом наблюдения и событием (E) в предметной области деятельности. Повреждение является преобладающим по частоте в опыте наблюдений. Возможно структурирование объекта по параметрам серьезности. В случае аварии и катастрофы параметр имеет наименование «разрушение». С экологической позиции повреждение самолета тождественно гибели птицы, исчисляемый как ущерб природе. Вводить параметр гибели птиц для наблюдения нецелесообразно, поскольку гибель - преобладающий признак параметра и наблюдать иной признак, например ранение птицы, не представляется возможным. Описание предметной области наблюдения ССП сведены в табл. 70.

### **12.2.2. Портрет самолетоопасности**

Составляется портрет самолетоопасности для птиц как стратегическая постановка задачи. Дальнейшей задачей является актуализация формы и содержания количественного описания для конкретной местности. В соответствии с поставленной задачей составим «портрет самолетоопасности» для аэродрома N. Для этого используется база данных с характеристиками параметров и признаков конкретного аэродрома. Портрет формулируется на естественном языке с возможным добавлением количественных данных. Для нижеследующей формулировки используется структура описания предметной области и количественные данные, составленные в нашем исследовании.

#### *Портрет самолетоопасности для птиц на аэродроме N:*

*«Опасность столкновений птиц с самолетами на аэродроме N имеет наибольшую вероятность в прибрежной зоне днем в августе от попадания в двигатель молодой чайки весом один килограмм на высоте 150 метров на скорости снижения на предпосадочной прямой».*

Таблица 70

## Комплекс наблюдения столкновения самолетов с птицами в полете

Объект	Параметр	$\Omega$	Шкала	Ед.	Данные наблюдений					
1	2	3	6	5	7					
Среда М	сутки	$M_T^D$	наименований		день	ночь	сумерки	другое		
				%	69	19	5	7		
	год	$M_T^Y$	интервалов	месяц	янв	фев	мар	апр	май	июн
				кол-во	1100	1000	1450	1900	2380	1700
				месяц	июл	авг	сен	окт	ноя	дек
	местность	$M_P$	наименований		берег	равнина	горы	другое		
%				50	20	10	20			
Самолет А	полет	$A_F$	интервалов	этапы	посадка	снижение	маршрут	взлет	другое	
				%	37	20	9	16	18	
	высота	$A_H$	интервалов	метры	0-500	500-1000	1000-2000	более 2000		
				%	60	20	15	5		
	скорость	$A_V$	интервалов	км/час	до 370	370-550	550-700	более 700	другое	
				%	39	18	6	9	28	
птица В	возраст	$B_A$	наименований		молодь	другие				
				%	60	40				
	вид	$B_S$	наименований		чайки	голуби	хищники	водоплавающие	другие	
				%	20	15	10	10	45	
	вес	$B_W$	интервалов	кг	до 0,5	0,5-2	более 2			
				%	25	60	15			
Повреждение Е			наименований		крылья	Двигатель	фюзеляж	нос	оперение	другое
				%	26	22	22	17	1	12

Портрет самолетоопасности для птиц на аэродроме N записывается:

$$M(A, B) = \left\{ M \left( \begin{matrix} M_P, M_P^Y, M_P^D \\ \text{берег} & \text{авг} & \text{день} \end{matrix} \right) \left[ \begin{matrix} A \left( \begin{matrix} A_F, A_H, A_H \\ \text{нос} & 150 & \text{нос} \end{matrix} \right) \\ B \left( \begin{matrix} B_S, B_A, B_W \\ \text{чайка} & \text{молодь} & \text{1кг} \end{matrix} \right) \end{matrix} \right] \right\} \rightarrow f(E) \quad \{194\}$$

Предполагается, что этот прием может быть контрольной предупредительной мерой защиты и сигналом для активизации средств предупреждения ССП. Возможно составление описаний отдельно по параметрам, группам параметров, по интервалам и наименованиям наблюдений. Например, ежемесячно, или по видам птиц. Более важной задачей является формулировка обратной задачи составление «портретов птицебезопасности»: параметров, шкал и наименований минимальной вероятности столкновений.

### 12.2.3. Экспертные оценивания ССП

Определенно, в опыте большинства профессиональных пилотов были сближения и столкновения в полете с птицами и с животными. Мне известно о достоверном факте столкновения с коровой самолета АН-2 на выравнивании при посадке в Западно-Сибирском управлении ГА в 1960-х годах. Посадка завершилась благополучно, но корова получила серьезное ранение от подножки входной двери. В летной практике автора данной работы было два столкновения с птицами. Первое столкновение с крупным коршуном произошло в 1968 году на авиахимработках на самолете АН-2 при выходе из гона на высоте около 50 метров. На дюралевом ребре атаки левой нижней плоскости осталась вмятина диаметром около 20 см и глубиной около 5 см. Вторая встреча случилась десять лет спустя на ИЛ-18 со стайей голубей на предпосадочной прямой в Омском аэропорту. Один из голубей попал в лобовое стекло второго пилота и лишил его обзора размазанными внутренностями. После посадки были обнаружены останки основной части стаи на фюзеляже и на стойках шасси. Столкновение стоило жизни примерно двум десяткам голубей. Факты столкновений сообщались диспетчерским и техническим службам.

Экспертные оценивания выполнялись путем анкетирования, опросов и заключительных обсуждений результатов. В экспертизе участвовали более 20 профессиональных пилотов с опытом летной работы от 15 до 35 лет и налетом 8-22 тыс. часов. Процедуры проводились 17-19.09.2010, 18-20.08.2011, февраль-март 2012 года. Респондентам предлагалось ответить на вопрос: «сколько ССП Вы имели в своей летной практике». По ответам респондентов, практически все без исключения имели случаи столкновений с птицами в полете. Частотность столкновений N определяется общим количеством столкновений E на количество часов налета H в опыте пилота:

$$N = E / H \quad \{195\}$$

Средняя частотность составляет примерно одно столкновение на 4000 часов налета. Поскольку интенсивность полетов во всем мире растет, общее число ССП будет расти.

### 12.3. Выводы

Формальная постановка и решение задачи предупреждения ССП содержит ограниченное математическое описание взаимосвязей параметров среды, самолета и птицы. Наиболее приемлемым аппаратом являются методы мягких вычислений. Для демонстрации применения метода наблюдения предметной области деятельности воздушного транспорта можно с равным выбором исследовать факторы влияния грозовой деятельности или сдвига ветра. Помимо специфических знаний дисциплины авиационной орнитологии методология наблюдения имеет решающую роль.

Описания и структура предметной области в настоящей работе, может быть использована как первоначальная схема для разработки наставлений и руководств по орнитологическому обеспечению безопасности полетов. Полные статистические наблюдения невозможны и нецелесообразны. Необходимыми и достаточными условиями может быть репрезентативная статистическая выборка наблюдений. Решающую роль имеет не полнота данных, а метод, форма и структура их представления. Устойчивый большой рост событий в мире неизбежно обязывает к увеличению инвестирования безопасности полетов по фактору ССП.

Назначением метода является установление мер защищенности полетов от событий ССП и снижение рисков негативных исходов до приемлемых уровней. Метод основан на многолетнем статистическом анализе исследований событий ССП в структуре пространства и времени полетов, на разработке и проектировании комплекса объектов ССП. Метод устанавливает новое описание предмета и объектов ССП, структур понятий, определений и терминов, пригодных для качественного оценивания рисков негативных исходов событий полетов. Метод устанавливает основной объект наблюдения (оценки, оценивания) - событие повреждения или разрушения воздушного судна (ВС) при ССП и позволяет составлять профили возможностных мер угроз на естественном языке – «портреты птицепасности» аэродромов взлета и посадки по авиалиниям и регионам полетов авиакомпании.

Метод позволяет устанавливать шкалы, параметры и показатели для оценки рисков и количественные расчеты неблагоприятных исходов полетов в возможностных и вероятностных мерах. Реализация метода создает возможность снижения риска ССП в сети полетов авиакомпании за счет резервов и ресурсов структурированного планирования полетов. Результатом являются алгоритмы и компьютерные программы оценивания мер защищенности полетов от событий ССП, рисков АП и корректировки прогнозов с учетом принимаемых управленческих решений. Удовлетворяется потребность авиакомпаний и аэропортов в активном управлении мерами защищенности полетов от событий ССП и снижении рисков АП. Потребителями являются летные подразделения авиакомпаний, орнитологические службы аэропортов, службы аварийного спасения.

### **13. МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕСУРСОВ ФЛОТА АВИАПЕРЕВОЗЧИКА**

В работе приводится описание принципов и подходов проектирования флота авиакомпании в условиях открытого рынка. Представлен пример разработки стратегии флота, расчет и прогноз флота на 15 лет, выполненный в проектах 1990-х годов для крупных компаний СССР и РФ [88].

#### **13.1. Введение**

Целесообразность приобретения воздушных судов требует профессиональной экспертизы: политической, экологической, социальной, экономической, технологической, технической. Проблема заключается в том, что после директивного распределения флота ведомством ГА в течение многих десятилетий авиапредприятия столкнулись с необходимостью самостоятельно определять потребность в воздушных судах, изыскивать источники инвестиций для возобновления флота, переходить на непривычные условия лизинга и аренды. Концепция полного хозяйствования означала не правовую самостоятельность управлений и хозяйственных единиц - объединенных авиаотрядов, а их обязанность обеспечить регион всеми видами услуг пользователей воздушного транспорта: от дальнемагистральных пассажирских перевозок до местных авиалиний и всех видов авиационных работ. К низким эксплуатационным характеристикам флота добавляются принятая технология амортизации ресурсов, избыточность типов, низкая семейственность. В работе приводится описание принципов и подходов проектирование флота авиакомпании.

#### **13.2. Основные условия эффективности флота**

Эффективные ресурсы флота авиаперевозчика отличают три свойства: (1) адаптивность спросу и предложению, (2) гибкость – способность быстро менять конфигурацию, (3) преемственность – непрерывное развитие. Правильное планирование флота дает возможность: а) составить учет и анализ ресурсов флота; б) установить свои рыночные позиции и потребности в провозных емкостях; в) оценить лучшие варианты выбора новых типов ВС; г) определить возможности покупки или лизинга. Для проектирования флота критически важным параметром является общность commonality воздушных судов. Преимущества, получаемые от общности трудно переоценить: экономия на подготовку и переучивание летного состава и инженерно-технического состава, упрощение технологий и экономия запчастей и материалов, простота лицензирования и сертификации, сокращение управленческих и накладных расходов. Общность флота несет в себе также технологические и сервисные преимущества, что является решающим критерием на рынке [166, 181].

Критерии адаптивности проявляются только при интенсивной эксплуатации. Широко известна в авиационном бизнесе истина: «самолет на земле - убытки». Содержание этого процесса является всегда стратегическим, как и всякое приобретение очень дорогостоящей вещи, и настолько сложно, что любые решения будут компромиссными. Критерии эффективности использования флота делятся на две категории: критерии конкурентоспособности и критерии модернизации.

Критерии конкурентоспособности состоят в следующих выборах: сочетание собственных и арендуемых современных воздушных судов; налет более 3500 часов в год на воздушное судно; высокое качество технического обслуживания: надежность ВС, оптимальные программы ТО, высокая готовность обеспечения запчастями; чартеры и частичный фрахт; семейство воздушных судов: общность commonality; доступность продаж: «купить билет как на метро» – автоматизация продаж и посадки.

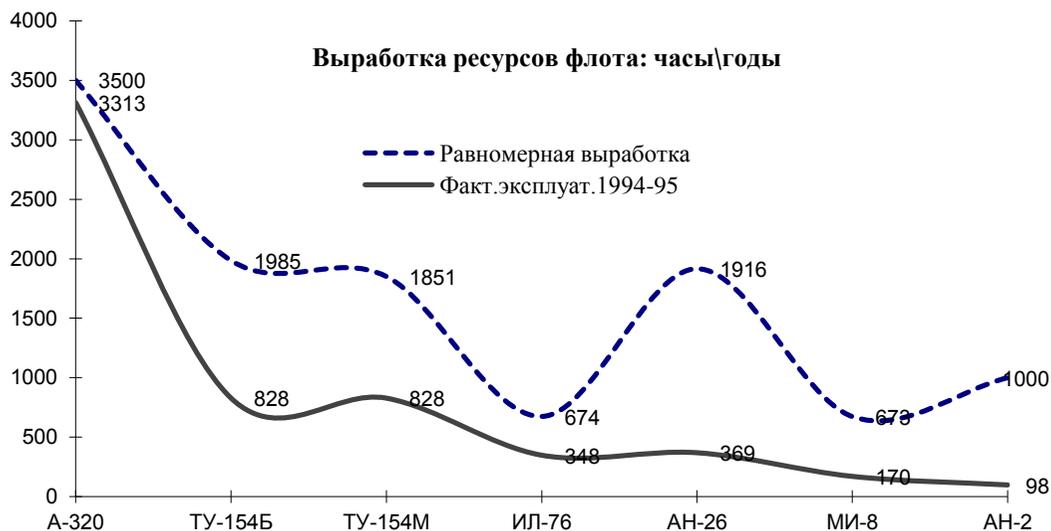


Рис. 48. Учетные данные ресурсов флота авиакомпаний РФ в 1992-2000 гг.

Критерии модернизации флота состоят в следующих выборах: безопасность и эксплуатационная надежность; соответствие требованиям воздушных трасс; высокая степень годовой эксплуатации: три-пять тысяч часов налета; низкие прямые эксплуатационные расходы; соответствие требованиям экологии; унификация и стандартизация флота commonality. В проектах стратегического развития с крупными авиаперевозчиками в 1990-х и в 2000-х годах была выполнена оценка интенсивности эксплуатации флота, рис. 48.

Содержание этого процесса является всегда стратегическим, как и всякое приобретение очень дорогостоящей вещи, что любые решения будут компромиссными. По результатам расчетов ресурсов флота зависимость технологических и сервисных преимуществ, на примере эксплуатации TU-154М, B757-200, A310, в налете часов в год на самолет сложилась в пропорциях, показанных в табл. 71.

### 13.3. Эксплуатационный и структурный анализ ресурсов флота

Эксплуатационный анализ ресурсов флота определяет необходимость учета состояния исправности и остатков ресурсов на ВС, по типам и всего флота авиаперевозчика. На основании выполненного анализа определяют пригодность к эксплуатации, показатели фактической эксплуатации, показатели равномерной выработки ресурса, фактическую интенсивность эксплуатации по типам ВС. Структурный анализ флота выполняется по следующим параметрам: общее количество ВС флота; количество ВС по типам и

классам; провозная емкость (грузоподъемность); провозная емкость: количество кресел. Сочетание структурного с эксплуатационным анализом дает определение количественных данных фактической провозной емкости авиаперевозчика и является главным основанием разработки стратегии флота. Структурированные данные провозной емкости являются одним из важных компонент проектирования сети авиалиний и маршрутов. По структуре флота авиапредприятия можно определить наличие общей стратегии деятельности авиаперевозчика.

Таблица 71

Оценка интенсивности эксплуатации флота [3]

		Налет часов в год на ВС	
		Низкий	Высокий
Сервис	Высокий	3200-3700 Опыт эксплуатации ВС зарубежного производства российскими авиакомпаниями	4000-5000 Современные зарубежные авиакомпании
	Низкий	1000-2200 Обычная практика ТУ-154М российских авиаперевозчиков	3000-3500 Опыт российских авиакомпаний ТУ-154М, работающих за рубежом

#### 13.4. Разработка стратегии флота

Процесс разработки стратегии флота содержит стратегический анализ, выработку оснований стратегии, критерии и параметры состава флота, расчеты и выборы новой структуры флота в стратегической перспективе 10-15 лет. Ниже показан образец работы стратегии и проектирования флота.

Императивы и проблемы. Флот предприятия подвержен постоянному воздействию трех императивов: финансового, эксплуатационного и рыночного. Эти императивы сложившихся внешних и внутренних условий деятельности предприятия создают замкнутый круг проблем:

1. Низкие эксплуатационные характеристики воздушных судов.
2. Высокие эксплуатационные расходы.
3. Большая доля ГСМ в эксплуатационных расходах.
4. Сокращение сети ремонтных заводов и складов запасных частей.
5. Низкий уровень исправности авиатехники, годности и эксплуатационной надежности.
6. Низкие экологические характеристики воздушных судов, прежде всего шумовые.
7. Спад производства, низкая фондоотдача, низкая рентабельность перевозок, прямая их убыточность.
8. Тяжелое финансовое положение авиапредприятия для выделения средств на ремонт и поддержание авиатехники.

Причины проблем. Отсутствие исторических возможностей и предпосылок для самостоятельной разработки стратегии флота. Основной и главной причиной перечисленных проблем является отсутствие общей стратегии авиапредприятия: определение бизнеса, миссии, ориентиров и целей.

Экономический кризис в стране, снижение валового национального продукта и, как следствие, падение спроса на авиаперевозки.

Пути решения проблем. Разработка общей стратегии авиакомпании и новой концепции хозяйствования авиапредприятия. Определение критериев формирования флота на долгосрочный период 20-30 лет. Принять решения по проблемам существующего флота: списание, доработка, продажа, передача. Увеличение маркетинговых усилий предприятия для увеличения доходности и фондоотдачи.

#### **13.4.1. Модернизация флота**

Основание. Стратегия модернизации флота основана на признании и осознании того, что: А. Необходимость существования в регионе крупного авиаперевозчика является безусловной и долговременной; Б. Клиенты будут пользоваться услугами авиакомпаний, предлагающих перевозки на воздушных судах наилучшего комфорта и обслуживания при наименьшем времени пути; В. Модернизация флота возможна только одновременно с реализацией других ключевых стратегических программ авиапредприятия.

Концепция стратегии. Стратегия модернизации понимается как полная замена имеющихся воздушных судов на авиатехнику, эксплуатационные характеристики которой обеспечивают стратегическое лидерство авиакомпании в регионе и устойчивое ее развитие. Авиапредприятие постоянно модернизирует свой флот при достижении коэффициента старения воздушными судами более 0,6 и по первым признакам морального старения. Авиапредприятие признает лизинг воздушных судов наиболее предпочтительной формой модернизации флота.

Критерии и параметры. Авиапредприятие осуществляет модернизацию флота по критериям и параметрам, имеющим следующие приоритеты:

1. Безопасность и эксплуатационная надежность авиатехники.
2. Наилучшие эксплуатационные характеристики ВС и авиадвигателей.
3. Стоимость авиатехники.
4. Степень развития ремонтной базы производителей авиатехники, складов запасных частей, технологии обслуживания и географическое местоположение.
5. Шумовые характеристики авиадвигателей.
6. Экологические характеристики авиатехники и технологий ее эксплуатации.
7. Объем провозной емкости (тоннаж, число кресел).
8. Вес воздушных судов.
9. Дальность полета.
10. Количество типов
11. Общее количество воздушных судов флота.
12. Семейство (общность) commonality.
13. Авиатехника зарубежного производства.
14. Авиатехника отечественного производства.
15. Новые воздушные суда.
16. Воздушные суда, бывшие в эксплуатации.
17. Лизинг воздушных судов.
18. Покупка воздушных судов.
19. Сдача в аренду воздушных судов.

20. Продажа воздушных судов.
21. Списание воздушных судов.
22. Самолеты.
23. Вертолеты.

#### **13.4.2. Стратегии**

За основу ресурсной характеристики принимается календарный ресурс, поскольку в рассматриваемый период налет на воздушное судно остается низким.

##### А. Стратегии по отношению к выработке ресурсов флота.

*Существует постоянная дилемма по отношению к воздушным судам с малым остатком назначенного ресурса и с низкими эксплуатационными характеристиками а) необходимости определения целесообразности списания ВС или б) финансовых затрат на ремонт и восстановление.*

В связи с этим возможны следующие варианты стратегии А:

А1 Выработка до межремонтного ресурса флота.

А2 Выработка ресурсов до назначенного остатка.

А3 Продление максимально возможного и выработка прогнозируемого ресурса.

##### Б. Стратегии по интенсивности эксплуатации (налету часов).

Б1 Эксплуатация на существующем уровне налета часов с ожиданием оживления рынка и роста объема производства.

Б2 Расчетный налет, соответствующий равномерной выработке всех типов ресурсов: годы-часы-посадки.

Б3 Расчетный оптимальный налет на ВС для наилучшей фондоотдачи.

##### В. Стратегии единого флота авиакомпании.

В1 Любые из вариантов стратегий А и Б плюс синхронное постепенное обновление флота современными зарубежными и отечественными воздушными судами.

##### Г. Стратегии разделения флота авиакомпании.

Г1 Выделение дочерних авиакомпаний:

а) "Карго": ИЛ-76, АН-12, АН-26;

б) "ПАНХ": МИ-8, АН-2;

Г2 Базовая авиакомпания:

а) В-757-200, ТУ-154М, АН-24;

б) ТУ-204, ИЛ-114, В-767.

Кроме вариантов этих основных стратегий допускаются подварианты для каждого типа ВС, а также делается допущение о достаточности финансовых средств для продления ресурсов и восстановления авиатехники для некоторых вариантов (например, для А1 и А2).

#### **13.4.3. Стратегические выборы**

##### Что делать с существующим флотом?

11.1. Безусловное списание и/или реализация воздушных судов:

- с остатком общего календарного ресурса менее 1,5 лет,
- не имеющих авиадвигателей,
- использование на рынке которых приносит убытки.

11.2. Продление ресурса исправным воздушным судам, приносящим прибыль на рынке, а также могущим приносить прибыль при увеличении возможных маркетинговых усилий по продаже перевозок.

Формировать флот в ближайшие 20 лет, руководствуясь следующими выборами:

11.3. Безусловным выбором авиакомпании является эксплуатационная надежность воздушных судов и их эксплуатационные характеристики, оптимально соответствующие рыночной стратегии авиакомпании.

11.4. Сохранять профиль авиакомпании с воздушными судами для внутреннего и международного рынка.

11.5. Ориентироваться на сохранение существующего количества провозной емкости и кратно более эффективное ее использование.

11.6. Сформировать флот в 40-50 воздушных судов 3-4-х типов 1-2-х изготовителей с максимальным использованием преимуществ общности флота.

11.7. Определить соотношение собственных воздушных судов и взятых в лизинг как 50:50.

11.8. В обретенной авиатехнике отдавать предпочтение новым воздушным судам.

#### **ОСНОВНОЙ СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ВЫБОР**

Авиакомпания "N" планирует в ближайшие 15-20 лет осуществить модернизацию флота списанием, вырабатывая ресурс своих воздушных судов, путем лизинга (80%) и покупки новых и бывших в эксплуатации воздушных судов зарубежного (70%) и отечественного производства двух-трех изготовителей авиатехники с высокой общностью (commonality) за счет инвестиционных программ и фондовых программ авиакомпании.

#### **13.4.4. Ориентиры и цели**

В качестве ориентиров принимаются существующие оценочные показатели современных зарубежных авиакомпаний. В качестве целей назначаются количественные показатели современных авиакомпаний, примерно равных по флоту и по персоналу. Ориентиры и цели долгосрочного периода на 20 лет.

1. Отношение количества служащих авиакомпании к количеству ее воздушных судов, который показывает соотношение человеческих и технических ресурсов авиакомпании и является показателем профессиональной квалификации персонала, а также уровня используемых технологий, оснащения, оборудования и всех видов ресурсов: существующий показатель – 29, ориентир – 40, цель - повысить показатель до 40.

2. Отношение количества служащих к общему числу кресел флота, который показывает соотношение человеческих и технических ресурсов авиакомпании и является показателем профессиональной квалификации персонала: существующий показатель - 0,73, ориентир - 0,35, цель - снизить показатель до 0,7 по 0,0175 ежегодно.

3. Отношение количества кресел флота к числу воздушных судов, который может отражать рыночные стратегии авиакомпании: существующий показатель – 43, ориентир – 250, цель - увеличить показатель до 200 по 7,85 ежегодно.

#### **13.5. Расчет ресурсов флота**

За основу расчета взяты имеющиеся остатки ресурсов в годах, часах налета и посадках для всех имеющихся ВС и годных к эксплуатации (исправных) ВС. Под исправными принимаются ВС, годные к эксплуатации, не

имеющие истекающего межремонтного ресурса, требующего финансовых затрат на продление.

Сравнение показателей равномерной выработки ресурсов по параметру часы/ годы с данными фактической эксплуатации. Интенсивность фактической эксплуатации почти в два раза ниже равномерной, поэтому выработка ресурсов по календарю наиболее вероятна.

Выполнен прогноз провозных ресурсов флота. При разработке стратегии было выделено 9 вариантов возможных стратегий планирования флота. Их сочетание дает десятки возможных планов. Основные расчетные показатели: количество оставшихся ВС на каждый год эксплуатации на предстоящий 20-летний период с 1999 по 2015 годы. Аналогичные расчеты могут быть выполнены, если за расчетный показатель взять: общий налет по типам ВС; удельный налет на ВС по типам; общий располагаемый пассажирооборот и грузооборот по типам ВС.

### **Заключение**

Следует помнить, что эксплуатация ВС с повышенной частотой посадок по сравнению с показателем равномерной эксплуатации сдвинет ресурсные площади влево. Здесь представлено четыре варианта прогнозов с годовым налетом на ВС, близким к показателю по налету равномерной выработки. Этот показатель наиболее соответствует синхронной выработке ресурсов также по календарю. Прогноз - равномерная выработка остатка назначенного ресурса. Условия те же, но все ресурсы вырабатываются до межремонтного срока и, с учетом их морального старения, безоговорочно списываются. Прогноз - модернизация флота современными ВС зарубежного и отечественного производства. Ресурсы существующего флота вырабатываются до назначенного срока. То же, но с выделением частей флота в дочерние компании. После эвристического описания модели деятельности определяется комплекс величин – показателей деятельности.

## 14. РЕСУРСНАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИЗЛОЖЕНИЯ НАУЧНОГО ТРУДА

Ресурсная методология изложения научного исследовательского труда предлагает структуру понятий, требований и правил, по которым представляется сущность исследования, представляется новое знание, оформляется научная работа. Здесь представляется образец оформления научной работы на примере транспортного комплекса воздушного транспорта. Данный образец может быть адаптирован в широком классе научных исследований и разработок любых направлений фундаментальных и прикладных наук.

### НАИМЕНОВАНИЕ

- i. Аннотация
- ii. Реферат

### Предмет

1. Предметная область исследуемой и проектируемой деятельности
  - 1.1. Введение в предмет исследования. Выбор предметной области. Установление познавательного эпистемологического уровня области исследования. Содержание вводимых понятий и определений.
  - 1.2. Аналитический обзор предметной области. Анализ существующих подходов решения задач предметной области: описание материнской теории, исходной по отношению к теории, развиваемой в данном исследовании.
  - 1.3. Проблема. Экспозиция, целью которой является введение в проблему. Исследование проблемы: составление содержания проблемного поля; указания, чем существующая теория не отвечает требованиям практики. Структуризация проблем. Установление главной проблемы.
  - 1.4. Цель исследования: формулирование цели исследования, описание новой создаваемой или развиваемой теории, которая будет представлена содержанием после выполнения исследований.
  - 1.5. Метод исследования: аппарат, методы и инструменты, предлагаемые для познания неизвестного.
  - 1.6. Теория научного доказательства: выдвигаемые постулаты, формулируемые аксиомы, доктрины.

### Объекты

2. Объекты организованной сложности (ООС)
  - 2.1. Предмет проектирования сложных объектов
  - 2.2. Свойства и особенности ООС
  - 2.3. Проблемы проектирования сложных объектов
  - 2.4. Задачи проектирования ООС
3. Идентификация объектов предметной области исследования.
  - 3.1. Определение свойств объекта.
  - 3.2. Определение параметров свойств объекта.
  - 3.3. Определение базы наблюдения: время, пространство, группы.
  - 3.4. Определение метода установления показателей: нормативный, экспертный, эвристический.
    - 3.4.1. Показатель, регламентированный нормативными документами.

- 3.4.2. Показатель, устанавливаемый экспертным путем с нечеткими границами значений.
- 3.4.3. Показатель, ориентированный на свойства объектов-аналогов.
- 3.5. Определение номенклатуры показателей.
- 3.6. Установление решающих правил определения значений показателей.
- 3.7. Определение единиц наблюдения показателей.
- 3.8. Определение значений показателей.
- 3.9. Установление критических состояний (КС), соответствующих значениям показателей, которые определяются как переходные в пространство недопустимого риска деятельности.

#### Ресурсная методология исследования и проектирования

- 4. Введение в ресурсную методологию исследования
  - 4.1. Ресурсная концепция деятельности
  - 4.2. Определение ресурсного проектирования объектов
  - 4.3. Назначение объектов предметной области в ресурсной методологии
- 5. Задача наблюдения объектов предметной области ТК
  - 5.1. Свойства и состояния: эффективность, надежность, безопасность
- 6. Постановка задачи назначения объекта
  - 6.1. Неформальная постановка задачи описания объектов
  - 6.2. Морфология назначения в ресурсных комплексах
  - 6.3. Определение назначения объекта предметной области
  - 6.4. Идентификация создающих и создаваемых ресурсов
  - 6.5. Методические принципы проектирования ТК: принцип адекватности наблюдения; принцип редукции; принцип внешнего воздействия.
  - 6.6. Формализации задачи: эмпирическое моделирование; эвристическое проектирование; логический вывод; математическое моделирование

#### Наблюдение

- 7. Наблюдение предметной области деятельности
  - 7.1. Сущность целесообразной деятельности: назначение и наблюдение
  - 7.2. Предварительное описание предмета наблюдения
  - 7.3. Проблема теории наблюдения
  - 7.4. Проблема теории отвлеченных понятий качества
  - 7.5. Разработка новой методологии наблюдения
  - 7.6. Морфология понятий и терминов наблюдения
    - 7.6.1. Понятие отношения наблюдения
    - 7.6.2. Понятие базы наблюдения
  - 7.7. Разработка комплекса наблюдения предметной области деятельности
  - 7.8. Примеры разработки элементарных процедур наблюдения

#### Результаты

- 8. Решение задачи проектирование назначения объекта
  - 8.1. Теоретическое изложение решения задачи избранным методом
  - 8.2. Экспериментальное решение задачи
  - 8.3. Практическая реализация результатов
- 9. *Содержание и новизна результатов*
  - 9.1. *Что выполнено, на чем основано, чем является, от чего происходит*

- 9.2. *Чем отличается от известного, существующего, какие новые, ранее неизвестные знания получены*
  - 9.3. *Что позволяет достигнуть, допускает выполнить*
  - 9.4. Расчет и анализ сводимости результатов
  - 9.5. Определение практической значимости результатов, полученных за счет применения усовершенствования теории
  - 9.6. Установление области возможного применения новой теории и результатов
  - 9.7. Примеры разработки элементарных ресурсных комплексов
  10. Обсуждение
  - 10.1. Обсуждение результатов
  - 10.2. Оставшиеся проблемы
  - 10.3. Возможные поиски исследования
  11. Выводы и следствия.
  12. Практические рекомендации
- Заключение
- iii. Библиография (список литературы)
  - iv. Приложения

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авиационная безопасность: учебное пособие / Волынский-Басманов Ю.М. – М.: – 2005. – 800 с.
2. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок. Промежуточный, этап № 4: «Адаптация разработанных алгоритмов и программных средств АС». - Научно-технический отчет, шифр «2010-218-02-068», № госрегистрации 01201150118 от 12.01.2011, Инв. № 194. – Ульяновск. – 2012. – 1340 с. / Н.И. Плотников - Раздел 3. Метод оценки рисков для безопасности полетов авиакомпаний на основе управления и прогноза ресурсов пилота. - С. 154-238, 1048-1258.
3. Акимов В.А. Катастрофы и безопасность. / В.А. Акимов, В.А. Владимиров, В.И. Измалков. - М.: Деловой экспресс, 2006. – 387 с.
4. Акимов В.А. Надежность технических систем и техногенный риск/ В.А. Акимов, В.Л. Лапин, В.М. Попов, В.А. Пучков. – М.: Деловой экспресс, 2002. – 367 с.
5. Акимов В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах: учеб. пособие в системе образования МЧС России и РСЧС / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. - М.: Деловой экспресс, 2004. – 346 с.
6. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы, фракталы. – М.: Издатель АКИМОВА, 2005. – 656 с.
7. Альгин А.П., Виноградов М.В., Пономарев Ю.И., Фомичев Н.П. Рискология и синергетика в системе управления. – Петрозаводск: 2004. – 184 с.
8. Ансофф И. Новая корпоративная стратегия / Ансофф И. – СПб.: Питер, 1999. – 416 с.
9. Ансофф И. Стратегическое управление. - М.: Экономика, 1989. - 520 с.
10. Аристотель. Политика. Метафизика. Аналитика / Аристотель; [пер с древнегреческого]. – М.: Эксмо; СПб.: Мидгард, 2008. – 960 с.
11. Арнольд В.И. Теория катастроф. - М.: Наука. - 1990. - 128 с.
12. Беленький А.С. Исследование операций в транспортных системах: идеи и схемы методов оптимизации планирования. - М.: – 1992. – 584 с.
13. Белов С.В., Ванаев В.С., Козьяков В.Ф. Безопасность (семантика) // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. - № 2. – С. 47-54.
14. Берка К. Измерения: понятия, теория, проблемы. – М.: Прогресс, 1987. – 320 с.
15. Берталанфи Л. Фон Общая теория систем. Критический обзор / в кн. Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс. 1969. – 520 с.
16. Богданов А.А. Тектология: всеобщая организационная наука. - М.: Экономика, 1987. – Т. 1. - 304 с.; Т. 2. - 352 с.
17. Бочарников В.П. Fuzzy-технология: математические основы. Практика моделирования в экономике. – СПб.: 2001. – 328 с.
18. Воздушный кодекс РФ от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. 18.07.2006 N 114-ФЗ)
19. Вол М., Мартин Б. Анализ транспортных систем. – М.: Транспорт, 1981. - 516 с.

20. Вышеславцев Б.П. Кризис индустриальной культуры. Избранные сочинения. – М.: Астрель, 2006. – 1037 с.
21. Гетманова А.Д. Учебник по логике. 2-е изд. - М.: «ВЛАДОС», 1995. - 303 с.
22. Головкин А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. Практикум. – СПб, ПХВ Петербург. – 2006, 560 с.: ил.
23. Гончаров С.С., Ершов Ю. Л., Самохвалов К.Ф. Введение в логику и методологию науки. – М.: Интерпракс, Новосибирск: Институт математики СО РАН, 1994. – 256 с.
24. ГОСТ 15467-79. - Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
25. ГОСТ Р 00000-2011 Менеджмент риска. Регулирование безопасности полетов воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации. Термины и определения. М: Стандартинформ, 2012. – 33 с.
26. ГОСТ Р 50779.10-2000 Статистические методы. ВЕРОЯТНОСТЬ И ОСНОВЫ СТАТИСТИКИ. Термины и определения.
27. ГОСТ Р 51897-2002 Менеджмент риска. Термины и определения.
28. ГОСТ Р 51898-2002 Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты. - М.: Стандартинформ, 2006.
29. ГОСТ-Р 53480-2009. – Надежность в технике. Термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2010.
30. Громов Г.Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. – М. - Наука, 1985. – 240 с.
31. Губарев О.И. Тайны воздушного терроризма. – М.: 2002. – 318 с.
32. Гузий А.Г. Методология логико-вероятностного количественного оценивания и активного управления риском авиационного происшествия в предстоящих полетах. – М.: ВИНТИ. – Проблемы безопасности полетов. – 2007. - № 2. – с. 24-34.
33. Гузий А.Г., Гладков С.М., Рухлинский В.М. Методологическое обоснование многоконтурности управления уровнем безопасности полетов по этапам жизненного цикла воздушного судна. – М.: ВИНТИ. – Проблемы безопасности полетов. – 2007. - № 6. – с. 3-11.
34. Гуськов А.В. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебник / А.В. Гуськов, К.Е. Милевский; Новосиб. Техн. ун-т. – Новосибирск, 2007. – 427 с.
35. Даль В.И. Толковый словарь живого великорусского языка. в 4 т. / Владимир Иванович Даль - М.: Рус. яз. – Медиа, 2005. – Т. 1. - 699 с. – Т. 2. - 779 с. – Т. 3. - 555 с. – Т. 4. - 683 с.
36. Деменков Н.П. Нечеткое управление в технических системах. Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 200 с.
37. Джонсон Д.А. Советы авиапассажирам. – М.: 1989. – 304 с.
38. ДСМ-метод автоматического порождения гипотез: логические и эпистемологические основания. Сост. О.М. Аншаков, Е.Ф. Фабрикантова. - М.: ЛИБРОКОМ, 2009. - 432 с.
39. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. – М.: Мир, 1976.
40. Елисов Л.Н., Баранов В.В. Управление и сертификация в авиационной транспортной системе. – М.: Воздушный транспорт, 1999. – 352 с.
41. Жагора Д. Загадки авиакатастроф / Сост. Жагора Д. – Минск: 1998. – 512 с.

42. Жулев В. И., Иванов В.С. Безопасность летательных аппаратов. – М.: Транспорт, 1986. – 224 с.
43. Зайцев Г.Н., Любомудров С.А., Федюкин В.К. Системы обеспечения качества и сертификации. СПб, 2008. – 422 с.
44. Зубков Б.В., Минаев В.Р. Основы безопасности полетов. – М.: Транспорт, 1987. – 144 с.
45. Зубков Б.В., Шаров В.Д. Теория и практика определения рисков в авиапредприятиях при разработке систем управления безопасностью полетов. - М.: МГТУ ГА, 2010. – 196 с.
46. Ивин А.А. Основания логики оценок. – М.: МГУ, 1970 – 229 с.
47. Ильичев В.Д., Силаева О.Л., Золотарев С.С. и др. Защита самолетов и других объектов от птиц / Силаева О.Л. – М.: 2007. – 320 с.
48. Исследование по безопасности / Никаноров С.П. - М.: Концепт, 1998. – 624 с.
49. Капица П.Л. Эксперимент теория практика. - М.: Наука, 1987. - 495 с.
50. Карасев А.И. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Статистика, 1979. – 279 с.
51. Карпец И.И. Преступления международного характера. - М.: 1979. - 264 с.
52. Клир Джордж. Системология. Автоматизация решения системных задач. - М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
53. Коваленко Г.В., Микинелов А.Л., Чепига В. Е. Летная эксплуатация. – М.: Машиностроение, 2007. – 416 с.
54. Кондратьев Н.Д. Основные проблемы экономической статики и динамики: предварительный эскиз. - М.: 1991, 570 с.
55. Крылов В.Ю. Методологические и теоретические проблемы математической психологии. – М.: 2000. – 376 с.
56. Куклев Е.А. Применение концепции управляемых рисков по CFIT при разработке сценариев для программы CRM / Подготовка авиационного персонала области человеческого фактора (выпуск 2): Межвузовский сборник научных трудов / ред. Коваленко Г.В.. – СПб.: Академия ГА. – 2001. С. 3-9.
57. Куклев Е.А. Прогнозирование опасности полетов космических челноков типа «Челенджер» и «Колумбия» на основе управления рисками. – М.: ВИНТИ. – Проблемы безопасности полетов. – 2007. - № 2. – с. 40-48.
58. Левин К. Теория поля в социальных науках. – СПб.: «Сенсор». - 2000. – 368 с.
59. Лейченко С.Д., Малишевский А.В., Михайлик Н.Ф. Человеческий фактор в авиации. Кн. 1. - СПб.: – 2005. – 480 с. Кн. 2. - СПб.: – 2006. – 512 с.
60. Леонтьев В.В. Экономические эссе. - М.: Политиздат, 1990, 416 с.
61. Лосский Н.О. Избранное. - М.: Правда, 1991. - 624 с.
62. Лосский В.Н. Очерк мистического богословия Восточной Церкви. Догматическое богословие. – М.: Центр СЭИ, 1991. – 288 с.
63. Лосский Н.О. Логика. – Обелиск, 1923. – 168 с.
64. Мазур М. Качественная теория информации. – М.: Мир, 1974. – 239 с.
65. Материалы международного семинара по сокращению количества авиационных происшествий при заходе на посадку и посадке (ALAR Tool Kit - Руководство по ALAR). - Москва, 29-30.07.2003

66. Махутов Н.А., Резников Д.О., Петров В.П., Куксова В.И. Использование матриц риска при проведении оценки риска и приоритизации защитных мероприятий // ВИНТИ. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2012. – № 1. – С. 8-17.
67. Медведев Ю. «Внутренний голос» предупреждает о беде / Век. – 2002, № 5
68. Международный терроризм: политический анализ рисков и стратегий обеспечения безопасности: в 3 т. / Оводенко А.А. – СПб: 2008: Т. 1: Глобализация и риски безопасности: тенденции научного анализа. – 493 с. Т. 2: Модели и стратегии управления рисками международного терроризма. – 451 с. Т. 3: Международный терроризм: Библиография. Документы. Материалы социологических исследований. – 480 с.
69. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1994. – 702 с.
70. Методологические основы испытаний сложных систем. Безопасность полетов летательных аппаратов при испытаниях и учениях разнородных сил / Иванов А.И., Иванющенко А.С., Нарбут С.Р., Перевозчиков Н.И., Соловцов Н.Е., Чельцов Б.Ф. – М.: 2003. – 728 с.
71. Минько Э.В., Кричевский М.Л. Качество и конкурентоспособность. – СПб.: Питер, 2004. – 268 с.
72. Моломин В.П. Модели управления надежностью авиационной техники. – М.: 1981. – 200 с.
73. Мурашев Ю.Г., Гайков-Алехов А.А. Проблемы определения показателей надежности в квалиметрическом анализе // ВОЕНМЕХ. Вестник Балтийского ГТУ. – 2008, № 1. – с. 61-65.
74. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 144 с.
75. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. – М.: ООО «ИТИ Технологии», 2003. – 944 с.
76. Олянюк П.В. Мировая система воздушного транспорта. Изд. 2. – СПб.: 2006. – 282 с.
77. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. / А.И. Орлов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – Ч. 2: Экспертные оценки. – 486 с.
78. Орлов А.И. Эконометрика. Учебник. М.: Издательство "Экзамен", 2002. – 576 с.
79. Панченков А.Н. Энтропия. – Н. Новгород: Интелсервис, 1999. – 592 с.
80. Пиджаков А.Ю. Правовое регулирование борьбы с международным терроризмом: Учеб. пособие. СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2002. 262 с.
81. Питерс Т., Уотермен Р. В поисках эффективного управления. – М.: Прогресс, 1986.
82. Платон. Апология Сократа, Критон, Ион, Протагор. – М.: Мысль, 1999. – 864 с.
83. Плигин А.А., Герасимов А.В. Руководство к курсу НЛП-Практик. – М.: КСП+, 2000. – 576 с.
84. Плотников Н.И. Информационная разведка: как из открытых источников создается закрытая информация. – Новосибирск: ОИИГМ СО РАН, 1998. – 131с.

85. Плотников Н.И. Консультант. Реорганизация производства. Монография. Изд. 2-е. – Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер», 2012. – 592 с.
86. Плотников Н.И. Менеджмент–бизнес практика. Учебное пособие – Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер», 2004. – 240 с.
87. Плотников Н.И. Проектирование транспортных комплексов. Воздушный транспорт. Монография. – Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер», 2010. – 393 с.
88. Плотников Н.И. Ресурсы воздушного транспорта. – Новосибирск: НГАЭУ, 2003. – 345 с.
89. Плотников Н.И. Ресурсы пилота. Надежность. Монография. – Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер», 2013. – 264 с., илл.
90. Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения / ред. С. А. Яновской. – М.: НАУКА, 1975. – 464 с.
91. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. – М.: Наука, 1986. – 286 с.
92. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами. – М.: Наука, 2003. – 428 с.
93. Пригожин И.Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
94. Приложение 17 к Конвенции о международной гражданской авиации. Безопасность. Защита международной гражданской авиации от актов незаконного вмешательства. – ИКАО. – 2006.
95. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. ИКАО. – 2013. – 44 с.
96. Принципы и методы терминологии. Рег. № ИСО 74-87.
97. Психология. Словарь. М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
98. Пугачев В.С. Теория вероятности и математическая статистика. М.: Наука, 1979. – 496 с.
99. Пфанцагль И. Теория измерений. – М.: Мир, 1976. – 248 с.
100. Редькина Н.С. Формализованные методы анализа документальных информационных потоков // Библиосфера. – 2005. – № 2. – с. 51-59.
101. Рогачев А.И., Лебедев А.М. Орнитологическое обеспечение безопасности полетов.- М.: 1984
102. Розенталь Д.Э., Теленкова М.А. Словарь-справочник лингвистических терминов. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1976. – 543 с.
103. Рузавин Г.И. Вероятность и правдоподобные рассуждения // Философия науки. – Выпуск 2, Гносеологические и логико–методологические проблемы. – 1996. – С. 163-191.
104. Руководство по предотвращению авиационных происшествий. ИКАО Doc 9422-AN/923 – 1984. – 138 с.
105. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) Doc 9859 AN/474 ИКАО. – 2013. – 300 с.
106. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) Doc 9859 AN/474 ИКАО. – 2009. – 318 с.
107. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) Doc 9859 AN/460 ИКАО. – 2006. – 364 с.
108. Рундо А.Ю. Проблемы терминологии в безопасности жизнедеятельности // Безопасность в техносфере. – 2011. – № 2. – С. 50-58.
109. Русская грамматика. – М.: Наука. – 1980. – Т. 1. – 784 с., Т. 2. – 710 с.

110. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: СПбГУ, 2007. – 276 с.
111. Садовский В.Н. Основания общей теории систем: логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – 280 с.
112. Сепир Э. Избранные труды по языкознанию и культурологии. – М.: Прогресс, 1993. – 656 с.
113. Словарь по логике. — М.: Туманит, изд. центр ВЛАДОС. А.А. Ивин, А.Л. Никифоров. 1997. - 384 с.
114. Соложенцев Е.Д. Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике. - СПб.: – 2004. – 416 с
115. Статистические методы анализа сложных технических систем: Учебник / Л.Н. Александровская, И.З. Аронов, А.Е. Елизаров и др.; под ред. В.П. Соколова. – М.: Логос, 2001. – 232 с.
116. Стратегические риски России: оценка и прогноз / Воробьев Ю.Л. – М.: 2005. – 392 с.
117. Суппес П., Зинес Дж. Основы теории измерений / Психологические измерения. – М.: Мир, 1967, с. 9 – 110.
118. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ. – М.: 2003.- 368 с.
119. Терроризм: Библиографический указатель: 1975-2001 / А.А. Пойда. – Барнаул, 2002.- 21 с.
120. Ткаченко В.Я., Перцев В.П., Варнавский В.Г., Прокофьева Т.А., Муштаков Д.А., Малов В.Ю. Оценка эффективности инвестиций в проекты транспортного строительства. – Новосибирск: 2004. – 334 с.
121. Ткаченко В.Я., Перцев В.П. Сухопутный транспорт Сибири: формирование опорной сети железных и автомобильных дорог. – Новосибирск: 2003. – 312 с.
122. Толковый словарь русского языка: В 4 т. / Под ред. Д. Н. Ушакова. Т. 1. М., 1935; Т. 2. М., 1938; Т. 3. М., 1939; Т. 4, М., 1940. (Переиздавался в 1947-1948 гг.); Репринтное издание: М., 1995; М., 2000.
123. Транспортная стратегия. Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 г. № 1734-р.
124. Ту. Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978. – 416 с.
125. Уайтхед А.Н. Избранные работы по философии. – М.: Прогресс, 1990. – 720 с.
126. Уинстон П. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 1980. – 520 с.
127. Уотермен Р. Фактор обновления. – М.: Прогресс, 1988, 364 с.
128. Управление риском. Риск. Устойчивое развитие. Синергетика / Макаров И.М. – М.: 2000. – 431 с.
129. Фостер Р. Обновление производства: атакующие выигрывают. – М.: Прогресс, 1987.
130. Франк С.Л. Сочинения. М.: Правда, 1990. – 608 с.
131. Фридман А.Э. Основы метрологии. Современный курс. – СПб. – 2008. – 284 с.
132. Фромм Э. Иметь или быть? - М.: Прогресс, 1990. - 336 с.
133. Хант Э. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 1978. – 560 с.
134. Хенли Э.Д., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска: пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
135. Хованов Н.В. Математические модели риска и неопределенности. – СПб.: Издательство СПбГУ, – 1998. – 204 с.

136. Ходашинский И.А. Идентификация параметров нечетких систем на основе адаптивного алгоритма роящихся частиц // Информационные технологии. – 2011. - № 8. - С. 2-5.
137. Ходашинский И.А. *Методы мягкого оценивания величин: монография.* - Томск: ТГСУиР. - 2007. - 152 с.
138. Ходашинский И.А., Синьков Д.С. Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы // Проблемы управления. – 2009. - № 4. - С. 15-23.
139. Хохлов Е.М. Процессная концепция безопасности полетов // Проблемы безопасности полетов. 1999, № 1. – С. 9-19.
140. Чабер Р.Н. Моделирование условий полета // В мире науки. - 1986. - № 9. - С. 64-73.
141. Человеческий фактор. В 6 томах / Г. Салвенди. – М.: Мир, 1991-1992. – Т.1 – 599 с., Т.2 – 500 с., Т.3 часть I – 487с., Т.3, часть II – 302 с., Т.4 – 495 с., Т.5 – 390с., Т.6 – 522 с.
142. Черткова Н.Я., Михеичев П.А. Альтернативные авиационные топлива для гражданской авиации. - М.: ЦНТИ ГА, 1986. - 44 с.
143. Чижиков Ю.В. О терминах безопасности жизнедеятельности // Безопасность в техносфере. – 2008. - № 3. – С. 62-63.
144. Шаров В. Д. Применение новой методологии оценки и мониторинга риска событий в деятельности авиакомпании // Проблемы безопасности полетов. 2009. – № 12. = С. 5-12.
145. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Иностранная Литература, 1963. – 830 с.
146. Шестов Л. И. Власть ключей. М.: 1993. – 668 с.
147. Щедровицкий Г.П. Избранные труды. – М.: 1995, 760 с.
148. Экономическая и социальная безопасность / Е.А. Олейников. – М: Экзамен, 2004. – 768 с.
149. Якоби В.Э. Биологические основы предотвращения столкновений самолетов с птицами. Изд. "Наука", г. Москва, 1974
150. Яхъяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учеб. пособие / Г.Э. Яхъяева. - М.: БИНОМ, 2006. – 316 с.
- 
151. Aarons R.N. Safety statistics for prudent pilot // Business and Commercial Aviation. - 1987. - V. 61, № 1. - 54-57.
152. Ale B., Burnap P., Slater D. Risk Matrix Basics // Confidential – Draft for publication. - 1/3/2012. <http://www.cambrensis.org/wp-content/uploads/2012/08/RiskMatrices-The-Basics3-0.pdf>
153. Aviation Week and Space Technology. – 1988. – V. 129, № 7. - P. 42.
154. Barthelme S. How to survive in a hijacking and hostage situation // FSF Cabin Crew Safety. – 1988. – V. 23, № 4. - P. 1-5.
155. Blake R. R., Mouton J.S. Effective crisis management // Across the board. - 1988. - V. 26, № 6. - P. 41-45.
156. Bore P.J. Savings Versus Safety? // Flight International. - 1986. - 4 Jan. - P. 94.
157. Brunetti A.W. "Tony" Safety versus economics // Flight Safety Digest. – 1986. - October. – V. 5, № 10. – P. 1-6.
158. Carlson J. Flight safety comes first in a competitive environment // FSF Flight Safety Digest. – 1988. - V. 7, № 7, P. - 1-6.
159. CAST: Commercial Aviation Safety Team. Process for Conducting Joint Implementation Measurement And Data Analysis Teams (JIMDATs), DRAFT, June 2004.

160. Castro R. A holistic approach to aviation safety // FSF Flight Safety Digest. – 1988. - V.5, № 7. - P. 7-12.
161. Contribution of Int. Technology at Gross Product Originating Per. Worker. - US Department of Commerce, Washington, June 2000. – P. 1-35.
162. Cotron M.J. The growing threat of terrorism // The futurist. - 1989, July-August. - P. 20-24.
163. Cox Louis Anthony (Tony), Jr. What's Wrong with Risk Matrices? // Risk Analysis. – 2008. - Vol. 28, No. 2, P. 497-512.
164. Damasio, A. R. (1994). Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain. New York: Avon.
165. Doc VFOP-WP/152 Third Meeting ICAO Montreal, 1986.
166. Doganis Rigas. – Flying off Course. – N.Y., 1991
167. Dorey C. Frederic Aviation Security. – N.Y., 1983. - 383 p.
168. Dorpinghaus R. Die Krise der europäischen Flugsicherung // Aerokurier. – 1989. - № 8. - P. 12-28.
169. Erev, I. (1998). Signal detection by human observers: A cutoff reinforcement learning model of categorization decisions under uncertainty. Psychological Review, 105, 280-298.
170. Fischer F.W. Do we really need air traffic control? // Interavia. – 1987. - № 4. - P. 369-372.
171. Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S., & Combs, B. (1978). How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. Policy Sciences, 9, 127-152.
172. Flying Safety 1987. - № 12.
173. Folkard S., Condon R. Night shift paralysis in air traffic control officers // The Controller. – 1988. - V. 27, № 3, P. 2-8.
174. FSF. Flight Safety Digest. – 2001. – Feb. – P. 1-14
175. Gaffney I.C. et al. Deregulation aftermath // Air Line Pilot. - 1987. - V. 56, № 6. - P. 18-23, 32.
176. Hayakawa S.I. Language in thought and action. – GB: London, 1965. - 350 p.
177. Heath W.G. Concepts of unreliability underlying the factor of safety for aircraft structures // Aeronautical Journal. – 1988. – V. 92, № 911. - P.1-3.
178. <http://en.wikipedia.org/wiki/Risk>
179. Jenkins B.M. The future course of international terrorism // The Futurist, 1987. - July-August. - P. 8-13.
180. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. Econometrica, 47(2), 263-291.
181. Kane M. R. Air Transportation. – USA, Iowa: Kendall Hunt Publishing Company, 1990. - 500 p.
182. Kellerman, A. L., Rivara, F. P., Rushforth, N. B., Banton, J. G., Reay, D. T., Francisco, J. T., Locci, A. B., Prodzinzki, J., Hackman, B. B., & Somes, G. (1993). Gun ownership as a risk factor for homicide in the home. New England Journal of Medicine, 329(15), 1084-1091.
183. Kleeman J. ATC training: realism and training effectiveness // The Controller. – 1986. – V. 24, № 3. - P. 13-18.
184. Kreamer T. Listen-Read back-Comply // Air Line Pilot. - 1986. V.55, № 7. - P.41-43.

185. Lederer J. F. Economics and air safety: the global condition and prospects. Part 2 // FSF Flight safety digest. - 1987. - V. 6, № 5. - P. 1-7.
186. Lederer J. F., Enders J. H. Aviation safety: the global conditions and prospects - part 1-3 // FSF Flight Safety Digest. - 1987. - № / № 7, 8, 9.
187. Loewenstein, G. F., Weber, E. U., Hsee, C. K., Welch, E. (2001). Risk as feelings. *Psychological Bulletin*, 127, 267-286.
188. MacKenzie-Orr Aviation security in an age of terrorism // *Flight Safety Digest*. - 1988. - V. 7, № 12. - P. 1-7.
189. Martin, B. (1989). The sociology of the fluoridation controversy: A reexamination. *The Sociology Quarterly*, 30, 59-76.
190. Monan W.P. The hear back Problem // FAF 32 nd Ann. Corp. Av. Saf. Sem. April 15-17, 1987, San Francisco, CA USA. - P. 83-87.
191. Neubauer J.C. Why birds kills: cross-sectional analysis of U.S. Air Force bird strike data // *Aviation, Space and Environmental medicine*. - 1990. - April. - P. 343-348.
192. Pope J.A. The hear back problem // *FSF Accident Prevention Bull.* - 1986. - V. 43, № 10 (3).
193. Process for Conducting Joint Implementation Measurement And Data Analysis Teams (JIMDATs) DRAFT. - June 2004 Draft.
194. Radenmacher H., Muller K. Wird auf Kosten der Sicherheit gespart? // *Flug Revue*. - 1978. - № 11. - P. 8-14.
195. Shappell S.A., Wiegmann D.A. The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) // *FSF Flight Safety Digest*. - 2001, Feb. - P. 15-28.
196. Shaw R.R. Airline Safety 1950-2000. - *Aircraft*. - Jan. 1985, 32-34.
197. Shung-chai Huang Hijacking fall to 10-year low // *FSF Flight Safety Digest*. - 1987. - V. 6, № 9. - P. 10-13.
198. Sjöberg, L. (2003). Risk perception is not what it seems: The psychometric paradigm revisited. In K. Andersson (Ed.), *VALDOR Conference 2003* (pp. 14-29).
199. Sjöberg, L., Hansson, S.-O., Boholm, Å., Peterson, M., & Fromm, J. (2002). Attitudes toward technology and risk. Unpublished manuscript.
200. Slovic P. Perception of risk // *Science*. - 1987. - V.236, № 4799. - P. 280-285
201. Slovic P. Perception of Risk Posed by Extreme Events // *Decision Research and University of Oregon* Elke U. Weber Columbia University and Wissenschaftskolleg zu Berlin. This paper was prepared for discussion at the conference "Risk Management strategies in an Uncertain World," Palisades, New York, April 12-13, 2002.
202. Slovic, P., Fischhoff, B., & Lichtenstein, S. (1979). Rating the risks. *Environment*, 21(3), 14-20, 36-39.
203. Weber E. U. (1997). Perception and expectation of climate change: Precondition for economic and technological adaptation. In M. Bazerman, D. Messick, A. Tenbrunsel, & K. Wade21 Benzoni (Eds.), *Psychological Perspectives to Environmental and Ethical Issues in Management* (pp. 314-341).
204. Wiener E. L., Kanki B.G., Helmreich. R.L. *Cockpit Resource Management*. - USA. N.Y: Academic Press, 1993. - 519 p.
205. Wilkinson P. The future of terrorism // *Futures*. - October 1990. P. 493-504.

206. Wilson D. My own mouth shall condemn me // FSF Accident Prevention. – 1990. – V. 47, № 6. - P. 1-6.
207. Yates I. Future aerospace projects engineering the future for UK Ltd // Aerospace. – 1988. – V. 15, № 4. - P. 10-17.
208. Zadeh, Lotfi A., «Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing», Communications of the ACM, March 1994, Vol. 37 No. 3, pages 77-84.

*Курсивом выделены книги, полные тексты которых доступны на ресурсе <http://aviam.org/index.php/layout/library>*

**ПЛОТНИКОВ Николай Иванович**  
**РЕСУРСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ**  
Монография

Компьютерная верстка автора.  
Техническая редакция: А. Е. Древалев  
Подписано в печать 15.10.2013. Формат 60x84/8.  
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 49,5. Уч. изд. л. 30,5.  
Печать офсетная. Тираж 1000 экз. Заказ № 120.

Отпечатано в полном соответствии с качеством  
предоставленных диапозитивов в типографии «Апостроф».  
630083, Новосибирск, ул. Большевикская, 177



## **ПЛОТНИКОВ Николай Иванович**

### **Работа.**

1990 г. – наст. время. Генеральный директор ЗАО «Исследовательский Проектный Центр «Авиаменеджер»

1987–1990 гг. Проектный внедренческий центр гражданской авиации «Авиаоргпроект», консультант по управлению.

1982–1987 гг. Сибирское отделение РАН, старший научный сотрудник.

1980–1982 гг. Агентство печати «Новости», референт-переводчик.

1966–1980 гг. Пилот гражданской авиации. Общий налет 8000 часов.

Выполнено 76 национальных и международных проектов: исследования и разработки в аэрокосмической отрасли, консалтинг, образование. Авторские технологии: управление воздушным транспортом, менеджмент, консалтинг, профессиональная подготовка менеджеров и бизнес-консультантов.

### **Образование.**

Академия гражданской авиации, Санкт-Петербург, специальность: летная эксплуатация, квалификация: инженер-пилот, 1973 г.

Дополнительное образование: филология, психология, менеджмент, консалтинг, финансы, экономика. Кандидат технических наук, 1993. Научные специальности: «Теоретические основы информатики», «Эксплуатация воздушного транспорта», «Организация производства (транспорт)».

### **Публикации.**

Около 200 печатных работ, в том числе монографии и учебники: «Информационная разведка» 1998; «Найти консультанта» 2002; «Менеджмент-бизнес практика» 2003; «Ресурсы воздушного транспорта» 2003; «Консультант» 2007; «Проектирование транспортных комплексов» 2010; «Консультант. Реорганизация производства» изд. 2-е, 2012; «Ресурсы безопасности транспортных комплексов» 2013; «Ресурсы пилота» 2013. Скачать: <http://www.aviam.org>

### **Контакты:**

630078, Новосибирск, ул. Выставочная, 17, кв. 75.

Тел.: +7 383 351 8065 | Моб.: +7 913 739 6668 | E-mail: [am@aviam.org](mailto:am@aviam.org)



ЗАО Исследовательский Проектный Центр  
**авиаменеджер®**