

Управление рисками, системный анализ и моделирование

Основные термины и определения

Трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов)

Лекции – 16 часов

Практические занятия – 18 часов

Самостоятельная работа – 36 часов

Изучение курса завершается экзаменом

Основные термины и определения

Номер и наименование модуля	Наименование разделов
М1. Основы управление рисками, системного анализа и моделирования	Раздел 1. Понятие и сущность риска
	Раздел 2. Системный анализ и моделирование систем и процессов
М2. Оценка рисков с применением методов системного анализа и моделирования процессов	Раздел 3. Идентификация рисков
	Раздел 4 . Анализ и оценка рисков.
М3. Управление рисками	Раздел 5. Методы управления рисками
	Раздел 6. Управление рисками на предприятии
М4. Информационное и программное обеспечение анализа, оценки и управления рисками	Раздел 7. Программное обеспечение для моделирования риска
	Раздел 8. Программное обеспечение для расчета количественной оценки риска

1. ПОНЯТИЕ И СУЩНОСТЬ РИСКА

2. МЕТОДЫ АНАЛИЗА РИСКОВ

3. УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ

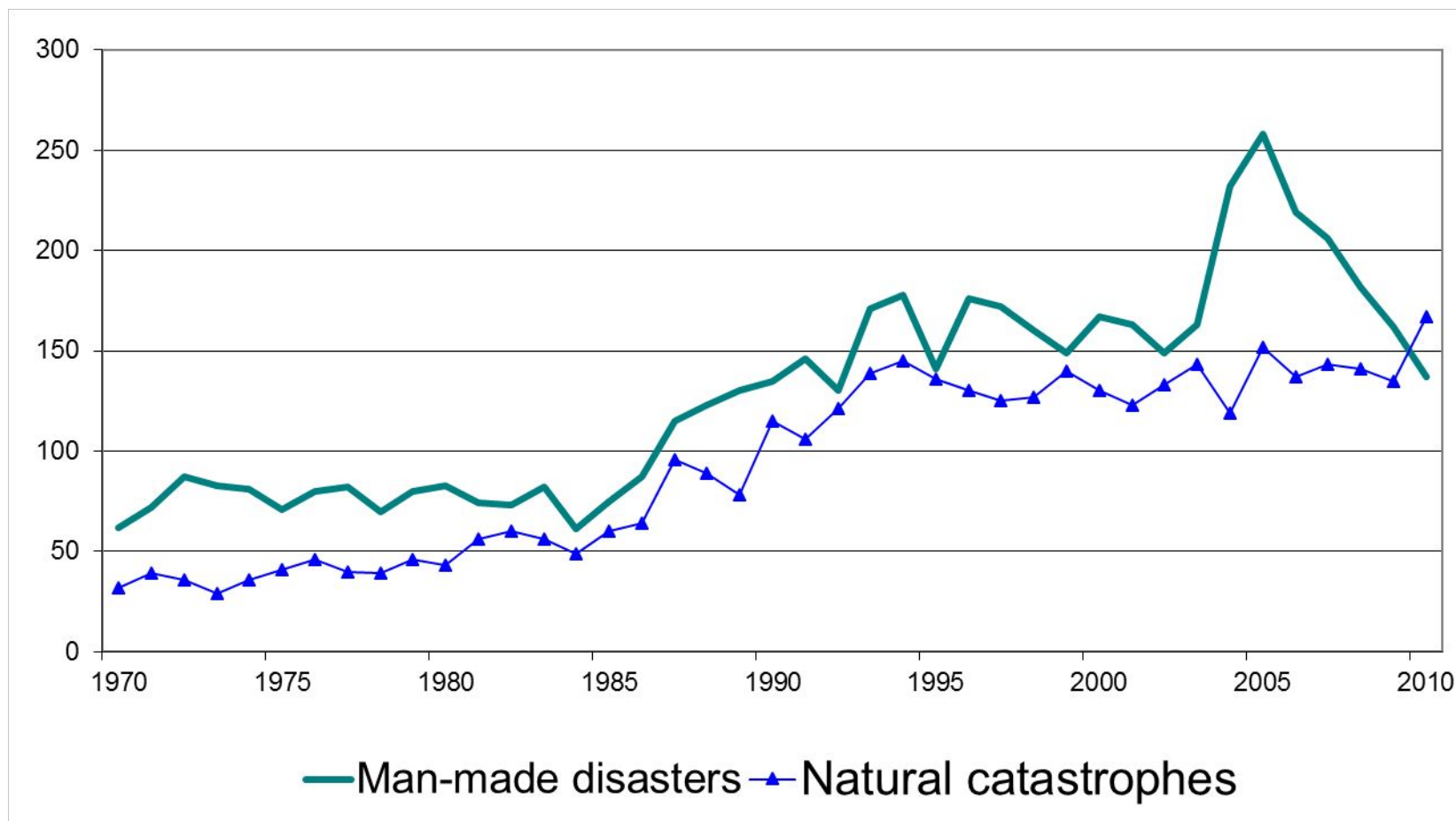
4. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ



Понятие и сущность риска

Содержание

Основные термины и определения



Основные термины и определения

Опасность – ситуация в окружающей среде, когда при определенных условиях возможно возникновение нежелательных событий, явлений и процессов (опасных факторов), воздействие которых на человека и окружающую среду может привести к одному из следующих последствий или их совокупности:

- отклонению здоровья человека от среднестатистического значения;
- ухудшению состояния окружающей среды.

Безопасность – способность противостоять угрозам по отношению к жизни, здоровью, благополучию, основным правам человека, источникам жизнеобеспечения, ресурсам, социальному порядку

Экологическая безопасность – это приемлемая на данном этапе социально-экономического развития степень защищенности жизненно важных интересов личности и общества от угроз, которые могут возникнуть в результате изменений (деградации) окружающей природной среды вследствие антропогенного воздействия, а также природных воздействий

Факторы экологической опасности – антропогенные и природные воздействия (возмущения), способные произвести отрицательные изменения состояния окружающей среды и здоровья человека.

Факторы опасности

Экологические факторы опасности – обусловлены причинами природного характера (неблагоприятными для жизни человека, растений и животных климатическими условиями, физико-химическими характеристиками воды, атмосферы, почв, природными бедствиями и катастрофами).

Социально-экономические факторы опасности – обусловлены причинами социального, экономического и психологического характера (недостаточным уровнем питания, здравоохранения, образования, обеспечения материальными благами; нарушенными общественными отношениями, недостаточно развитыми социальными структурами).

Техногенные факторы опасности – обусловлены хозяйственной деятельностью людей (чрезмерными выбросами и сбросами в окружающую среду отходов хозяйственной деятельности; необоснованными отчуждениями территорий под хозяйственную деятельность; чрезмерным вовлечением в хозяйственный оборот природных ресурсов и т.д.).

Факторы опасности

Источник опасности – это ограниченные в некоторой области пространства процессы, которые могут привести к возникновению негативных воздействий на людей, объекты техносферы и природную среду. Такой областью могут быть районы возможного возникновения опасных природных явлений, места захоронения токсичных отходов, промышленные объекты, промышленные зоны и селитебные территории с объектами жизнеобеспечения в целом

- **по источнику возникновения** – природные, техногенные, биолого-социальные;
- **по степени распределенности в пространстве** – сосредоточенные, распределенные по координатам;
- **по возможности реализации** – вредные или неблагоприятные для жизнедеятельности районы, потенциально опасные районы (объекты);
- **по неопределенности местоположения** – с известными (стационарные источники) и неизвестными случайными координатами (трубопроводы, эпицентр землетрясения);
- **по продолжительности действия** – кратковременные и долговременные;
- **по регулярности действия** – случайные и детерминированные (постоянно действующие) (на урановых рудниках, ядерных реакторах, химических объектах)

Основные термины и определения

Инцидент – отказ или повреждение технических устройств, отклонение от режима технологического процесса, нарушение нормативно правовых положений и нормативных технических документов

Авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде

Промышленная катастрофа – крупная промышленная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей либо разрушения и уничтожение объектов, материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьезному ущербу окружающей природной среде

Экологические катастрофы – это чрезвычайные бедственные ситуации в жизнедеятельности населения, вызванные существенными неблагоприятными изменениями в окружающей среде.

Основные термины и определения

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей.

Чрезвычайная ситуация – внешне неожиданная, внезапно возникающая обстановка, характеризующаяся неопределенностью, стрессовым состоянием населения, значительным социально-экологическим и экономическим ущербом, прежде всего человеческими жертвами, и вследствие этого необходимостью быстрого реагирования (принятия решений), крупными людскими, материальными и временными затратами на проведение эвакуационно-спасательных работ, сокращение масштабов и ликвидацию многообразных негативных последствий (разрушений, пожаров и т.д.).

Основные термины и определения

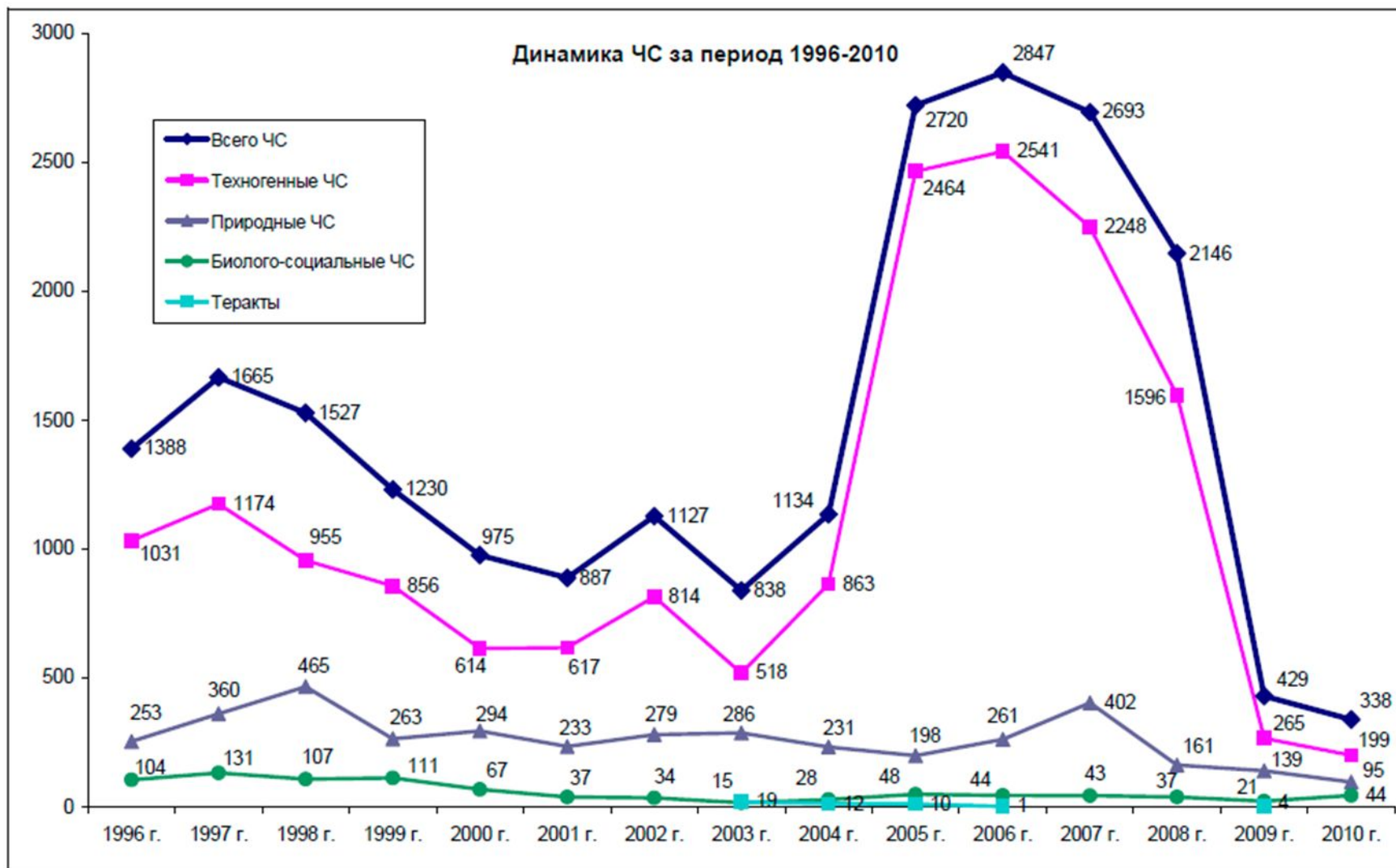


Рис. 6. Динамика количества ЧС в РФ (1996-2010 гг.)

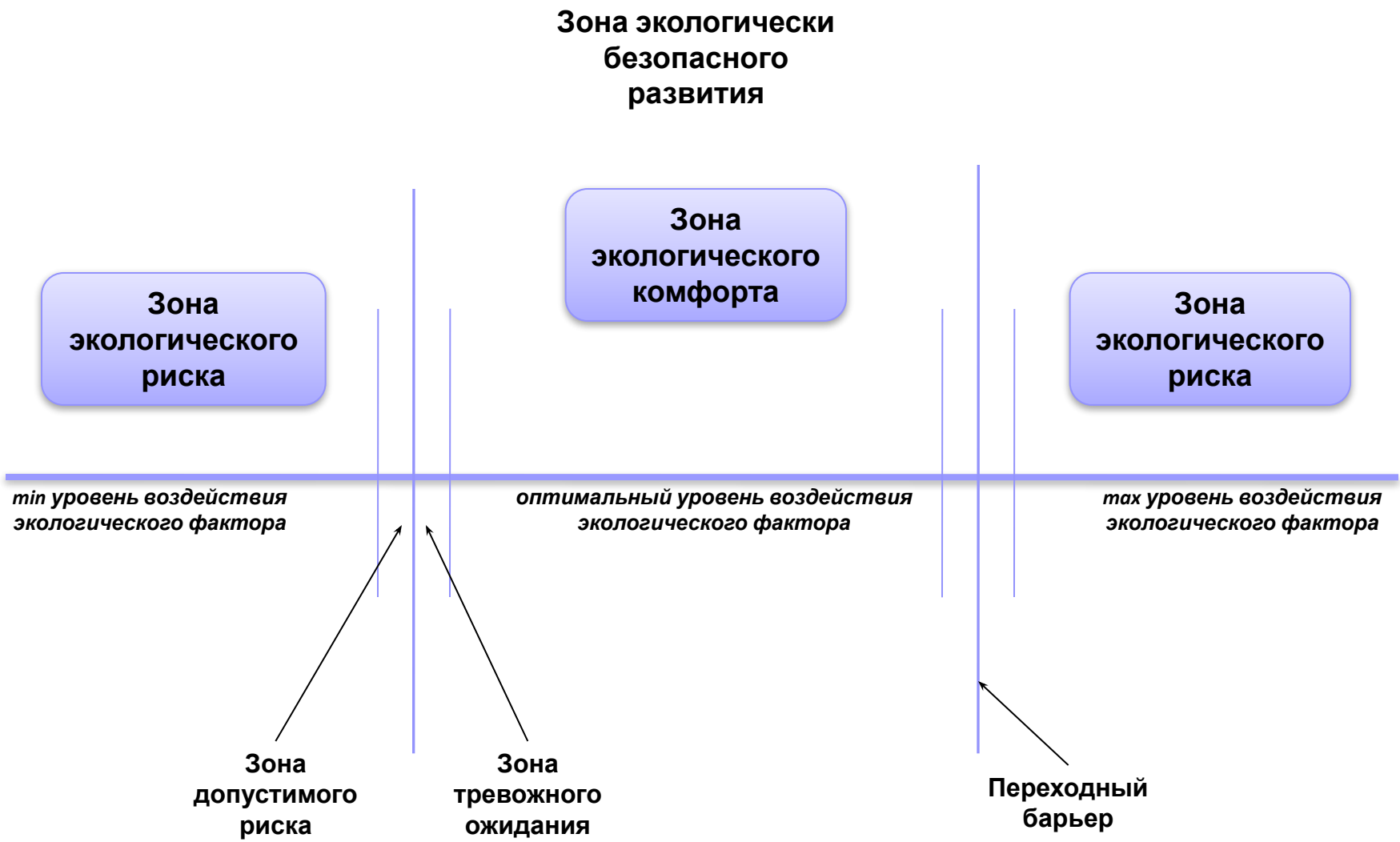
Риск R_i является интегральной характеристикой опасности и определяется двумя основными параметрами:

- P - вероятность наступления катастрофического (аварийного) события;
- U - наносимый ущерб в случае реализации катастрофического события.

Количественно риск задается следующим соотношением:

$$R_i = P \cdot U$$

Уровни экологической безопасности



- Спонтанность природных процессов и явлений, стихийные бедствия
- Случайность
- Неполнота, недостаточность информации об объекте, процессе, явлении
- Наличие противоборствующих тенденций, столкновение противоречивых интересов
- Вероятностный характер научно-технических открытий

Классификация рисков

по источникам риска – **техногенный** риск, источником которого является хозяйственная деятельность человека, и **природный** риск, связанный с воздействием природных явлений (землетрясения, наводнения, ураганы и т.д.);

по виду источника риска для объекта воздействия – **внешний** риск (риск, не связанный с деятельностью объекта), **внутренний** риск (зависящий от функционирования объекта) и **риск, связанный с человеческим фактором** (зависящий от ошибок конкретных лиц, персонала);

по уровню воздействия – **локальный** и **глобальный**;

по масштабу воздействия – **индивидуальный** и **коллективный**;

по времени воздействия – **краткосрочный** риск (опасное воздействие не превышает по времени одного часа), **среднесрочный** и **долгосрочный** (последствия сказываются на протяжении долгого времени);

Классификация рисков

по частоте воздействия – **постоянный** риск (риск воздействия существует постоянно), **периодический** (риск, возникающий время от времени) и **разовый** (риск, появляющийся при возникновении нестандартной ситуации);

по восприятию людьми – **добровольный** риск (для персонала, работающего на опасном производственном объекте) и **принудительный** (для населения, живущего вблизи опасного производственного объекта);

по целесообразности – **обоснованный** риск и **необоснованный** (безрассудный);

по отношению к сферам человеческой деятельности – **коммерческий, социально-бытовой, политический, технологический** риски и **риск в природопользовании**;

Классификация рисков

по характеру наносимого ущерба – экономический, экологический и социальный риски;

по степени допустимости – пренебрежимый, приемлемый, предельно-допустимый, чрезмерный

Классификация рисков

Отечественные исследователи считают что, **естественными границами риска для человека** является диапазон между **10^{-2}** (вероятность заболеваемости на душу населения) и **10^{-6}** (нижний уровень риска от природной катастрофы или другой серьезной опасности).

Исходя из анализа зарубежного опыта и состояния системы безопасности в нашей стране, предлагаются следующие уровни риска:

- **более 10^{-4}** – зона недопустимого риска,
- **менее 10^{-4} и более 10^{-6}** – зона жесткого контроля риска,
- **менее 10^{-6}** – зона приемлемого риска.

Критериальные уровни риска для здоровья населения

Величина риска	Уровень риска
менее 10^{-6}	пренебрежительно малый, воспринимается населением как бытовой риск, не требует дополнительных мер по снижению
$10^{-6} - 10^{-4}$	предельно допустимый, в некоторых случаях принимаются меры по снижению этого риска
$10^{-4} - 10^{-3}$	риск, допустимый для профессиональных групп, неприемлем для населения в целом
более 10^{-3}	недопустимый риск, ситуация требует незамедлительного урегулирования

Критериальные уровни риска для ПЯТЦ

Величина риска	Уровень риска
10^{-5}	Персонал предприятий
10^{-6}	Население в санитарно-защитной зоне
10^{-7}	Остальное население региона
10^{-8}	Население за пределами региона с учетом трансграничного и глобальных эффектов

Матрица рисков

ТЯЖЕСТЬ	ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ			ВЕРоятНОСТЬ				
	ЛЮДИ	СООРУЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ	ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	1	2	3	4	5
				Невероятно	Маловероятно	Возможно	Вероятно	Весьма вероятно
Несущественный	Без травмы или заболевания	Потенциал к ущербу, незначительный, быстроустранимый ущерб	-1					
Незначительный	Согласно КТ - 55. Классификатор происшествий.			-2				
Значительный				-3				
Крупный				-4				
Катастрофический	Групповой смертельный случай	ЧС	-5					

При определении приемлемости или недопустимости величины риска обычно руководствуются следующими постулатами:

- при неизбежности потерь в окружающей среде должна быть обеспечена возможность их восстановления до приемлемого уровня;
- исключение вреда здоровью населения и необратимых изменений в природной среде;
- соразмерность экологического вреда и экологического эффекта с учетом компенсации всех экологических потерь

Оценки уровней риска некоторых неблагоприятных событий для жителей и работающего населения России

Содержание риска	Частота гибели людей, 1/чел. в год
Летальный исход от злокачественных новообразований	$2 \cdot 10^{-3}$
Получение производственной травмы	$1,3 \cdot 10^{-4}$
Несчастный случай и травма во вне рабочее время	$2,34 \cdot 10^{-3}$
Авиационная катастрофа	$8 \cdot 10^{-5}$
Авария с ядерным реактором	$1 \cdot 10^{-7}$
Дорожно-транспортное происшествие	$2,4 \cdot 10^{-4}$
Транспортные травмы (всех видов)	$2,9 \cdot 10^{-4}$
Падение или удар падающим предметом	$1,06 \cdot 10^{-4}$
Опасные факторы пожара и взрыва	$4 \cdot 10^{-5}$
Опасности работы и отдыха на воде	$3,3 \cdot 10^{-5}$
Стихийные бедствия (молния, ураган, наводнение)	$6 \cdot 10^{-7}$
Травмирование при занятиях акробатикой	$5 \cdot 10^{-3}$
Поражающее действие электротока	$6 \cdot 10^{-6}$
Убийство	$3,09 \cdot 10^{-4}$
Смерть человека от любых причин	$1,62 \cdot 10^{-2}$

Смертность, связанная с различными происшествиями и видами деятельности в Нидерландах

Вид деятельности / происшествие	Смертность в течение года	Смертность в течение жизни
Затопление в результате прорыва плотины	$1 \cdot 10^{-7}$ (1 из 10 млн)	1 из 133 000
Укус пчелы	$2 \cdot 10^{-7}$ (1 из 5,5 млн)	1 из 73 000
Удар молнии	$5 \cdot 10^{-7}$ (1 из 2 млн)	1 из 27 000
Авиаперелеты	$1 \cdot 10^{-6}$ (1 из 814 000)	1 из 11 000
Хожжение пешком	$2 \cdot 10^{-5}$ (1 из 54 000)	1 из 720
Езда на велосипеде	$4 \cdot 10^{-5}$ (1 из 26 000)	1 из 350
Вождение автомобиля	$2 \cdot 10^{-4}$ (1 из 5 700)	1 из 76
Езда на мопеде	$2 \cdot 10^{-4}$ (1 из 5 000)	1 из 67
Езда на мотоцикле	$1 \cdot 10^{-3}$ (1 из 1 000)	1 из 13
Курение сигарет (одна пачка в день)	$5 \cdot 10^{-3}$ (1 из 200)	1 из 3

Смертность от несчастных случаев в Великобритании

Вид транспорта	На 100 млн		
	пассажиро-поездок	пассажиро-часов	пассажиров-километров
Мотоцикл	100	300	9,7
Авиа	55	15	0,03
Велосипед	112	60	4,3
Пешком	5,1	20	5,3
Автомобиль	4,5	15	0,4
Поезд	2,7	4,8	0,1
Автобус	0,3	0,1	0,04

Восприятие степени риска

Источник риска	Лига женщин	Студенты	Эксперты
Ядерная энергетика	1	1	20
Автотранспорт	2	5	1
Огнестрельное оружие	3	2	4
Курение	4	3	2
Мотоцикл	5	6	6
Алкогольные напитки	6	7	3
Частная авиация	7	15	12
Работа полицейского	8	8	17
Хирургия	10	11	5
Альпинизм	15	22	29
Велосипед	16	24	15
Рентгеновское излучение	22	17	7
Пищевые консервы	25	12	14
Бытовая техника	29	27	22

Индивидуальный риск

Индивидуальный риск – вероятность (или частота) поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности при реализации неблагоприятного случайного события

$$RI = n/N$$

n – число смертей в год по рассматриваемой причине;

N – численность населения на рассматриваемой территории в оцениваемом году.

Потенциальный территориальный риск

Потенциальный территориальный риск – пространственное распределение вероятности (или частоты) реализации негативного воздействия определенного уровня

$$RI(x, y) = \sum_{ij} P(A)_i P_{ij}(x, y) P(L)_j$$

$P(A)_i$ – вероятность аварии по сценарию i ;

$P_{ij}(x, y)$ – вероятность реализации механизма воздействия j в точке (x, y) для сценария выброса i ;

$P(L)_j$ – вероятность летального исхода (или заболевания) при реализации механизма воздействия.

Коллективный риск – ожидаемое число смертельных исходов в результате аварий на рассматриваемой территории за определенный период времени

$$RN = RI \cdot N$$

N – общее число людей, подвергающихся потенциальному негативному воздействию

Предпринимательский риск

Предпринимательский риск – это риск, возникающий при любых видах предпринимательской деятельности, связанных с производством продукции, товаров и услуг, их реализацией; товарно-денежными и финансовыми операциями; коммерцией, а также осуществлением научно-технических проектов

Предпринимательские риски:

- риск, связанный с хозяйственной деятельностью;
- риск, связанный с личностью предпринимателя;
- риск, связанный с недостатком информации о состоянии внешней среды.

Коммерческий риск

Коммерческий риск – это риск, возникающий в процессе реализации товаров и услуг, произведенных или купленных предпринимателем

Коммерческий риск включает в себя:

- риск, связанный с реализацией товара (услуг) на рынке;
- риск, связанный с транспортировкой товара (транспортный);
- риск, связанный с приемкой товара (услуг) покупателем;
- риск, связанный с платежеспособностью покупателя;
- риск форс-мажорных обстоятельств

Причины:

- снижение объемов реализации в результате падения спроса или потребности на товар, вытеснение его конкурирующими товарами, введение ограничений на продажу;
- повышение закупочной цены товара;
- непредвиденное снижение объемов закупок в сравнении с намеченными;
- потери товара;
- потери качества товара в процессе обращения (транспортировки, хранения), что приводит к снижению его цены;
- повышение издержек в результате выплаты штрафов, непредвиденных пошлин и отчислений

Производственный риск

Причины:

- снижение намеченных объемов производства и реализации продукции вследствие снижения производительности труда, простоя оборудования, потерь рабочего времени, отсутствия необходимого количества исходных материалов, повышенного процента брака производимой продукции;
- снижение цен, по которым планировалось реализовывать продукцию или услугу, в связи с ее недостаточным качеством, неблагоприятным изменением рыночной конъюнктуры, падением спроса;
- увеличение расхода материальных затрат в результате перерасхода материалов, сырья, топлива, энергии, а так же за счет увеличения транспортных расходов, торговых издержек, накладных и других побочных расходов;
- рост фонда оплаты труда за счет превышения намеченной численности либо за счет выплат более высокого, чем запланировано, уровня заработной платы отдельным сотрудникам;
- увеличение налоговых платежей и других отчислений в результате изменения ставки налогов;
- низкая дисциплина поставок, перебои с топливом и электроэнергией;
- физический и моральный износ оборудования отечественных предприятий

Экологический риск – это возможность возникновения экологических последствий, вызванных опасными природными или антропогенными, в том числе техногенными, факторами - факторами риска.

Факторы экологического риска - это природные и антропогенные воздействия, которые **способны вызвать нежелательные, опасные изменения состояния окружающей среды и здоровья человека**. Факторы экологического риска - это факторы, которые таят в себе экологическую опасность.

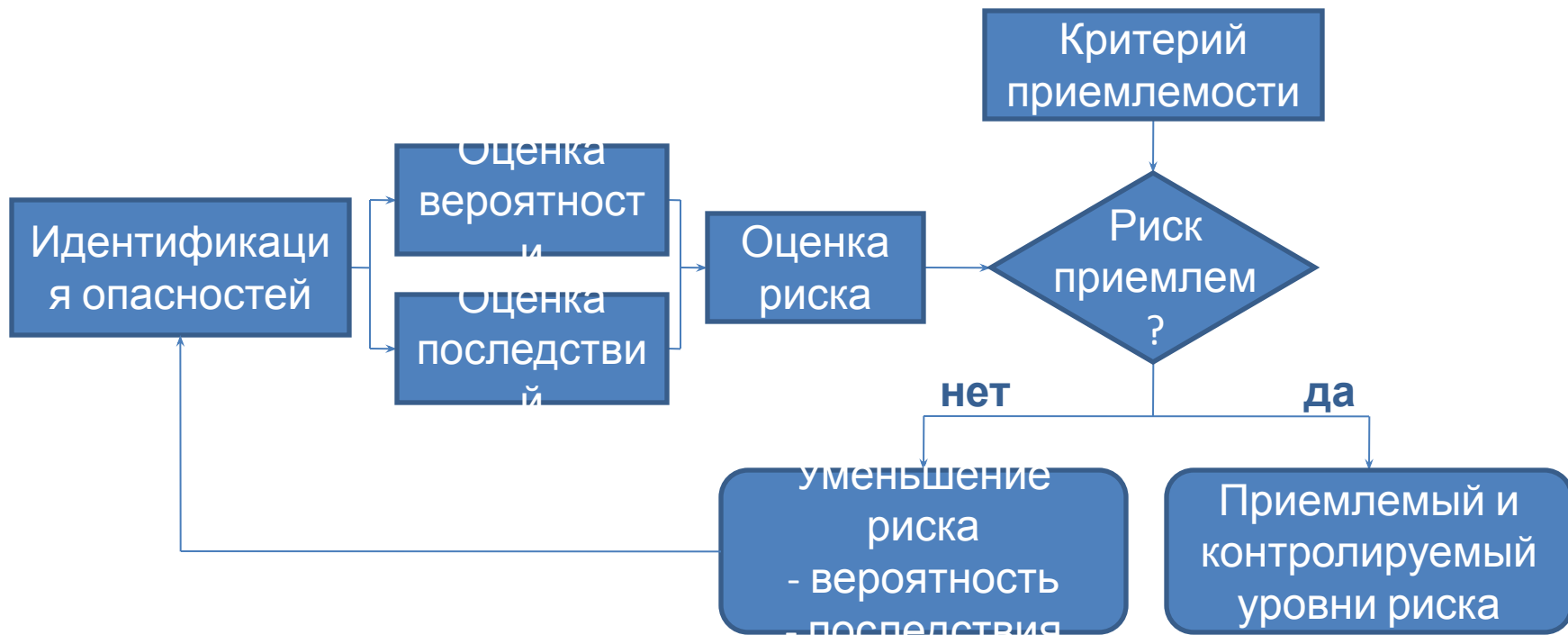
Важнейшими из них являются два:

1. само **опасное явление** (природные и техногенные катастрофы);
2. **уязвимость населения** (степень подготовленности к этим явлениям, реакция на них, организация мер предупреждения).

Различают **три главные составляющие экологического риска**:

- оценку состояния здоровья человека и возможного числа пострадавших;
- оценку состояния биоты по биологическим интегральным показателям;
- оценку воздействия загрязняющих веществ на человека и окружающую природную среду.

Алгоритм анализа техногенного риска



Анализ техногенного риска

Анализ риска аварии – процесс идентификации опасностей и оценки риска аварии на опасном производственном объекте для отдельных лиц или групп людей, имущества или окружающей природной среды.

Анализ риска, или **риск-анализ** – процесс идентификации опасностей и оценки риска для отдельных лиц или групп населения, имущества или окружающей среды.

Степень риска – это количественная оценка вероятности наступления рискового события с отрицательным результатом, а также возможных потерь от него.

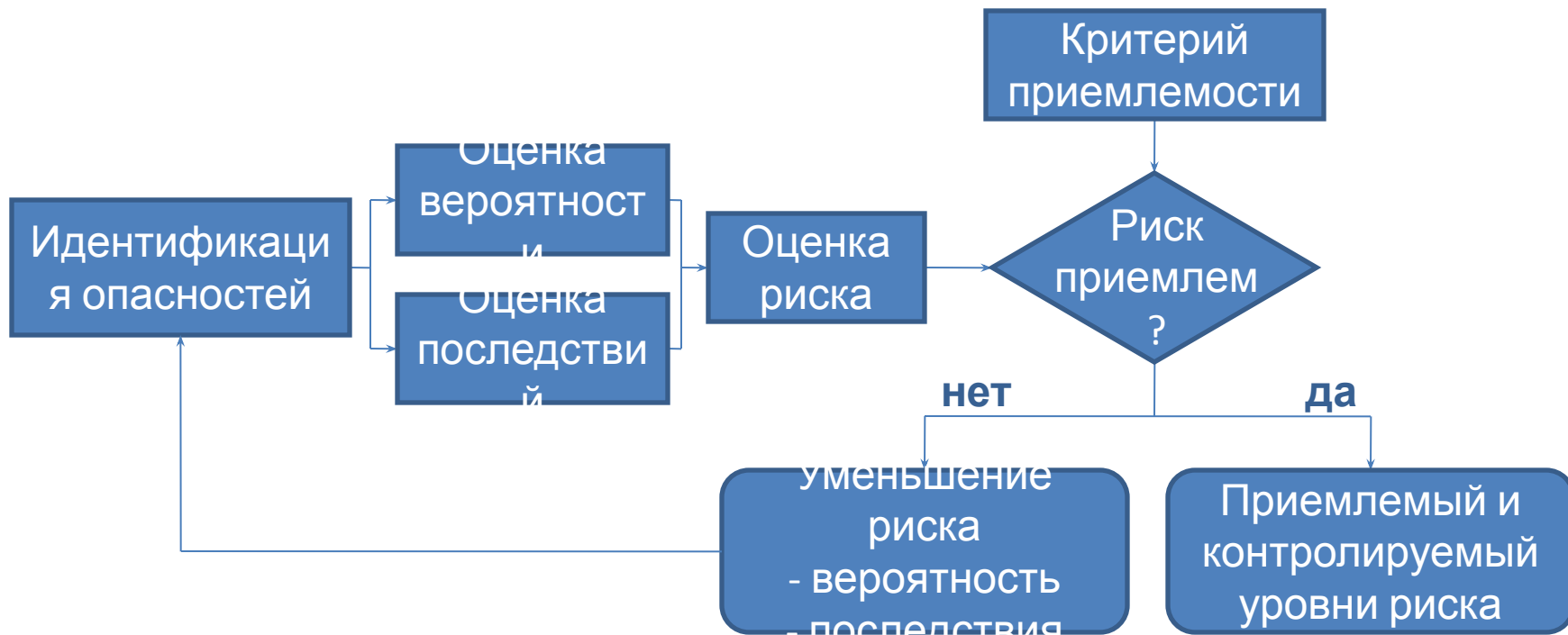
Оценка риска включает анализ частоты, анализ последствий и их сочетание.



Опасности в окружающей среде

Содержание

Алгоритм анализа техногенного риска

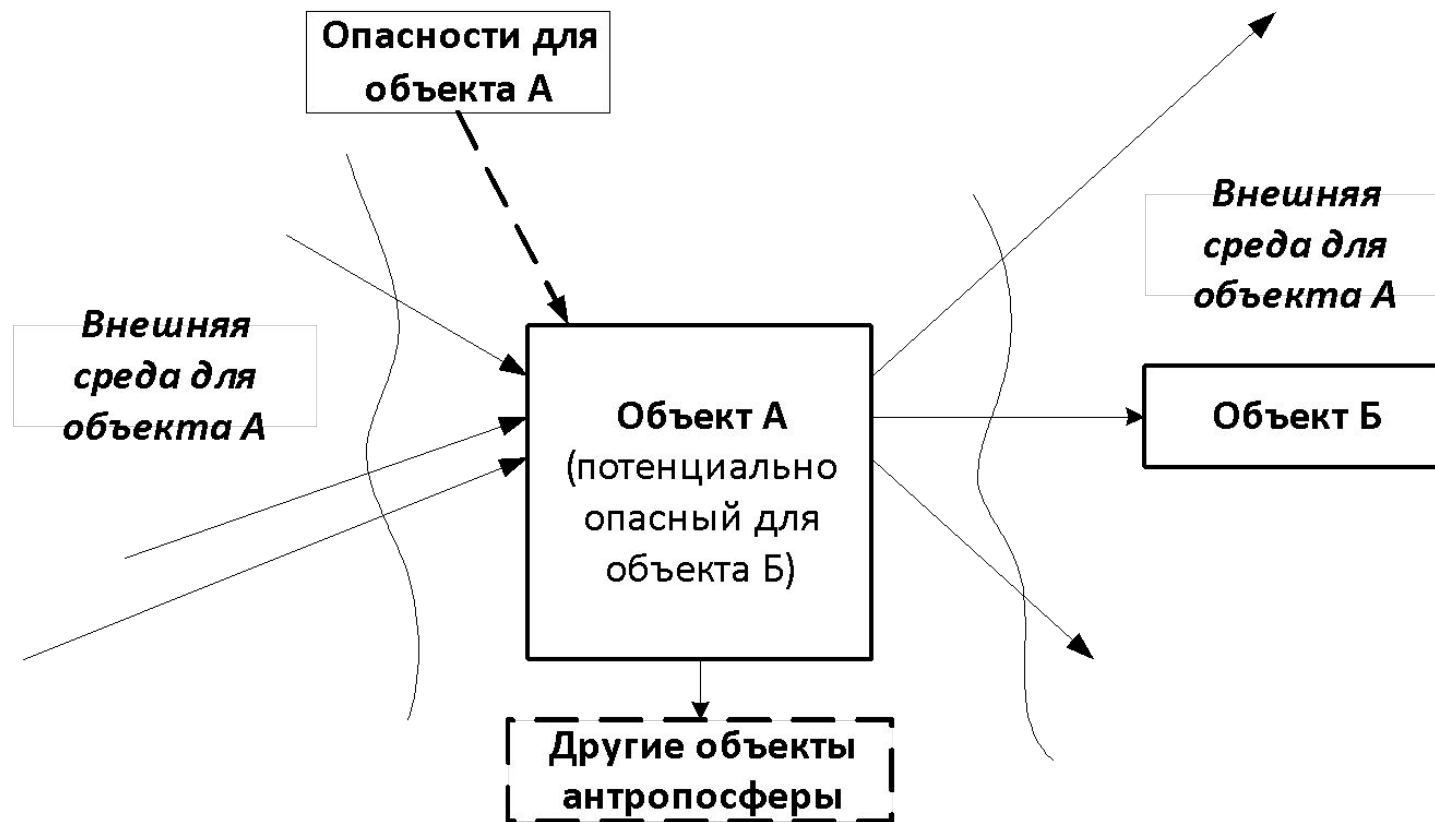


Опасность – ситуация в окружающей среде, когда при определенных условиях возможно возникновение нежелательных событий, явлений и процессов (опасных факторов), воздействие которых на человека и окружающую среду может привести к одному из следующих последствий или их совокупности:

- отклонению здоровья человека от среднестатистического значения;
- ухудшению состояния окружающей среды.



Опасности для объекта и от объекта



Факторы опасности

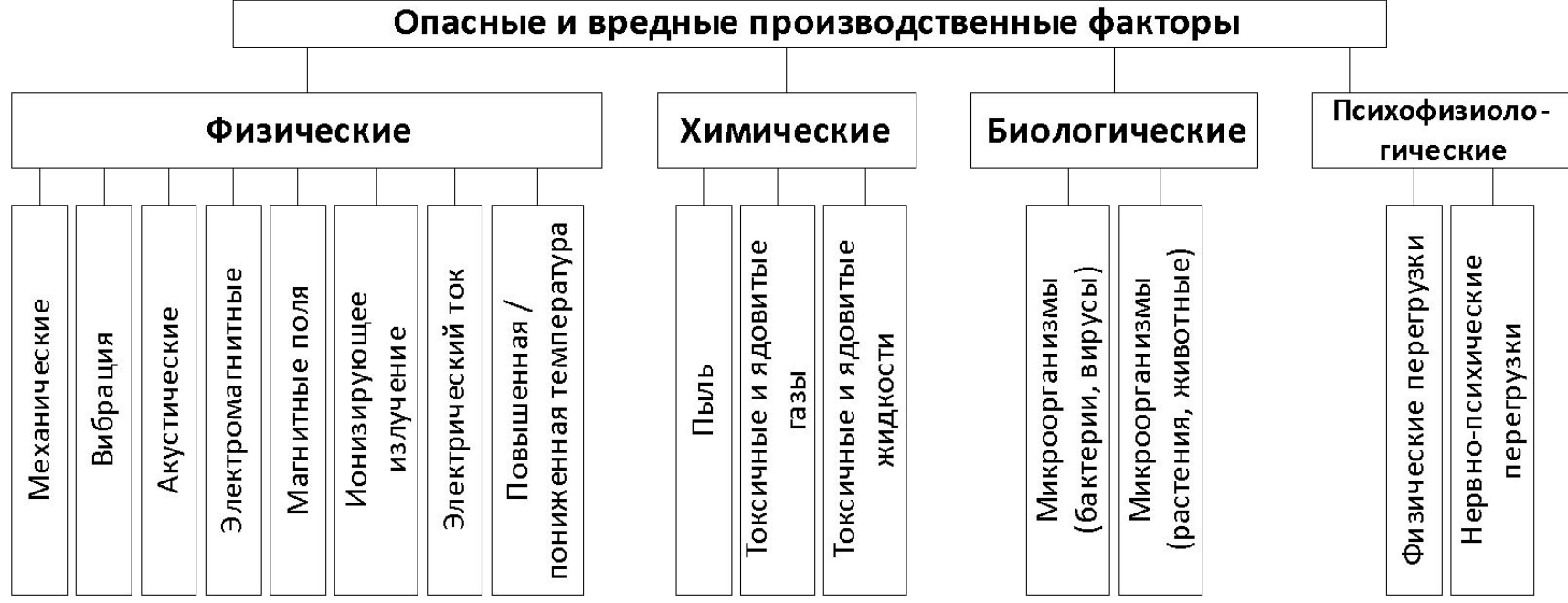
Фактор опасности – составляющая какого-либо опасного процесса или явления, вызванная источником опасности (т.е. опасной ситуацией) и характеризующаяся физическими, химическими и биологическими действиями, которые определяются соответствующими параметрами

Экологические факторы опасности – обусловлены причинами природного характера (неблагоприятными для жизни человека, растений и животных климатическими условиями, физико-химическими характеристиками воды, атмосферы, почв, природными бедствиями и катастрофами)

Социально-экономические факторы опасности – обусловлены причинами социального, экономического и психологического характера (недостаточным уровнем питания, здравоохранения, образования, обеспечения материальными благами; нарушенными общественными отношениями, недостаточно развитыми социальными структурами)

Техногенные факторы опасности – обусловлены хозяйственной деятельностью людей (чрезмерными выбросами и сбросами в окружающую среду отходов хозяйственной деятельности; необоснованными отчуждениями территорий под хозяйственную деятельность; чрезмерным вовлечением в хозяйственный оборот природных ресурсов и т.д.)

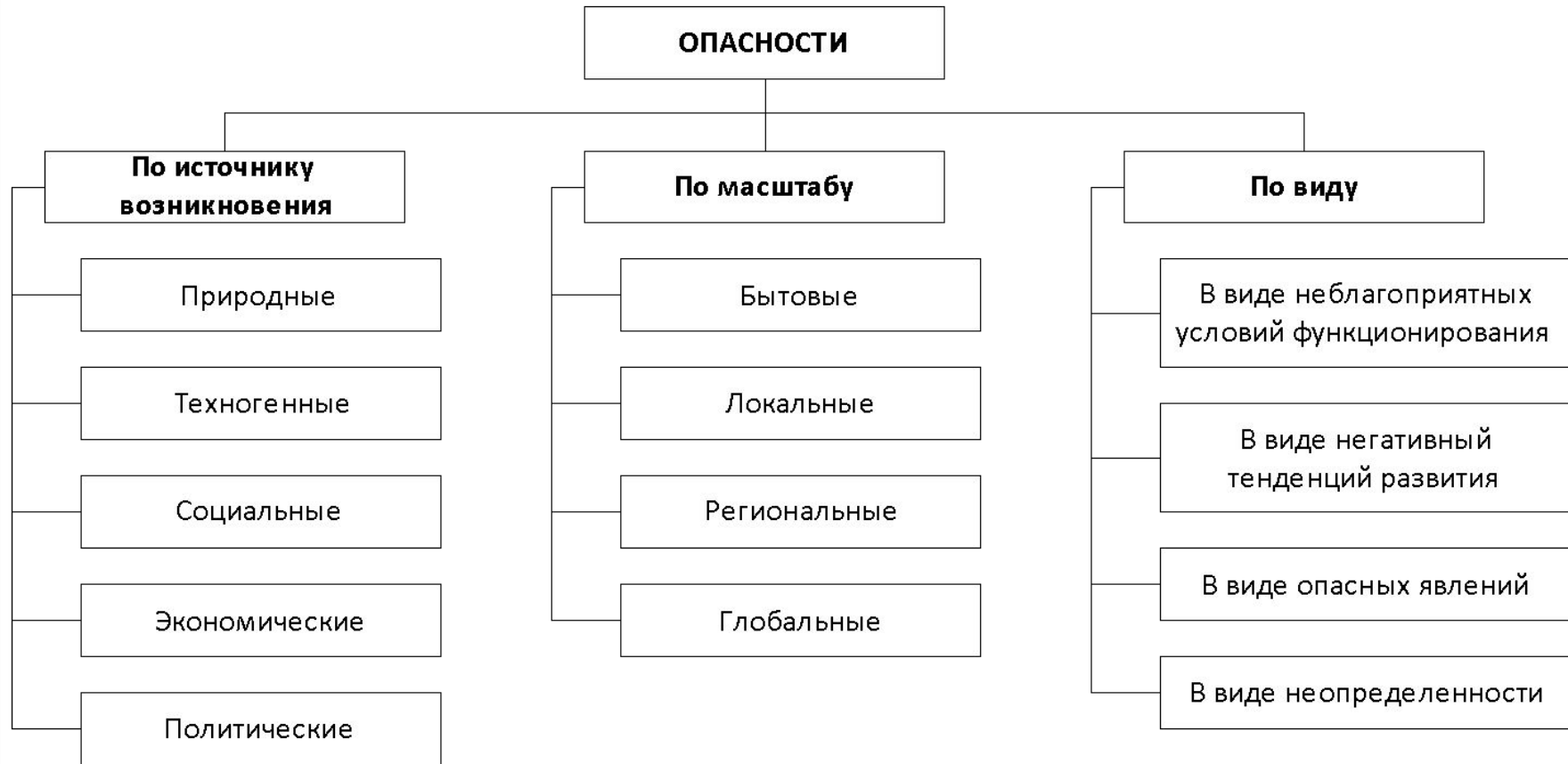
Опасные производственные факторы



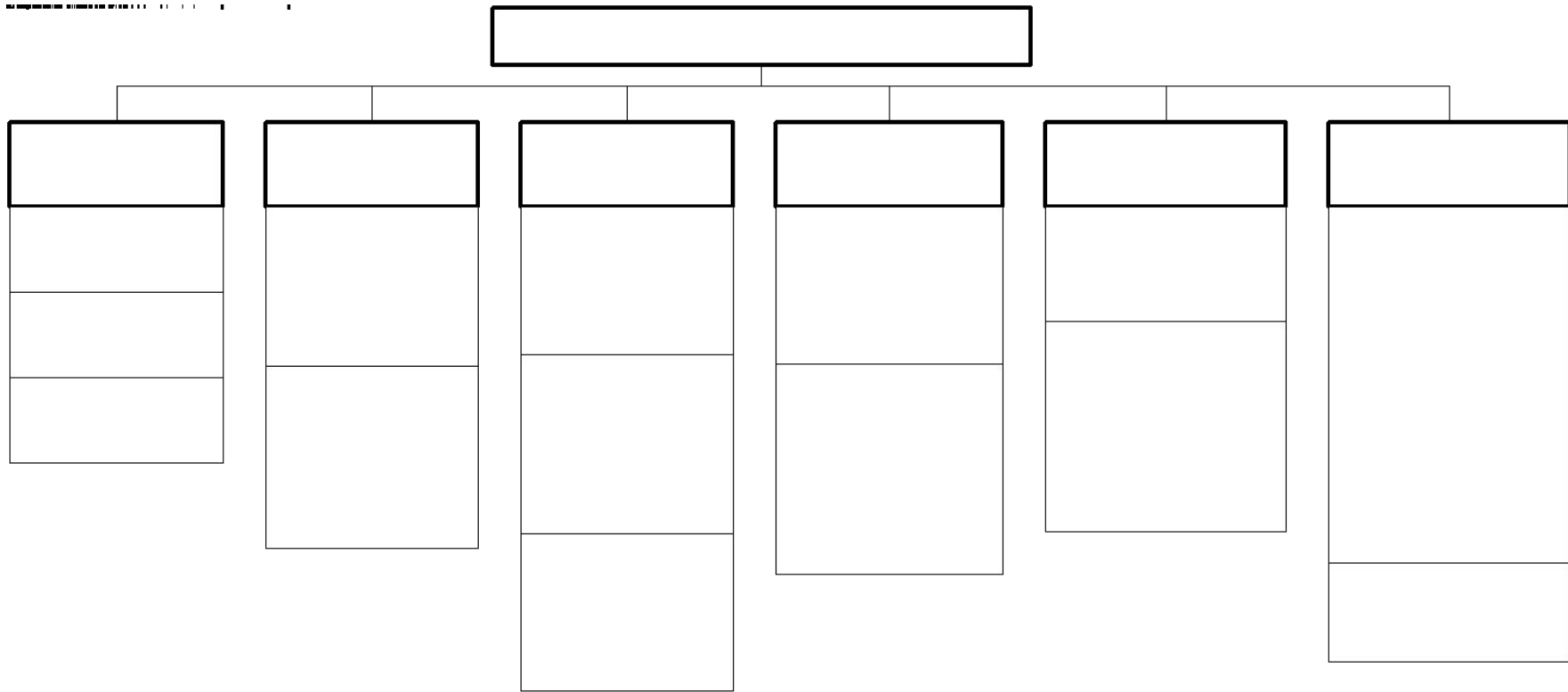
Источник опасности – это ограниченные в некоторой области пространства процессы, которые могут привести к возникновению негативных воздействий на людей, объекты техносферы и природную среду. Такой областью могут быть районы возможного возникновения опасных природных явлений, места захоронения токсичных отходов, промышленные объекты, промышленные зоны и селитебные территории с объектами жизнеобеспечения в целом

- **по источнику возникновения** – природные, техногенные, биолого-социальные;
- **по степени распределенности в пространстве** – сосредоточенные, распределенные по координатам;
- **по возможности реализации** – вредные или неблагоприятные для жизнедеятельности районы, потенциально опасные районы (объекты);
- **по неопределенности местоположения** – с известными (стационарные источники) и неизвестными случайными координатами (трубопроводы, эпицентр землетрясения);
- **по продолжительности действия** – кратковременные и долговременные;
- **по регулярности действия** – случайные и детерминированные (постоянно действующие) (на урановых рудниках, ядерных реакторах, химических объектах)

Виды опасностей



Виды опасностей



Классификация опасных природных явлений

Опасные природные явления

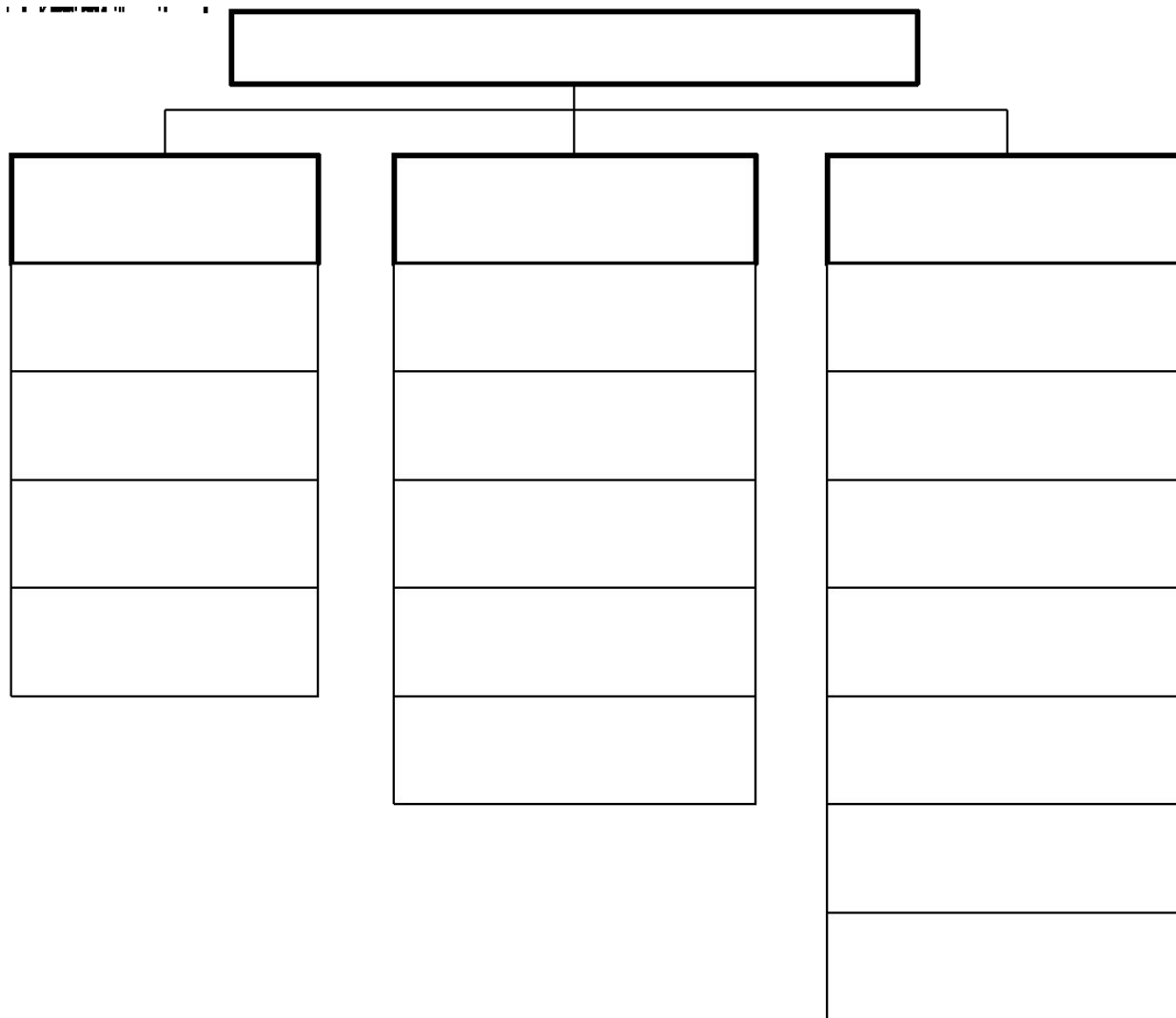
По происхождению
Геологические
Геокриологические
Геолого-гидрологические
Гидрологические
Метеорологические
Биологические
Космические

По продолжительности развития и действия
Мгновенные (землетрясение)
Стремительные (лавины)
Быстрые (торнадо)
Плавные (наводнения)
Ползучие (природные пожары)
Непрерывные (засухи)

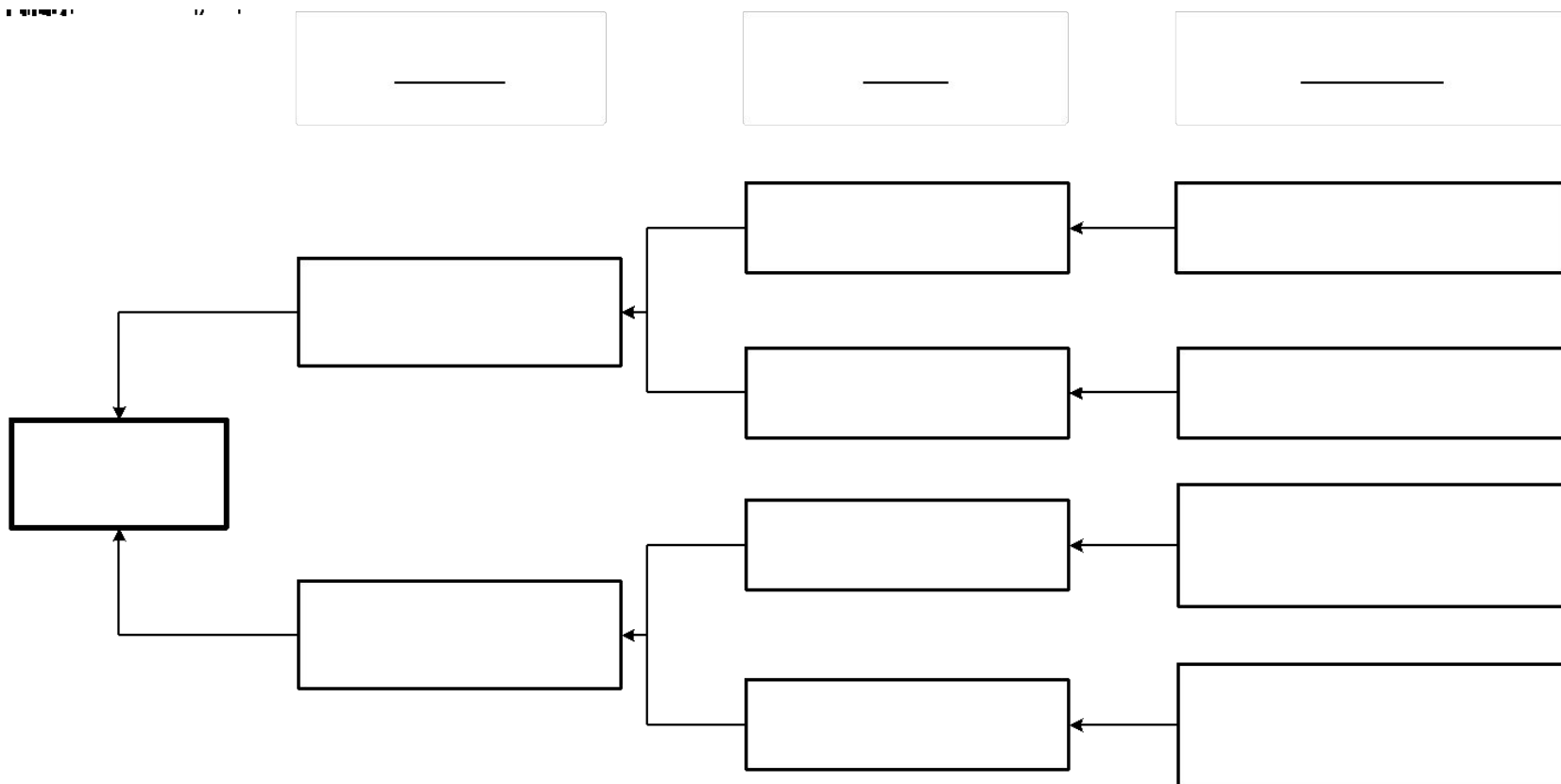
По возможности распространения по поверхности Земли
Распространяющиеся
Не распространяющиеся

По механизму негативного влияния
Разрушительные
Парализующие
Истощающие

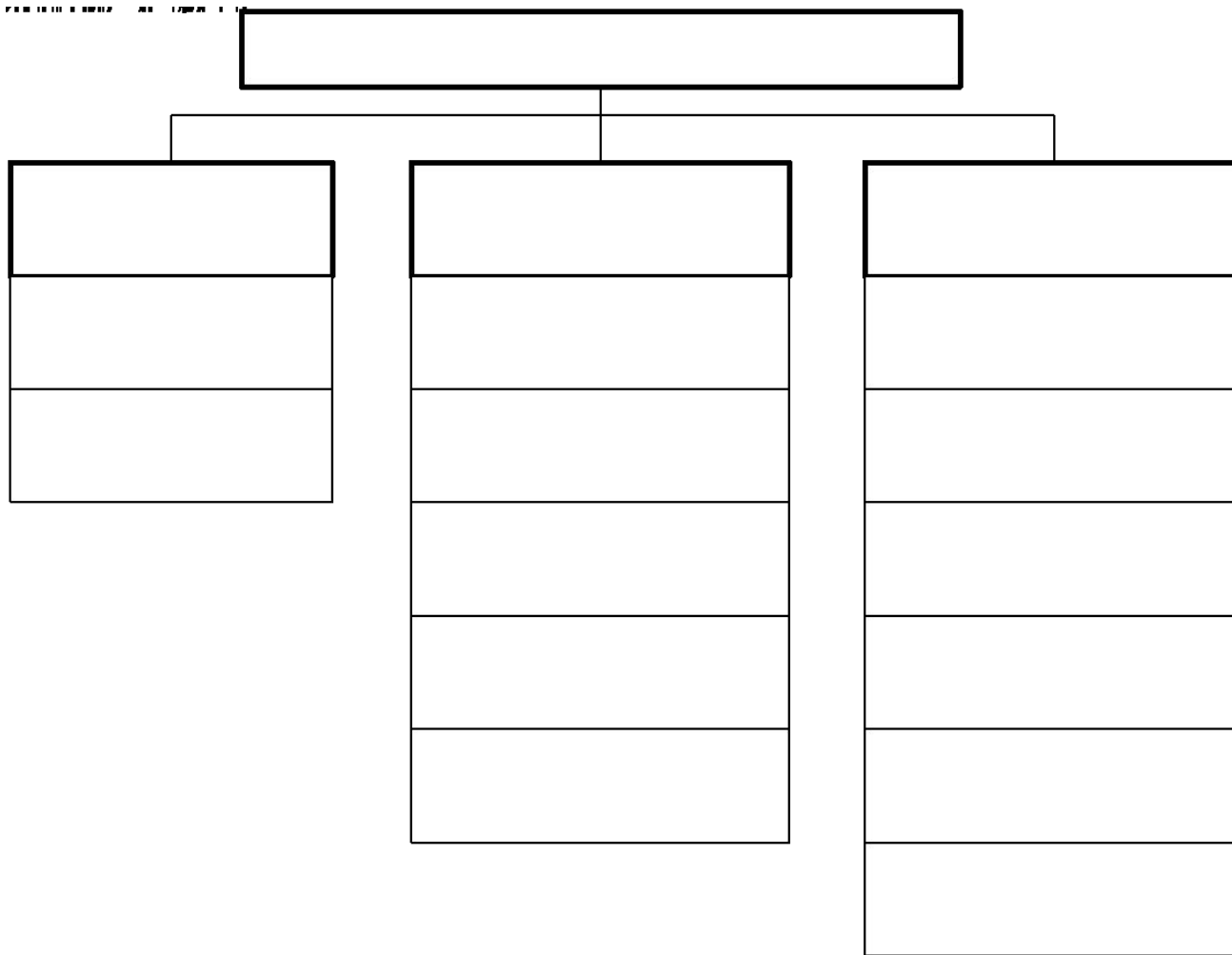
Классификация опасных социальных явлений



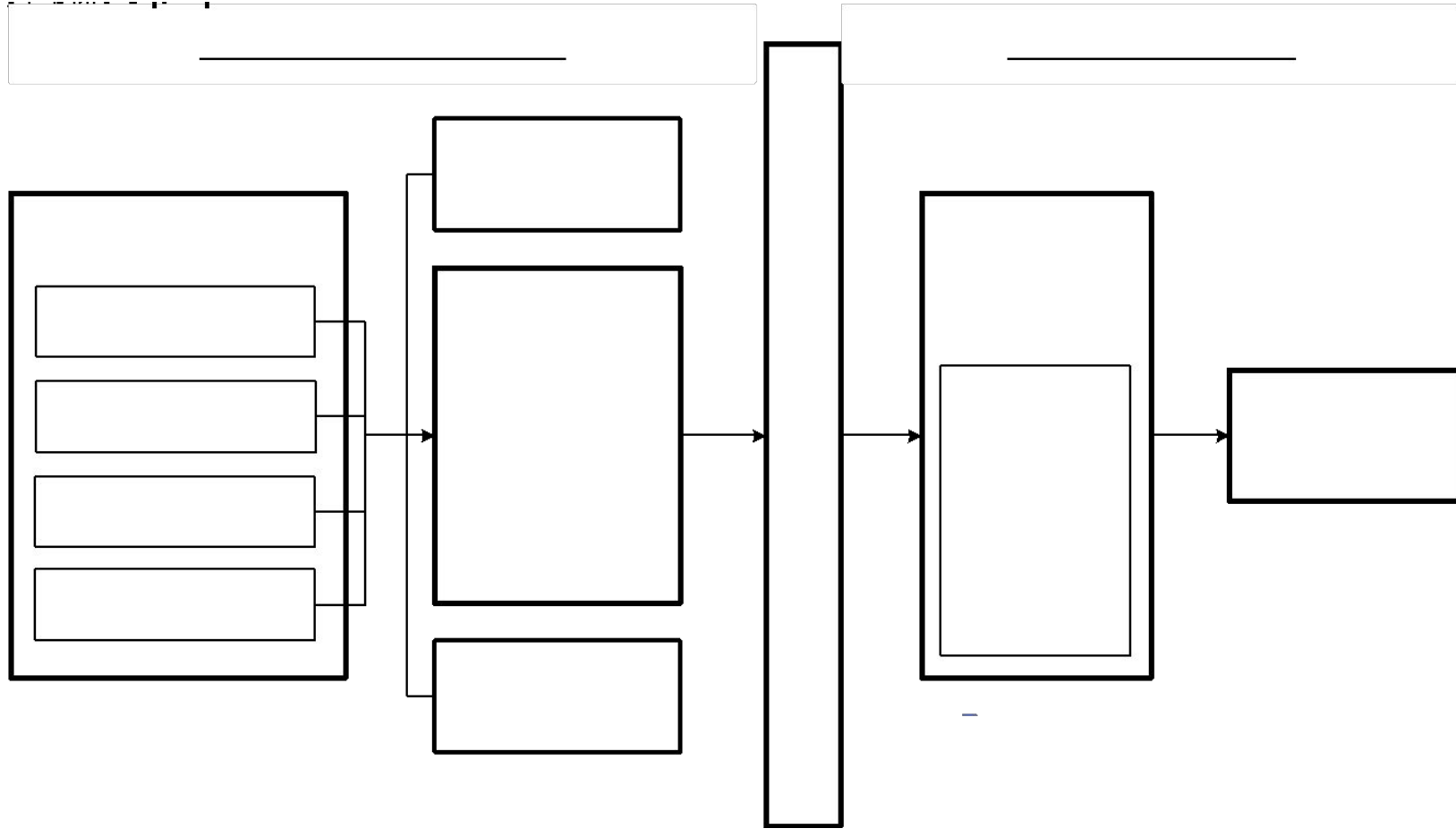
Опасные действия персонала



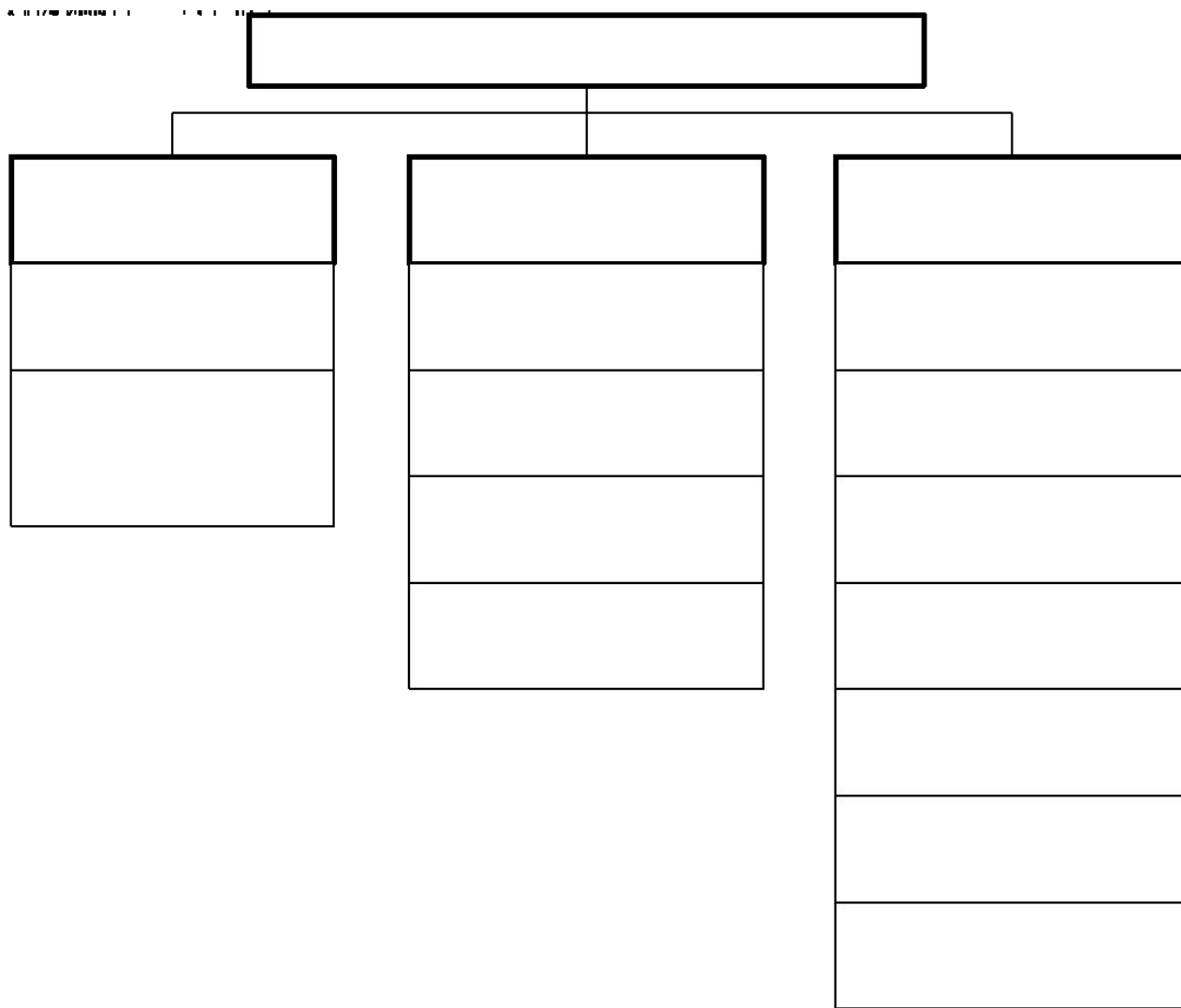
Классификация опасных промышленных объектов



Реализация опасностей



Опасные техногенные явления



Опасности и угрозы

Угроза – это степень возможности реализации опасности для рассматриваемого объекта

$$C_y = C_o \cdot \Phi_{\text{пр-вр}} \cdot \Phi_c$$

C_y – степень угрозы

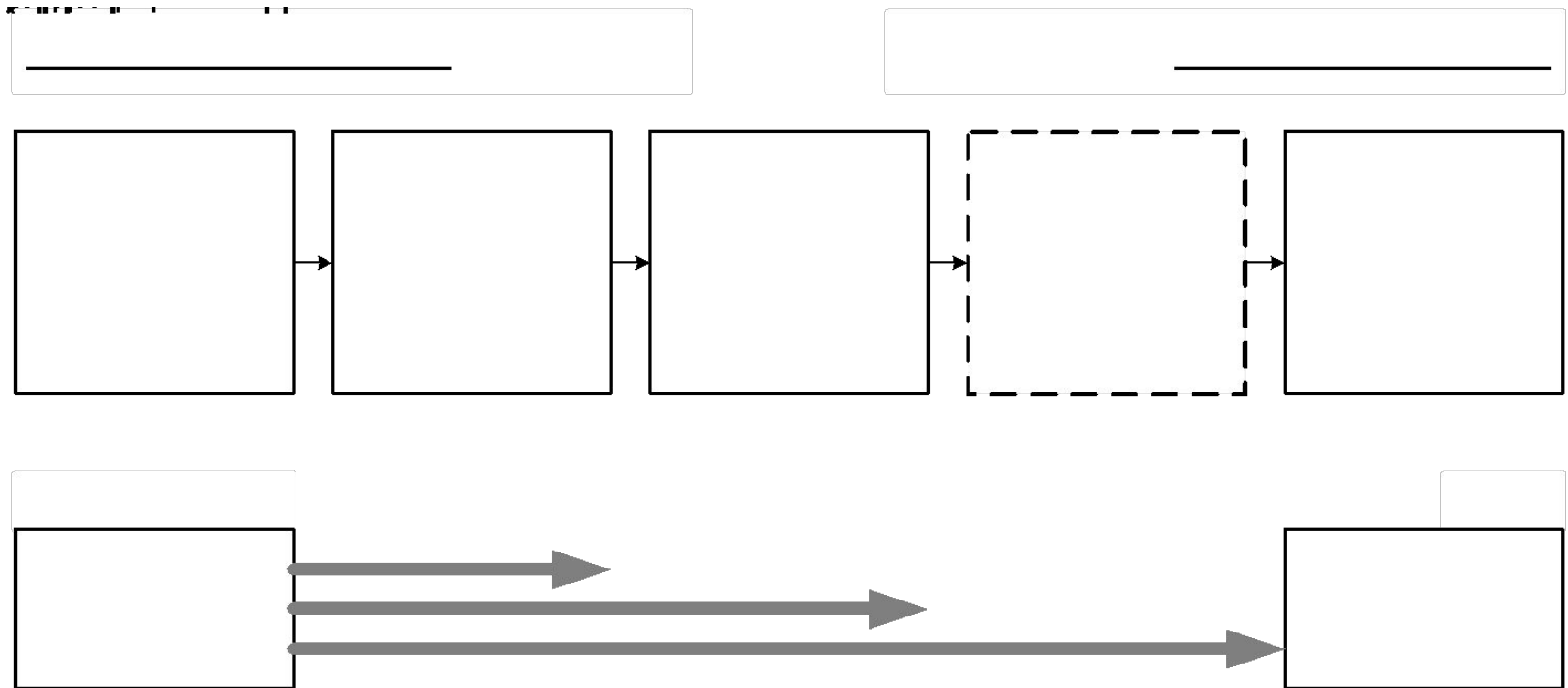
C_o – степень опасности

$\Phi_{\text{пр-вр}}$ – производственно-временной фактор

Φ_c – ситуационный фактор

- Опасности представляют угрозу объекту только тогда, когда могут причинить ему ущерб
- Угроза для объектов возникает при размещении их в областях возможного действия негативных факторов опасных природных, техногенных и социальных явлений
- Если объект вывести за пределы опасной территории, то угрозы для него не будет, хотя опасность территории сохранится
- Угроза для жизнедеятельности изменяется во времени: она может возникать, усиливаться, снижаться и исчезать вследствие изменения влияющих на ее степень факторов — пространственного, временного и ситуационного, а также степени опасности

Виды опасностей



Стойкость — это свойство объекта сохранять свои параметры в пределах установленных допусков и выполнять свои функции во время и после действия внешних нагрузок

Свойством объекта, противоположным стойкости, является **условная уязвимость**, т.е. при условии действия нагрузки

РД 03-418-01. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ АНАЛИЗА РИСКА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

4.3. Идентификация опасностей

4.3.1. Основные задачи этапа идентификации опасностей – выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей (сценариев) их реализации. Это ответственный этап анализа, так как не выявленные на этом этапе опасности не подвергаются дальнейшему рассмотрению и исчезают из поля зрения.

4.3.2. При идентификации следует определить, какие элементы, технические устройства, технологические блоки или процессы в технологической системе требуют более серьезного анализа и какие представляют меньший интерес с точки зрения безопасности.

4.3.3. Результатом идентификации опасностей являются:

- перечень нежелательных событий,
- описание источников опасности, факторов риска, условий возникновения и развития нежелательных событий (например, сценариев возможных аварий);
- предварительные оценки опасности и риска.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РИСКА

5.2 Идентификация риска

Идентификация риска - это процесс определения элементов риска, составления их перечня и описания каждого из элементов риска.

Целью идентификации риска является составление перечня источников риска и событий, которые могут повлиять на достижение каждой из установленных целей организации или сделать выполнение этих целей невозможным

Процесс идентификации риска включает в себя идентификацию причин и источников опасных событий, ситуаций, обстоятельств или риска, которые могут оказать существенное воздействие на достижение целей организации, и характер этих воздействий.

Методы идентификации риска могут включать в себя:

- методы оценки риска на основе документальных свидетельств, примерами которых являются анализ контрольных листов, анализ экспериментальных данных, а также данных и событий, произошедших в прошлом;
- подход, в соответствии с которым группа экспертов следует установленному процессу идентификации риска посредством структурированного множества подсказок или вопросов;
- индуктивные методы, такие как HAZOP.

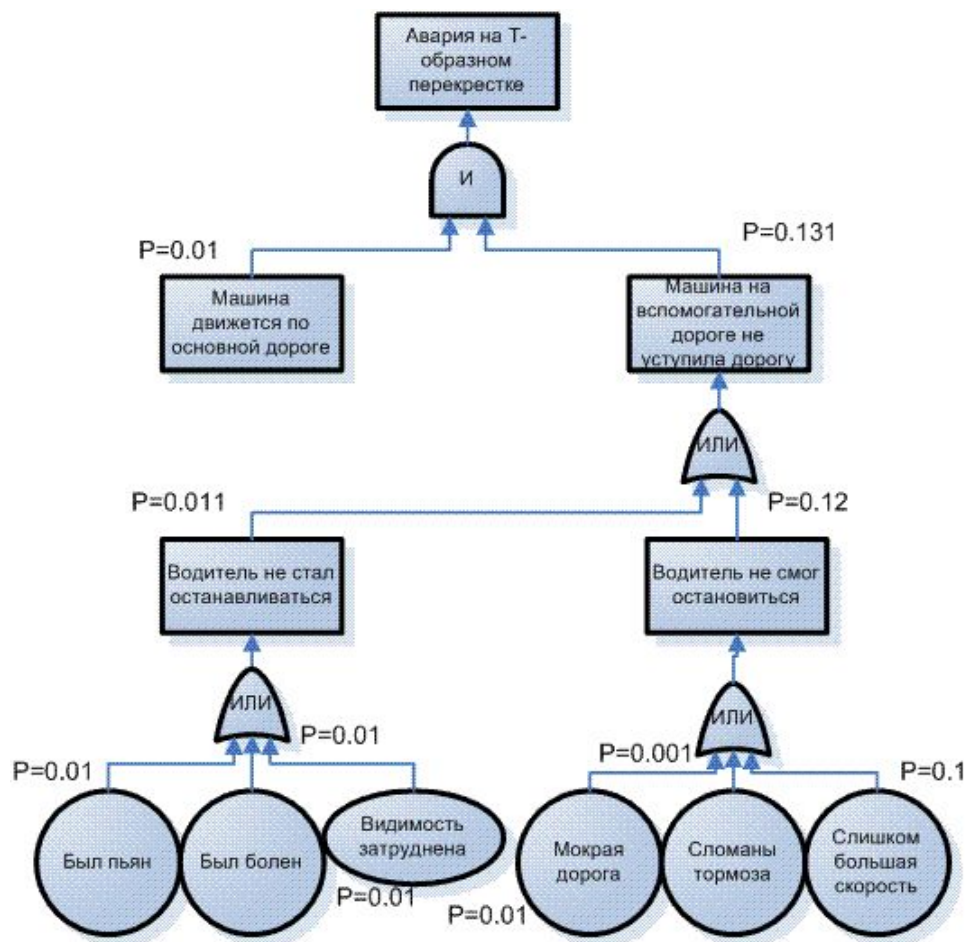


Методы анализа рисков



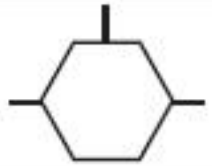



[Содержание](#)

«Деревья отказов»

Метод построения деревьев отказов – графическое представление всей цепочки событий, последствия которых могут привести к некоторому главному событию



«Деревья отказов»

Строка	Символ логического знака	Название логического знака	Причинная взаимосвязь
1		<i>И</i>	Выходное событие происходит, если все входные события случаются одновременно
2		<i>ИЛИ</i>	Выходное событие происходит, если случается любое из входных событий
3		<i>«Запрет»</i>	Наличие входа вызывает наличие выхода тогда, когда происходит условное событие
4		<i>«Приоритетное И»</i>	Выходное событие случается, если все входные события происходят в нужном порядке слева направо
5		<i>«Исключающее ИЛИ»</i>	Выходное событие происходит, если случается одно (но не оба) из входных событий
6		<i>«m из n»</i> (голосования или выборки)	Выходное событие происходит, если случается m из n входных событий

«Деревья отказов»

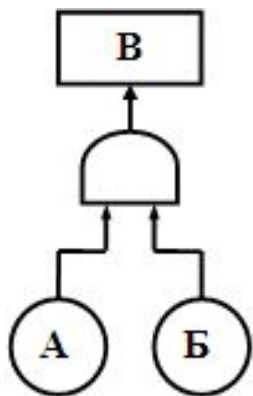
"утечка горючей жидкости" И "очаг воспламенения вблизи горючей жидкости"



"наличие искры" ИЛИ "курящий рабочий"

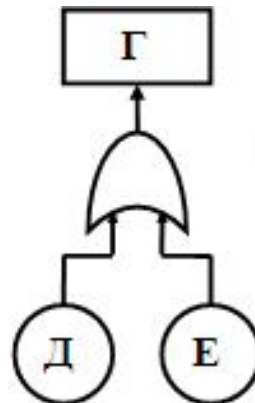
«Деревья отказов»

Событие, вводимое логическим знаком
«И»

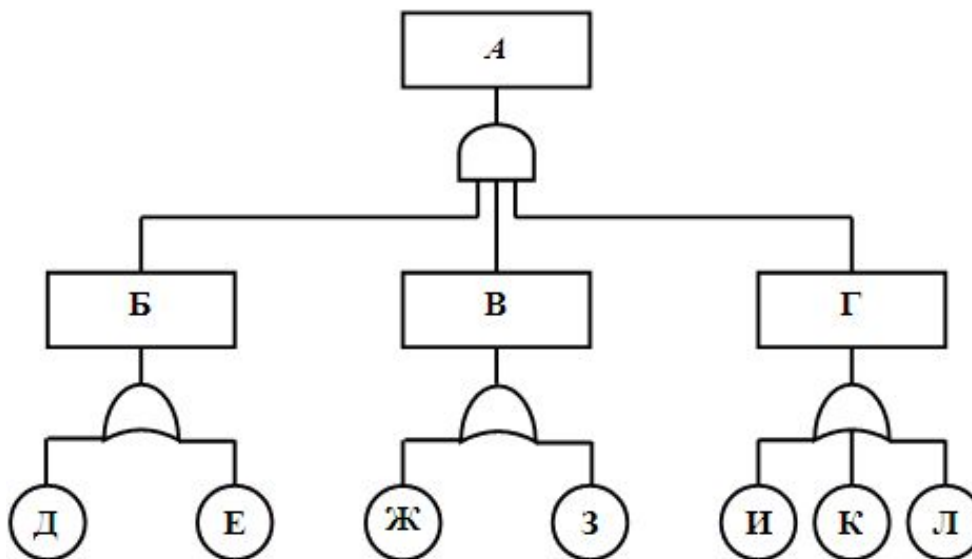


$$P(B) = P(A) \times P(B)$$

Событие, вводимое логическим знаком
«ИЛИ»



$$P(G) = P(Д) + P(Е) + P(Д) \times P(Е)$$



«Деревья отказов»

Выходное событие



Входное событие

Логическое событие



3		«Запрет»	Наличие входа вызывает наличие выхода тогда, когда происходит условное событие
---	--	----------	--

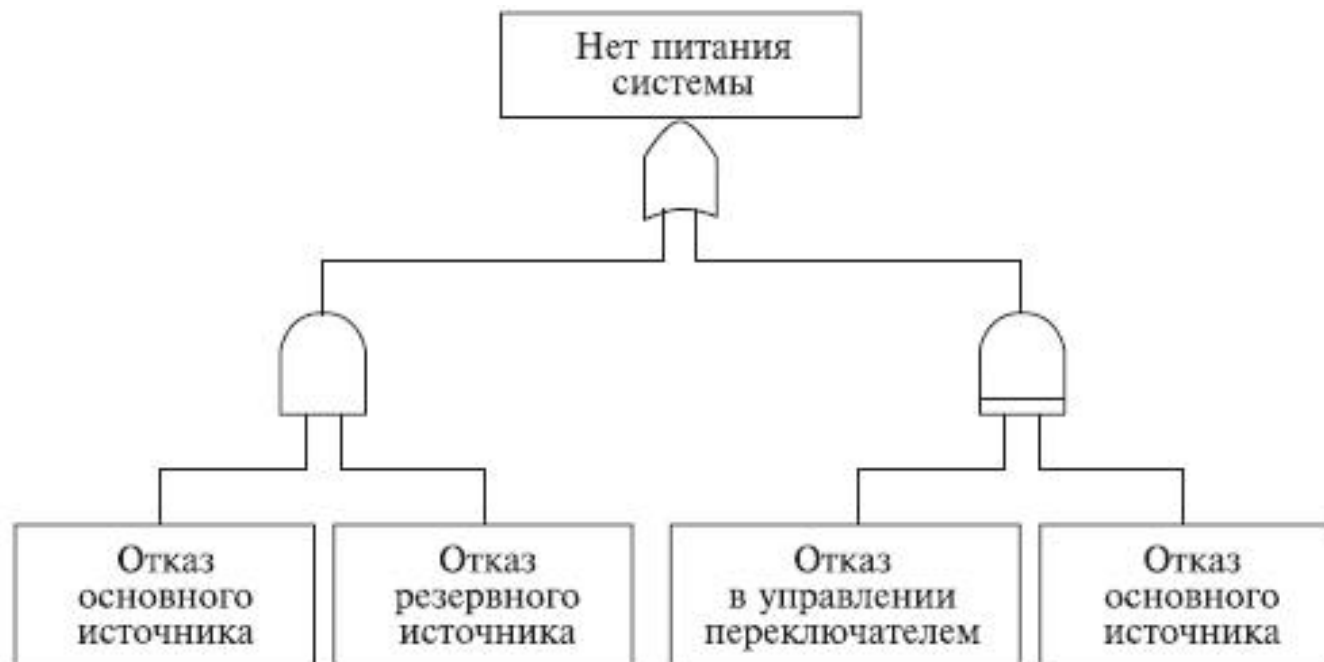
«Деревья отказов»

4



«Приоритетное
И»

Выходное событие случается, если все входные события происходят в нужном порядке слева направо



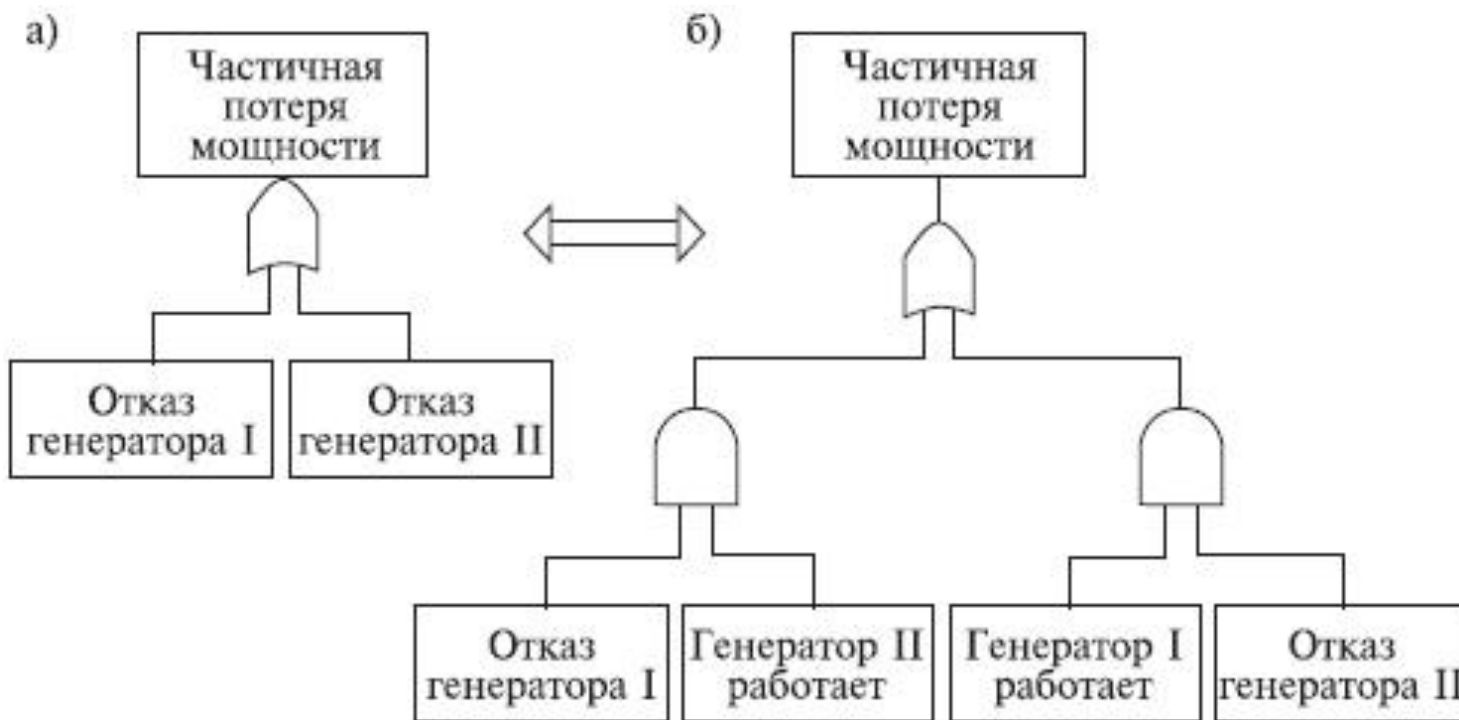
Первое событие Второе событие

«Деревья отказов»



«Деревья отказов»

5		«Исключающее ИЛИ»	Выходное событие происходит, если случается одно (но не оба) из входных событий
---	--	-------------------	---



«Деревья отказов»

6

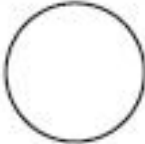



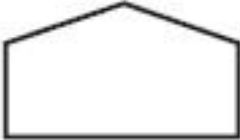



« m из n »
(голосования
или выборки)

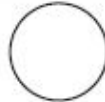
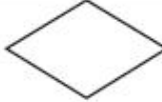

Выходное событие происходит, если случается m из n входных событий



«Деревья отказов»

Стро-ка	Символ события	Содержание события
1		Исходное событие, обеспеченное достаточными данными
2		Событие, недостаточно детально разработано
3		Событие, вводимое логическим элементом
4		Условное событие, используемое с логическим знаком «запрет»
5		Событие, которое может произойти или не произойти
6		Символ перехода

«Деревья отказов»

1		Исходное событие, обеспеченное достаточными данными
2		Событие, недостаточно детально разработано
3		Событие, вводимое логическим элементом



Событие отказа, которое возникает в результате более элементарных, исходных отказов, соединенных с помощью логических элементов

Исходный отказ (исходное событие) отдельного элемент

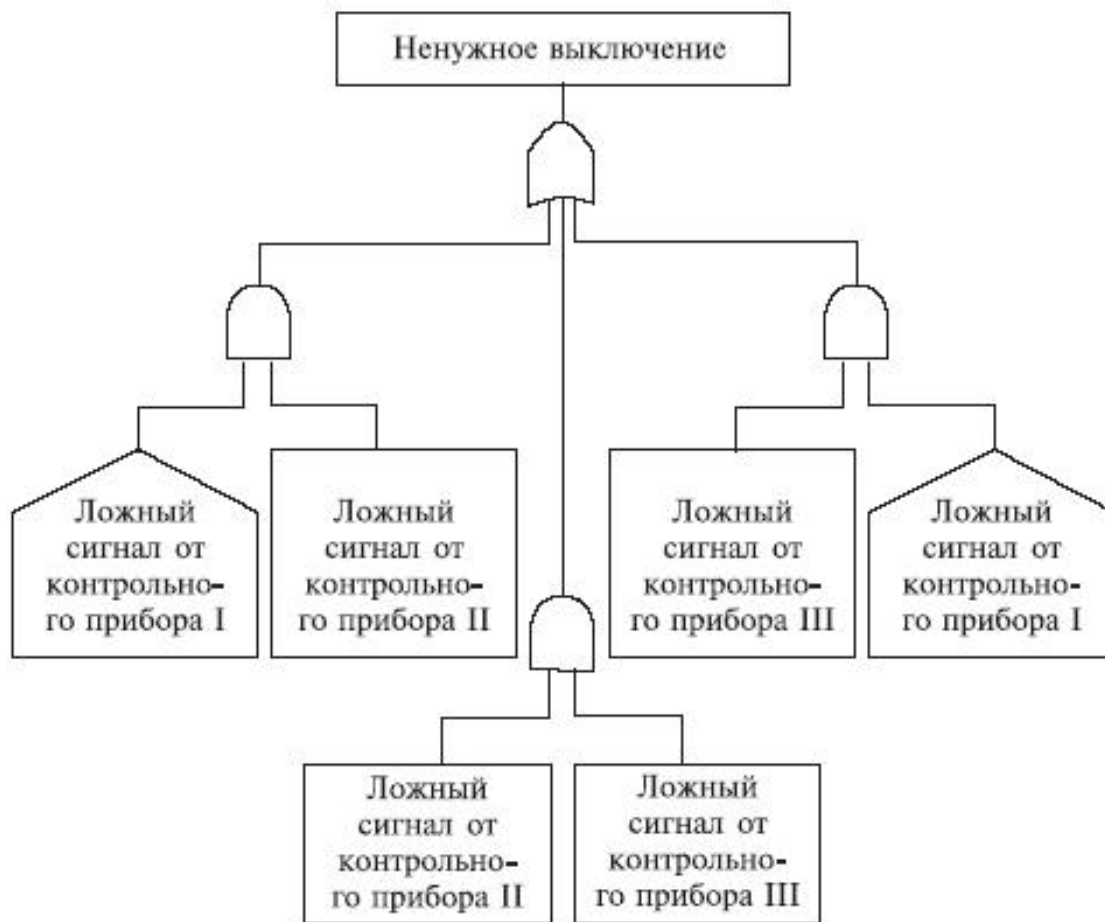
Детально не разработанное событие

«Деревья отказов»

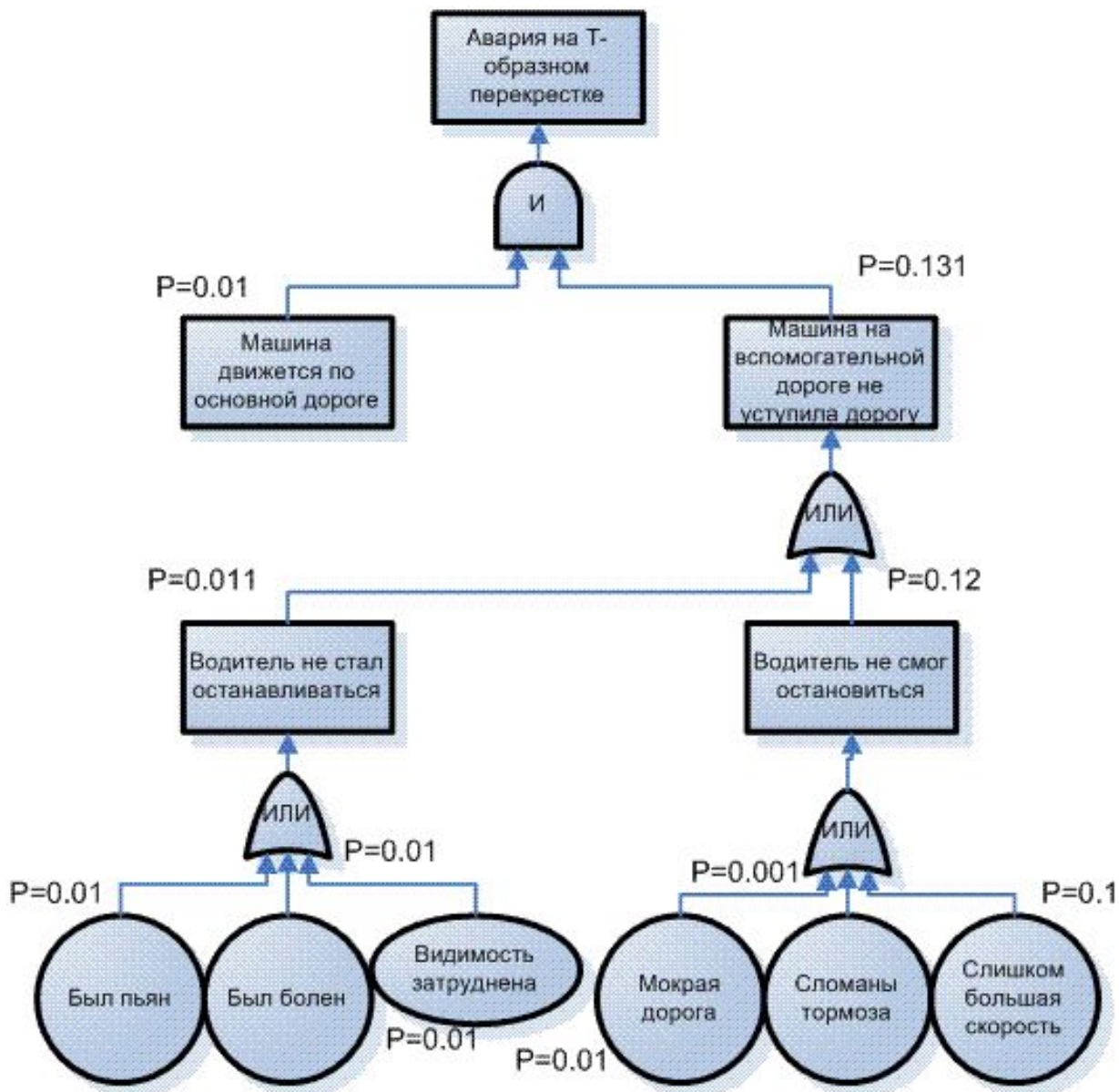
5



Событие, которое может произойти или не произойти



«Деревья отказов»



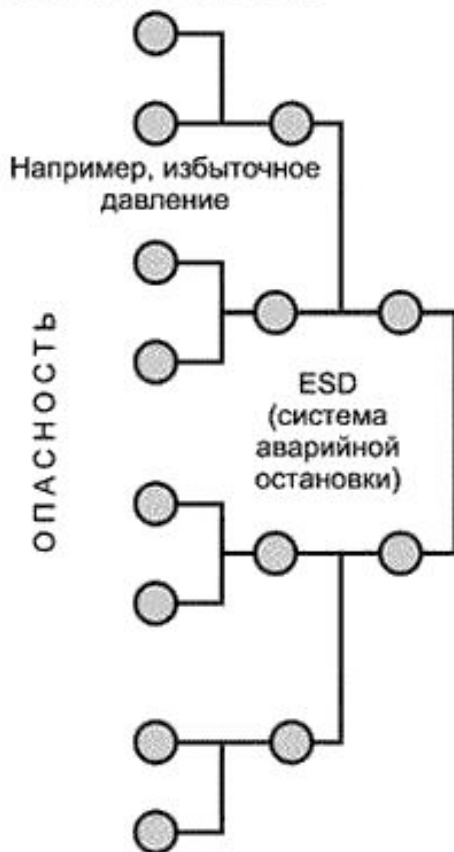
«Деревья отказов»



«Деревья отказов»

ДЕРЕВО НЕИСПРАВНОСТЕЙ (причины)

Например, непредусмотренное обращение с объектом



Последовательность отказов и причин, приводящих к опасному событию

ДЕРЕВО СОБЫТИЙ (последствия)



Например, отказ индикатора

Отказ системы затопления

Взрыв

ЭСКАЛАЦИЯ

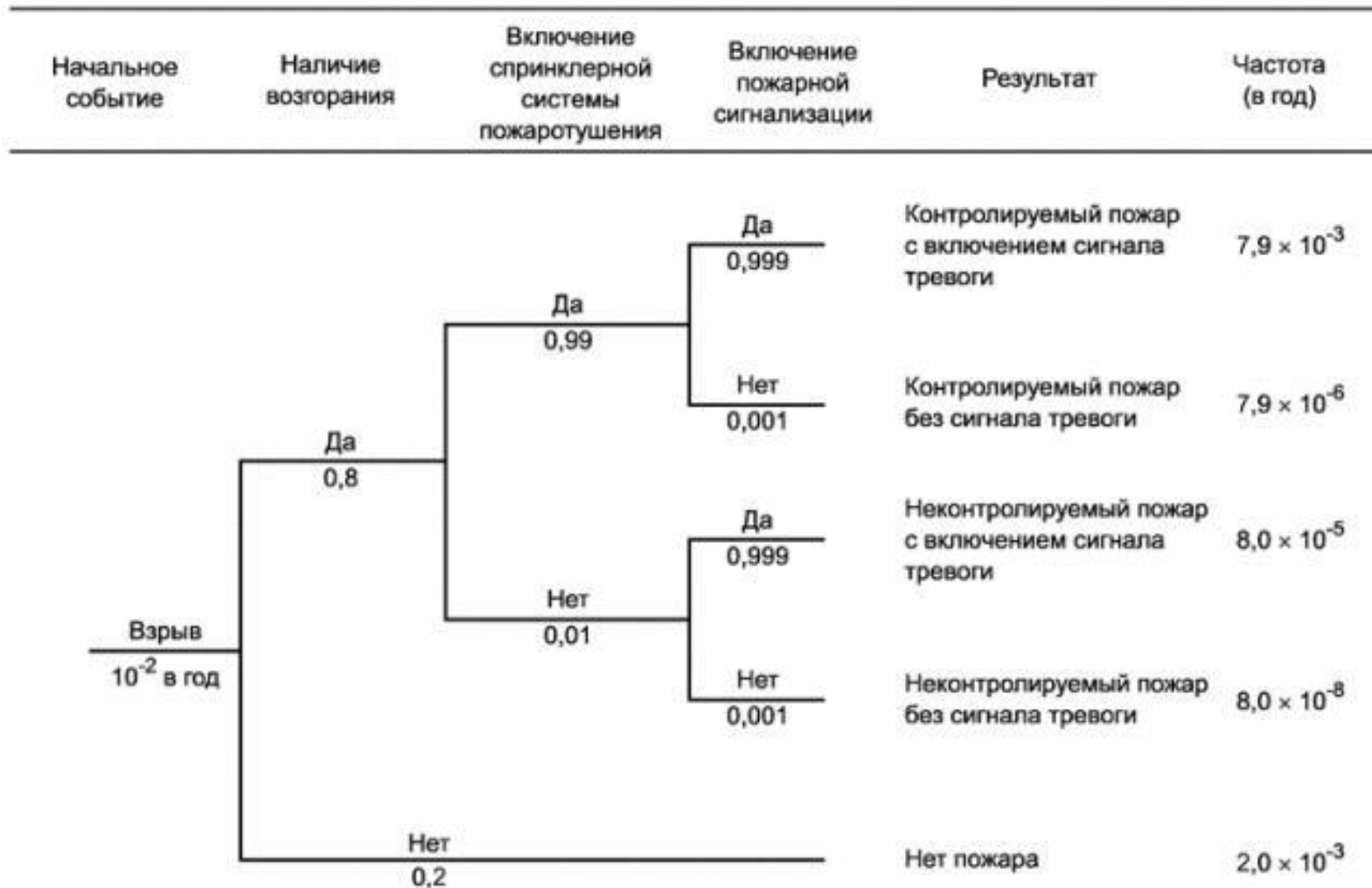
Последовательность событий и отказов, приводящих к эскалации опасного события

Метод построения деревьев событий

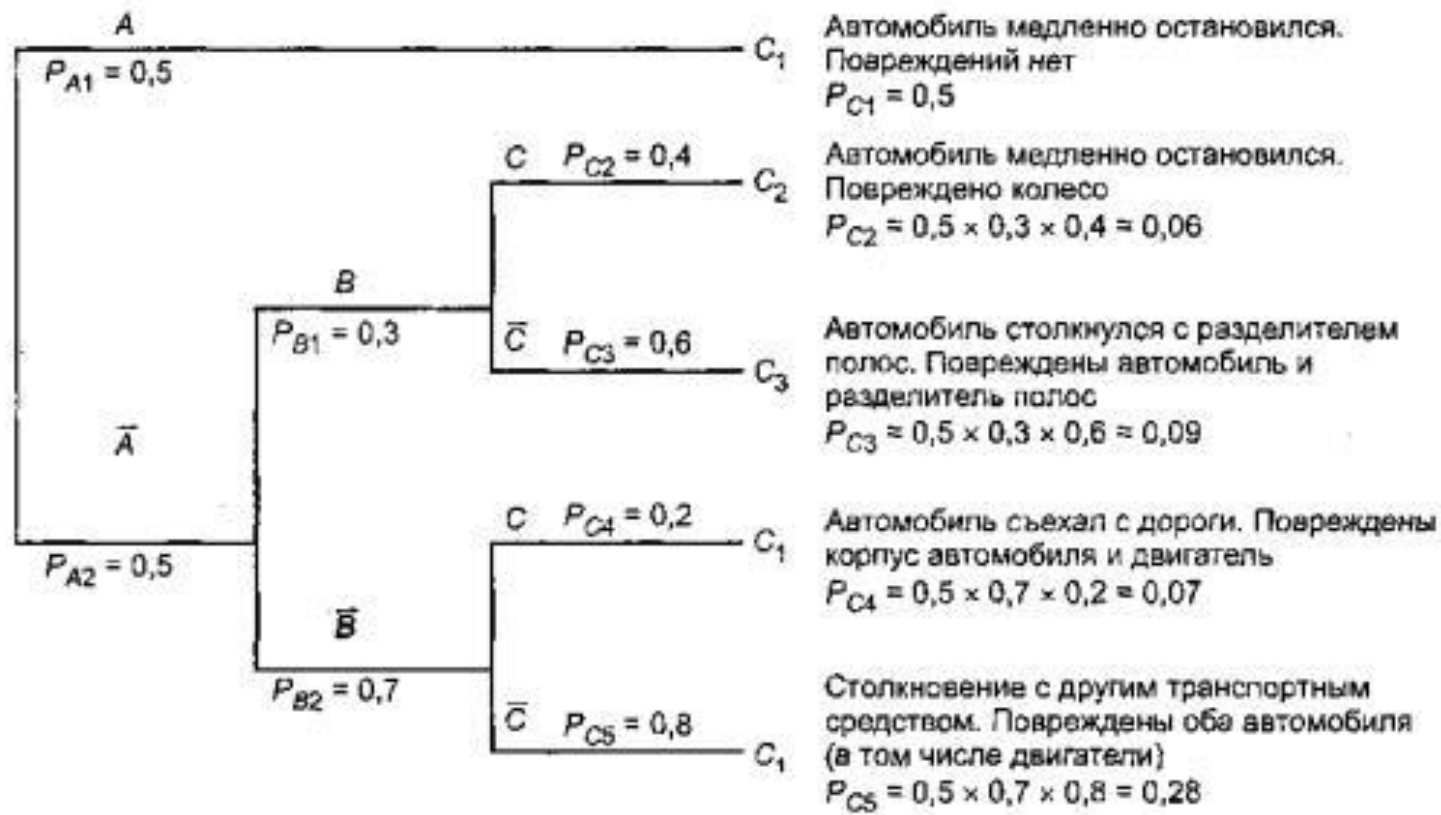
Метод построения деревьев событий – это графический способ прослеживания последовательности отдельных возможных инцидентов с оценкой вероятности каждого из промежуточных событий и вычисления суммарной вероятности конечного события, приводящего к убыткам



Метод построения деревьев событий



Метод построения деревьев событий



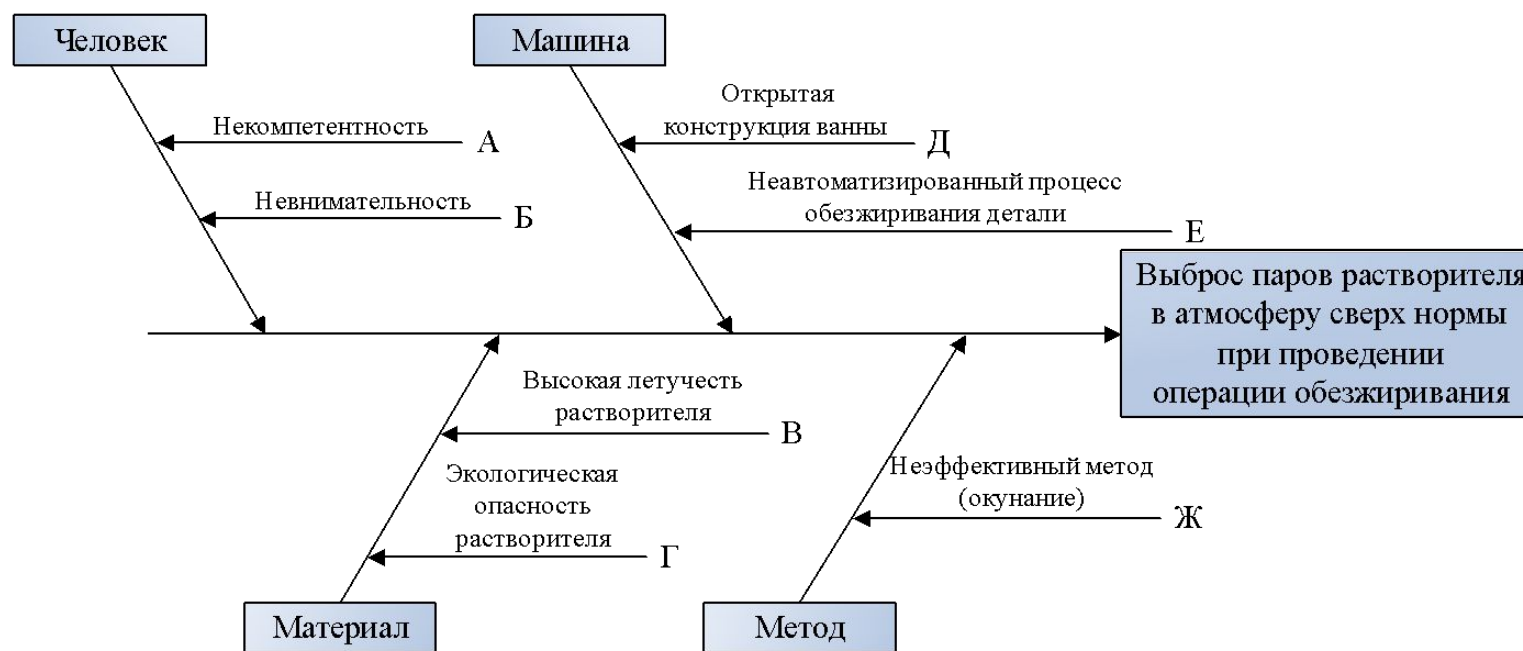
Отказ автомобильной шины

A - без материального ущерба или травмы;

B - материальный ущерб, без травмы;

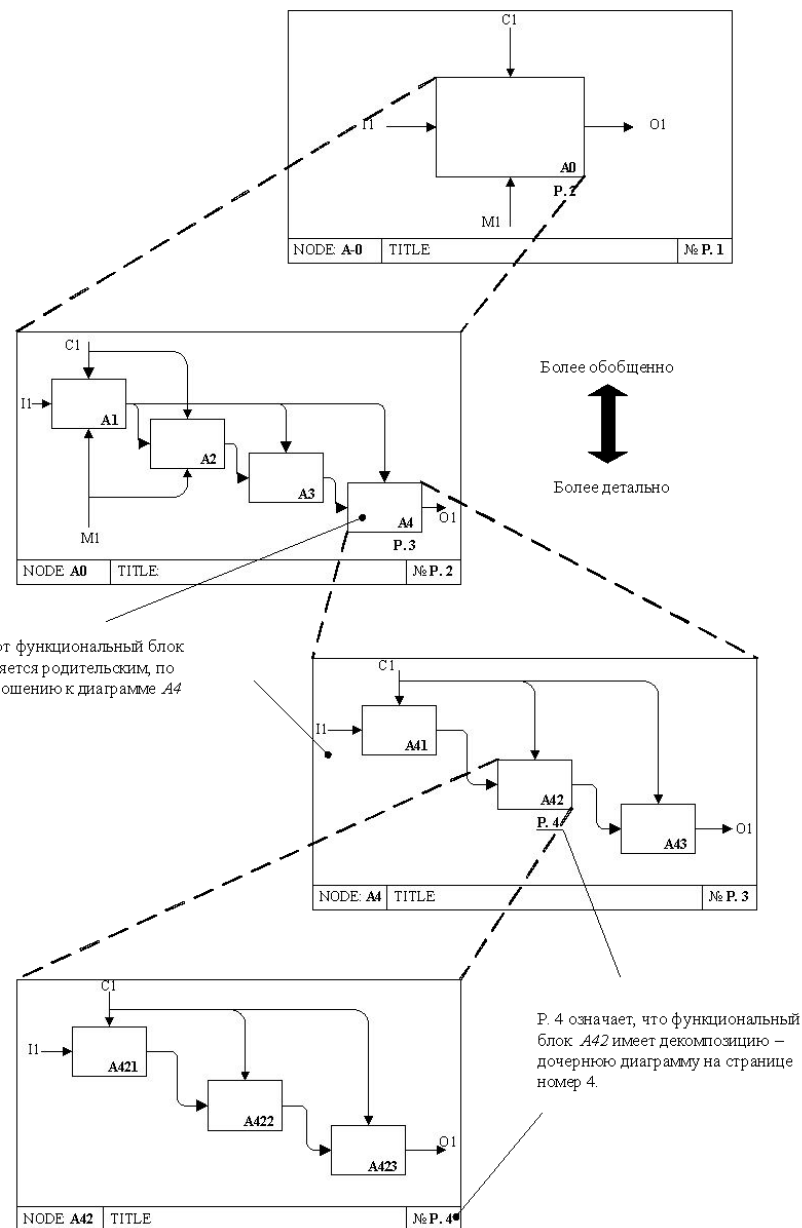
C - повреждение автомобиля без другого материального ущерба

Диаграмма Ишикавы



Основные элементы и понятия *IDEFO*

Декомпозиция (Decomposition) – это процесс создания диаграммы, детализирующей определенный блок и связанные с ним дуги



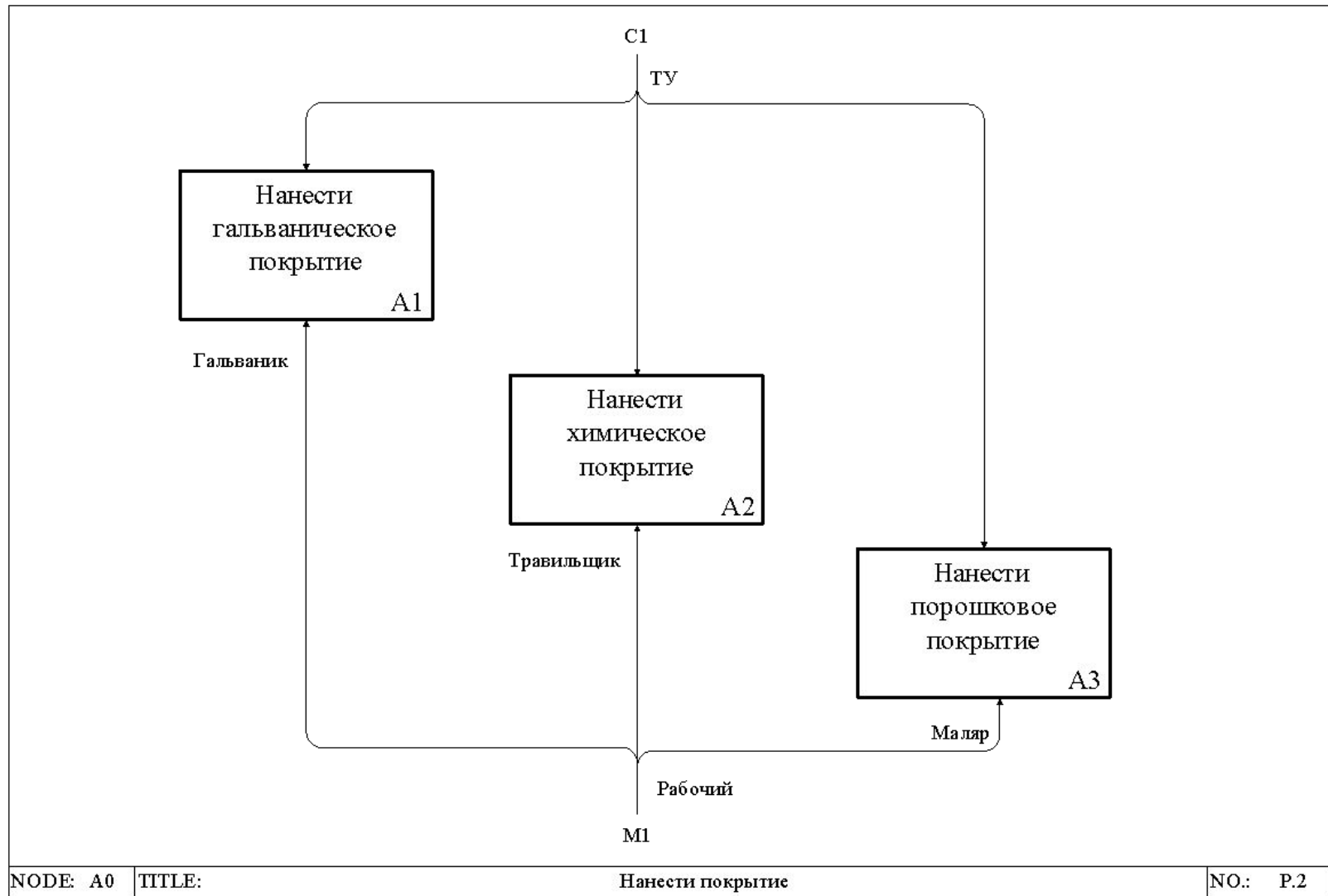


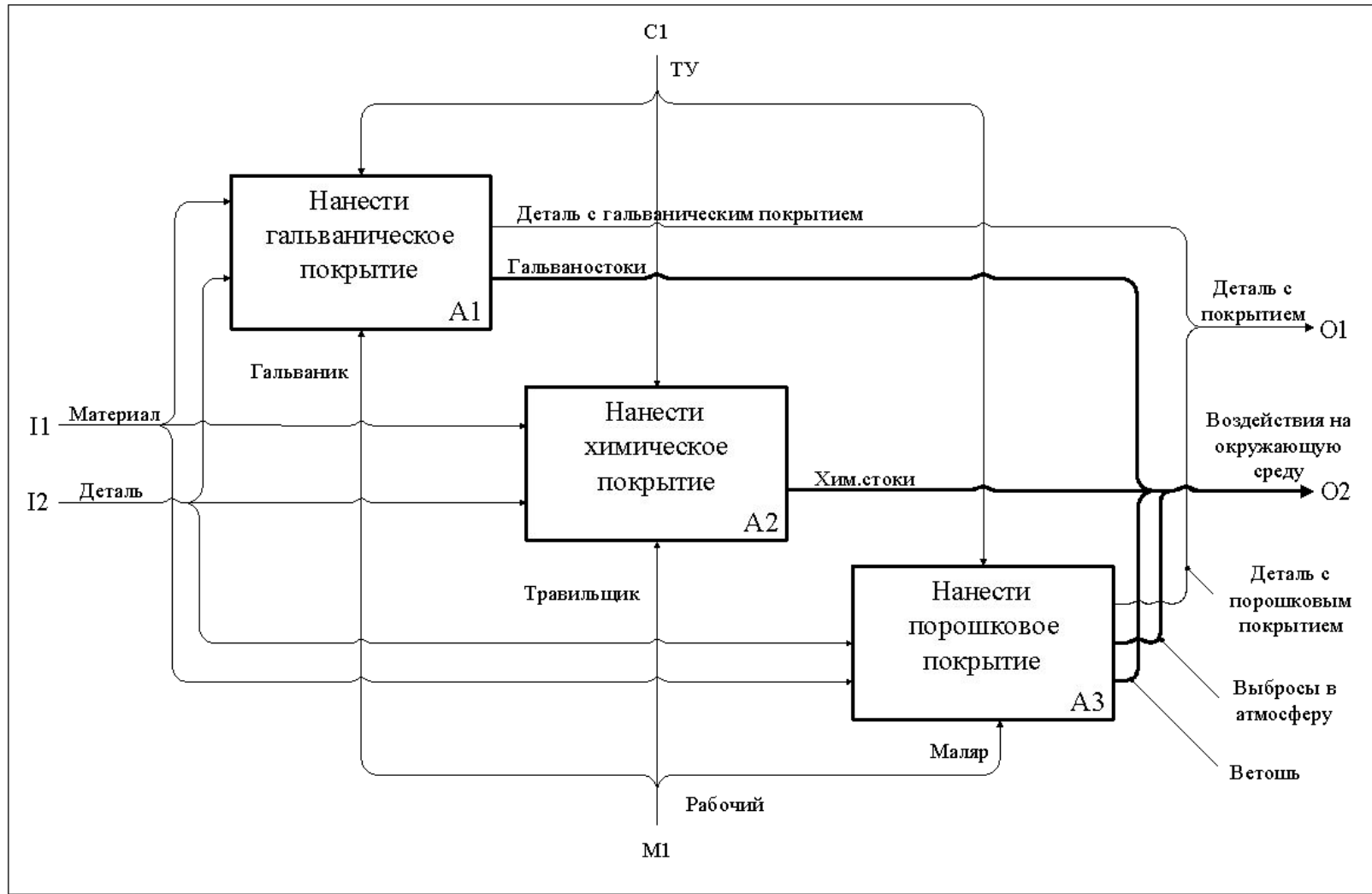
Цель: идентифицировать экологические аспекты покрасочного цеха при осуществлении деятельности "Нанести покрытие" для последующего уменьшения выбросов в атмосферу.

Нанести
гальваническое
покрытие
A1

Нанести
химическое
покрытие
A2

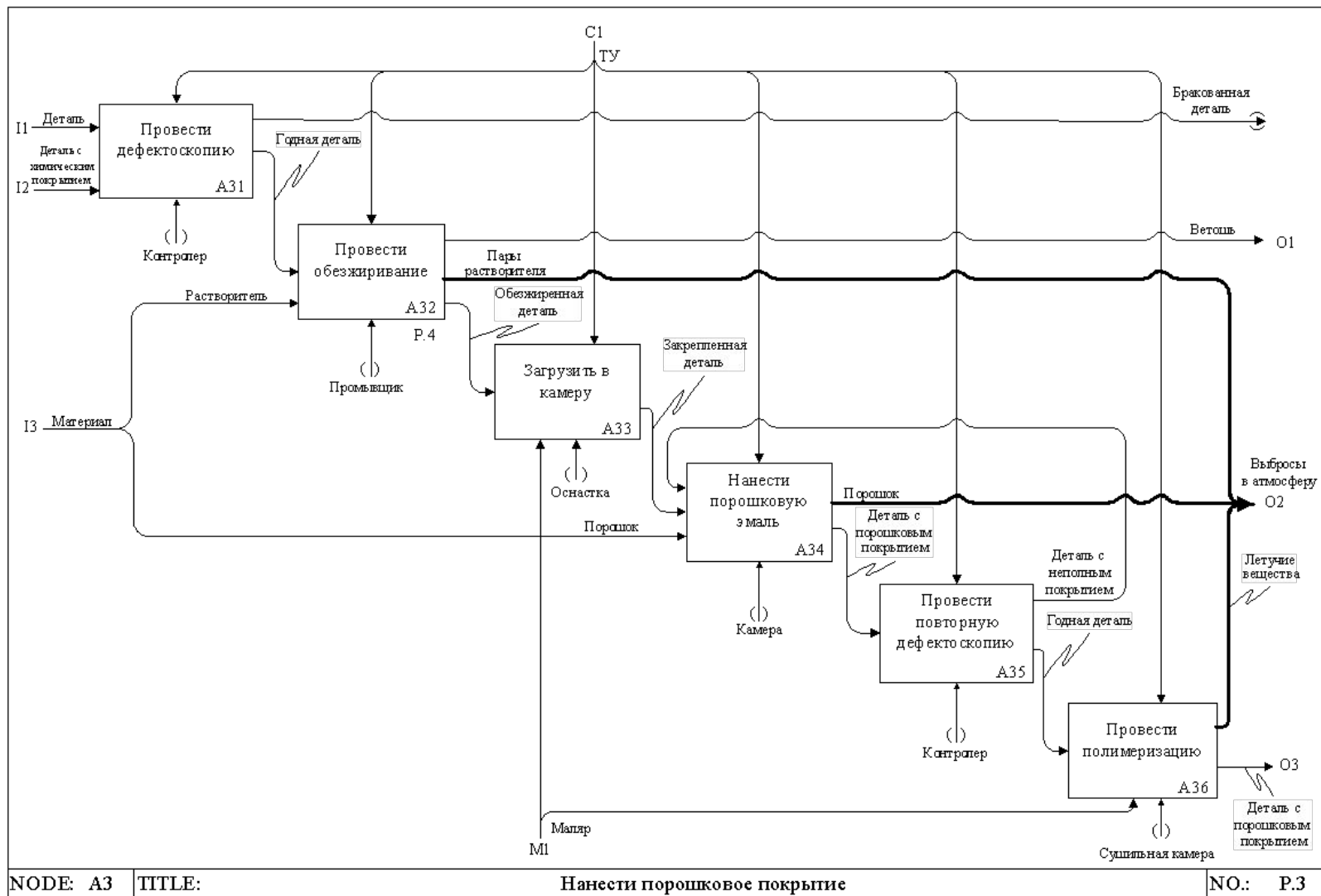
Нанести
порошковое
покрытие
A3





NODE: A0	TITLE: Нанести покрытие	NO.: P.2
----------	-------------------------	----------

Методология IDEF0



FME-анализ (*Failure Mode Effects Analysis*)

Компонент	Потенциальный дефект	Потенциальные причины	Потенциальные последствия	Возможность контроля	A	B	E	RPZ

При исследовании моделей определяются:

- 1. Параметр частоты возникновения дефекта (А).** Экспертная оценка, проставляемая по балльной шкале 0...10, балл 9 проставляется, когда оценка частоты возникновения составляет 1/4, когда выше, то ставят 10 баллов.
- 2. Параметр тяжести последствий для потребителя (В).** Экспертная оценка, проставляемая по балльной шкале 0...10, высший балл проставляется для случаев, когда последствия дефекта влекут юридическую ответственность.
- 3. Параметр вероятности необнаружения дефекта (Е).** Экспертная оценка, проставляемая по балльной шкале 0...10, высший балл проставляется для «скрытых» дефектов, которые не могут быть выявлены до наступления последствий.

Параметр риска RPZ

Определяется как произведение параметров частоты возникновения дефекта, тяжести последствий для потребителя и вероятности необнаружения дефекта

Параметр показывает, в каких отношениях друг к другу в настоящее время находятся причины возникновения дефектов

$$RPZ = A \times B \times E$$

FME-анализ (Failure Mode Effects Analysis)

Компонент	Потенциальный дефект	Потенциальные причины	Потенциальные последствия	Возможность контроля	A	B	E	RPZ
Машина	Большая поверхность испарения	Открытая конструкция ванны	Выброс паров растворителя в атмосферу	Визуальный контроль уровня растворителя в ванне	9	6	4	216
	Нарушение технологического процесса (норма загрузки ванны)	Неавтоматизированный процесс	Проливы, выброс паров растворителя в атмосферу	Визуальный контроль количества загружаемых деталей и уровня растворителя в ванне	3	6	4	72
Человек	-	-	-	-	-	-	-	-
Материал	Образование опасных концентраций растворителя в воздухе	Экологическая опасность растворителя	Вредное воздействие на окружающую среду, возможность отравления рабочего персонала	Периодический контроль (плановый)	9	10	8	720
Метод	-	-	-	-	-	-	-	-

Если один из показателей **A**, **B** или **E** равен 9 или 10, то, независимо от показателя RPZ, нужно разрабатывать мероприятия по снижению риска.

Если **RPZ больше 125**, то риск возникновения дефекта по рассматриваемой причине очень высок, и подлежит устранению в первую очередь путем разработки мероприятий.

Если параметр **RPZ** находится в пределах **от 40 до 100** – средний риск.

При уменьшении RPZ с величины 125 и выше, следует разрабатывать такие мероприятия, чтобы эта величина составила менее 100.

Если **RPZ меньше 40**, то это пренебрежимо малый риск.

Карта анализа и оценки рисков

условия возникновения	Опасность		Начальный риск		
	Описание Опасности и Наихудшие Последствия при отсутствии мер по Предотвращению или Уменьшению	Категория Ущерба/	Вероятность	Тяжесть	Уровень риска
		Затрагивает работников, активы, окружающую среду			

Меры управления		Остаточный риск		
Перечислить все настоящие и запланированные Меры управления, учитывая способствующие и усугубляющие факторы		Вероятность	Тяжесть	Уровень риска
Настоящие и запланированные меры Предотвращения для снижения Вероятности	Настоящие и запланированные меры Минимизации для снижения Тяжести			

Методика выявления, оценки и минимизации рисков

Процесс выявления опасностей и оценки рисков состоит из этапов:

▪ сбор предварительной информации;

▪ выявление опасностей:

- нормальные условия работы - возникновение воздействия (рисков) в запланированном режиме работы, включая режим пуска/останова;
- аварийные ситуации – возникновение воздействия/риска при внезапной (незапланированной) реализации потенциального опасного события
- стандартная деятельность, выполняемая регулярно (в том числе: плановые и текущие ремонты, строительство, удаление отходов и др.);
- нестандартная деятельность, выполняемая эпизодически (например, зачистка резервуаров от нефтешлама);
- деятельность подрядных организаций;
- вспомогательные процессы: транспортировка и хранение сырья, материалов, реагентов, энергоносителей, готовой продукции, отходов, использование автотранспорта и спецтехники;
- использование сырья, материалов, химикатов и т.п.;
- опасности и риски, связанные с ранее выполняемой деятельностью (места старого загрязнения почв, радиоактивное загрязнение и т.д.);
- потенциальные опасности и риски, связанные с планируемыми (проектируемыми) видами деятельности

Пример каталога опасностей

	ОПАСНОСТЬ	РИСК
ОПАСНОСТИ И РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С ТРАНСПОРТОМ		
Н	Движущийся автотранспорт	Наезд, травма
А		ДТП. Травма, Ущерб имуществу
Н		Падение с автотранспорта, травма
А	Движущийся авиатранспорт	Падение, травма
Н	Движущийся водный транспорт	Падение, травма, утопление
Н	Движущийся подземный транспорт	Падение с перрона, травма
А		ДТП, травма
Н	Передвижные краны	Падение грузов, наезд, травмы, ущерб оборудованию
Н	Автоцистерны с жидкими опасными веществами	ДТП, утечки, пожары, взрывы, травмы, ущерб окружающей среде
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ПЕРЕПАДОМ ВЫСОТ		
Н	Перепад высот положительный (высота)	Падение, травма
Н	Перепад высот отрицательный (глубина)	Падение, травма
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ЕМКОСТЯМИ, ТРУБОПРОВОДАМИ, ЗАПОЛНЕННЫМИ ЖИДКОСТЯМИ, ГАЗОМ		
Н	Опасные Жидкости в трубопроводах и резервуарах (резервуары наземные, резервуары подземные, трубопроводы)	Падение, утопление, ошпаривание
Н		Выбросы в атмосферу от дыхательных клапанов
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ОБРУДОВАНИЕМ		
Н	Движущиеся части оборудования	Затягивание, защемление, травма
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ЭРГНОМИКОЙ		
Н	Узкие места проходов, загромождение оборудованием и материалами	Столкновения персонала, защемления, удары, травмы
Н	Ограниченный вход, выход	Удушье, травмы, стресс
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С РУЧНЫМ ТРУДОМ		
Н	Подъем предметов и инструментов	Травмы опорно-двигательной системы
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗЛУЧЕНИЕМ		
Н/А	Ионизирующее излучение от естественных и искусственных источников (рентген)	Радиоактивное облучение
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ДАВЛЕНИЕМ		
А	Оборудование и установки под давлением воздуха, жидкости	Разгерметизация, пожар, взрыв, травмы, ущерб оборудованию
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ		
Н	Низкая температура воздуха	Переохлаждение, обморожение
Н		Промерзание коммуникаций (труб и др.)
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ		
Н/А	Жидкие и горючие опасные химические вещества	Контакты с кожей, травмы
Н/А		Контакты с глазами, поражение глаз
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ		
Н	Алкоголь, наркотики, психотропные средства	Отравления, снижение внимания, рискованные действия персонала

Матрица анализ риска

ТЯЖЕСТЬ	ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ			ВЕРОЯТНОСТЬ					
	ЛЮДИ	СООРУЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ	ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	1	2	3	4	5	
				Невероятно	Маловероятно	Возможно	Вероятно	Весьма вероятно	
Несущественный	Без травмы или заболевания	Потенциал к ущербу, незначительный, быстроустранимый ущерб	-1						
Незначительный	Согласно КТ - 55. Классификатор происшествий.								
Значительный				-3					
Крупный				-4					
Катастрофический	Групповой смертельный случай	ЧС	-5						

Методика выявления, оценки и минимизации рисков

Процесс выявления опасностей и оценки рисков состоит из этапов:

- сбор предварительной информации;
- выявление опасностей;
- определение вероятности возникновения рисков:
 - как часто будет выполняться этот вид работ? Ежедневно, еженедельно, ежемесячно, ежегодно?
 - как часто случались нежелательные события на участке при выполнении работ этого вида с этими людьми / активами раньше?
 - как часто происходили нежелательные события при выполнении работ этого вида?
 - какие профилактические мероприятия для контроля этого риска действуют на объекте? Случались ли сбои с этими мероприятиями в прошлом?
 - какие факторы, способствующие риску или усиливающие его, могут повлиять на вероятность?

Матрица определения вероятности события

Невероятно	Маловероятно	Возможно	Вероятно	Весьма вероятно
1	2	3	4	5
Вероятность реализации риска для заболеваний, травм				
Менее 0.1 случаев на 1000 человек/ в год	от 0.1-1 случаев на 1000 человек/ в год	от 1 - 2 случаев на 1000 человек/ в год	от 2 - 3 случаев на 1000 человек/ в год	3 и более случаев на 1000 человек/ в год
Вероятность реализации риска для профессиональных заболеваний/ смертельных случаев				
Были единичные случаи в прошлом	от 0.02- 0.04 случаев на 1000 человек/ в год.	от 0.04-0.009 случаев на 1000 человек/ в год	от 2-3 случаев на 1000 человек/ в год	3 и более случаев на 1000 человек/ в год
Вероятность реализации для ущерба имуществу				
Случается в нашей практике менее 1 раза в 5 лет	Случается в нашей практике 1 раз в 5 лет	Случается в нашей практике 1 раз в 3 года	Случается в нашей практике 1 раз в год	Случается в нашей практике более 1 раза в 3 год
Другие позиции				
Нет сведений, что это случалось в данном подразделении	Случается раз в 10 лет в большинстве ДЗО	Случается несколько раз в год с большинстве ДЗО	Случается несколько раз в год на большинстве объектов	Случается несколько раз в месяц на большинстве объектов

Методика выявления, оценки и минимизации рисков

Процесс выявления опасностей и оценки рисков состоит из этапов:

- сбор предварительной информации;
- выявление опасностей;
- определение вероятности возникновения рисков;
- определение тяжести последствий;
 - какова типичная степень тяжести этого нежелательного события на участке и других предприятиях?
 - какие факторы, способствующие риску или усиливающие его, могут повлиять на степень тяжести?
 - какие мероприятия по снижению этого риска действуют на вашем рабочем участке, чтобы свести к минимуму степень тяжести этого нежелательного события? Случались ли сбои с этими мероприятиями в прошлом?

Матрица определения степени тяжести события

Приемлемая	Незначительная	Значительная	Крупная	Катастрофическая
-1	-2	-3	-4	-5
Без травмы или заболевания; Потенциал к ущербу, незначительный, быстроустранимый ущерб	Согласно КТ – 55. Классификатор происшествий			Групповой смертельный случай; ЧС
Потенциальный ущерб для имущества*				
(материальные потери=восстановительная стоимость утерянного имущества+ затраты на ликвидацию+ недополученная прибыль)				
до 300 тыс. руб.	от 300 тыс. до 3000 тыс. руб.	от 3001 тыс. до 15000 тыс. руб.	от 15001 тыс. до 30000 тыс. руб.	свыше 30000 тыс. руб.

Степень риска и предпринимаемые действия

Степень риска	Предпринимаемые действия
Катастрофический	Незамедлительная реакция, <u>задание не может быть продолжено</u> , высокая вероятность серьезных последствий. Необходимо пересмотреть и по-новому поставить задачу, или предпринять меры для уменьшения рисков. Такие меры должны еще раз пройти полную оценку и получить согласование до начала выполнения задания.
Крупный	Задание может быть продолжено <u>только</u> после согласования с руководителем (менеджером) на основе консультаций со специалистами и группой по оценке рисков. По возможности, следует по-новому поставить задачу, учитывая соответствующие опасности, или сократить риски до начала выполнения задания. Мероприятия по исключению данного риска должны быть обязательно запланированы
Значительный	Можно продолжить выполнение задания, но при этом следует строго контролировать выполнение работ и проводить мониторинг, предусмотрев возможность дальнейшего снижения риска
Незначительный	Приемлемый уровень опасности, однако, необходимо еще раз рассмотреть возможность дальнейшего снижения рисков.
Приемлемый	Приемлемые уровни риска, нет необходимости в принятии дальнейших мер.

Методика выявления, оценки и минимизации рисков

Процесс выявления опасностей и оценки рисков состоит из этапов:

- сбор предварительной информации;
- выявление опасностей;
- определение вероятности возникновения рисков;
- определение тяжести последствий;
- оценка рисков;
- определение действующих мер снижения и минимизации рисков
 - Устранение
 - Замещение
 - Изоляция
 - Ограждение / изоляция людей
 - Безопасные системы работы
 - Адекватный надзор
 - Обучение
 - Информация / инструктаж
 - Средства индивидуальной защиты

Карта анализа и оценки рисков

Условия возникновения	Опасность Описание опасности и наихудшие последствия при отсутствии мер по предотвращению или уменьшению	Начальный риск			Меры управления Настоящие и запланированные меры предотвращения и снижения тяжести последствий	Остаточный риск		
		Вероятность	Тяжесть	Уровень риска		Вероятность	Тяжесть	Уровень риска
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ОБОРУДОВАНИЕМ								
Эксплуатация оборудования (отказ центробежного насоса, системы транспортировки/ подготовки пульпы в процессе закачки)	Затруднения в приготовлении пульпы с заданными технологическими параметрами	4	-1	-4	Установка дублирующего центробежного насоса Осмотр и техническое обслуживание насосов	1	-1	-1
Высокое напряжение электрического тока (работа с электрооборудованием)	Ожоги и травмы от поражения электрическим током Возгорание или пожар от короткого замыкания	3	-2	-6	Применение СИЗ, обучение методам оказания первой помощи Эксплуатация оборудования в соответствии с требованиями правил, соблюдение регламентов	2	-2	-4
Поломка, отключение электроэнергии	Отказ оборудования в процессе закачки пульпы Расслоение пульпы в стволе скважины и перекрытие твердыми частицами пульпы интервала перфорации	3	-3	-9	Использование цементировочного агрегата для промывки скважины	2	-3	-6
Эксплуатация оборудования (агрессивный износ элементов линий низкого давления установки и приёмного узла)	Разлив рабочей жидкости, загрязнение окружающей среды Замедление/остановка бурового процесса	3	-2	-6	Монтаж элементов линий, подверженных повышенному износу (гусаки, колена) производится на хомутовых соединительных муфтах	2	-2	-4
Эксплуатация оборудования (некачественный цементаж скважины)	Миграция закачанного продукта в другие горизонты формации, попадание в подземные воды или продуктивные нефте/ газосодержащие пласты Остановка процесса				Контроль качества выполнения работ по цементированию	1	-3	-3
ОПАСНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ								
Пересечение трещиной тектонического разлома	Выход отходов на поверхность или миграция в нежелательные пласты (продуктивные или пресноводные) Ограничение полудлины трещины (снижение емкости объекта)				Проведение вероятностного анализа при моделировании Использование структурных карт и сейсмических разрезов при определении места расположения скважины	1	-4	-4
Пересечение трещиной эксплуатационной скважины	Выход из строя эксплуатационной скважины Миграция отходов вдоль ствола и их попадание в нежелательные зоны				Проведение вероятностного анализа при моделировании Тщательный контроль траектории скважины при бурении	1	-4	-4

Методы анализа (самостоятельное изучение)

Методы экспертных оценок. Метод Дельфи

Методы проверочного листа, контрольных карт и «Что будет, если ...»

Анализ видов, последствий и критичности отказов

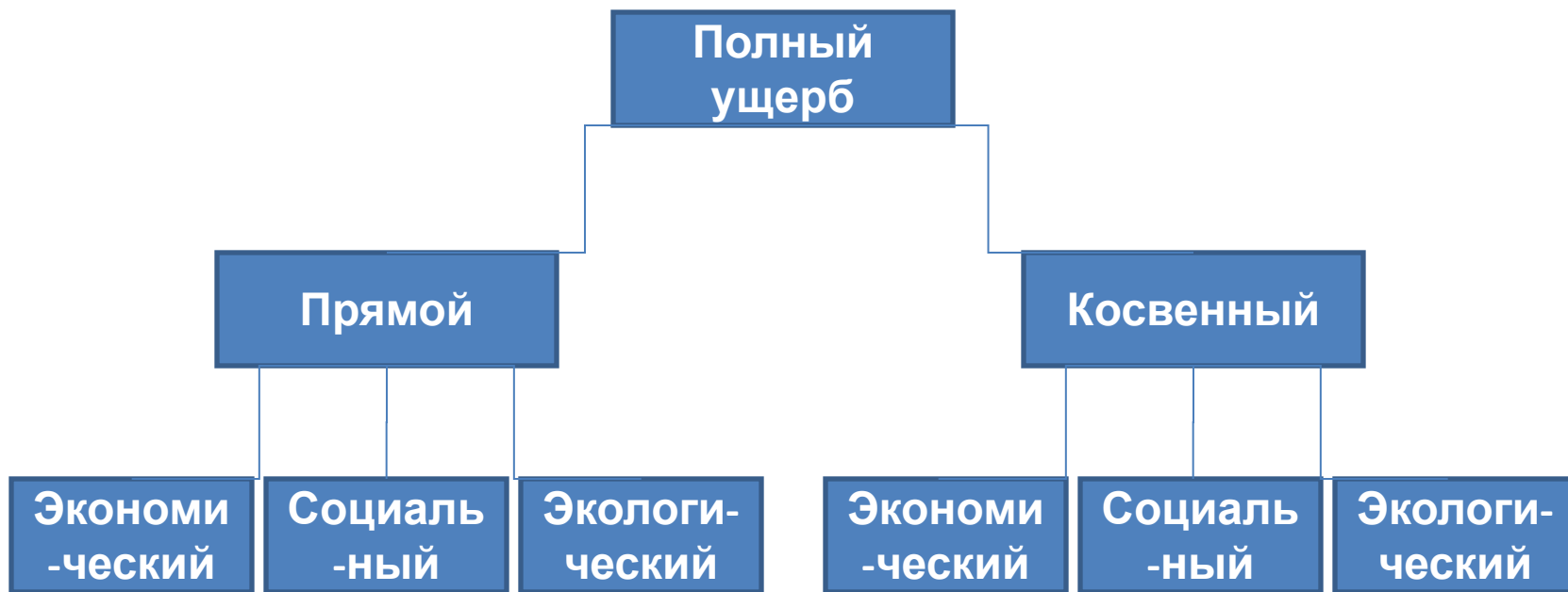
Изучение опасностей и работоспособности системы (HAZOP)

Типы групповых экспертных процедур:

1. открытое обсуждение поставленных вопросов с последующим открытым или закрытым голосованием;
2. свободное высказывание без обсуждения и голосования;
3. закрытое обсуждение с последующим закрытым голосованием или заполнением анкет экспертного опроса

<i>Сильные стороны (Strengths)</i>	<i>Возможности (Opportunities)</i>
Преимущества; особенности, предоставляющие дополнительные возможности. Сила может заключаться в имеющемся опыте, доступе к уникальным ресурсам, наличии передовой технологии и современного оборудования, высокой квалификации персонала, высоком качестве выпускаемой вами торговой марки и т.п.	Факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества Вашей организации на рынке; слабые стороны, которые могут стать сильными.
<i>Слабые стороны (Weaknesses)</i>	<i>Угрозы (Threats)</i>
Недостатки; отсутствие чего-то важного для функционирования предприятия или то, что пока не удастся по сравнению с другими компаниями и ставит вас в неблагоприятное положение. В качестве примера слабых сторон можно привести слишком узкий ассортимент выпускаемых товаров, плохую репутацию компании на рынке, недостаток финансирования, низкий уровень сервиса и т.п.	События, наступление которых может оказать неблагоприятное воздействие на ваше предприятие. Примеры рыночных угроз: выход на рынок новых конкурентов, рост налогов, изменение вкусов покупателей, снижение рождаемости и т.п. Сильные стороны, которые могут перейти в слабые.

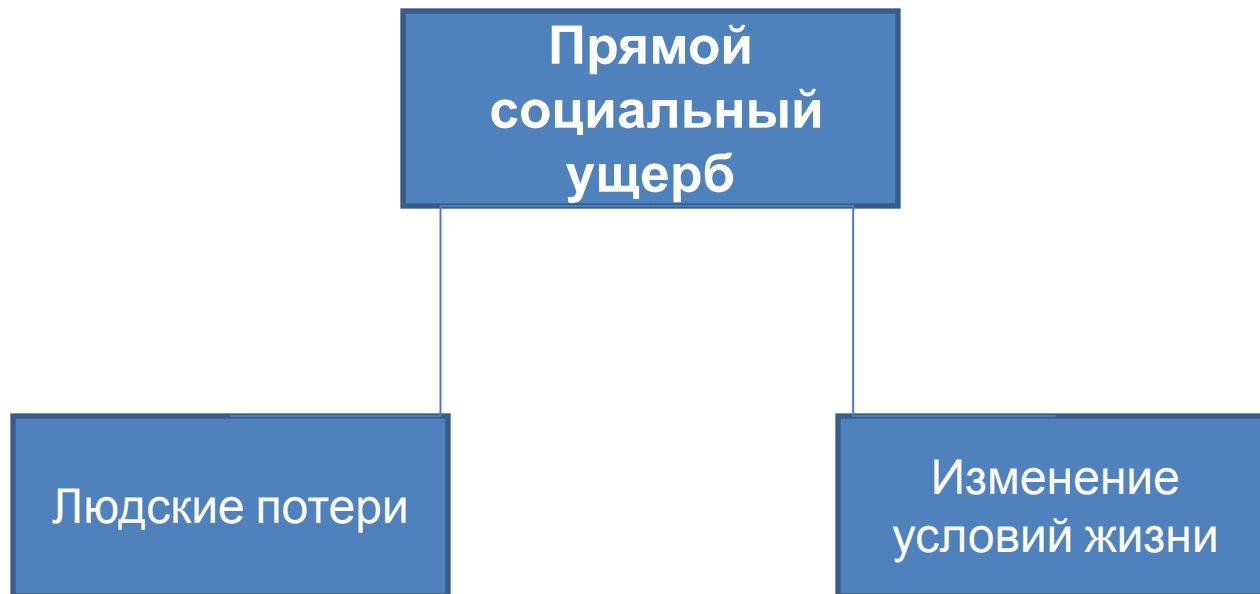
Структура полного ущерба



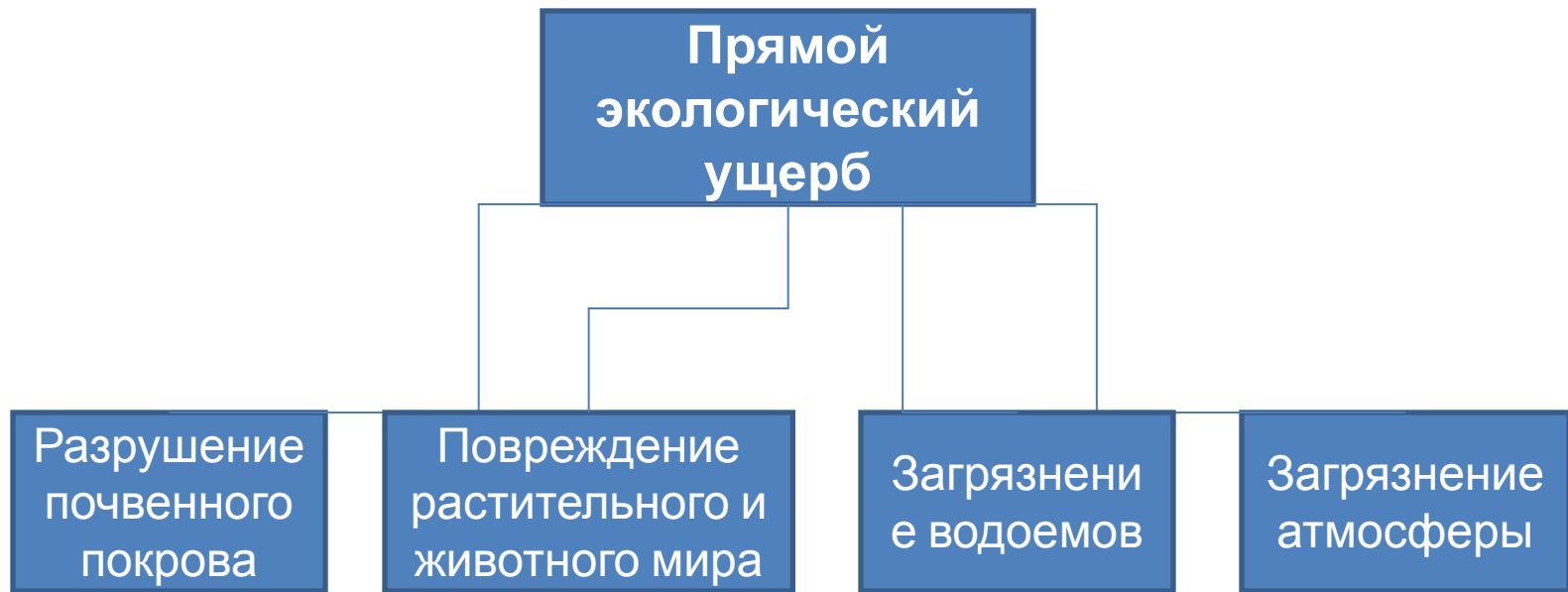
Составляющие прямого экономического ущерба



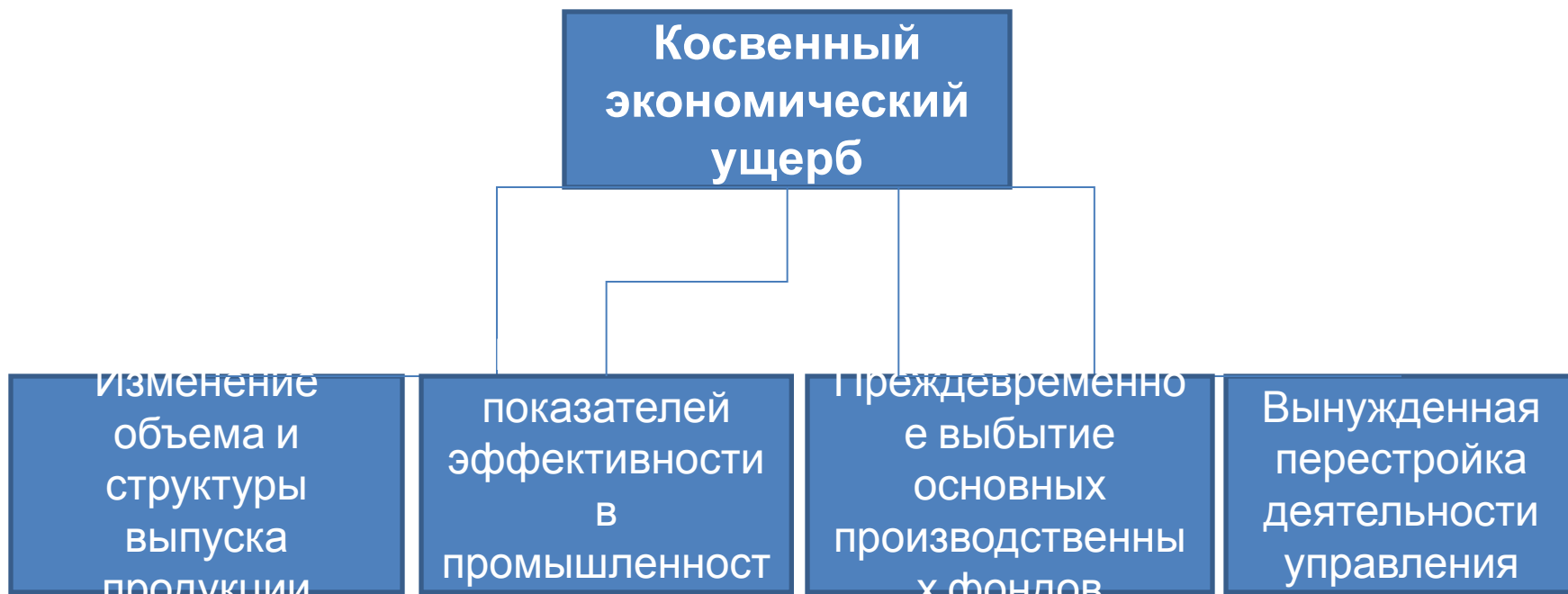
Составляющие прямого социального ущерба



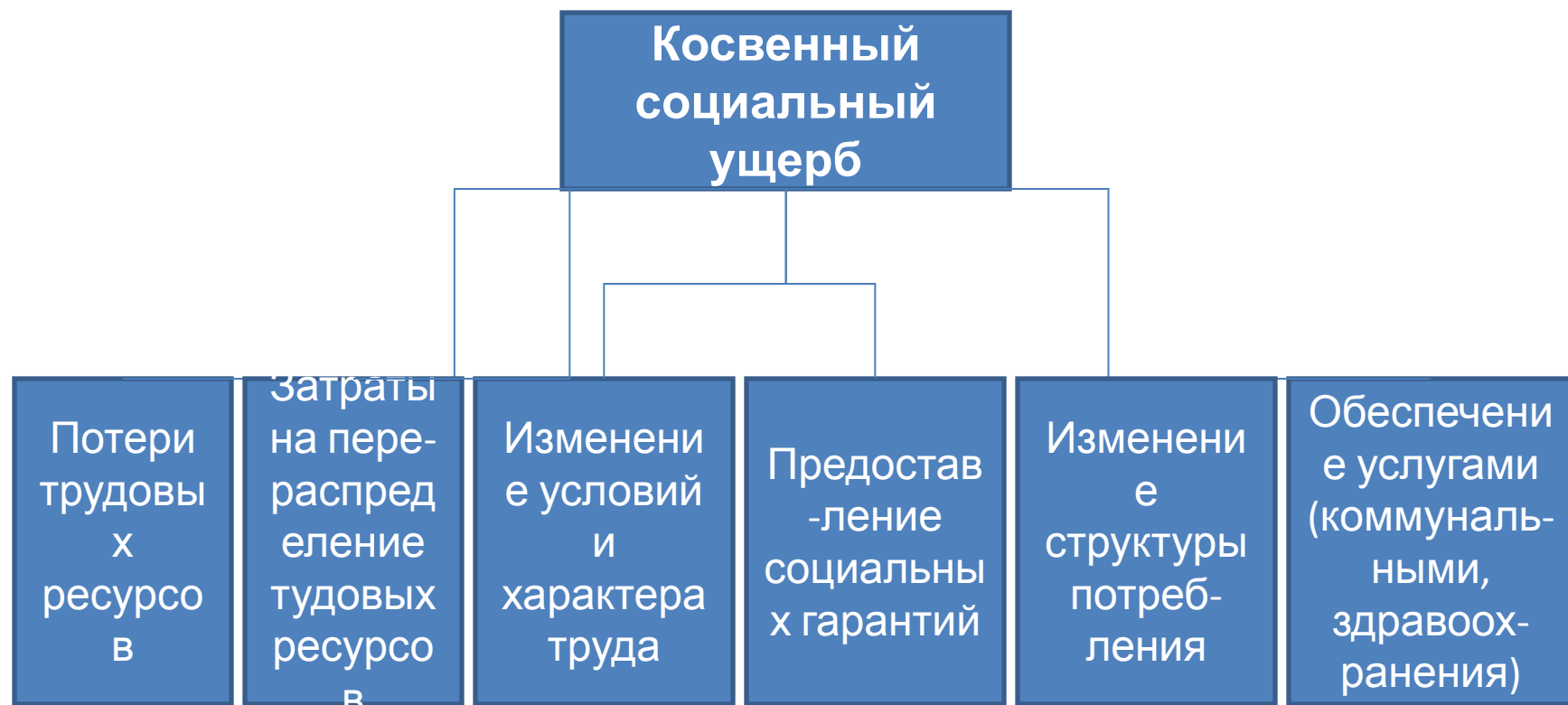
Составляющие прямого экологического ущерба



Факторы, формирующие косвенный экономический ущерб



Факторы, формирующие косвенный социальный ущерб



Факторы, формирующие косвенный экологический ущерб

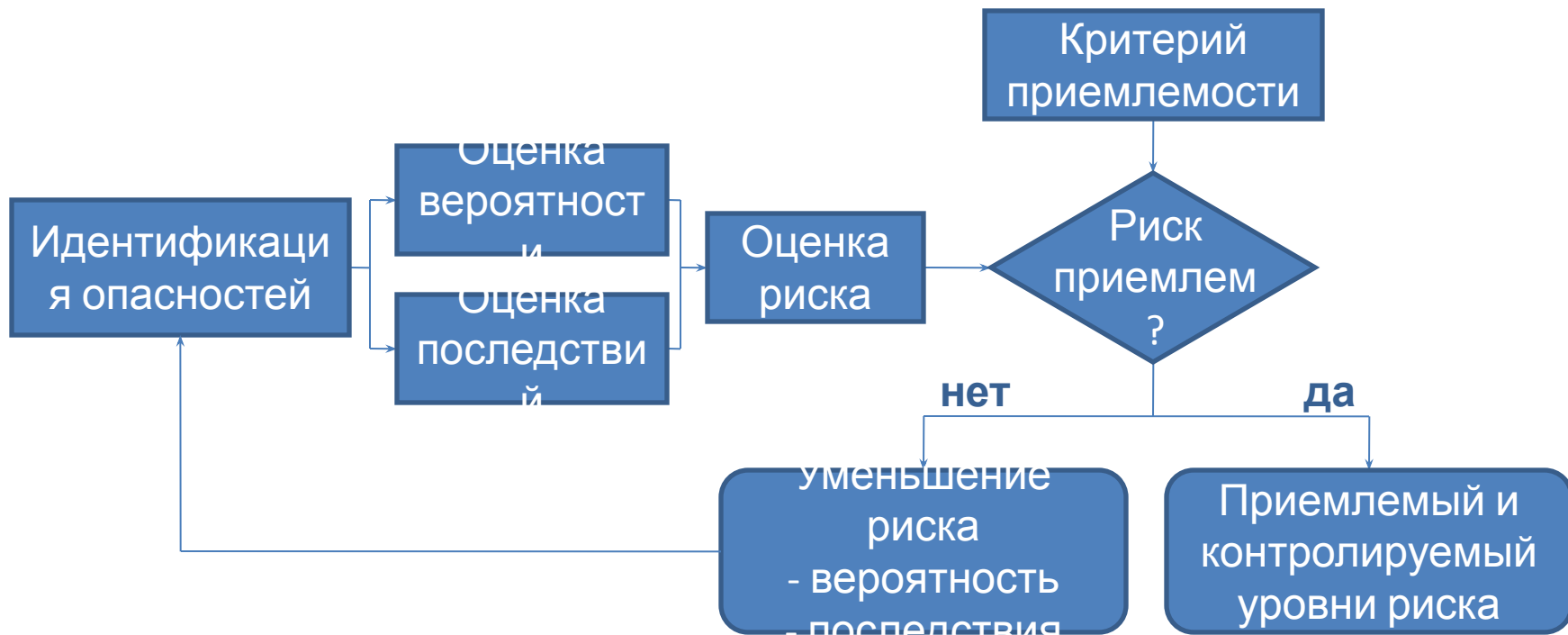




Управление риском

Содержание

Алгоритм анализа техногенного риска



Процесс управления риском включает в себя следующие этапы:

- выявление предполагаемого риска;
- принятие плана действий по снижению риска;
- выбор метода предупреждения и снижения риска;
- реализация выбранных методов;
- оценка результата.

Снижения уровня опасности можно добиться несколькими способами:

- повысить надежность технологического оборудования;
- вывести объект за пределы населенных мест;
- уменьшить количество ОВ;
- повысить защиту населения и запретить в опасной зоне строительство зданий и сооружений.

Выбор планируемых для внедрения мер безопасности имеет следующие приоритеты:

1) меры уменьшения вероятности возникновения аварийной ситуации, включающие:

- меры уменьшения вероятности возникновения инцидента;
- меры уменьшения вероятности перерастания инцидента в ЧС;

2) меры уменьшения тяжести последствий аварии, которые, в свою очередь, имеют следующие приоритеты:

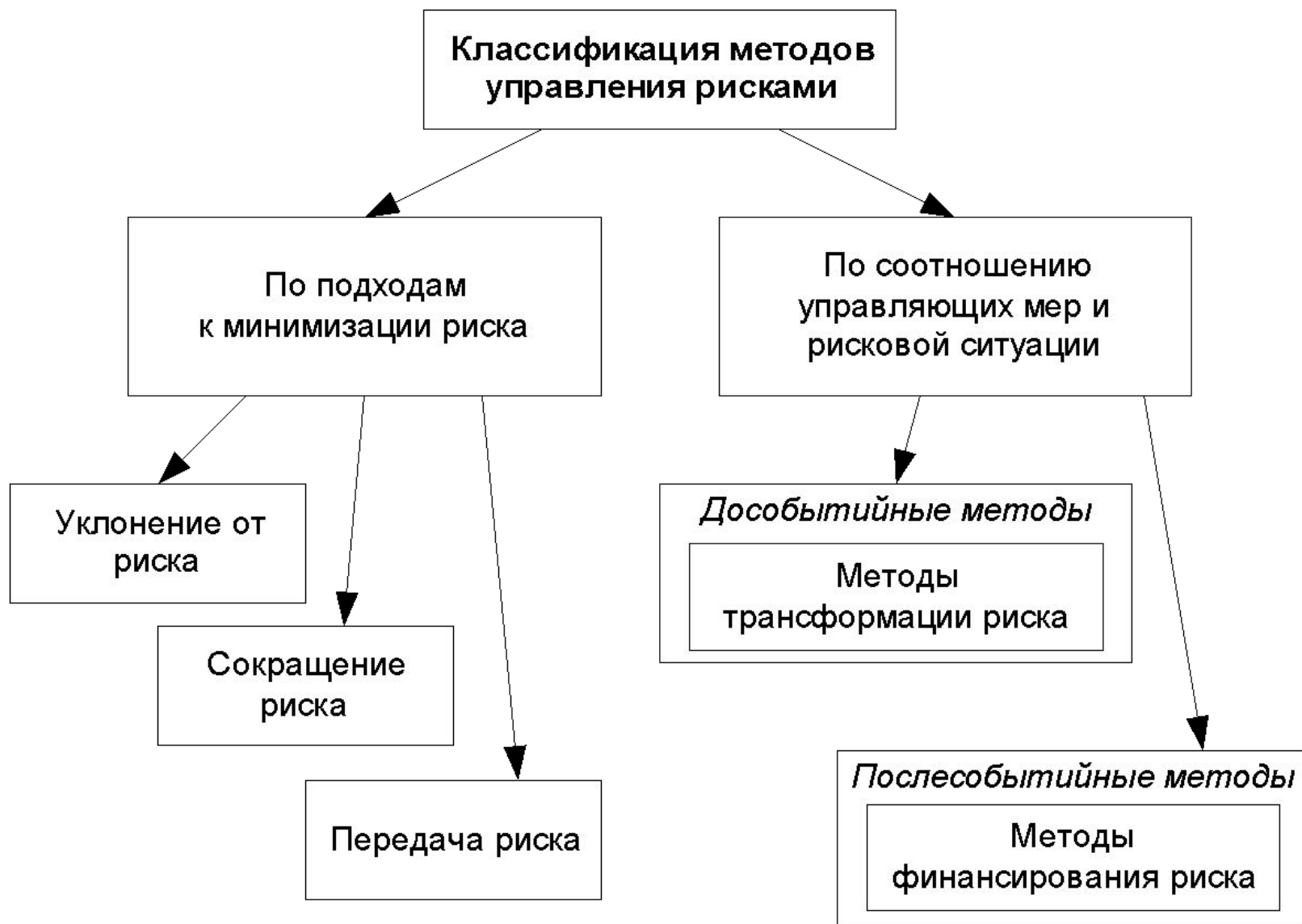
- меры, относящиеся к системам противоаварийной защиты и контроля;
- меры, касающиеся готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации последствий аварий.

При необходимости обоснования и оценки эффективности предлагаемых мер уменьшения риска рекомендуется придерживаться двух альтернативных целей их оптимизации:

1) при заданных средствах обеспечить максимальное снижение риска эксплуатации опасного производственного объекта;

2) обеспечить снижение риска до приемлемого уровня при минимальных затратах.

Управление рисками



Методы управления риском

Дособытийные методы управления рисками – осуществляемые заблаговременно мероприятия, направленные на изменение существенных параметров риска (вероятность наступления, размеры ущерба)

Послесобытийные методы управления рисками осуществляются после наступления ущерба и направлены на ликвидацию последствий

Методы управления риском

Уклонение от риска (избежание риска) – это набор мероприятий, приводящих к полному избеганию влияния неблагоприятных последствий рискованной ситуации

Сокращение (снижение) риска – это действия, приводящие к уменьшению ущерба. В данном случае фирма принимает риски на себя

Передача (перенос) риска – это меры, позволяющие переложить ответственность и возмещение возникающего вследствие наступления рискованной ситуации ущерба на другого субъекта



Системный анализ и моделирование

Содержание

Комплекс элементов, находящихся во взаимодействии

Множество элементов с соотношением между ними и между их атрибутами

Совокупность элементов, организованных таким образом, что изменения, исключения или введение нового элемента закономерно отражаются на остальных элементах

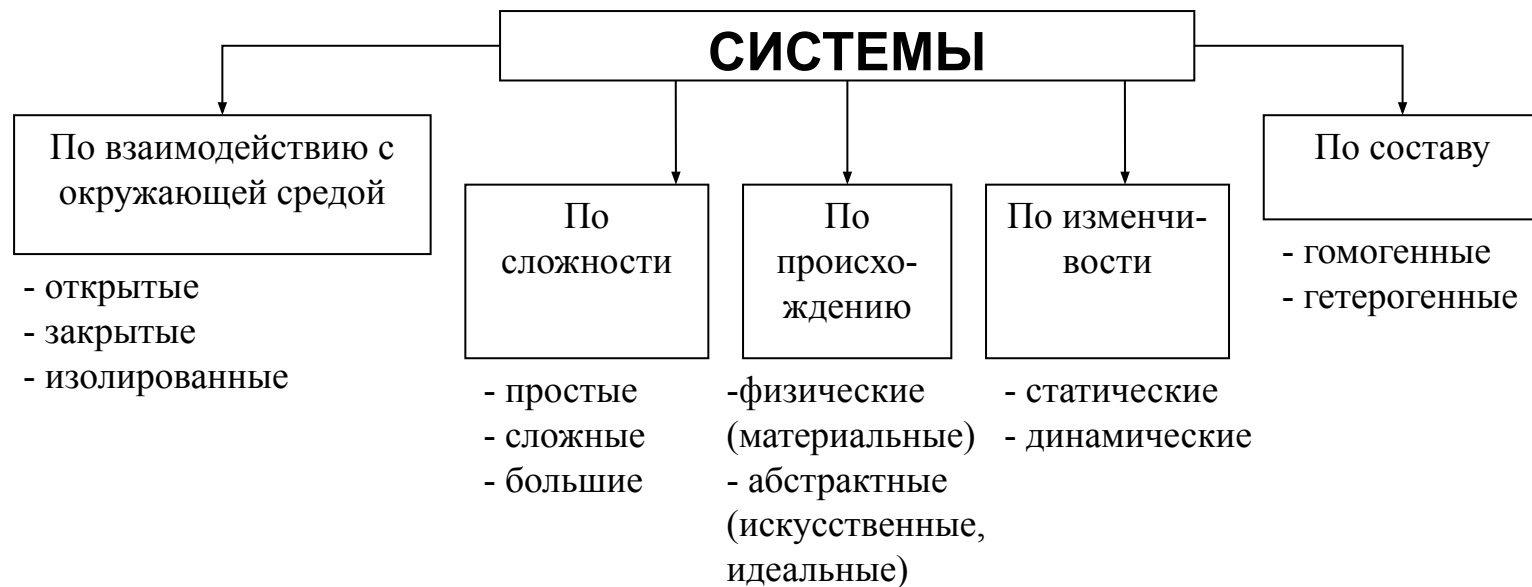
Система (греч.- «составленное из частей», «соединение» от «соединяю») - объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе

Система (греч.- «составленное из частей», «соединение» от «соединяю») - объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе

Элементы - условно неделимые и самостоятельно функционирующие части системы

Компоненты (подсистемы) - совокупности относительно однородных элементов, объединенных общими функцией и ресурсом

Классификация систем



Классификация систем

1. **Техническая система** - материальная система, которая решает задачи по составленным человеком программам; сам человек при этом не является элементом таких систем (автомобиль, холодильник, компьютер)
2. **Эргатическая система**- это система, составным элементом которой является человек-оператор (шофер за рулем автомобиля, рабочий, вытачивающий деталь на токарном станке).
3. **Технологическая система** - это совокупность операций (процессов) в достижении некоторых целей
4. **Экономическая система** - это система отношений (процессов), складывающихся в экономике
5. **Социальная система** - совокупность мероприятий, направленных на социальное развитие жизни людей (улучшение социально-экономических и производственных условий труда, усиление его творческого характера, улучшение жизни работников, улучшение жилищных условий)
6. **Организационная система** - совокупность элементов, обеспечивающих координацию действий, правильное функционирование и развитие основных функциональных элементов объекта

Классификация систем по сложности

К. Боулдинг

Тип системы	Уровень сложности	Примеры
Неживые системы	Статические структуры (остовы)	Кристаллы
	Простые динамические структуры с заданным законом поведения	Часовой механизм
	Кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи	Термостат
Живые системы	Открытые системы с самосохраняемой структурой (первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое)	Клетки
	Живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию	Растения
	Живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие самосознанием	Животные
	Системы, характеризующиеся самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением	Люди
	Социальные системы	Социальные организации
	Трансцендентные системы или системы, лежащие в настоящий момент вне нашего познания	-

1. Закономерности взаимодействия части и целого

- 1.1. Эмерджентность (или интегративность)
- 1.2. Целостность
- 1.3. Синергизм

2. Закономерности иерархической упорядоченности систем

- 2.1. Коммуникативность
- 2.2. Иерархичность

3. Энтропийные закономерности

- 3.1. Принцип компенсации энтропии

4. Закономерности развития

- 4.1. Закономерность развития во времени – историчность
- 4.2. Рост и развитие
- 4.3. Закономерность неравномерного развития и рассогласования темпов выполнения функций элементами системы
- 4.4. Эквифинальность

5. Другие общесистемные закономерности

- 5.1. Полисистемность
- 5.2. Противодействие системы внешнему возмущению
- 5.3. Закономерность «наиболее слабых мест»

Понятие системного анализа

Системный анализ – одно из направлений системного подхода к изучению больших и/или сложных систем, предполагающее мысленное расчленение сложного (целого) объекта для выявления его наиболее существенных частей - компонентов и свойств

Системный подход – это направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит рассмотрение объектов как системы.

Системный синтез – направление системного подхода, концентрирующее внимание на органическом соединении различных частей рассматриваемого сложного объекта в единое, целостное образование, уже обладающего качественно новыми свойствами, включая и способность к самоорганизации путем усложнения и дифференциации.

Подходы к анализу и проектированию систем

- **Системно-элементный подход:** отвечает на вопрос, из чего (каких элементов) образована система
- **Системно-структурный подход** направлен на выявление компонентного состава системы и связей между ними, обеспечивающих целенаправленное функционирование (предметами исследований являются состав, структура, конфигурация, топология и т.п.)
- **Системно-функциональный подход** направлен на рассмотрение системы с точки зрения ее поведения в среде для достижения целей. В данном случае рассматриваются динамические характеристики, устойчивость, живучесть, эффективность, т. е. все то, что при неизменной структуре системы зависит от свойств ее элементов и их отношений.

- **Системно-генетический подход (или системно-исторический) подход** направлен на изучение системы с точки зрения ее развития во времени.
- **Системно-коммуникативный подход** направлен на изучение системы с точки зрения ее отношений с другими, внешними по отношению к ней, системами.
- **Системно-управленческий подход** направлен на изучение системы с точки зрения обеспечения ее целенаправленного функционирования в условиях внутренних и внешних возмущений.
- **Системно-информационный подход** направлен на изучение системы с точки зрения передачи, получения, хранения и обработки данных внутри системы и в связи со средой.

Принципы системного анализа

1. При интерпретации объекта как системы каждый элемент следует описывать не как таковой, а с учетом его места в системе.
2. Исследование системы необходимо проводить неотделимо от исследования окружающей ее среды.
3. Центральным моментом системного исследования должно быть изучение порождения свойств целого из свойств элементов и наоборот.
4. В системном исследовании следует стремиться устанавливать не только чисто причинные объяснения функционирования и развития объекта, но и их целесообразность.
5. Источник преобразований системы следует искать в ней самой; нередко он связан с ее самоорганизацией и самонастройкой.
6. Необходимыми частями системного исследования нужно считать выявление целостности объекта, изучение его внутренних и внешних связей, структуры и функций, определение системообразующих факторов, интегральных свойств и показателей

Системный подход – это методология научного познания и практической деятельности, а также объяснительный принцип, в основе которых лежит рассмотрение объекта как системы

Основной акцент при применении системного подхода делается на ***анализе целостных свойств объекта, выявлении его различных связей и структуры, особенностей функционирования и развития***

Анализ – процесс разделения целого на части

Синтез – построение целого из частей

Этапы методик системного анализа по С. Оптнеру:

1. Идентификация симптомов.
2. Определение актуальности проблемы.
3. Определение цели.
4. Вскрытие структуры системы и ее дефектных элементов.
5. Определение структуры возможностей.
6. Нахождение альтернатив.
7. Оценка альтернатив.
8. Выбор альтернативы.
9. Составление решения.
10. Признание решения коллективом исполнителей и руководителей.
11. Запуск процесса реализации решения
12. Управление процессом реализации решения.
13. Оценка реализации и ее последствий

Этапы методик системного анализа по С. Янгу:

1. Определение цели системы.
2. Выявление проблем организации.
3. Исследование проблем и постановка диагноза
4. Поиск решения проблемы.
5. Оценка всех альтернатив и выбор наилучшей из них.
6. Согласование решений в организации.
- 7 Утверждение решения.
8. Подготовка к вводу.
9. Управление применением решения.
10. Проверка эффективности решения

Этапы методик системного анализа по Ю.И. Черняку:

1. Анализ проблемы.
2. Определение системы.
3. Анализ структуры системы.
4. Формирование общей цели и критерия.
5. Декомпозиция цели и выявление потребности в ресурсах и процессах.
6. Выявление ресурсов и процессов — композиция целей.
7. Прогноз и анализ будущих условий.
8. Оценка целей и средств.
9. Отбор вариантов.
10. Диагноз существующей системы.
11. Построение комплексной программы развития.
12. Проектирование организации для достижения целей.

Этапы системного анализа:

1. Определить границы исследуемой системы
2. Определить все подсистемы, в которые входит исследуемая система в качестве части.
3. Определить основные черты и направления развития всех надсистем, которым принадлежит данная система в частности, сформулировать их цели и противоречия между ними.
4. Определить роль исследуемой системы в каждой надсистеме, рассматривая эту роль как средство достижения целей надсистемы. Следует рассмотреть при этом два аспекта: идеализированную, ожидаемую роль системы с точки зрения надсистемы, т. е. те функции, которые следовало бы выполнять, чтобы реализовать цели надсистемы; реальную роль системы в достижении целей надсистемы.

Этапы системного анализа:

5. Выявить состав системы, т. е. определить части, из которых она состоит.
6. Определить структуру системы, представляющую собой совокупность связей между ее компонентами.
7. Определить функции активных элементов системы, их «вклад» в реализацию роли системы в целом.
8. Выявить причины, объединяющие отдельные части в систему, в целостность.
9. Определить все возможные связи, коммуникации системы с внешней средой.
10. Рассмотреть исследуемую систему в динамике, в развитии.

Модель (в широком понимании) – это образ (в том числе условный или мысленный) какого-либо объекта или системы объектов, используемый при определенных условиях в качестве их «заместителя» или «представителя»

Модель – это упрощенное подобие объекта, которое воспроизводит интересующие нас свойства и характеристики объекта-оригинала или объекта проектирования.

Моделирование – это построение, совершенствование, изучение и применение моделей реально существующих или проектируемых объектов (процессов и явлений)

Основных причины для моделирования объектов и процессов:

- 1.Сложность реальных объектов.** Число факторов, которые относятся к решаемой проблеме, выходит за пределы человеческих возможностей. Выход - упрощение ситуации с помощью моделей, в результате чего уменьшается разнообразие этих факторов до уровня восприимчивости специалиста
- 2.Необходимость проведения экспериментов.** На практике встречается много ситуаций, когда экспериментальное исследование объектов ограничено высокой стоимостью или вовсе невозможно (опасно, вредно, ограничено на современном этапе развития).
- 3.Необходимость прогнозирования.** Важное достоинство моделей состоит в том, что они позволяют «заглянуть в будущее», дать прогноз развития ситуации и определить возможные последствия принимаемых решений.

Две особенности моделирования:

1. Поскольку к моделированию прибегают из-за сложности изучаемого объекта, то **модель заведомо проще оригинала**. В зависимости от цели исследования отсекаются несущественные качества объекта.
2. Каждая **модель создается под определенную исследовательскую задачу** и не всегда применима к решению других. Распространенный в науке перенос моделей с одной задачи на другую далеко не всегда оправдан и обоснован

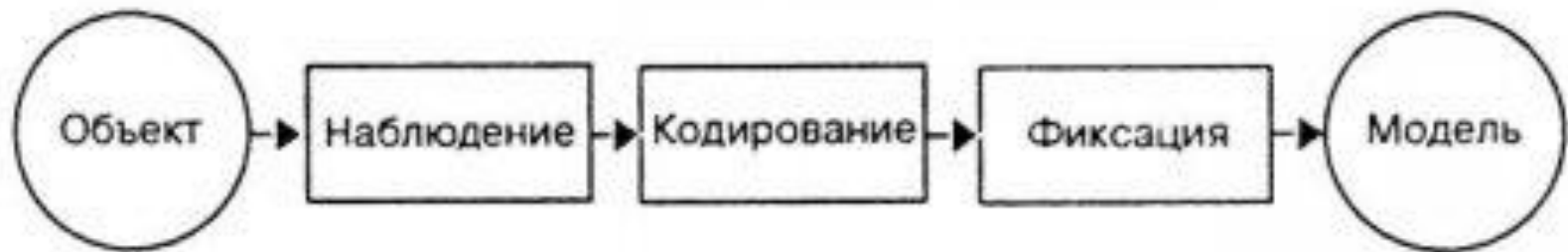
Типы моделей:

Описательные модели (дескриптивные, познавательные) предназначены для описания свойств или поведения реальных объектов

Нормативные модели (прескриптивные, прагматические) предназначены для указания целей деятельности и определенного порядка (алгоритма) действий для их достижения

Цели описательного моделирования в зависимости от решаемых задач:

- **научные исследования** – наиболее полно и точно отразить свойства объекта;
 - **управление** – наиболее точно отразить свойства объекта в рабочем диапазоне изменения его параметров;
 - **прогнозирование** – построить модель, способную наиболее точно прогнозировать поведение объекта в будущем;
 - **обучение** – отразить в модели изучаемые свойства объекта.
- Построение описательной модели происходит по следующей схеме: наблюдение, кодирование, фиксация



Формы моделей:

- **физические** – материальные объекты, имеющие сходство с оригиналом (модель самолета, которая исследуется в аэродинамической трубе; модель плотины);
- **словесные (вербальные)** – словесное описание чего-либо (внешность человека, принцип работы устройства, структура предприятия);
- **графические** – описание в виде графических изображений (схемы, карты, графики, диаграммы);
- **знаковые** – описание в виде символов и знаков (дорожные знаки, условные обозначения на схемах, математические соотношения);
- **математические модели** – разновидность знаковых моделей – система математических соотношений, описывающих изучаемый процесс или явление