

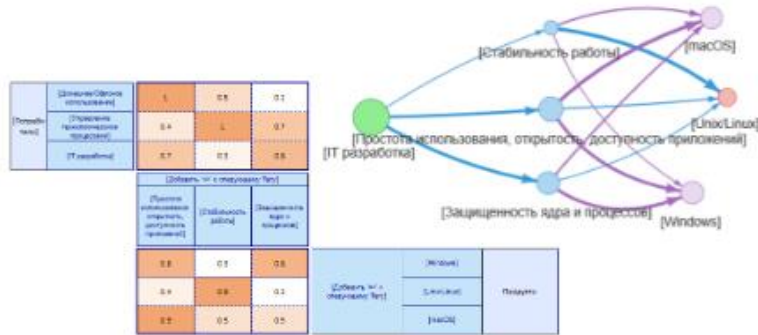
Прогнозирование отказов оборудования (технических систем) и тяжести ущерба

ПО almaGRID для

- › **количественной** оценки рисков
- › определения факторов, **наиболее влияющих** на надежность оборудования
- › организации технического обслуживания для **снижения рисков непрерывности** бизнеса
- › **автоматизации** управления производственными активами



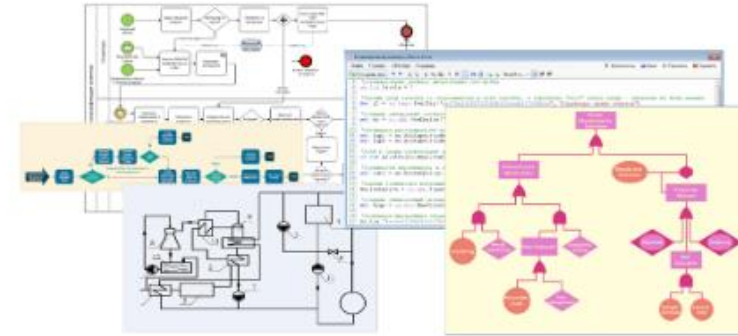
ТИПОВЫЕ ГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ



Без программирования (No-Code)

- › **Готовые** к использованию функции для типовых задач
- › **Визуальное** проектирование форм и отчетов
- › **Автоматическое** создание расчетных модулей на VBA
- › Интуитивно-понятные **инструменты** для анализа чувствительности, поиска слабого звена и разработки плана мероприятий

МОДЕЛИ С ЛЮБОЙ ЛОГИКОЙ



Любые алгоритмы (Low-Code)

- › **Любая логика** взаимосвязей элементов модели
- › Расчет **любого количества** параметров
- › **Метод Монте-Карло** для стохастического моделирования
- › **Сценарное и имитационное** моделирование
- › **Поиск решений и нелинейная оптимизация** с использованием эвристических алгоритмов и методов машинного обучения



Методология технического обслуживания, ориентированного на надежность – **RCM (Reliability Centered Maintenance)**, основана на постулате, согласно которому поддержание единицы оборудования в безупречном состоянии не является самоцелью, целью же является обеспечение надежности оборудования/компонентов/узлов, критичных для производственных процессов предприятия **при минимально возможных затратах.**

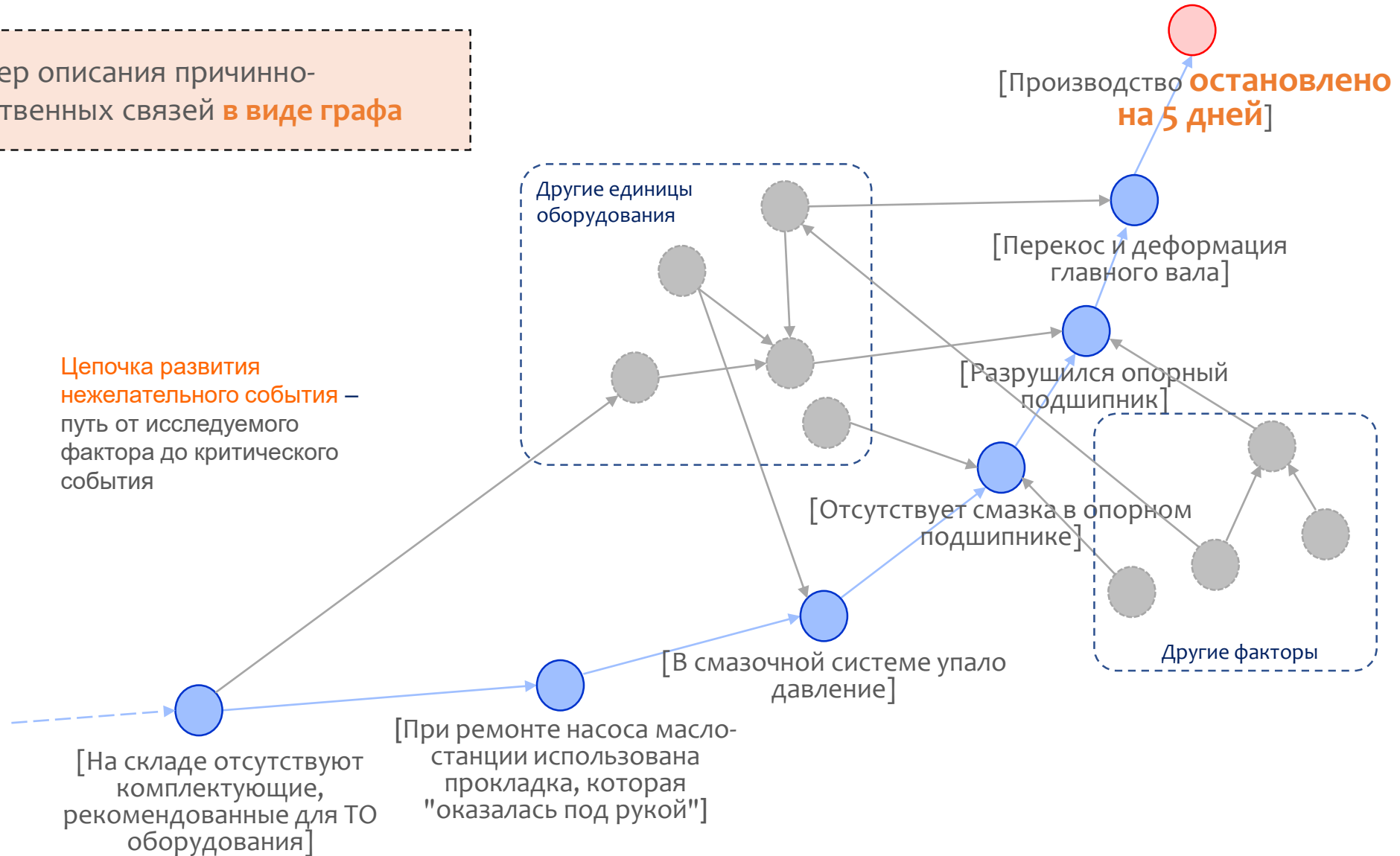
Для решения этих задач модели надежности оборудования позволяют

- › оценить критичность и риски поломок оборудования/компонентов/узлов,
- › выполнить ранжирование поломок по критичности для достижения целей технического обслуживания (обеспечение непрерывности производства, обеспечение удовлетворенности клиента, обеспечение промышленной безопасности, и т. д.),
- › обоснованно выбрать методы технического обслуживания и ремонта (ТОиР):
 - эксплуатация до отказа – RTF (run to failure),
 - планово-предупредительное обслуживание по календарю – TBM (time based maintenance),
 - планово-предупредительное обслуживание по техническому состоянию/остаточному ресурсу – CBM (condition based maintenance),
 - проактивное обслуживание – PM (predictive maintenance)
- › разработать план действий по снижению рисков критических поломок.



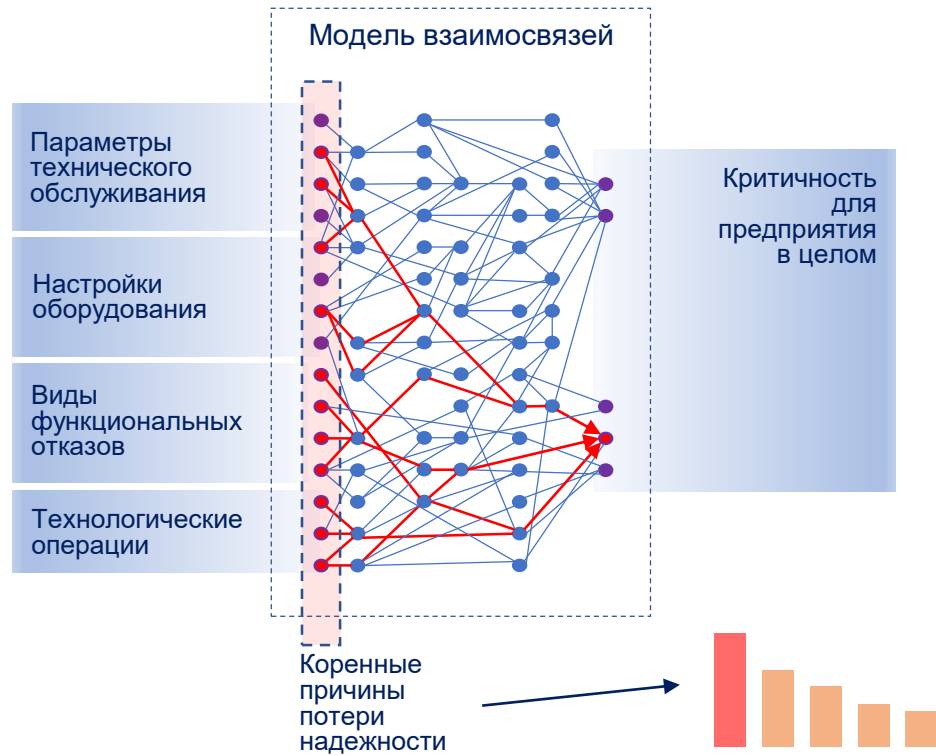
В основе большинства методик управления надежностью оборудования лежит **анализ влияния выхода из строя компонента на работоспособность всей системы**

Пример описания причинно-следственных связей **в виде графа**





Анализ влияния различных факторов на поломки оборудования и поиск путей повышения его надежности проводят на **математических моделях** причинно-следственных связей



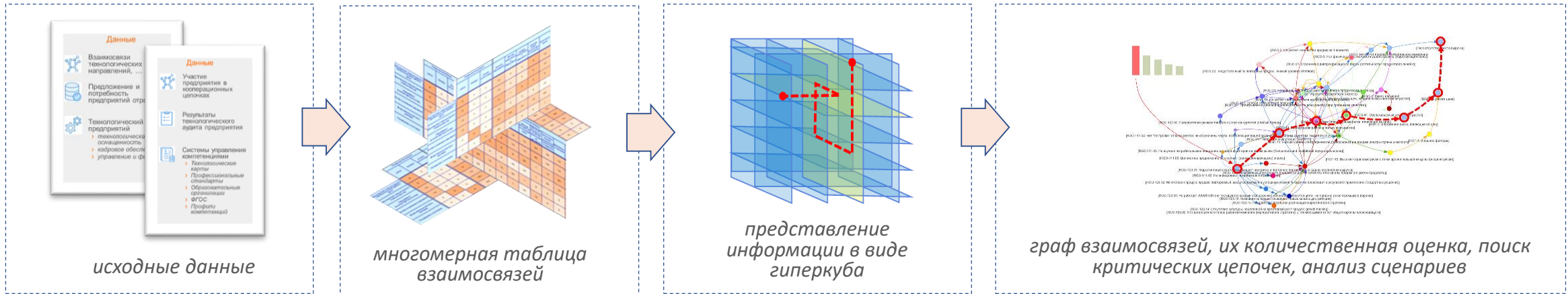
- › **Модель взаимосвязей** – это алгоритм оценки влияния различных факторов на надежность оборудования.
- › Программное обеспечение **almaGRID** реализует этот алгоритм в сетевой (графовой) математической модели.
- › Модель можно **быстро построить**, опираясь на имеющиеся данные, и **легко корректировать**, дополняя новой информацией.

- › Приоритет коренным причинам, в **которых зарождаются** критические цепочки развития нежелательных событий
- › Если нежелательное событие зарождается в поле неконтролируемых факторов, то выявление точек, где нужно **установить барьеры** на пути развития цепочек нежелательного события





Этапы работы с моделью almaGRID



- › Оцифровка исходных данных
- › Разработка коннекторов к исходным данным
- › Разработка многомерной структуры данных
- › Построение модели взаимосвязей
- › Анализ взаимосвязей
- › Конструирование запросов для визуализации и отчетов
- › Поиск критических цепочек взаимосвязей
- › Проверка гипотез и моделирование сценариев "что-если" для снижения рисков
- › Автоматизированная подготовка планов предупреждающих и корректирующих действий

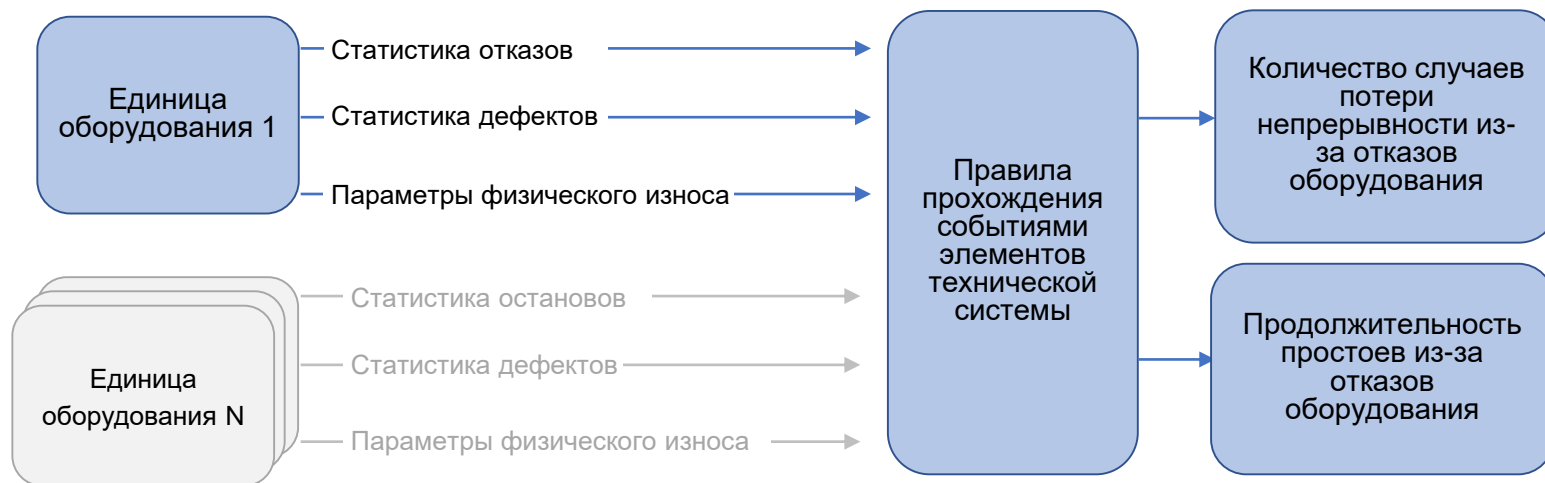
Пример валидации модели при сравнение результатов модели с существующими экспертными оценками рисков

- › Сходимость результатов – модель может заменить квалифицированного эксперта или повысить качество его работы снизив уровень неопределенности
- › Отсутствие сходимости результатов – корректировка модели и/или корректировка логики выставления экспертных оценок





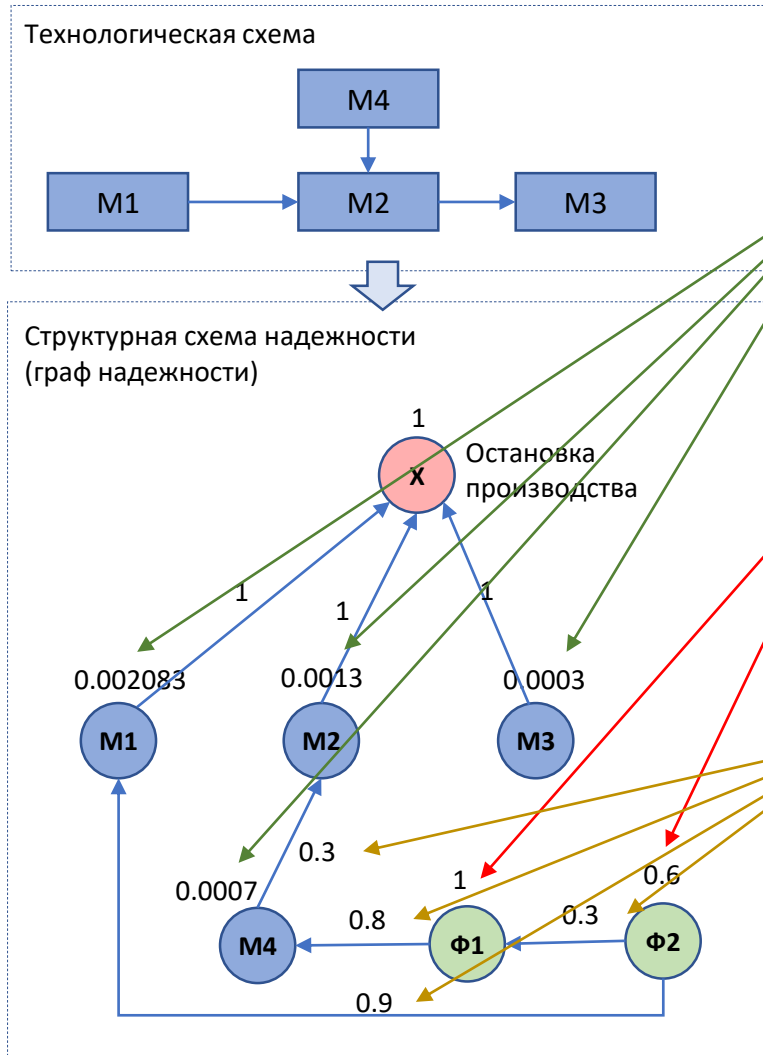
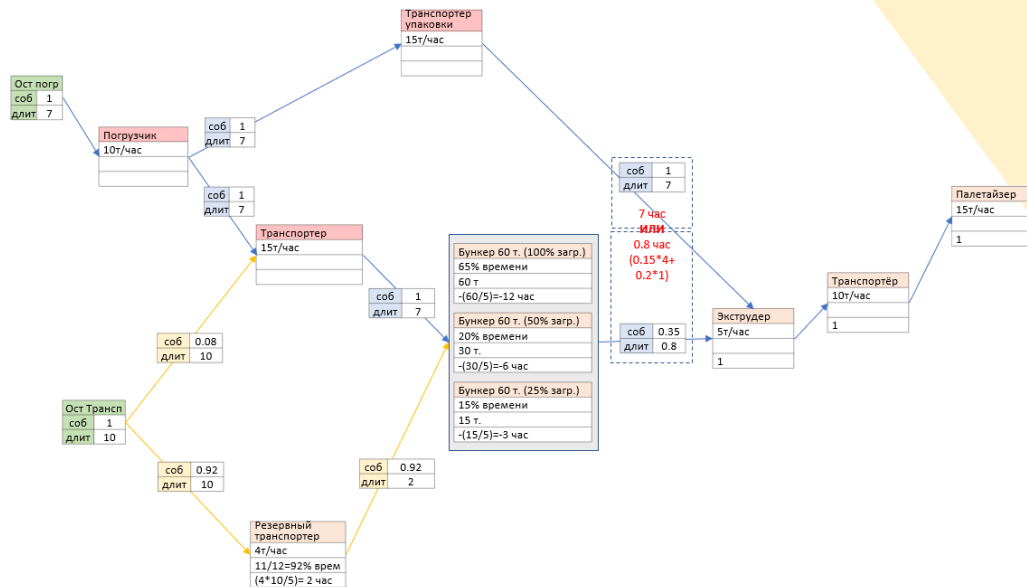
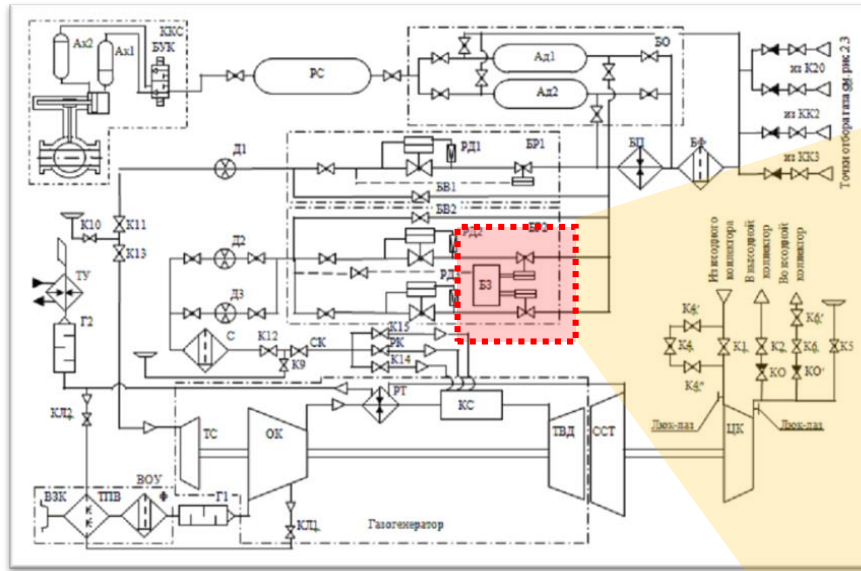
Модель предназначена для **количественной оценки** риска потери непрерывности бизнеса из-за отказов оборудования



- › Модель объединяет информацию из разных информационных систем (корпоративные ИТ, файлы, записи и т.п.) о техническом состоянии и эксплуатации оборудования
- › Модель позволяет спрогнозировать количество и продолжительность случаев потери непрерывности бизнеса из-за отказов оборудования.
- › По результатам расчета можно увидеть причины потери непрерывности с привязкой к единицам оборудования, дающие наибольший вклад в количество и длительность простоев. Эту информацию можно использовать для формирования плана мероприятий управления риском.



Граф взаимосвязей получают с использованием **всей доступной информации** – технологическая документация, информационные системы, системы сбора данных и т.п.



Интенсивность отказов (Failure Rate)

Фактическое состояние оборудования и факторы эксплуатации

Характер сопряжения оборудования и параметры производства



Программное обеспечение **almaGRID** позволяет быстро разработать **математическую модель** взаимосвязей между различными факторами и надежностью оборудования ...

almaGRID Model Explorer

Модель Граф Оценка Анализ

Копировать [таблицу](#) [текст](#)

Фактор	Влияние Итого	Текущее состояние Итого	Будущее состояние Итого	Описание действия	Кто	Корз
[01.12: Узел-Stop-high]	-10.4%	(9.4E-005):		Уменьшить межсервисный интервал ТО-3 до 14 дней	Планирование ППР	
[01.31: Узел-Stop-mid]	-5.4%	(6.3E-005):		Уменьшить межсервисный интервал		

Столбцы: 0--> -0-> -->0 Новое состояние

Граф: Отмеченные узлы Новое состояние **Формат чисел** E 1 1

Копировать Снять отметки Сбросить

N	-->	Цвет	Название	Значение	Значение новое	0-->	0--> новый	-0->	-0-> новый	-->0	-->0 новый
1			[01.13: Узел-...	4.1E-005	1.7E-016	1.7E-016	6.0E-022	6.0E-022	0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000
2			[01.21: Узел-...	9.0E-005	6.7E-011	6.7E-011	3.5E-016	3.5E-016	0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000
3			[01.12: Узел-...	5.0E-005	2.5E-005	2.5E-005	1.1E-010	1.1E-010	0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000
4			[01: Линия - ...	1.0E+001	0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000	7.9E-005	7.9E-005	7.9E-005
5			[01.32: Узел-...	2.3E-005	2.4E-017	2.4E-017	2.4E-022	2.4E-022	0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000
6			[01.11: Узел-...	2.5E-005	2.1E-011	2.1E-011	1.8E-016	1.8E-016	0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000
7			[01.42: Узел-...	2.1E-005	1.1E-005	1.1E-005	4.2E-011	4.2E-011	0.0E+000	0.0E+000	0.0E+000

Фильтр цепочек взаимосвязей

Фильтр цепочек

Всего: 990

Вес: Не выбрано

Длина: Не выбрано

Цепочки должны проходить через Объекты: 0

Действия

Показать гистограмму для выбора цепочек

Длина цепочки

- 1 Объект
- 2 Объектов
- 3 Объектов
- 4 Объектов
- 5 Объектов
- 6 Объектов
- 7 Объектов
- 8 Объектов
- 9 Объектов
- 10 Объектов
- 11 Объектов
- 12 Объектов
- 13 Объектов
- 14 Объектов
- >14 Объектов

Введите или выберите все цепочки с длиной: Не выбрано

Введите или выберите все цепочки с весом: Не выбрано

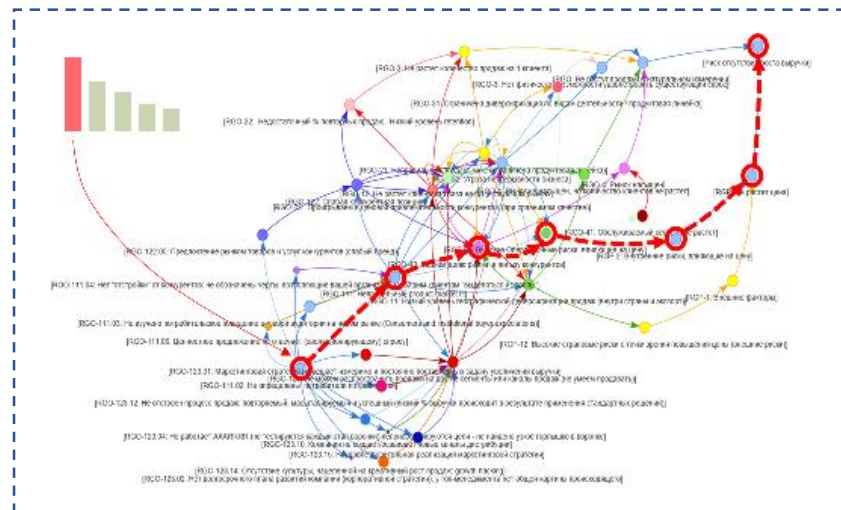
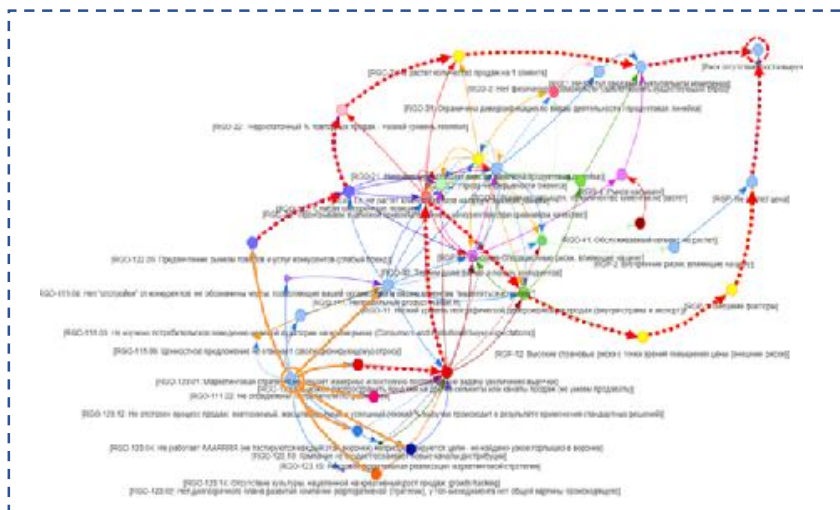
Значение Объекта

Граф взаимосвязей с параметрами P и W.

[Имя]	[Имя]										[Имя]									
	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]	[Имя]
[Имя]																				
[Имя]																				
[Имя]																				
[Имя]																				



... для поиска **оптимальных режимов** эксплуатации и параметров **технического обслуживания** оборудования



- › Определены **ключевые риск-факторы** и оценен **потенциальный ущерб**
- › **Быстрое "расследование"** аварийных ситуаций
- › Определены параметры и настройки оборудования, требующие **приоритетного внимания** персонала
- › Построен **план улучшения** надежности оборудования и количественно описаны ожидаемые результаты
- › **Выявлен потенциал** повышения эффективности оборудования
- › В управление надежностью оборудования **вовлечен линейный персонал**
- › **Обучение нового персонала** проходит быстрее и качественнее на актуальных данных и решении конкретных проблем



Математическая модель рисков позволяет перейти от экспертной (субъективной) оценки рисков к **количественной (объективной) оценке**, основанной на данных





**Мероприятия
снижают риск на 61%**

Модель almaGRID

**Автоматически
создается план
действий**

almaGRID Model Explorer

Модель | Граф | Оценка | Анализ

Копировать | таблицу | текст

Фактор	Влияние Итого -61.3%	Текущее состояние Итого 36.7	Будущее состояние Итого 14.2
[Недостаточны средства коммуникаций внутри компании]	-33.3%	(6.0): Коммуникации проходят только на совещаниях и по телефону	(0.0): Используется корпоративная коммуникационная платформа с ведением истории; ТОП ДАУН и обратная связь работают. Персонал курсе плановых задач на еженедельной основе.
[Планы строительства не актуальны, не определен объем работ]	-12.5%	(3.0): Отсутствует персонал, отвечающий за проектное управление	(0.0): Деятельность проектного офиса отвечает ГОСТ Р 58305-2018 "Проектный офис"
[Необходимость переделок из-за ошибок проектирования (не учтены требования...)]	-28.6%	(6.0): В проекте не учтены все требования к объекту	(0.0): Документально зафиксированы учтены в проекте все требования к объекту

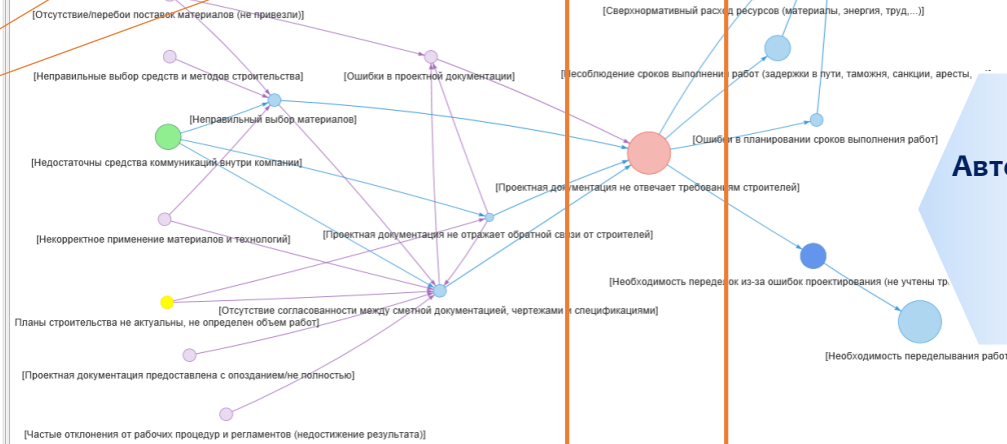
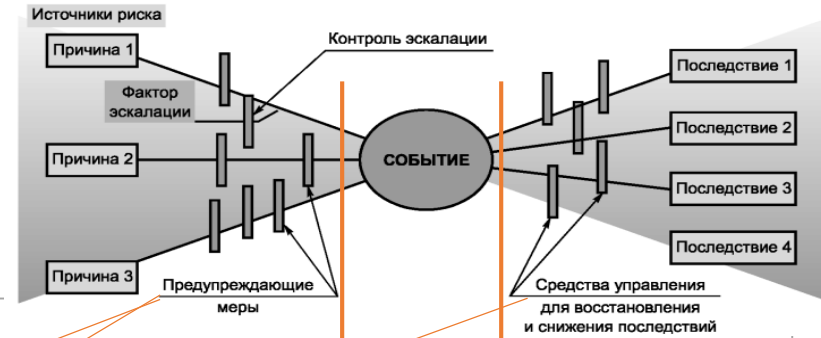
Столбцы: 0--> -0-> -->0 Новое состояние

Граф: Отмеченные узлы Новое состояние **Формат чисел:** F 1

Копировать | Снять отметки | Сбросить

N	-->	Цвет	Название	Знач	Знач	0-->	0-->	-0->	-0->
					новое	0-->	0-->	новое	новое
3		Red	[Проектная докум...]	10.0	0.0	0.0	36.7	14.2	
2			[Отсутствие согла...]	3.0	1.5	1.1	13.8	6.6	
4			[Несоблюдение ср...]	6.0	0.0	0.0	10.5	5.7	
6			[Сверхнормативн...]	6.0	0.0	0.0	10.5	5.7	
8		Blue	[Необходимость п...]	6.0	0.0	0.0	10.5	0.0	
16			[Проектная докум...]	6.0	6.1	4.4	9.2	0.0	
11			[Неправильный вы...]	3.0	1.5	1.1	7.7	3.3	
14			[Ошибки в проектн...]	3.0	0.0	0.0	6.1	4.4	
			[Ошибки в планиро...]	3.0	0.0	0.0	5.2	2.8	
			[Превышение план...]	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12			[Неправильные вы...]	3.0	1.5	1.1	0.0	0.0	
10			[Некорректное пр...]	3.0	3.1	2.2	0.0	0.0	
13			[Отсутствие/пере...]	3.0	3.1	2.2	0.0	0.0	
15	0-->	Green	[Недостаточны ср...]	6.0	0.0	12.2	0.0	0.0	
17		Yellow	[Планы строитель...]	3.0	0.0	4.6	0.0	0.0	
18			[Проектная докум...]	3.0	1.5	1.1	0.0	0.0	
9			[Необходимость п...]	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

**Анализ
"Что-Если"**



**Автоматически
создается
диаграмма**

Источники риска | Событие | Последствия

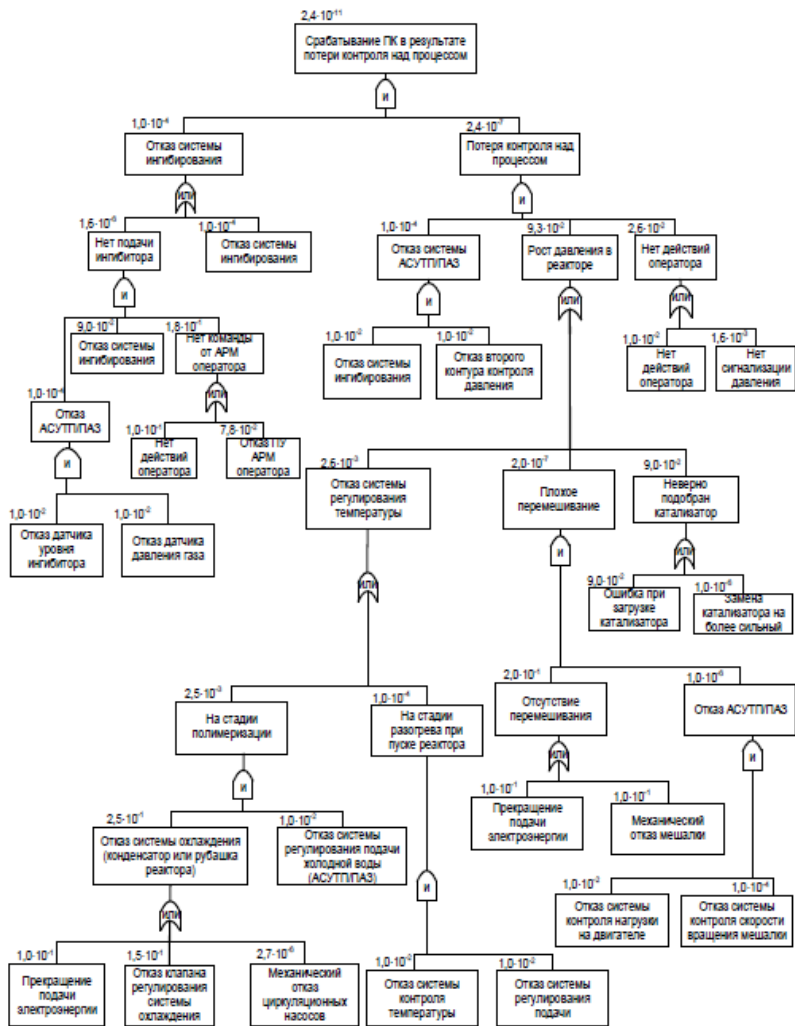


Рис. ПРИЛОЖЕНИЕ № 8-1. Пример дерева отказов для химических реакторов

Вопросы, на которые отвечает модель almaGRID



Метод нелинейной оптимизации:

- › Какова чувствительность надежности агрегата к надежности отдельных компонентов?
- › Какие три компонента являются критическими?
- › Как минимально увеличить надежность каждого из этих трех компонентов, чтобы надежность агрегата выросла на 50%



Метод стохастического моделирования:

- › Как выглядит функция распределения отказов агрегата, если отказы компонентов заданы не скалярными величинами, а распределениями?

Для описания распределений можно использовать

- › данные, полученные из систем изменения (датчиков),
- › встроенные функции распределений (Bernoulli, Binomial, Poisson, Pert, Triangular, Weibull и т.п.) или
- › функции распределений, описанные пользователем.



Пример: Реестр риска, паспорт риска ГОСТ Р 51901.22-2012 - Менеджмент риска - Реестр риска

Модель almaGRID

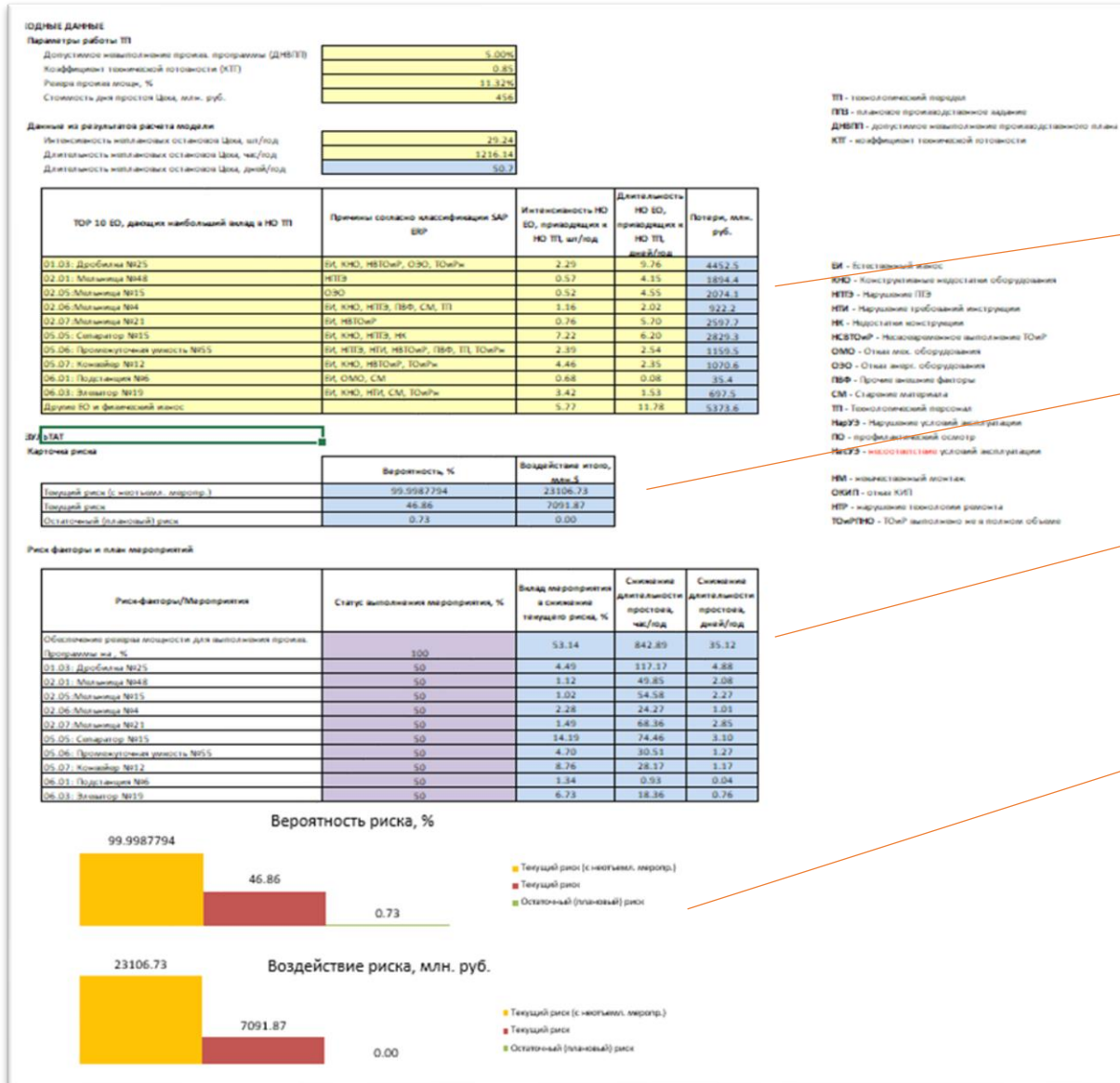
Источники риска, их классификация

Оценка ущерба

Мероприятия по снижению риска с оценкой вклада каждого мероприятия

Присущий, текущий и остаточный риск (вероятность и ущерб)

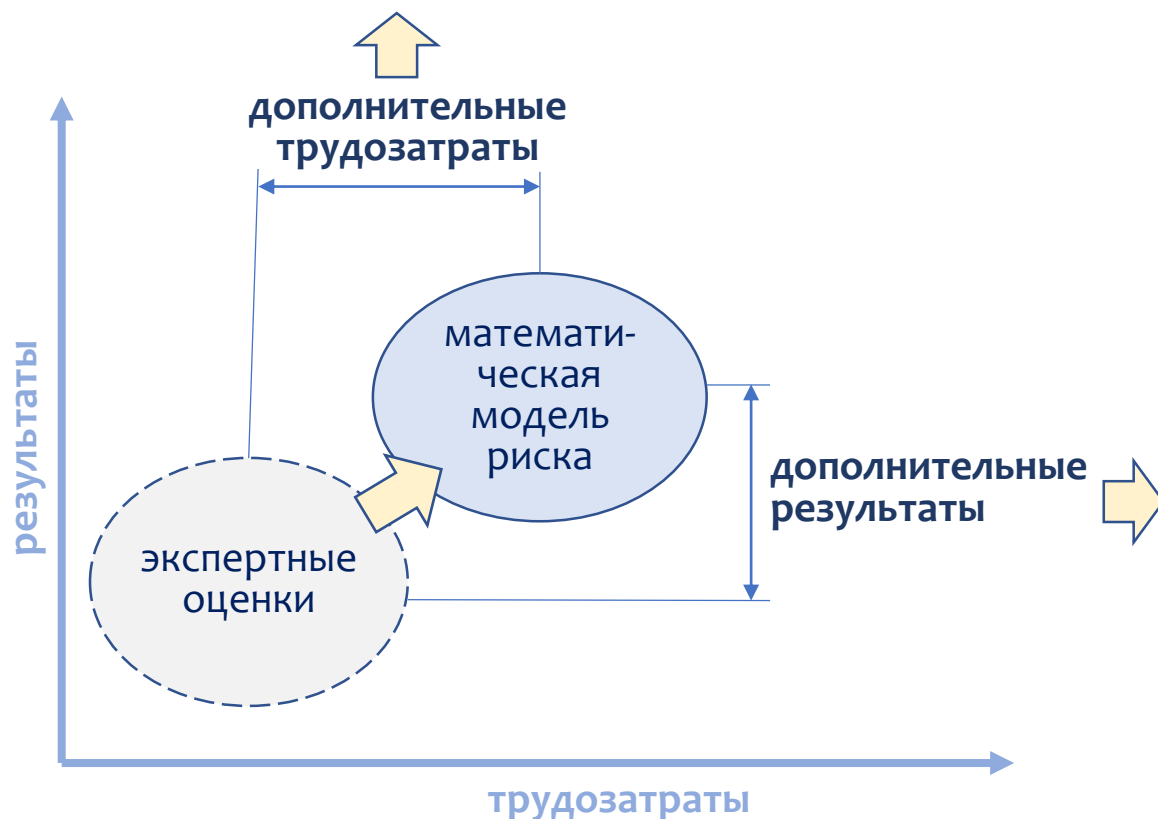
Автоматическое обновление реестра/паспорта по заданным пользователем правилам





Дополнительные **трудозатраты** при использовании математической модели риска позволяют получить **результаты на новом качественном уровне**

- › **Корректировка** модели при изменении конфигурации технологической цепочки
- › **Ввод данных** в модель из ИТ-систем (ERP, ...) на регулярной основе



- › Возможность учета **любых взаимосвязей** как элементов процесса, так и риск-факторов
- › Оценка рисков, **основана на данных** из корпоративных ИТ-систем (ERP, ...)
- › План мероприятий **формируется автоматизировано** и его содержание не зависит от исполнителя
- › Возможность отслеживать **результативность** реализованных мероприятий по изменению вклада атакуемого риск-фактора в оценку риска
- › Возможность **исследовать (моделировать)** последствия сбоев и различных сценариев работы технологической цепочки



Какие **опасения** перед использованием моделей **обычно** возникают у компаний

Опасения	Описание ситуации	Ответ на ситуацию - решение almaGRID
Модель быстро устареет	Сложно вносить изменения в модель для обновления информации	Пользователь ПО almaGRID в роли “Оператор (editor)” может самостоятельно, без привлечения сторонних исполнителей вносить обновления в модель
Потеряется взаимодействие с бизнес-пользователями	Сложно интегрировать модель в бизнес-деятельность Компании	Нами разработаны типовые схемы бизнес-процессов использования ПО almaGRID и моделей, а также ролевая модель пользователей. См., например, http://www.almagrid.com/docs/19/almaGRID_19-10_UseOfSoftware-ru.pdf
Данных для модели недостаточно или они недоступны	Сложно наполнять модели данными	Модель almaGRID можно быстро построить, опираясь на имеющиеся данные, и легко корректировать, дополняя новой информацией. В модели можно объединить информацию из разных информационных систем - корпоративные ИТ, файлы, записи, технологические схемы и инструкции и т.п.
При обмене информацией с другими ИТ-системами исказятся или потеряются данные	Сложно организовать обмен данными между моделью almaGRID и другими информационными системами Компании	Можно организовать обмен данными с другими информационными системами с использованием файлов данных: <ul style="list-style-type: none">• файлов MS Excel,• текстовых файлов, размеченных для использования в электронных таблицах
Возникнут проблемы информационной безопасности	Современное ПО может использовать сторонние сервисы, контроль безопасности которых затруднителен.	Для своей работы ПО almaGRID и модели не используют внешних сервисов (исполняемого кода из интернета). Весь исполняемый код находится на компьютерах Компании.



Экспертные оценки **дополнены или заменены результатами расчета**.
Управленческие решения основаны **на расчете, а не на мнении**.



Создана **База Знаний** в области управления рисками.



Роботизирован бизнес-процесс оценки рисков - правила согласуются один раз и затем автоматически применяются к различным однотипным объектам.



Автоматизирован поиск источников рисков. Выполняется анализ **сценариев "что-если"**.



Автоматизировано создание плана действий – план действий **не зависит от субъективных мнений** составителя.



План действий подкреплен диаграммой причинно-следственных связей, которые отвечают на вопрос **"Почему?"**.



Измерен **вклад каждого мероприятия** в снижение риска.



Модель – это "Цифровой ассистент", который **снижает требования к компетенциям** персонала: вчерашний выпускник вуза способен самостоятельно выполнить анализ рисков и подготовить аргументированный план действий.



	Экспертное мнение	Расчет
<p>ПРИМЕР 1: $937 \times 798 = ?$</p> 	<p>Где-то около миллиона</p>	 <p>= 747 726</p>
<p>ПРИМЕР 2: Какой риск невыполнения задания?</p> 	<p>Наверное, задание выполним, но возможны проблемы с газопроводами</p>	 <ul style="list-style-type: none">› Вероятность невыполнения планового задания = 27%› Вероятная причина –<ul style="list-style-type: none">› поломка центрифуги ЦТУ-34 вклад в итоговый риск - 18%› авария на газопроводе Д031 вклад в итоговый риск - 9%



Ссылка на этот документ:

http://www.almagrid.com/docs/10/almaGRID_10-14_ModelsForRCM-ru.pdf

DocRef: AG-10-04-23-0406

info@almagrid.com | www.almagrid.com