

Лабораторная работа № 157

Тема: “Изучение методики оценки техногенного риска при эксплуатации опасных производственных объектов”

Цель работы:

- ознакомиться с проблемой априорной оценки техногенного риска при эксплуатации ОПО (опасный производственный объект) на примере методики, реализованной в экспертном программном комплексе Hazard;
- изучить суть и основы имитационного моделирования процесса возникновения происшествий на ОПО;
- научиться использовать методику оценки техногенного риска в качестве рядового пользователя (инженера по технике безопасности).

Решаемые задачи:

- количественная оценка техногенного риска (вероятности происшествия) с учётом особенностей исследуемого ОПО;
- оценка эффективности мероприятий, направленных на совершенствование безопасности;
- выбор оптимального при заданных критериях и ограничениях набора мер безопасности.

1. Общие положения

1.1 Проблема оценки техногенного риска

Определим используемые понятия и термины.

Ущерб – изменение свойств рассматриваемого объекта в худшую сторону.

Опасность – возможность причинения ущерба кому- или чему-либо.

Риск – мера опасности. В самом простом случае мера опасности может быть оценена математическим ожиданием ущерба при функционировании ОПО.

$$R = R_A + R_{шт} = \sum_{i=1}^{n-1} P(B_i) \cdot y_i + P(B_n) \cdot \sum_{j=1}^m \overline{y_{nj}}, \quad (1)$$

где R – полный техногенный риск эксплуатации ОПО;

R_A - риск аварии;

$R_{шт}$ - штатный риск;

$[P(B_n) \approx 1]$ - вероятность причинения ущерба стороннему объекту и/или ОПО при штатном функционировании;

$P(B_i)$ - вероятность причинения i -го ущерба стороннему объекту или ОПО при аварии;

y_i - i -ый ущерб стороннему объекту или ОПО при аварии (денежные единицы);

y_{nj} - размер средних ущербов причиняемых ОПО или сторонним объектам при штатном функционировании ОПО. К основным из них относятся платы за загрязнение окружающей среды $y_{оос}$ и ущербы от деятельности других экономических субъектов $y_{тэо}$.

Штатный риск существует при нормативном функционировании ОПО и связан с негативным воздействием на человека, имущество и окружающую среду. Задачей рассматриваемой методики является априорная оценка риска аварии - R_A , существование которого обусловлено возможностью возникновения происшествия на ОПО. В настоящее время достаточно хорошо разработано моделирование сценариев развития аварий в случае их возникновения, позволяющее оценивать последствия – степень разрушений, повреждений, число жертв, отравлений, а также оптимизировать выбор мероприятий, направленных на снижение тяжести последствий. Поэтому зачастую на практике меры улучшения безопасности зачастую направлены в основном на ликвидацию последствий и уменьшение ущерба при возникновении аварии. Однако, как показывает практика, меры по снижению вероятности аварии на 2-3 порядка эффективнее мер, направленных на снижение возможных последствий по критерию “затраты-результаты”. Выяснение причин аварий и оптимальный подбор мероприятий, направленных на их предотвращение – более сложная задача. Существующие методики либо сложны, трудоёмки и нуждаются в многочисленных точных исходных данных. Поэтому на практике часто ограничиваются оценкой среднестатистической величины интенсивности аварий в отрасли, что не отражает особенности конкретного ОПО. В данной лабораторной работе предлагается ознакомиться с методикой оценки безопасности, позволяющей учесть особенности конкретного ОПО и подобрать и оценить мероприятия, снижающие вероятность аварии. Для этого, используя соотношение (2), выполняется оценка риска аварии.

$$R_A = P(A) \cdot \left[\sum_{i=1}^k P(C_i | A) \cdot y_i \right], \quad (2)$$

где R_A - риск аварии(условные денежные единицы);

$P(A)$ - вероятность происшествия;

y_i - ущерб ОПО или сторонним объектам;

$P(C_i | A)$ -условная вероятность реализации аварии (события А) по i -му сценарию;

k – число возможных сценариев аварии.

Правый сомножитель (в квадратных скобках) – средний ущерб от возможной аварии (в денежных единицах) - считается заданным. Наша задача – оценка вероятности происшествия – величины $P(A)$. Для этой цели разработана *имитационная модель* (ИМ) процесса возникновения происшествия в системе “Персонал - оборудование - рабочая среда”, основанная на типовом алгоритме деятельности человека-оператора. Оцениваемые с помощью ИМ величины используются при вычислении критериев сравнения эффективности мероприятий совершенствования безопасности. Задав множество возможных мероприятий можно моделировать применение их подмножеств к ОПО и сравнивать эффективность, т.е. в конечном счете, эффективно расходовать ресурсы, направляемые на обеспечение безопасности.

1.2 Краткое описание входных и выходных данных

Большую часть входных данных модели составляют свойства факторов опасности: лингвистическая оценка, уровень доверия, индексы опасности.

$$Hz = \left\{ H_n \mid H_n = \langle V, \bar{I}, K \rangle; 1 \leq n \leq |Hz| \right\}, \quad (3)$$

где H_n – фактор опасности;

H_z – множество всех факторов опасности модели;

$V \in \{0.084, 0.166, 0.250, 0.334, 0.417, 0.500, 0.584, 0.667, 0.750, 0.834, 0.916\}$ – значение лингвистической оценки фактора опасности. Каждому числу соответствует слово, отражающее качество. Его лингвистическая форма зависит от фактора опасности. Например, “Качество информационной модели” – ХОРОШЕЕ, а “Пригодность по физиологическим показателям” – ХОРОШАЯ. В этом случае оценка называется лингвистической. Порядковый номер оценки при использовании на этом множестве отношения упорядочивания “ $<$ ”, называется *балльной оценкой* (нумерация с нуля). Далее и для значений лингвистических оценок и для самих лингвистических оценок будем использовать обозначение V оговаривая при этом, что имеется в виду.

$K \in \{\text{низкий, средний, высокий}\}$ - уровень доверия;

$\bar{I} = (I_0, \dots, I_j, \dots, I_n)$; $I_n \in \mathbf{R}$, $0 \leq I_n$, $n \in \{1, 2, 3\}$ - вектор индексов опасности..

Индекс опасности I_j безразмерная величина: $(0 \geq I_j) \wedge (I_j \in \mathbf{R})$; - численная мера опасности, имитирующая предрасположенность фактора H_n к формированию предпосылок происшествия.

Для каждого из 31-го фактора опасности требуется указать значения двух скалярных, одного векторного свойства и предоставляется возможность ограничения области определения V .

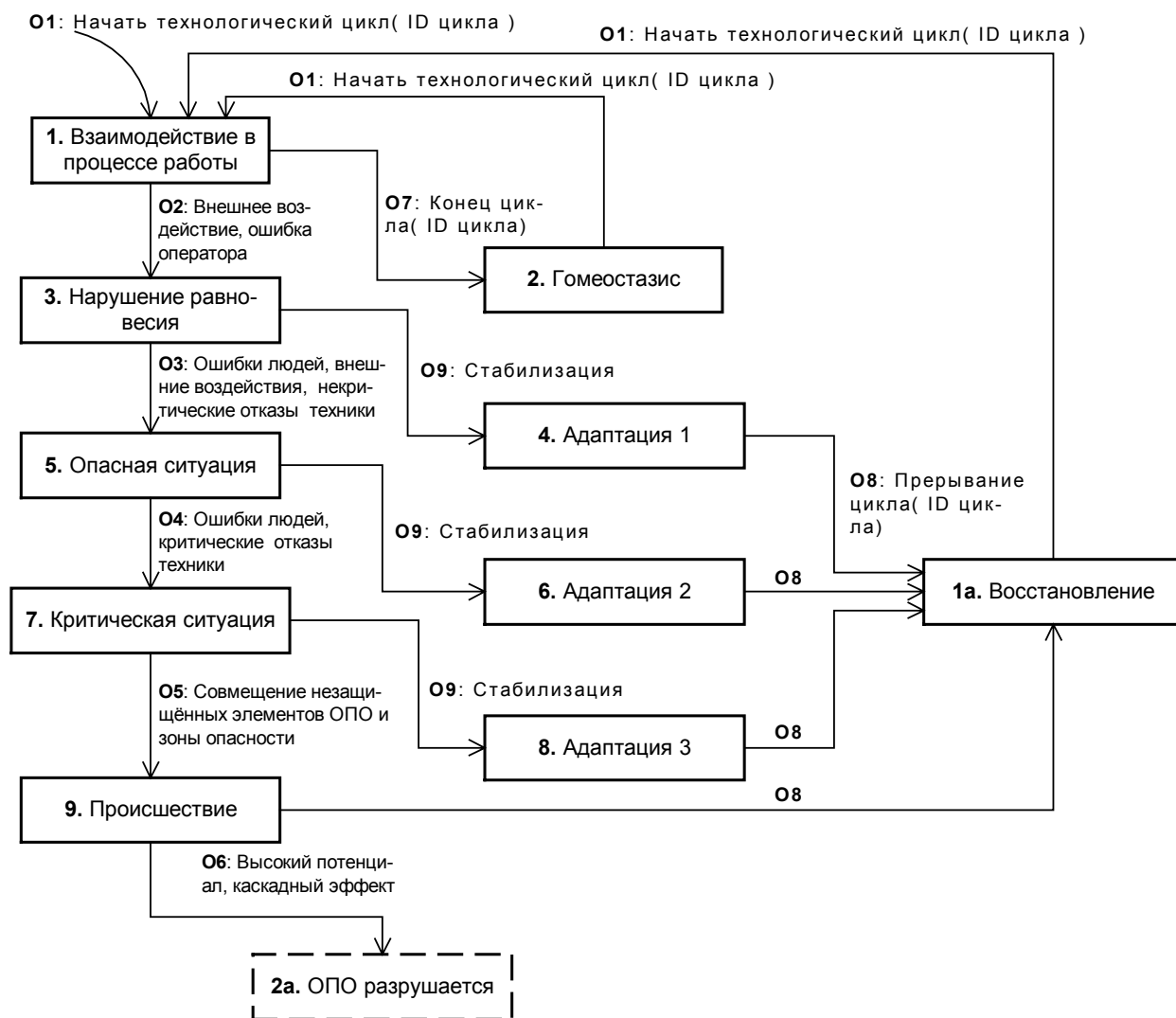


Рис. 1. Модель состояний ОПО

Основным выходным данными модели является \bar{Q} (см. (4)), - вектор вероятностей состояний, где нумерация в соответствии с рис. 1 (Q^{C_1} - вероятность взаимодействия в процессе работы, ..., Q^{C_9} - вероятность происшествия $P(A)$).

$$\bar{Q} = (Q^{C_1} \equiv 1, Q^{C_2}, Q^{C_3}, Q^{C_4}, Q^{C_5}, Q^{C_6}, Q^{C_7}, Q^{C_8}, Q^{C_9}). \quad (4)$$

Для решения оптимизационной задачи дополнительно требуется описание комплекса мероприятий (см. (5)), из которых осуществляется выбор.

$$M = \{m \mid m = \langle S, \overline{DeltaV}, MN \rangle\}, \quad (5)$$

где S – стоимость внедрения мероприятия m (условные денежные единицы);

$\overline{DeltaV} = (\langle \Delta V_1^{H_1}, \Delta K_1^{H_1} \rangle, \dots, \langle \Delta V_n^{H_n}, \Delta K_n^{H_n} \rangle)$, где $H_n \in Hz$;

\overline{DeltaV} - вектор воздействия мероприятия на оценки факторов опасности;

$\Delta V_n^{H_n}$ - воздействие на оценку фактора опасности H_n ;

$\Delta K_n^{H_n} \in \{\text{нет воздействия, +1, +2, -1, -2, низкий, средний, высокий}\}$ - воздействие на уровень доверия фактора опасности H_n (не менять, повысить или понизить на указанное число ступеней, установить непосредственно);

Hz - множество факторов опасности;

$MN \subset M$ - подмножество несовместимых с m мероприятий (т.е. перечислены мероприятия, которые нельзя применять к ОПО одновременно с мероприятием m).

В этом случае результатом будет множество подмножеств “ M ”, представляющих наборы мероприятий – возможные варианты решения оптимизационной задачи. Для каждого из них вычисляются: финансовые затраты на внедрение: S ; изменение вероятности происшествия при возможном внедрении: $-\Delta Q^0$; выгода от возможного внедрения: $R = -\Delta Q^0 * \bar{y}$ (\bar{y} - средний ущерб от возможного происшествия, выраженный денежных единицах); коэффициент эффективности: $K_9 = \frac{R}{S}$.

1.3 Содержание методики двухуровневой оценки техногенного риска ОПО

Предусмотрено два уровня пользователей: *инженеры* и *эксперты*. Первые оценивают техногенный риск и подбирают мероприятия улучшения безопасности. Вторые создают необходимые для этого методики, модули экспертной оценки факторов опасности, базы данных для этих модулей и базовые модели для классов ОПО. Все необходимые процедуры осуществляются в рамках рассматриваемой экспертной системы Hazard.

В *задачи эксперта* входит:

1. Создание базовых моделей классов ОПО для нескольких уровней качества (низкое, нормальное, высокое). Например, плохой сосуд, нормальный сосуд, хороший сосуд. Классы могут быть более узкими, например, газопровод или даже изотермическое хранилище жидкого аммиака. Из них создаются репозитории для разных предметных областей. Главное содержание этого этапа – установить каждому фактору опасности лингвистическую оценку (V), соответствующую качеству базовой модели и зависящую от класса объекта. Устанавливается уровень доверия к исходным данным
2. Установка области определения каждого фактора опасности. Используемая шкала лингвистических оценок позволяет любому фактору иметь 11 градаций качества. Если имеется дополнительная информация, эксперт ограничивает область определения, указывая распределение чувствительности к изменению оценки

фактора. После индексов опасности это второй механизм, позволяющий учесть особенности конкретных классов ОПО.

3. Установка индексов опасности каждого фактора опасности (\bar{I}). Выполняется на основе статистических данных о значимости фактора среди причин аварийности и травматизма.
4. Калибровка модели на статистические вероятности: “Нарушение равновесия”, “Опасная ситуация”, “Критическая ситуация”, “Происшествие”. Заключительный этап настройки модели на класс ОПО. Процедура калибровки выполняется автоматически и приводит к получению внутренних параметров модели, при которых получаются среднестатистические вероятности состояний.
5. Разработка методики вычисления лингвистических оценок (I) факторов опасности. Во многих случаях может использоваться стандартный модуль оценки, основанный на методике средневзвешенной оценки и поставляемый с Hazard.

В задачи инженера входит:

1. Выбор из репозитория наиболее подходящей для данного ОПО базовой модели.
2. Подключение модели к Hazard вместе с прилагаемым модулем экспертной оценки и данными, которые ему нужны (модулю экспертной оценки).
3. Модификация модели на соответствие исследуемому ОПО (либо вручную, либо с помощью модуля экспертной оценки). Изменяются лингвистические оценки (I) и уровни доверия (K) факторов опасности.
4. Описание комплексов мероприятий (M) совершенствования безопасности ОПО. Объединение в комплексы выполняется по признакам общности. Позволяет упростить манипуляции при большом количестве мероприятий и уменьшить трудоёмкость оптимизации.
5. Использование модели с целью оценки опасности ОПО и оптимизации выбора мероприятий совершенствования безопасности ОПО. Первая задача выбора: при ограниченных финансовых затратах найти мероприятия, обеспечивающие максимальное снижение вероятности происшествия. Вторая: минимальными финансовыми затратами обеспечить уровень безопасности не меньше заданного.

2. Выполнение лабораторной работы

2.1 Объект анализа и задачи

Целью данного сравнительного анализа является оценка предложенных к рассмотрению альтернативных мероприятий с точки зрения их влияния на уменьшение возможности возникновения аварийной ситуации на складе жидкого аммиака с изотермическим хранилищем.

Основные задачи настоящего сравнительного анализа следующие:

1. Оценка возможности возникновения аварийной ситуации на складе жидкого аммиака с изотермическим хранилищем до проведения реконструкционных мероприятий.
2. Оценка возможности возникновения аварийной ситуации на складе жидкого аммиака после возможного внедрения реконструкционных мероприятий, разработанных головной организацией.
3. Оценка возможности возникновения аварийной ситуации после фактически выполненных реконструкционных мероприятий на складе жидкого аммиака.

4. Сравнение предложенных к рассмотрению альтернатив проведения реконструкции с точки зрения их влияния на уменьшение возможности возникновения аварийной ситуации.
5. Предложение рекомендаций, направленных на снижение возможности возникновения аварийной ситуации.

2.2 Выполнение работы

На данном этапе работа экспертов считается уже выполненной – имеется подготовленная базовая модель для класса объектов – “изотермические хранилища” (уровень качества: НОРМАЛЬНЫЙ). Приступим к этапу, выполняемому инженером по технике безопасности.

2.2.1 Ознакомление с базовой моделью и переход к исследуемому ОПО

Индексы опасности (вектор \bar{I}) установлены на основе статистики. Средние значения лингвистических оценок (V) факторов опасности установлены для уровня качества НОРМАЛЬНЫЙ.

Таблица 1.

Базовая и адаптированная модели


Компонент	Код	Фактор опасности	Индексы опасности \bar{I}	Лингвистическая оценка V (базовая / адаптированная)	Область определения
Рабочая среда	C01	Комфортность по физ.-хим. параметрам рабочей среды	0v1	Выше среднего ----- Средняя	*
	C02	Качество информационной модели о состоянии среды	0v2	Хорошее ----- Выше среднего	Низкое - Высокое
	C03	Возможность внешних опасных воздействий	2v0	Ниже среднего ----- Ниже среднего	Очень низкая – Очень большая
	C04	Возможность внешних неблагоприятных воздействий	1v0	Ниже среднего ----- Ниже среднего	*
П с	H01	Пригодность по физиологическим показателям	0v1	Хорошая ----- Хорошая	Ниже среднего – Высокая
	H02	Технологическая дисциплинированность	0v2	Хорошая ----- Очень хорошая	Средняя – Высокая
	H03	Качество приёма и декодирования информации	0v1v2v3	Хорошее ----- Очень хорошее	Низкое – Высокое
	H04	Навыки выполнения работы	0v1	Очень хорошие ----- Очень высокие	Ниже среднего – Очень, очень высокие
	H05	Качество мотивационной установки	0v1	Среднее ----- Выше среднего	Низкое – Высокое
	H06	Знание технологии работ	0v1	Хорошее ----- Очень хорошо	Среднее – Высокое
	H07	Знание физической сущности процессов в системе	0v1	Среднее ----- Среднее	Низкое – Хорошее
	H08	Способность правильно оценивать информацию	0v1	Хорошая ----- Хорошая	Средняя – Очень хорошая
	H09	Качество принятия решения	0v1v2	Хорошее	Среднее – Очень хорошее


Компоне нт	Код	Фактор опасности	Индексы опасности \bar{I}	Лингвистическая оценка V (базовая / адаптированная)	Область определения
				Хорошее	
	H12	Самообладание в экстремальных ситуациях	1v2	Низкое ----- Очень низкое	*
	H13	Обученность действиям в сложных условиях обстановки	0v1	Хорошая ----- Выше среднего	Средняя - Высокая
	H14	Точность корректирующих действий	0v1v2	Хорошая ----- Очень хорошая	*
Машина- оборудование	M01	Качество конструкции рабочего места оператора	0v1	Выше среднего ----- Хорошее	Низкое – Высокое
	M02	Степень учета особенностей работоспособности человека	0v2	Выше среднего ----- Выше среднего	*
	M03	Оснащенность источниками опасных и вредных факторов	2v0	Выше среднего ----- Выше среднего	Средняя – Очень высокая
	M04	Безотказность прочих элементов	0v1	Хорошая ----- Очень хорошая	Ниже среднего – Очень высокая
	M05	Безотказность других ответственных элементов	0v2	Очень хорошая ----- Большая	Средняя – Очень высокая
	M06	Длительность действия опасных и вредных факторов	1v0	Среднее ----- Среднее	*
	M07	Уровень потенциала опасных и вредных факторов	1v0	Большой ----- Большой	*
	M08	Безотказность приборов и устройств безопасности	0v1	Высокая ----- Высокая	Средняя – Очень высокая
Технология	T01	Удобство подготовки и выполнения работ	0v1	Среднее ----- Выше среднего	Ниже среднего – Очень высокое
	T02	Удобство технического обслуживания и ремонта	0v2	Выше среднего ----- Выше среднего	Ниже среднего – Очень высокое
	T03	Сложность алгоритмов оператора	1v0	Средняя ----- Выше среднего	Ниже среднего – Высокая
	T04	Возможность появления человека в опасной зоне	1v0	Низкая ----- Ниже среднего	*
	T05	Возможность появления др. незащищенных элементов в опасной зоне	1v0	Низкая ----- Очень низкая	*
	T06	Надежность технологических средств обеспечения безопасности	0v1	Высокая ----- Высокая	Средняя – Очень высокая

Многие факторы опасности определены только на части лингвистической шкалы оценок, поэтому для них указана область определения. Модель откалибрована на следующие статистические вероятности: $P(\text{Нарушение равновесия}) = 0.0006$; $P(\text{Опасная ситуация}) = 0.0001$; $P(\text{Критическая ситуация}) = 0.000007$; $P(\text{Происшествие}) = 0.000001$. Приступим к выполнению задач инженера.

Шаг 1, 2. Подходящая модель для класса ОПО “изотермические хранилища” уже выбрана, а необходимые настройки и установка компонент выполнены. Осталось только её

открыть. Для этого запустите на выполнение файл “Hazard.exe”. После того как появится

главное окно приложения через меню “Файл.Загрузить” (или ) , откройте модель “Isothermal Storehouse.hzd”. Hazard имеет однодокументный интерфейс. После загрузки появятся два окна: монитор модели и монитор комплексов мероприятий. Первый служит для редактирования, калибровки и прогона модели; второй – для редактирования, ранжировки и оптимизации мероприятий улучшения безопасности. В панели инструментов нажмите

кнопку  . В таблице 1 находятся параметры открытой модели. Чтобы их увидеть переключитесь в редактор модели. Каждый из двух мониторов содержит 3 вложенных страницы, являющихся мониторами и редакторами различного назначения. Переключение между ними производится с помощью закладок, расположенных слева (вертикально). Выбрав закладку “Модель” вы попадёте в редактор модели.

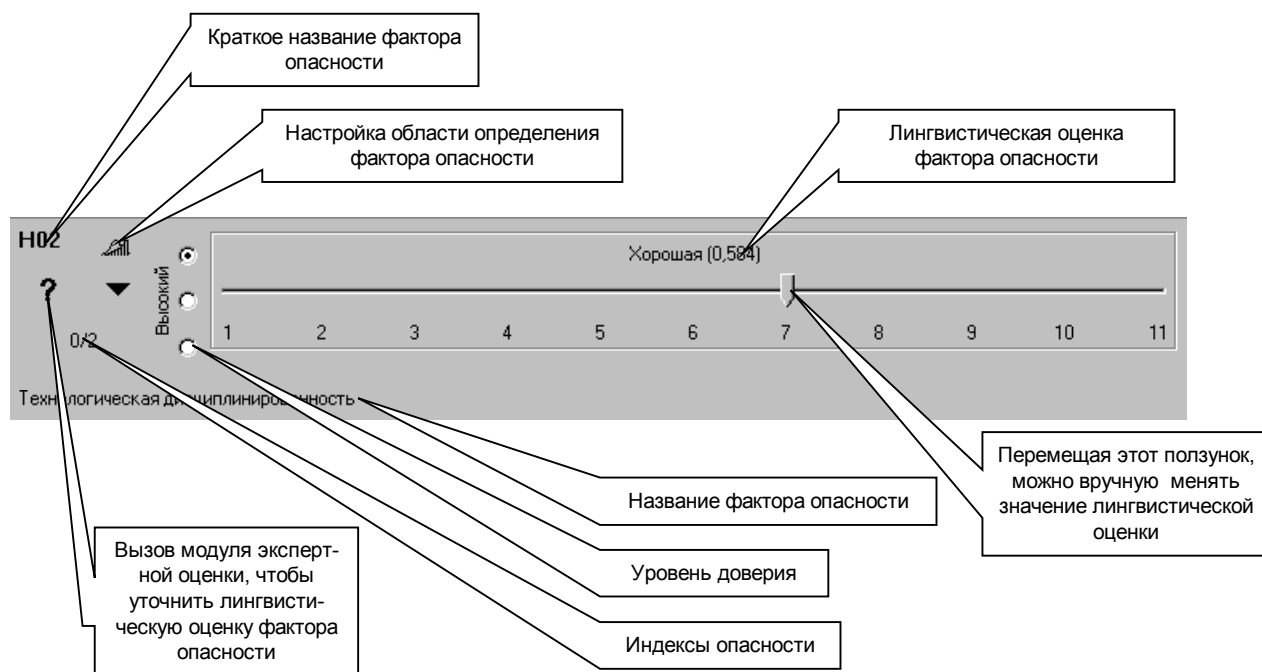
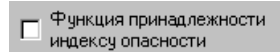


Рис. 2. Слот редактора модели развития происшествия на ОПО

Параметры факторов опасности, указанные в таблице 1, доступны для просмотра и редактирования. Каждому фактору в редакторе соответствует один слот, изображённый на рис. 2. Как и в таблице 1 слоты факторов разделены на 4 группы, соответствующие компонентам: человек, машина, рабочая среда, технология. Пометив переключатель



(в нижней части окна) можно увидеть функцию принадлежности индексу опасности. Графа “Лингвистическая оценка” таблицы 1 имеет два значения на каждый фактор. Сейчас загружена базовая модель и оценки соответствуют тем, которые в ячейках находятся сверху. Осталось только убедиться в правильности калибровки модели. Для этого переключитесь в “Монитор калибровки модели” с помощью соответствующей закладки (вертикально слева). В группе “Параметры калибровки” Вы увидите 4 строки ввода, где указаны искомые вероятности состояний: 0.0006; 0.0001; 0.000007; 0.000001. Вызвав через меню “Файл.Модуль вычисления оценок ФО” менеджер конфигураций модулей оценки, можно убедиться, что модели назначен правильный модуль оценки (“Универсальный модуль...”) с нужной конфигурацией (“Хранилище аммиака”).

Шаг 3. Теперь нужно адаптировать базовую модель под исследуемый в данной работе ОПО – изотермическое хранилище жидкого аммиака фирмы ТЕС (10 000т), для чего

понадобится уточнить лингвистические оценки факторов опасности. Для удобства закройте окно отчётов, нажав **F7** или через меню “Вид.Отчёты”. Теперь сохраните модель в новом файле (используя или меню “Файл.Сохранить в новом файле”). Подготовлена демонстрационная база оценочных таблиц для модуля оценки факторов опасности, которая содержит таблицы только для **T03**. Поэтому остальные факторы опасности придётся установить вручную, по заготовленным значениям из таблицы 1. Выполните это с помощью ползунка (см. рис. 2) слотов редактора модели, используя значения, указанные в нижних ячейках (выделены жирным шрифтом) графы “Лингвистическая оценка V” таблицы 1. Сохраните модель через меню “Файл.Сохранить”.

Далее, на примере фактора опасности **T03**, выполним процедуру адаптации базовой модели к конкретному объекту исследования, как это обычно делается инженером по технике безопасности – с помощью модуля экспертной оценки: найдите в редакторе модели слот **T03** (“Сложность алгоритмов оператора”) и нажмите кнопку

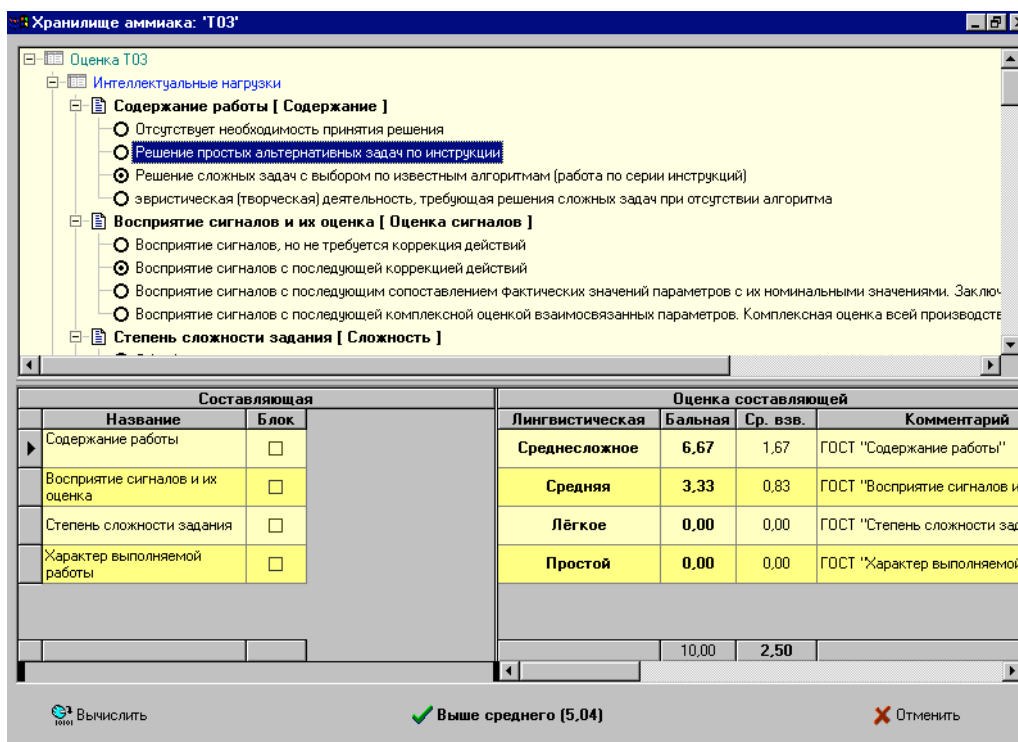


Рис. 3. Модуль экспертной оценки ФО

Появится окно модуля экспертной оценки (Рис. 3). В его верхней части находится дерево оценочных таблиц, где с помощью радио-переключателей нужно указать правильные ответы для каждой составляющей оценки. При выборе ответа составляющей присваивается соответствующий выбранному варианту балл. Нижняя часть содержит сетки с подробной информацией о составляющих и предоставляет возможность ручного указания балльного значения [0, 10] составляющих. Для этого необходимо заблокировать желаемую составляющую пометив галочкой переключатель в графе “Составляющая.Блок”, после чего можно вручную ввести нужную оценку в графе “Оценка составляющей.Бальная”. Пользуясь радио-переключателями, укажите ответы, приведённые в таблице 2.

Таблица 2.

Составляющая	Номер радио кнопки (считая сверху)
Содержание работы	2
Восприятие сигналов и их оценка	3
Степень сложности задания	2
Характер выполняемой работы	1
Длительность наблюдения	4
Плотность сигналов	1
Число объектов	3
Размер объекта	2
Работа с оптикой	1
Наблюдение за экранами	2
Нагрузка на слуховой аппарат	2
Степень ответственности	3
Степень риска для себя	2
Степень риска для других	1
Число приёмов для реализации задания	2
Продолжительность выполнения производственных заданий	3
Продолжительность рабочего дня	2
Сменность работы	3

Нажмите кнопку “**Вычислить**”, чтобы увидеть результирующую оценку фактора T03. Если уточнение окончено, нажмите среднюю кнопку, помеченную зелёной галочкой. При этом изменения внесутся в модель ОПО, после чего модель можно сохранить.




Шаг 4. Формализация описания комплексов мер безопасности, которые необходимо оценить.


Таблица 3.


Предполагаемые мероприятия по совершенствованию безопасности

№	Возможное организационно-техническое мероприятие	Стоимость внедрения (руб.)	Воздействие на модель		
			Фактор опасности	Лингвистическая оценка	Уровень доверия
1	Провести дополнительные занятия с обслуживающим персоналом об основных физических законах, применимых к управляемому процессу, о потенциальных опасностях оборудования, о погрешностях и отказах КИП, об отказах оборудования; включить данные вопросы в перечень периодических проверок персонала и уделять им пристальное внимание. (Инструктаж)	1000	H07	+1	Высокий
			H08	+1	Высокий

№	Возможное организационно-техническое мероприятие	Стоимость внедрения (руб.)	Воздействие на модель		
			Фактор опасности	Лингвистическая оценка	Уровень доверия
2	Организовать периодический психологический тренинг персонала по пребыванию в нештатных и экстремальных ситуациях, инструктажи и тренировки по нештатным ситуациям. (Психологический тренинг)	2700	H12	+1	Высокий
			H13	+1	Высокий
3	Защитить корпус системного блока персонального компьютера SCAN 3000 от несанкционированного или случайного выключения, надежно укрепить его в стеллаже; защитить кабели сигнала и питания, находящиеся в зоне случайного влияния человека. (Модернизация средств защиты)	1900	M02	+1	Высокий
			T05	-1	Высокий
4	Предусмотреть автоматическое срабатывание запорной арматуры по уровню жидкого аммиака в емкости 1001-F. Организовать периодические тренировки по отработке слаженности действий с операторами цеха 1-6 при полной аварийной остановке технологического процесса. (Модернизация системы контроля)	5677	M06	+1	Высокий
5	Рассмотреть возможность увеличения частоты обновления видеотерминала системы SCAN 3000 до 85 Гц. Предусмотреть местное освещение пульта системы SCAN 3000. (Улучшение эргономики)	2100	T03	-1	Высокий
			C01	+1	Высокий

Добавим предполагаемые мероприятия к модели, для чего переключимся в монитор комплексов мер кнопкой панели управления: . С помощью вертикальных (слева) закладок переключитесь в редактор комплексов мер. В сетке **“Комплексы мер”** (слева) Вы увидите список доступных комплексов. Изначально там будет только стандартный комплекс. В сетке **“Меры”** (справа) отображается содержимое текущего выбранного (помеченного чёрным треугольником ) комплекса мер, представляющее собой список названий мероприятий. Содержание же выбранного мероприятия отображается в нижнем окне редактора и включает: стоимость внедрения, список несовместимостей, список воздействий на модель. Список можно редактировать, вызвав редактор мероприятия одним из двух способов: кнопкой ; двойным щелчком левой клавиши мыши на нижнем окне редактора (там, где показано содержание мероприятия).

Создайте новый комплекс мер, дав ему какое-нибудь имя, например “Тест 1”. Для этого щёлкните левой клавишей мыши, указав на последнюю строчку () сетки **“Комплексы мер”**. Введите название “Тест 1” и нажмите клавишу **“Enter”** либо перейдите на другую строку сетки (добавление комплекса произойдёт в обоих случаях).

Далее опишем действия, которые надо выполнить для каждого мероприятия из таблицы 3, чтобы добавить его в комплекс “Тест 1”. Убедитесь, что комплекс “Тест 1” – текущий ( - помечен треугольником). Теперь, в сетке **“Меры”** (справа) добавьте ранее описанным способом (через последнюю строку) краткое название мероприятия (в графе **“Возможное организационно-техническое мероприятие”** таблицы 3 выделено жирным шрифтом и скобками). Удобно выполнить последовательное добавление названий всех 5-ти

мероприятий сразу. Теперь, поочередно делая мероприятия текущими, введите их содержание в соответствии с таблицей 3.

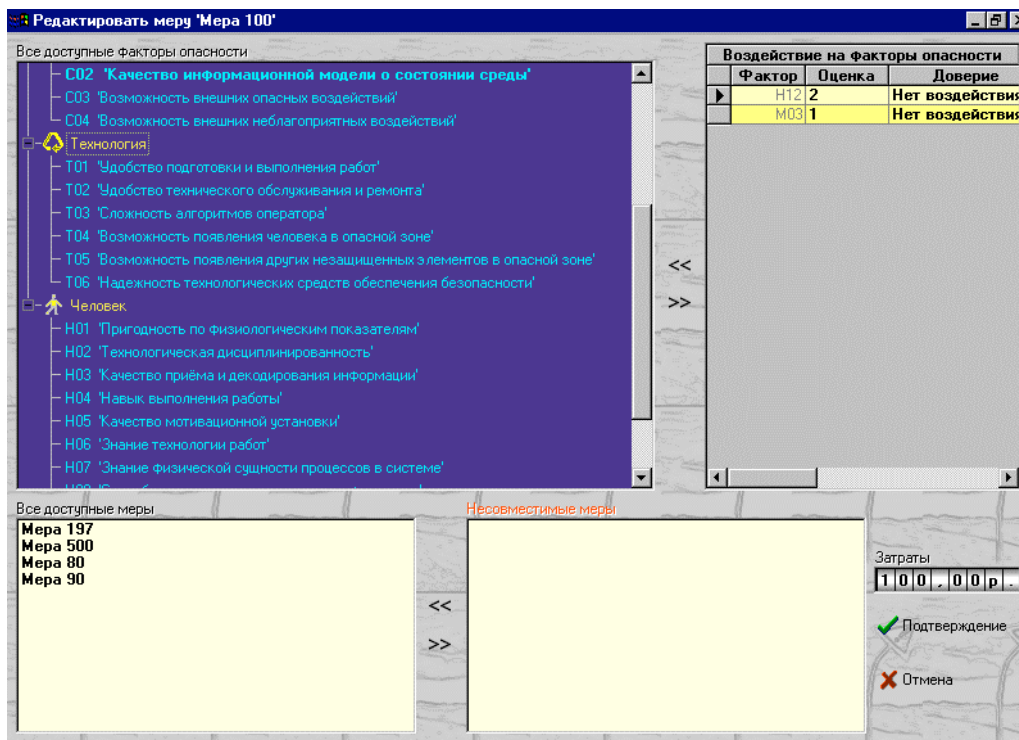
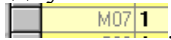



Рис. 4. Редактор мероприятий улучшения безопасности

Воздействия мероприятия на модель показаны в правой верхней сетке (изначально она пуста). Чтобы добавить воздействия на факторы опасности, выделите нужные факторы левой кнопкой мыши в списке всех доступных факторов (левое верхнее окно) и перетащите на сетку (**drag and drop**). Слоты автоматически появятся в сетке. При повторном щелчке мыши на уже выделенном факторе опасности – выделение исчезнет, поэтому на факторе, который выделяется последним, необходимо не отпуская клавишу мыши сразу выполнять перетаскивание. Вместо перетаскивания можно нажать кнопку: **>>**. Удаление факторов из сетки **“Воздействия на факторы опасности”** выполняется аналогично. Перед удалением следует выделять одну или несколько строк щёлкая левой клавишей мыши на метке, находящейся слева: . Курсор мыши над меткой приобретает вид стрелки, а строка после щелчка становится синей: . Для выделения сразу нескольких строк необходимо удерживать нажатой клавишу **“Control”**.

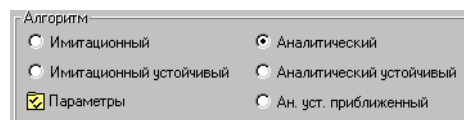
Далее, выберите из выпадающего списка (рис. 5) воздействия на лингвистическую оценку и на уровень доверия. Мероприятия совершенствования безопасности улучшают оценки факторов, поэтому для стабилизирующих факторов берутся положительные изменения оценки, а для деструктивных – отрицательные. Если у мероприятия имеются несовместимые мероприятия, то необходимо их добавить в список несовместимости с помощью процедуры **“drag and drop”**. Когда вся информация будет внесена Вами, закройте редактор кнопкой **“Подтверждение”**.

Воздействие на факторы опасности		
Фактор	Оценка	Доверие
C01	1	Высокий
M05	1	Нет воздействия
M07	-5	Нет воздействия
C03	-4	Нет воздействия
	-3	
	-2	
	-1	
	0	
	1	
	2	
	3	
	4	

Рис. 5.

Сохраните модель.

Шаг 5.1. Оценим вероятность происшествия до внедрения каких-либо мероприятий. Для этого




переключимся в монитор модели кнопкой  и выберем вертикальной закладкой **“Редактор модели”**. В группе **“Алгоритм”** (внизу окна: рис. 6) установите радиокнопку **“Аналитический”**. Данный алгоритм не учитывает уровни доверия оценок факторов опасности, но хорошо подходит для нашей задачи благодаря своей скорости и точности. Далее переключитесь на закладку **“Прогон”**, чтобы попасть в монитор модели: рис. 7. Нажмите кнопку **“Запуск моделирования”**.

Рис. 6.

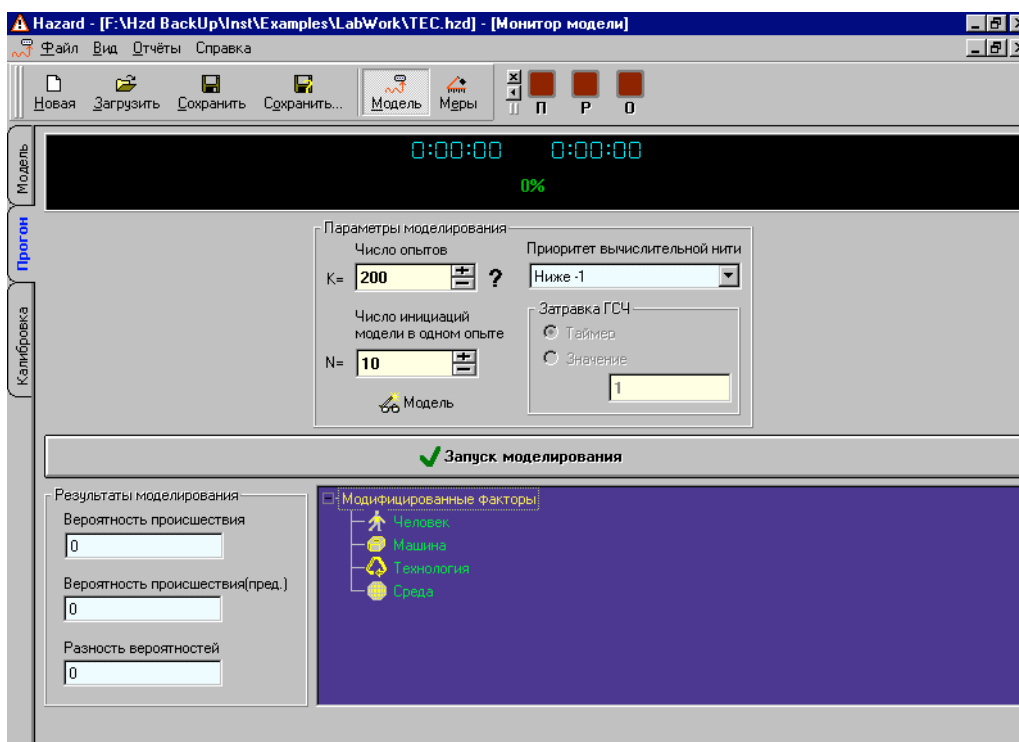



Рис. 7. Монитор модели

Результат появится в строке ввода **“Вероятность происшествия”**. Подробный отчет можно увидеть, открыв генератор отчетов клавишей **F7** (на странице **“Модель”**).

Состояние			Индекс опасности			
Состояние	Частота	Среднее кв. отклонение	Min	Max	Матем. ожидание	Ср. кв. отклонение
Гомеостазис	0,999677722424882	-	0	60,0	15,7925	10,0392
Нарушение ==	0,000322277575118	-	63,0	84,0	67,3626	3,7438
Адаптация D	0,000224721726602	-	0	280,0	162,4339	80,6611
Оп. ситуация	0,000097555848516	-	288,0	1008,0	383,1893	81,0026
Адаптация F	0,000090145661479	-	0	1701,0	515,1598	534,7509
Кр. ситуация	0,000007410187038	-	1728,0	8064,0	2109,6872	421,7747
Адаптация H	0,000006432160469	-	0	3528,0	1120,349	1143,8977
Происшествие	0,000000978026569	-	3564,0	24192,0	4631,1369	1091,221

Обратите внимание на кнопки  внизу окна отчётов. Через них доступны контекстные меню генератора отчётов (рис. 8), которые также доступны при щелчке правой кнопкой мыши на пустом пространстве окна отчётов. Для удобства просмотра рекомендуется через эти меню распахнуть окно отчётов и установить масштаб 100%. Далее пользуйтесь клавишей **F7**, чтобы включать и выключать это окно.

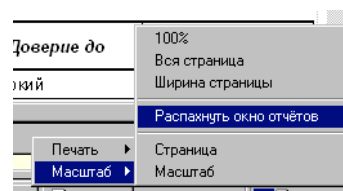




Рис. 8.


Так же обратите внимание, что ΔQ (изменение вероятности) отображается с **обратным знаком**.

Просчитанную модель мы будем далее использовать в качестве «базовой». Обратите внимание на кнопку  в мониторах комплексов мер и оптимизации. С помощью неё выполняется копирование просчитанной базовой модели из монитора модели. При этом копируются и настройки алгоритмов, установленные в мониторе модели и редакторе модели.

Шаг 5.2. Оценим эффективность мероприятий 1, 2, 3 (табл.3). Это набор, предлагаемый для исследуемого объекта годовой проектной организацией. Для этого переключитесь в “**Редактор комплексов мер**” и убедитесь, что комплекс “**Тест 1**” является текущим. Переключитесь в “**Монитор комплексов мер**” нажмите , затем нажмите кнопку “**Выполнить**” (помечена зелёной галочкой). После завершения ранжировки мероприятий по эффективности сохраните модель.

В правом нижнем углу монитора комплексов мер будет окно, содержащее список мероприятий. Сверните находящееся там дерево щёлкнув мышью (левой кнопкой) в



левом верхнем углу  (на знаке ‘-’ в квадратике).

Разверните дерево повторным щелчком мыши и выделите мероприятия 1, 2, 3 в соответствии с таблицей 3 (рис. 9). Нажмите кнопку “**Оценить эффективность**”. После завершения оценки откройте окно отчётов (клавиша **F7**) и перейдите на закладку “**Комплекс мер**”.

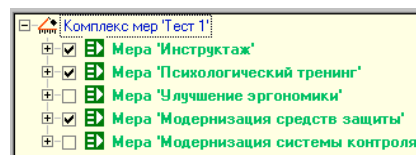


Рис. 9.

Мера	Затраты	Дельта Q	Выгода	Кэ
Инструктаж	1 000,00р.	0,000000480924066	4,81р.	0,0048
Психологический тренинг	2 700,00р.	0,000000288842426	2,89р.	0,0011
Модернизация средств защиты	1 900,00р.	0,00000021451753	2,15р.	0,0011
Суммарные значения	5 600,00р.	0,000000984284022	9,84р.	-
Реальные значения (прогон)	-//-	0,000000732782527	7,33р.	0,0013

Рис. 10. Эффективность набора 1, 2, 3

Теперь отметьте по аналогии с рис. 9 мероприятия 4 и 5. Нажмите кнопку “**Оценить эффективность**” и сравните результат.

Мера	Затраты	Дельта Q	Выгода	Кэ
Улучшение эргономики	2 100,00р.	0,000000277103392	2,77р.	0,0013
Модернизация системы контроля	5 677,00р.	-0,00000011287934	-1,13р.	-0,0002
Суммарные значения	7 777,00р.	0,000000164224051	1,64р.	-
Реальные значения (прогон)	-//-	0,000000196262136	1,96р.	0,0003

Рис. 11. Эффективность набора 4, 5

При нажатии кнопки “Оценить эффективность” выполняется пробное применение выбранных мероприятий – исходная модель (находящаяся в мониторе модели) не меняется. Это позволяет вручную получать отчёты и сравнивать эффективность.

Шаг 5.3. Теперь осуществим оптимальный выбор мероприятий, чтобы дать рекомендации по совершенствованию безопасности. Hazard позволяет решать две оптимизационные задачи.

Задача 1. При фиксированных финансовых средствах $S_{дон}$ на внедрение мер по улучшению безопасности ОПО, выбрать такой набор совместимых мер MS_i , который максимально снижает величину вероятности происшествия Q^{C_9} :

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta Q^{C_9}(MS_i) \rightarrow \max; \\ \sum_{j=1}^{|MS_i|} S_j \leq S_{дон} \end{array} \right. \quad (2.1)$$

Задача 2. При минимальных затратах внедрения, выбрать такой набор совместимых мер MS_i , который снижает вероятность происшествия $Q_{исх}^{C_9}$ до заданного уровня - $Q_{дон}^{C_9}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^{|MS_i|} S_j \rightarrow \min; \\ Q_{исх}^{C_9} + \Delta Q^{C_9}(MS_i) \leq Q_{дон}^{C_9} \end{array} \right. \quad (2.2)$$


где $\Delta Q_i^{C_9} = Q_{MS_i}^{C_9} - Q_{исх}^{C_9}$ - снижение вероятности происшествия при внедрении на ОПО i-го набора мероприятий по улучшению безопасности;

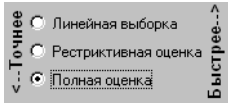
S_j - затраты на внедрение j-го мероприятия;

$Q_{исх}^{C_9}$, $Q_{MS_i}^{C_9}$ - соответственно вероятности происшествия до (исходная) и после внедрения i-го набора мер:


$Q_{MS_i}^{C_9} = f(V_1 + \Delta V_{1i}, V_2 + \Delta V_{2i}, \dots, V_k + \Delta V_{ki})$, где ΔV_{ki} - улучшение оценки k-го фактора опасности при возможном внедрении i-го набора мер (суммарное воздействие мер на данный фактор).

Сначала решим первую задачу.

Переключитесь в “Монитор оптимизации”, нажмите  , установите метод

полной оценки  , в поле ввода “Имеющиеся финансовые средства” введите, например, 3500 и нажмите кнопку “Выполнить”. Появится диалог с запросом на подтверждение оптимизации – нажмите “Yes”. Прервать запущенную оптимизацию (и



прогон модели) можно щёлкнув левой клавишей мыши на индикаторе (для оптимизации - “О”; для прогона – “П”). После окончания оптимизации в правом окне появится результат – множество возможных выборов мероприятий, отсортированное по выбранному критерию: . Сортировке по абсолютной эффективности соответствует положение **dQ**. Число возвращаемых вариантов не превышает указанное в поле ввода “**Возвращать не более**”. Уже сейчас Вы видите самый существенный результат оптимизации – какие наборы мероприятий самые эффективные для исследуемого объекта.

5.1 Выборка 1

<i>Затраты</i>	<i>Дельта Q</i>	<i>Выгода</i>	<i>Кэ</i>
3 100,00р.	0,000000623693412	6,24р.	0,002

Меры: Инструктаж; Улучшение эргономики

При ограниченных финансовых средствах (3500 р.) следует рекомендовать два мероприятия: “**Инструктаж**” и “**Улучшение эргономики**”. Чтобы уточнить абсолютные значения выгоды и коэффициента эффективности, необходимо ввести правильное значение в поле ввода “**Величина среднего ущерба от происшествия**” в мониторе комплексов мер и повторить оптимизацию. Эта величина является правым сомножителем (в квадратных скобках) соотношения (2).

При рассмотрении возможных наборов мероприятий следует обращать внимание не только на самый эффективный вариант, но и на несколько последующих, согласно отношению упорядочивания по эффективности, так как Hazard – это лишь один из многих инструментов оценки. Без сомнения на практике, эффективность наборов может отличаться от оценки Hazard по причине влияния факторов, которые мы не учитываем при моделировании (в модели только 31 фактор) или учитываем недостаточно точно. Поэтому окончательное принятие решения все-таки за человеком.


Предложите собственные мероприятия совершенствования безопасности и оцените их эффективность с помощью Hazard.

3.Краткое изложение этапов работы

3.1 Шаги пользователя 1, 2 и 3: подключение базовой модели класса ОПО и её настройка на конкретный экземпляр

Исходное состояние. Программный комплекс Hazard 3.0 загружен. На экране - его главное окно, содержащее основное меню, панель быстрого доступа и окно генератора отчётов (внизу).



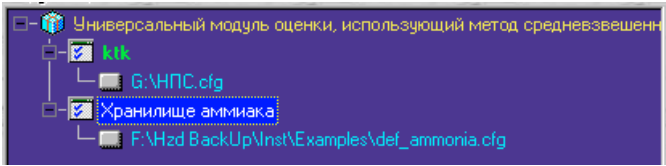
Достижение исходного состояния. Запустить исполняемый файл “C:\Program Files\AlexCorp\Hazard 2000\Exe\Hazard.exe”. Это можно также выполнить, открыв папку Hazard 2000, находящуюся на рабочем столе Windows, и сделав двойной щелчок левой



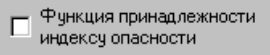
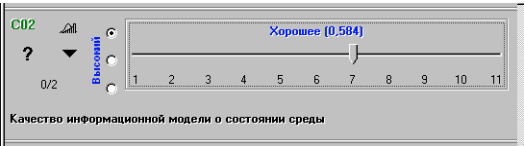
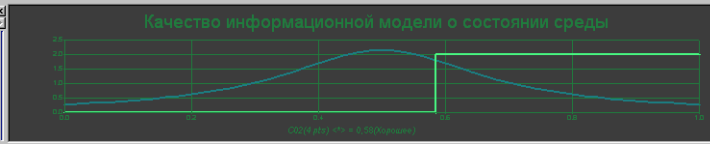
клавишей мыши на иконке .


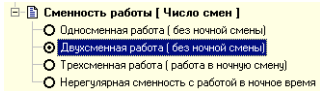




Задачи. На данный момент работа экспертов уже выполнена – для нас подготовлена «базовая» модель класса объектов – “изотермические хранилища” (уровень качества “СРЕДНЕЕ”). Экспертами установлены индексы опасности, средние лингвистические оценки факторов, области определения факторов, выполнена калибровка модели на вероятности, созданы базы данных модуля экспертной оценки, выполнено назначение модуля – модели, и подключение созданных баз.


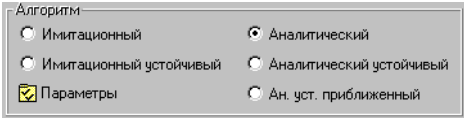

Последняя процедура из «задач» обычно выполняется инженером по технике безопасности.




Загрузите подготовленную модель и убедитесь, что модуль экспертной оценки правильно подключен и выбрана нужная конфигурация. Затем необходимо модифицировать модель в соответствии с табл.1 и посмотреть результаты оценки вероятности аварии, выполнив прогон модели.

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
1	Загрузить базовую модель «Изомермические хранилища».	1.1. Вызвать пункт меню “Файл.Загрузить” (или нажать кнопку панели быстрого доступа - ).	Появится диалог “Открыть файл модели”.
		1.2. В появившемся диалоге найти каталог “C:\Program files\AlexCorp\Hazard 2000\Examples\”, а в нём – файл “Isothermal Storehouse.hzd”. Выделить этот файл левой кнопкой мыши и нажать кнопку “Open”.	Через несколько секунд модель откроется и в клиентской области главного окна Hazard появятся два дочерних окна. Активным будет “Редактор комплексов мер”.
		1.3. В панели быстрого доступа нажмите кнопку  .	Активным становится окно “Редактор модели”.
		1.4. Нажмите клавишу F7.	Окно отчётов, которое пока не нужно, исчезнет.
		1.5. Выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши на заголовке окна “Редактор модели”.	Окно будет максимизировано.
2	Убедиться в правильности конфигурации модуля экспертной оценки.	2.1. Вызвать пункт меню “Файл.Модуль вычислений оценок ФО”.	Появится диалог “Назначить модуль оценки значений ФО”.
		2.2. Убедиться, что выбрана конфигурация “Хранилище аммиака”. Если это не так, то левой кнопкой мыши выделить конфигурацию, как показано на рисунке, и нажать кнопку “Подтвердить выбор модуля и конфигурации”, после чего нажать кнопку “Закреть”.	

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
3	Адаптировать модель для исследуемого ОПО.	<p>3.1. Уточнить лингвистические оценки некоторых факторов опасности загруженной модели, чтобы они соответствовали конкретному изотермическому хранилищу.</p> <p>Оценки указаны в табл.1, выделены жирным шрифтом в нижних половинках ячеек графы “Лингвистическая оценка V”. Модификации подлежат оценки только тех факторов, где значения в нижней и верхней половинке ячеек различны.</p> <p>Факторы опасности разделены на 4 группы: персона, машина, рабочая среда, технология. Пользуясь закладками  - в верхней части окна, переключайтесь между группами факторов. Каждому фактору отведён один слот редактора (см. рис. 2).</p> <p>Пользуясь ползунком , установите требуемые значения лингвистических оценок.</p> <p>3.2. Ознакомьтесь с функцией принадлежности индексу опасности (действие можно выполнить вместе с 3.1). В нижней части редактора модели левой кнопкой мыши отметьте переключатель: . В показанном на рисунке окне будет отображаться функция принадлежности текущего фактора опасности. Текущим является выделенный цветом и шрифтом слот редактора. Установка текущего фактора выполняется щелчком левой или правой клавишей мыши на свободном месте слота или его названии.</p>	<p>Редактор модели.</p> <p>Слоты редактора модели:</p>  <p>Качество информационной модели о состоянии среды</p>
			<p>В нижней части главного окна приложения появится окно графика функции принадлежности текущего фактора опасности.</p>  <p>Качество информационной модели о состоянии среды</p>



№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		<p>3.3. Вычислить значение оценки фактора T03 с помощью модуля экспертной оценки.</p> <p>Для T03 имеется демонстрационная база нормативов и таблиц модуля оценки. Нажмите кнопку  - в слоте фактора T03.</p>	<p>Появится окно модуля экспертной оценки с деревом таблиц фактора T03 (см. рис. 3). В верхней части окна – дерево оценочных таблиц, состоящих из составляющих, на которые разбит фактор опасности. Составляющие могут быть вложенными – т.е. сами состоять из других составляющих. Каждой из них присваивается балльная оценка, которая выбирается с помощью радио кнопок. Увидеть значения балльных оценок можно в нижней половине окна. Пометив переключатель графы “Блок”, напротив нужной составляющей, её можно заблокировать и ввести балльную оценку вручную, указав при этом, при желании, комментарий.</p>
		<p>3.3.1. Установить значения составляющих T03 в значения, указанные в табл.2.</p>	 <p>Сменность работы [Число смен]</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Односменная работа [без ночной смены] <input checked="" type="radio"/> Двухсменная работа [без ночной смены] <input type="radio"/> Трёхсменная работа [работа в ночную смену] <input type="radio"/> Нерегулярная сменность с работой в ночное время
		<p>3.3.2. Внести вычисленное значение в модель. Для этого нажмите кнопку “Вычислить”, затем кнопку, находящуюся в середине (помеченную зелёной меткой).</p>	 <p> Вычислить  Выше среднего (5,04)</p> <p>Окно модуля экспертной оценки закроется, в слоте редактора модели отобразится вычисленное значение.</p>
		<p>3.3.3. Выгрузить модуль экспертной оценки, так как он больше не понадобится. Для этого нажать кнопку  окна “Модуль”.</p>	<p>Окно “Модуль” исчезнет.</p>

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		<p>3.4. Сохранить модель в новом файле. Для этого надо нажать кнопку  или воспользоваться главным меню “Файл.Сохранить в новом файле”.</p>	<p>Появится диалог “Сохранить под новым именем”.</p>
		<p>3.4.1. В поле “File name” ввести имя файла (можно без расширения), например, свою фамилию и нажать кнопку “Save”.</p>	<p>Окно “Сохранить под новым именем” исчезнет.</p>
4.	<p>Выполнить</p>	<p>4.1. Установить алгоритм расчёта “Аналитический”.</p>	
		<p>4.2. Переключиться в “Монитор модели”. Это выполняется с помощью трёх закладок, расположенных вертикально слева.</p>	<p>Монитор модели.</p>
		<p>4.3. Выполнить прогон модели, нажав кнопку “Запуск моделирования”. Вероятность происшествия запомнить (например, скопировав нажав Ctrl+Ins, в буфер обмена и вставив в предварительно запущенный Notepad).</p>	<p>Индикатор прогресса, находящийся в верхней части окна, достигнет 100%. В группе “Результаты моделирования” (левый нижний угол) появится вероятность происшествия. В списке появятся модифицированные факторы.</p>
		<p>4.4. Выполнить прогон и запомнить вероятность происшествия для базовой модели.</p>	-
		<p>4.4.1. Для этого загрузить её, нажав кнопку . Найти каталог “C:\Program files\AlexCorp\Hazard 2000\Examples\”, а в нём – файл “Isothermal Storehouse.hzd”. Выделить файл и нажать кнопку “Open”.</p>	-
		<p>4.4.2. Повторить для базовой модели все пункты с 4.1 до 4.3.</p>	-


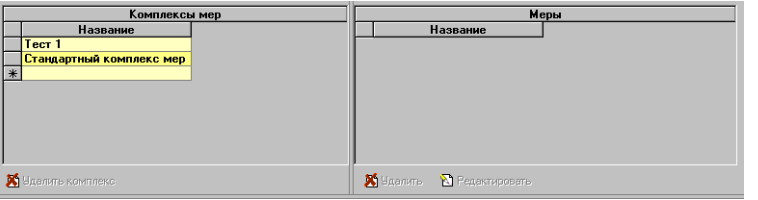
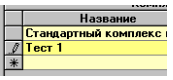
№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		4.4.3. Сравнить результаты и загрузить собственную модель обратно.	-
		4.5. Ознакомиться с подробным отчётом о прогоне модели. Для этого нажать F7.	Появится окно генератора отчётов.
		4.5.1. Нажать кнопку  и в появившемся меню выбрать “Распахнуть окно”.	Окно отчётов увеличится.
		4.5.2. Нажать кнопку  и в появившемся меню выбрать “100%”.	<p>Отчёт будет показан в натуральную величину. Если в нём несколько страниц, для перемещения по ним можно использовать кнопки:</p> 
		4.5.3. Скрыть окно отчётов. Для этого нажать F7.	Окно отчётов исчезнет.

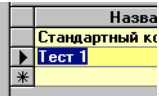
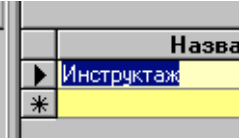
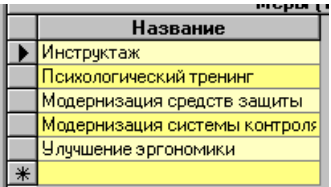
3.2 Шаг пользователя 4: описание комплексов мероприятий улучшения безопасности

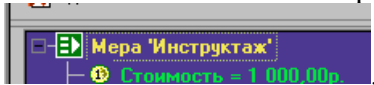
Исходное состояние. Программный комплекс Hazard 3.0 загружен. Открыта модифицированная модель. Активизирован “Редактор комплексов мер”.


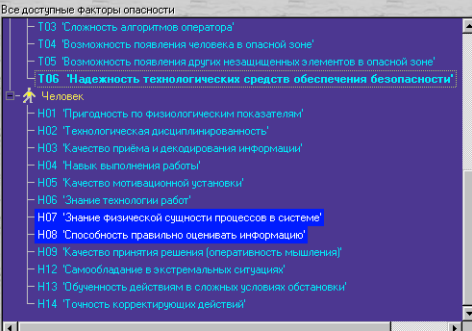
Достижение исходного состояния. Запустить исполняемый файл “C:\Program Files\AlexCorp\Hazard 2000\Exe\Hazard.exe”. Нажать кнопку . Найти каталог “C:\Program files\AlexCorp\Hazard 2000\Examples\”. В нём найти и выделить файл, который был создан в 3.4 (обычно это Фамилия.hzd). Выделить его и нажать “Open”. Нажать кнопку . Среди закладок, расположенных вертикально слева, выбрать “Комплексы мер”.

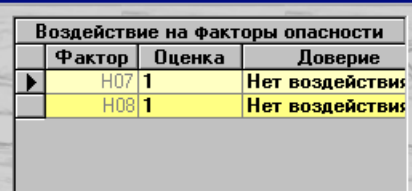
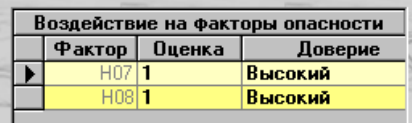

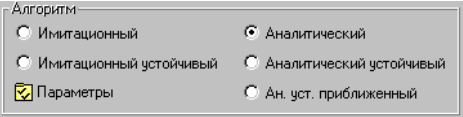
Задачи. На данный момент создана модель, отражающая особенности исследуемого ОПО. Теперь нужно создать и сохранить описание комплекса мероприятий улучшения безопасности, находящихся в табл. 3.


№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
1	Создать новый комплекс мер – “Тест 1”.	<p>1.1. Щёлкнуть левой кнопкой мыши на последней строке сетки “Комплексы мер”: .</p>	<p>Курсор появится в начале строки, помеченной звёздочкой, а в сетке “Меры” исчезнет содержимое.</p> 
		<p>1.2. Набрать “Тест 1”.</p>	<p> - напротив строки появится изображение карандаша, а в конце таблицы появится ещё одна строка со звёздочкой.</p>

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		1.3. Нажать клавишу “Enter”.	<p>Карандаш исчезнет, а вместо него появится перевернутый набор треугольник . В правой сетке появится пустая строка, помеченная *. Пустой комплекс мер внесён в модель.</p>
2	Добавить мероприятия улучшения	2.1. Добавить пустое мероприятие. Щёлкнуть левой кнопкой мыши на строке сетки “Меры”. Ввести имя первого мероприятия из табл. 3 и нажать Enter (всё, как для комплекса “Тест 1”). Имена мероприятий указаны в графе “Возможное организационно-техническое мероприятие” – в конце описания в круглых скобках и выделены жирным шрифтом.	
		2.2. Повторить указанную операцию для всех мероприятий табл. 3. Теперь подготовлен комплекс мер “Тест 1”, состоящий из пустых мероприятий.	
		2.3. Ввести информацию о мероприятиях: стоимость внедрения, воздействие на модель и несовместимость. Щёлкните левой кнопкой мыши на первом мероприятии “Инструктаж”.	Мероприятие инструктаж станет текущим.
		2.4. Чтобы ввести данные, нажмите кнопку “Редактировать” или сделайте двойной щелчок левой кнопкой мыши на корне дерева в нижнем окне:	Появится окно редактора мероприятия - Рис. 4.




№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		<p>2.5. Ввести затраты на внедрение мероприятия. Для этого щёлкните левой клавишей мыши на поле ввода “Затраты”, нажмите клавишу “Home”, удерживая “Shift”, нажмите клавишу “End”. При этом поле выделится. Теперь введите стоимость. Точки, разделяющие разряды, появятся автоматически.</p>	
		<p>2.6. Указать несовместимость, если она нужна. Это можно выполнять либо с помощью операции “drag and drop”, либо кнопок << и >>, предварительно выделив в списке “Все доступные меры” несовместимые мероприятия. Выделение выполняется левой клавишей мыши.</p>	<p>После нажатия кнопки >> или перетаскивания, мероприятия появятся в списке “Несовместимые меры”.</p>
		<p>2.7. Указать воздействие на модель. Посмотрите в графе “Воздействие на модель” (табл. 3) краткие имена факторов опасности, на которые действует мера. Найдите их в списке “Все доступные факторы опасности” и выделите левой клавишей мыши.</p>	


№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		2.7.1. Нажмите кнопку >>.	<p>Выделенные факторы переместятся в сетку “Воздействие на факторы опасности”.</p> 
		2.7.2. В соответствии с табл. 3, внесите в сетке изменения в графы “Оценка” и “Доверие”.	
		2.8. Нажмите кнопку “Подтверждение”. Далее повторите эти операции для всех оставшихся мероприятий.	Окно редактора мероприятий закроется, и внесённая информация отобразится в нижнем окне редактора комплексов мер.
3	В ы п	<p>3.1. Убедиться, что комплекс “Тест 1” является текущим.</p> <p>3.1.1. Выполнить прогон модели. Для этого нажать кнопку , переключиться на закладку “Модель”, с помощью радио кнопок установить алгоритм “Аналитический”.</p> <p>3.1.1.2. Переключиться на вкладку “Прогон” и нажать кнопку “Запуск моделирования”.</p>	<p>-</p>  <p>Индикатор прогресса достигнет 100%.</p>

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		<p>3.1.2. Установить базовую модель. Для этого нажать кнопку  и с помощью закладки “Меры” переключиться в “Монитор комплексов мер”. Нажать кнопку “Установить базу”, чтобы скопировать просчитанную модель из монитора модели.</p>	
		<p>3.1.3. Нажать кнопку “Выполнить”. При большом числе мероприятий процесс может занять длительное время.</p>	<p>Индикаторы прогресса достигнут 100%, а в нижнем левом окне появится информация об эффективности мероприятий. С помощью радио кнопок  можно менять порядок их сортировки, а пометив переключатель “Гистограмма эффективности”, можно увидеть графическое представление выбранного параметра мероприятий.</p>
		<p>3.2. Сохранить модель, нажав кнопку “Сохранить”  (Сохранить). Теперь комплексы мероприятий сохранены вместе с вычисленной эффективностью. На этом их описание закончено.</p>	

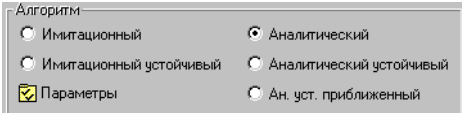
3.3 Шаг пользователя 5: оценка техногенного риска и оптимизация мероприятий с помощью созданной модели


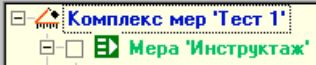

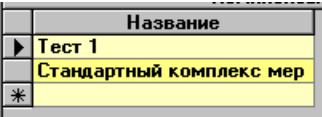
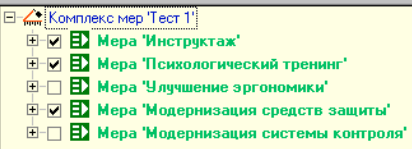
Исходное состояние. Программный комплекс Hazard 3.0 загружен. Открыта модифицированная модель. Активизирован “Редактор модели”.



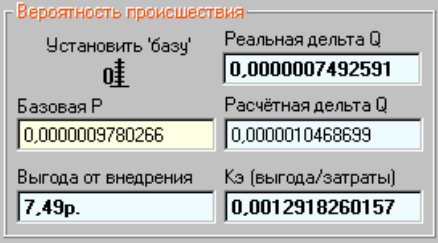
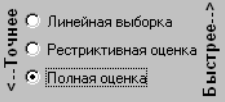
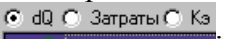
Достижение исходного состояния. Запустить исполняемый файл “C:\Program Files\AlexCorp\Hazard 2000\Exe\Hazard.exe”. Нажать кнопку . Найти каталог “C:\Program files\AlexCorp\Hazard 2000\Examples\”. В нём найти и выделить файл, который был создан в 3.4

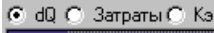
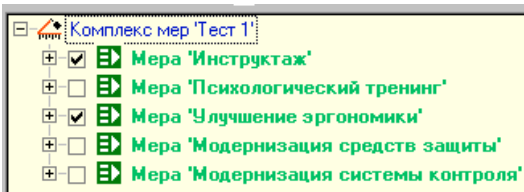
(обычно это Фамилия.hzd). Выделить его и нажать “Open”. Нажать кнопку . Среди закладок, расположенных вертикально слева, выбрать “Модель”.

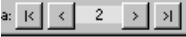
Задачи. На данный момент создана модель исследуемого ОПО и занесена информация по мероприятиям совершенствования безопасности. Требуется оценить техногенный риск до внедрения мероприятий, подобрать оптимальный набор мероприятий и оценить риск после их внедрения. Сравнить результат.

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
1	Оценить исходный вероятность аварии(до внедрения	1.1. Установить алгоритм просчёта модели “Аналитический”.	

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		<p>1.2. Выполнить прогон модели. Для этого переключиться на вкладку “Прогон” и нажать кнопку “Запуск моделирования”.</p>	<p>Индикатор прогресса достигнет 100%.</p>
2	<p>Оценить эффективность</p>	<p>2.1. Сделать комплекс мероприятий, в котором они находятся, текущим. Для этого переключиться в “Редактор комплексов мер” с помощью кнопки  и закладки “Комплексы мер”. Щёлкнуть левой клавишей мыши в сетке “Комплексы мер” на строке “Тест 1”.</p> <p>2.2. Выбрать мероприятия, эффективность которых надо оценить. Для этого с помощью закладки “Меры” следует переключиться в “Монитор комплексов мер”, в правом нижнем окне свернуть дерево мероприятий, нажав левой клавишей мыши на “-” в корне дерева  (), развернуть дерево, нажав на “+” в корне дерева, после чего левой клавишей мыши поставить галочки в переключателях, находящихся слева от имён мер 1, 2 и 3 в соответствии с табл.3.</p> <p>2.3. Оценить эффективность выбранных мер. Нажмите кнопку “Установить базу”, - при этом просчитанная и настроенная модель будет скопирована из редактора модели в “Монитор комплексов мер”. Нажать кнопку “Оценить эффективность”.</p>	<p></p> <p></p> <p>В поле “Базовая Р” появится значение вероятности происшествия исходной модели.</p> <p>Индикатор прогресса достигнет 100%.</p>

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		<p>2.4. Ознакомиться с результатом. Его можно видеть в полях ввода группы “Вероятность происшествия”. Более подробный результат доступен в генераторе отчётов. Нажмите F7 (если генератор скрыт). В окне генератора отчётов переключитесь на закладку “Комплекс мер” () и максимизируйте окно, как описано ранее (через )). Пример отчёта см. рис. 10.</p>	
3	В ы б	<p>3.1. Осуществить оптимизацию.</p> <p>3.1.1. Установить параметры оптимизации, выбрать ограничение и целевую функцию. Переключитесь с помощью закладки “Оптимизация” в “Монитор оптимизации”. Нажмите кнопку “Установить базу”, включите радио кнопку “Полная оценка”. Ещё включите радио кнопку напротив группы “Затраты” и введите в поле “Имеющиеся финансовые средства” сумму 3500.</p> <p>3.1.2. Нажмите кнопку “Выполнить”. В появившемся диалоге нажмите “Yes”.</p> <p>3.2. Ознакомиться с результатами оптимизации.</p>	<p>-</p>  <p>Когда индикатор прогресса достигнет 100%, в правой половине монитора оптимизации появится дерево результатов. Оно состоит из поддеревьев, содержащих возможные варианты решения задачи с указанием списка мероприятий и эффективности. Поддеревья отсортированы по критерию, указанному:</p> 

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		<p>3.2.1. Вывести графическое представление результатов оптимизации. Для этого надо отметить мышью переключатель “Гистограмма” (внизу окна).</p>	<p>Появится окно с гистограммой, показывающей различные варианты решения задачи. По горизонтальной оси указаны идентификаторы вариантов, которые добавляются в дерево после слова “Выборка”. С помощью радио кнопок  можно изменить параметр сортировки вариантов, что отобразится в гистограмме.</p>
		<p>3.2.2. Ознакомьтесь с отчётом по оптимизации. Для этого включите окно генератора отчётов клавишей F7 и переключитесь на закладку “Комплекс мер”.</p>	<p>Отчёт по оптимизации.</p>
		<p>3.3. Сравнить вероятность происшествия до и после внедрения мероприятий.</p>	<p>-</p>
		<p>3.3.1. Осуществить пробное применение варианта “Выборка 1”.</p>	<p>-</p>
		<p>3.3.1.1. Для этого выключите окно отчётов (F7) и щёлкните левой кнопкой мыши на любой строке “Выборка 1”, так, чтобы появилось выделение рамкой и цветом. Нажмите кнопку “Импортировать”.</p>	<p>Произойдёт переключение в “Монитор комплексов мер”. Мероприятия из “Выборка 1” будут отмечены галочками в списке всех мероприятий.</p> 
		<p>3.3.1.2. Нажмите кнопку “Оценить эффективность” и дождитесь завершения операции.</p>	<p>Индикатор прогресса достигнет 100%.</p>

№ п/п	Шаги	Действия пользователя	На экране
		<p>3.3.2. Ознакомиться с отчётом. Сделайте генератор отчётов видимым (F7) и активизируйте в нём закладку “Комплекс мер”. Перемещаясь по страницам с помощью  и полос прокрутки (слева и внизу окна), найдите последний пункт “Оценка эффективности набора мер”. Найдите там вероятности происшествия до и после внедрения мероприятий.</p> <p>На этом подбор оптимальных мероприятий закончен. Имеется возможность их применения к исходной модели с помощью кнопки “Применить>>”. При этом модификации вносятся в модель, находящуюся в мониторе модели. После этого модель требует сохранения.</p>	<p>Отчёт о пробном применении набора мер.</p>