

На правах рукописи

ВАХАПОВА ГУЛЬНАРА МУНИРОВНА

**ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПО ИНТЕГРАЛЬНОМУ  
ПАРАМЕТРУ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ  
АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Специальность 05.26.03-

«Пожарная и промышленная безопасность»

(Нефтегазовая отрасль)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Уфа - 2002

Работа выполнена на кафедре «Машины и аппараты химических производств» Уфимского государственного нефтяного технического университета.

<b>Научный руководитель</b>	кандидат технических наук Чиркова Алена Геннадиевна
<b>Официальные оппоненты</b>	доктор технических наук, профессор Нугаев Раис Янфурович кандидат технических наук Шевердин Александр Васильевич
<b>Ведущая организация</b>	ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»

Защита состоится “ 26” декабря 2002 года в 10-00 на заседании диссертационного совета Д 212.289.05 при Уфимском государственном нефтяном техническом университете по адресу: 450062, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Космонавтов 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уфимского государственного нефтяного технического университета.

Автореферат разослан “ 26” ноября 2002 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Ибрагимов И.Г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность исследования**

Практика показывает, что полностью исключить аварии и уменьшить до нуля опасность, представляемую производственными объектами, невозможно. Поэтому техногенные аварии необходимо предупреждать или ослаблять их вредное воздействие, а если это невозможно, то быстро на них реагировать и эффективно ликвидировать последствия. Первоочередность и значимость исследований в области обеспечения промышленной безопасности оговорена в Федеральном Законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» № 116 от 21 июля 1997 года и в других подзаконных актах Правительства Российской Федерации, Федерального горного и промышленного надзора Российской Федерации.

Техногенная опасность – состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному объекту, реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной чрезвычайной ситуации на производственный персонал и окружающую среду при его возникновении, либо в виде прямого или косвенного ущерба производственному персоналу и окружающей среде в процессе нормальной эксплуатации этих объектов. Потенциальная опасность в той или иной степени присуща любому производственному объекту, в том числе предприятиям нефтепереработки и нефтехимии.

Тем не менее, в действующем российском законодательстве в области промышленной безопасности отсутствует единая методология для определения и сравнения опасностей разной физической природы.

Поэтому создание методики, которая позволяла бы определять опасность эксплуатации технологических установок нефтеперерабатывающих заводов, обосновывать принятие решения по строительству новых, реконструкции действующих производств, размещению опасных объектов относительно населенных пунктов, является актуальной современной проблемой.

### **Цель и задачи исследования**

Целью работы является создание методики, позволяющей оценить опасность объектов технологических установок нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) по комплексу критериев: пожароопасность, взрывоопасность, токсичность, эксплуатационная надежность оборудования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать интегральный параметр, характеризующий опасность в рабочих условиях и при реализации аварийной ситуации;
- обосновать факторы, составляющие интегральный параметр, и определить весомость вклада каждого фактора в интегральный параметр опасности технологических установок НПЗ;
- создать инструмент анализа и визуализации опасных производственных объектов (ОПО) на примере установок НПЗ;
- провести оценку потенциальной опасности оборудования по интегральному параметру в рабочих условиях и в условиях аварии.

**Объектом исследования является** территория НПЗ и расположенные на ней технологические установки.

### **Научная новизна**

Показано, что интегральный параметр опасности, который учитывает факторы пожароопасности, взрывоопасности, токсичности, эксплуатационной надежности оборудования, для установок АВТ измеряется в пределах 0 – 2,37, что позволяет оценить опасность на стадии проектирования и эксплуатации.

Показано, что при аварийных ситуациях на установках АВТ суммарный показатель опасности оборудования, попадающего в зоны полных разрушений опасных объектов установки АВТ, изменяется от 2,48 до 57,22.

### **Практическая значимость**

1 Разработана методика, определяющая интегральный параметр, который в качестве комплексного критерия оценки потенциальной опасности по-

зволяет измерить опасность различной физической природы (пожароопасность, токсичность, взрывоопасность, фактор эксплуатационной надежности оборудования).

2 Создан модуль расширения к геоинформационной системе «Ин-Гео», который позволяет обрисовывать территорию опасного производственного объекта изолиниями равной опасности, что дает возможность зонировать территорию НПЗ по степени потенциальной опасности; получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ (свидетельство № 2002611204).

3 Внедрены геоинформационные системы ОПО товарных производств ОАО «Уфимский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Уфанефтехим»; товарного, газокаталитического, масляного и топливного производств ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод».

4 База данных опасных производственных объектов ОАО «НУНПЗ» и модуль расширения «Анализ зон разрушения опасных производственных объектов» использованы при разработке декларации безопасности ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод».

5 Внедрение геоинформационной системы включено в перспективный план развития ОАО «Нижнекамский нефтеперерабатывающий завод».

### **Апробация работы**

Основные положения диссертационной работы доложены:

- на III Конгрессе нефтепромышленников России (г. Уфа, 2001 год);
- на научно-технической конференции молодых специалистов ОАО «Приволжскнефтепровод» (г. Самара, 2001 год);
- на 50-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (г.Уфа, 1999 год);
- на 51-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (г.Уфа, 2000 год);
- на 52-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (г.Уфа, 2001 год);

- на 53-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (г.Уфа, 2002 год).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех разделов, выводов, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы составляет 118 страниц, включая 33 таблицы, 23 рисунка.

### **Основное содержание работы**

Исторически сложилось, что приоритетно развивались апостериорные методы прогнозирования последствий аварий и техногенных катастроф. С точки зрения перспективы дальнейшего развития общества, экономически целесообразнее предвидеть будущие угрозы, риски и опасности, развивать методы их прогнозирования и предупреждения. Поэтому проблема определения и снижения уровня техногенного риска признана на государственном уровне как одна из приоритетных задач современности.

В существующем российском законодательстве в области промышленной безопасности отсутствует единая методология для определения и сравнения опасностей производственных объектов и опасностей разной физической природы.

Действительно, определение обобщающего параметра, который выступает в качестве комплексного критерия оценки потенциальной опасности, позволило бы измерять опасность в сопоставимых величинах, обосновывать принятие решения по сосредоточению на производственных площадях больших объемов взрывопожароопасных и токсичных продуктов, размещению опасных объектов относительно населенных пунктов, нормировать и в конечном итоге управлять опасностью.

Таким образом, для определения потенциальной опасности опасного производственного объекта (ОПО), а также для определения его опасности в условиях реализации аварийной ситуации необходимо создание интегрального параметра, характеризующего потенциальную опасность (на примере

технологической установки НПЗ).

**В первой главе** диссертационной работы проведен анализ опасности и риска при эксплуатации техногенных объектов на примере нефтеперерабатывающих предприятий и обоснован выбор объекта исследования, в качестве которого определены территория НПЗ и расположенные на ней установки.

Оборудование НПЗ, содержащее потенциально опасное вещество, расположено неравномерно на территории технологической установки и предприятия (см. таблицу 1), плотность расположения оборудования колеблется в пределах от 0,018 до 0,25 единиц / м<sup>2</sup>. Сообразно с этим потенциальная опасность в разных точках даже одной установки не может быть одинаковой.

Проведен анализ причин возникновения работ повышенной опасности на объектах АО «Башнефтехим», проанализирована статистика аварий, произошедших на предприятиях нефтехимии и нефтепереработки России за последние три года. Критерием опасности производственных объектов по №116-ФЗ является количество обращающихся веществ, поэтому проведен расчет количества вещества на установках НПЗ и определен для них критерий аддитивности, являющийся отношением количества применяемого потенциально опасного вещества одной категории к пороговому количеству этого вещества в соответствии с перечнем, данным в приложении 1 № 116 - ФЗ.

Таблица 1- Плотность распределения оборудования НПЗ

Оборудование	Площадь, на которой размещено оборудование, м <sup>2</sup>	Количество единиц оборудования, шт.
Резервуары в товарном парке	24 000	44
Насосы в насосной	200-300	10-30
Компрессоры в компрессорной	400-1000	1-6
Аппараты технологических установок	500-4800	50-350

Все сказанное позволяет сделать вывод: на общий уровень опасности

технологической установки влияют пожароопасные, взрывоопасные, токсичные свойства обращающихся нефтепродуктов и реагентов. Безотказность работы оборудования также влияет на общий уровень опасности производственного объекта.

В диссертационной работе рассмотрены методы количественной оценки опасности, риска – как меры опасности, методики расчета отдельных параметров риска. Действующие методики не позволяют сравнивать опасности различной физической природы (пожароопасность, взрывоопасность, токсичность, эксплуатационную надежность оборудования).

В диссертационной работе ставится задача создания методики, позволяющей количественно определить потенциальную опасность эксплуатации технологической установки и ввести в рассмотрение интегральный параметр, с помощью которого можно сравнивать между собой по степени опасности различные промышленные объекты.

**Во второй главе** рассмотрен фактор эксплуатационной надежности оборудования как составляющая интегрального параметра опасности технологической установки НПЗ.

Оценка опасности эксплуатации технологических установок нефтеперерабатывающих заводов напрямую связана с показателями надежности и остаточным ресурсом отдельных аппаратов и всей установки в целом.

Прогнозирование аварийных ситуаций методами теории надежности возможно на основе статистики. Информационными источниками статистики отказов нефтезаводского оборудования являются журналы учета наработок, повреждений и отказов, данные первичных и сводных хронокарт, технологические и отчетные документы подразделений: технологический регламент, паспорта оборудования, дефектные ведомости и так далее.

Пусть имеется опасный производственный объект (технологическая установка НПЗ), имеющий в составе различное оборудование: колонное, печное, теплообменное, насосное, емкостное. Тогда будем считать, что технологическая установка находится в исправном состоянии, когда исправны

все аппараты. Таким образом, отказ всей установки наступает тогда, когда откажет хотя бы один аппарат. В этом случае критерий надежности определяется статистической обработкой результатов наблюдений за распределениями отказов и времени ремонта аппаратов одного вида, условия эксплуатации которых примерно одинаковы. Показатели надежности по оборудованию установок АВТ даны в таблице 2.

Опасность при эксплуатации разных технологических установок не равнозначна: это обусловлено технологией, свойствами и количеством перерабатываемых веществ, плотностью размещения оборудования.

Таблица 2 - Показатели надежности оборудования установок АВТ\*

Оборудование	Вероятность отказа	Средняя наработка на отказ, сут
Колонное	0,295	735
Теплообменное	0,691	721
Печное	0,681	386
Насосное	0,476	154

Одни объекты взрывопожароопасны (например, вакуумные, атмосферные колонны, печи), другие - взрывоопасны (например, реактор гидроочистки). Товарные парки с нефтепродуктами в большей степени пожароопасны, в то же время токсическая нагрузка складов и парков химических реагентов представляет большую опасность по сравнению с пожарной опасностью. Поэтому необходимо определить весомость факторов, влияющих на опасность установки.

Для определения весомости каждого из этих факторов был использован метод экспертных оценок. Метод экспертных оценок – это метод организации работы с экспертами – специалистами и обработка мнений экспертов.

В качестве экспертов были привлечены 25 специалистов - главные и ведущие специалисты предприятия, ведущие инженеры-технологи, руководители подразделений, специалисты по промышленной безопасности, газо-спасатели, специалисты по охране труда и промышленной санитарии, проектировщики, руководители пожарной службы. Экспертам было предложено

\* Результаты получены Шаталиной М.А.

оценить степень влияния на общую опасность каждого аппарата определенной установки четырех факторов:

- пожароопасности;
- взрывоопасности;
- токсичности;
- эксплуатационной надежности оборудования.

Поскольку некоторые эксперты приписывали одинаковые ранги сразу двум факторам, а в двух случаях - трем факторам, то в результате обработки данных были получены «связанные ранги». В этом случае было проведено переформирование рангов. Результаты опроса и переформированные ранги показаны в таблице 3. Минимальная сумма баллов соответствует фактору с большим весовым вкладом в общий уровень опасности установки.

Таблица 3 - Переформированные результаты опроса экспертов

Баллы и ранги оборудования	Фактор пожароопасности	Фактор взрывоопасности	Фактор токсичности	Фактор экспл. надежности
<b>Колонное оборудование</b>				
Сумма баллов	54,75	50,25	82	59,25
Переформированные ранги	2	1	4	3
<b>Печное оборудование</b>				
Сумма баллов	44,5	67	69,25	57,25
переформированные ранги	1	3	4	2
<b>Емкостное оборудование</b>				
Сумма баллов	38	59,5	80,5	67
Переформированные ранги	1	2	4	3
<b>Насосное оборудование</b>				
Сумма баллов	51,25	61,25	88	43,75
Переформированные ранги	2	3	4	1

На следующем этапе экспертами оценены отдельные факторы, влияющие на опасность объекта, в баллах от 1 (представляет максимальную опасность) до 5 (представляет минимальную опасность). Балльная оценка факторов, составляющих опасность для различного оборудования, дана в

таблице 4.

Итоговые результаты представляют собой весовые значения факторов, составляющих интегральный параметр опасности при эксплуатации технологических установок НПЗ с учетом компетентности экспертов (таблица 5).

Таблица 4 - Бальная оценка факторов, составляющих опасность для различного оборудования АВТ

Вид оборудования	Фактор пожароопасности	Фактор взрывоопасности	Фактор токсичности	Фактор экспл. надежности
Колонное	3,0	3,3	3,9	4,3
Печное	2,9	3,1	3,6	3,7
Емкостное	3,1	3,5	4,2	4,5
Насосное	1,6	3,0	2,9	2,4
Теплообменное	3,3	3,7	4,2	4,1
Трубопроводное	2,8	3,0	3,8	2,1

Таблица 5 - Весовые значения факторов, составляющих интегральный параметр с учетом компетентности экспертов

Вид оборудования	Фактор пожароопасности	Фактор взрывоопасности	Фактор токсичности	Фактор экспл. надежности
Колонное оборудование	0,343	0,328	0,593	0,539
Печь П-1	0,264	0,418	0,472	0,433
Блок теплообменников	0,362	0,545	0,775	0,360
Насосная	0,196	0,430	0,581	0,250
Трубопроводы	0,384	0,368	0,762	0,158
Емкостное оборудование	0,363	0,456	0,696	0,715

Полученные данные показывают, что для исследуемой установки наиболее пожароопасным оборудованием являются насосы, размещенные в насосной, наименее пожароопасными являются трубопроводы. Фактор взрывоопасности минимальный у емкостного оборудования, максимальный – у колонного. Большую токсическую опасность из оборудования АВТ представляют печи, наиболее безопасен в этом отношении – блок теплообменни-

ков, наиболее надежно емкостное оборудование этих установок, наименее – трубопроводы (включая трубопроводную арматуру).

**В третьей главе** подробно рассмотрены геоинформационные системы как инструмент визуализации и анализа опасных промышленных объектов.

Наиболее удобным инструментом анализа риска и опасностей (причем с детализацией вплоть до расположения задвижки, разделяющей технологические блоки и расстояний от корпуса аппарата до отсекающей арматуры) являются геоинформационные системы (ГИС), имеющие практически безграничные возможности ввода, хранения, манипулирования и анализа пространственно распределенной информации.

По своей сути ГИС представляют собой цифровую карту, информацию (базы данных), привязанную к различным объектам карты и средства анализа этой информации.

Рассмотрены ГИС применительно к промышленной безопасности: ГИС «Безопасность региона», ГИС «Экстремум», «МЧС-Химзаражение», геоинформационная система оценки вероятности возникновения, моделирования, прогнозирования развития и последствий ЧС, информационно-справочная система о потенциально опасных объектах Республики Башкортостан. Однако созданные ГИС регионов реализованы в мелкомасштабных цифровых картах, не позволяют в полной мере решить поставленные задачи анализа потенциальной опасности отдельной технологической установки как опасного производственного объекта. Следовательно, нужно подобрать такую геоинформационную систему, которая работала бы с крупномасштабными картами в многопользовательском режиме. Наиболее подходящим инструментом является ГИС «ИнГео», для анализа ОПО установок разработан программный модуль расширения к ГИС «ИнГео», который решает следующие задачи:

- воспринимает объекты цифровой карты (такие, как колонны, печи, резервуары, емкости или другое оборудование НПЗ) как опасные производственные объекты установки;
- анализирует семантическую информацию, характеризующую каж-

- дый объект карты: это может быть количество перерабатывающегося, хранящегося или использующегося опасного вещества в каждом виде оборудования, найденный интегральный параметр опасности;
- анализирует площадь цифровой карты, ограничивающуюся радиусом, который мы задаем сами: например, 500 метров по приложению 2 № 116 - ФЗ или радиус сильных, полных разрушений, определенных по ПБ 07-170-97;
  - соединяет изолиниями объекты карты, характеризующиеся равными интегральными параметрами опасности, обрисовывает цифровую карту опасности.

Автором совместно с Идрисовым В.Р., Чирковой А.Г. разработана методика и алгоритм программного модуля расширения, получено свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2002611204. Название этого модуля: «Анализ зон разрушений опасных производственных объектов». Блок-схема процедуры подсчета управляющей последовательности модуля «Анализ опасных производственных объектов» показана на рисунке 1.

Условного знака «опасный производственный объект» в «Условных знаках для топографических планов» не существует. Поэтому мы ввели в существующую библиотеку новый условный знак – «опасный производственный объект», который представляет собой красный круг внутри кольца и может быть установлен на любой объект цифровой карты: установку, технологический блок, отдельный аппарат. При работе модуля объект карты, на который нанесен этот значок, воспринимается как ОПО (рисунок 2).

Для определения цифровых полей опасности необходимо включить в настройки модуля создание виртуального слоя - «сетки» и обрисовку изолиний равной опасности. Для этого на анализируемую территорию накладыва-ется новый виртуальный слой – «сетка», расстояние между узлами которой можно задавать произвольно. Это расстояние было выбрано так, чтобы все оборудование, содержащее опасное вещество, попадало хотя бы на один

узел «сетки» (рисунок 3).

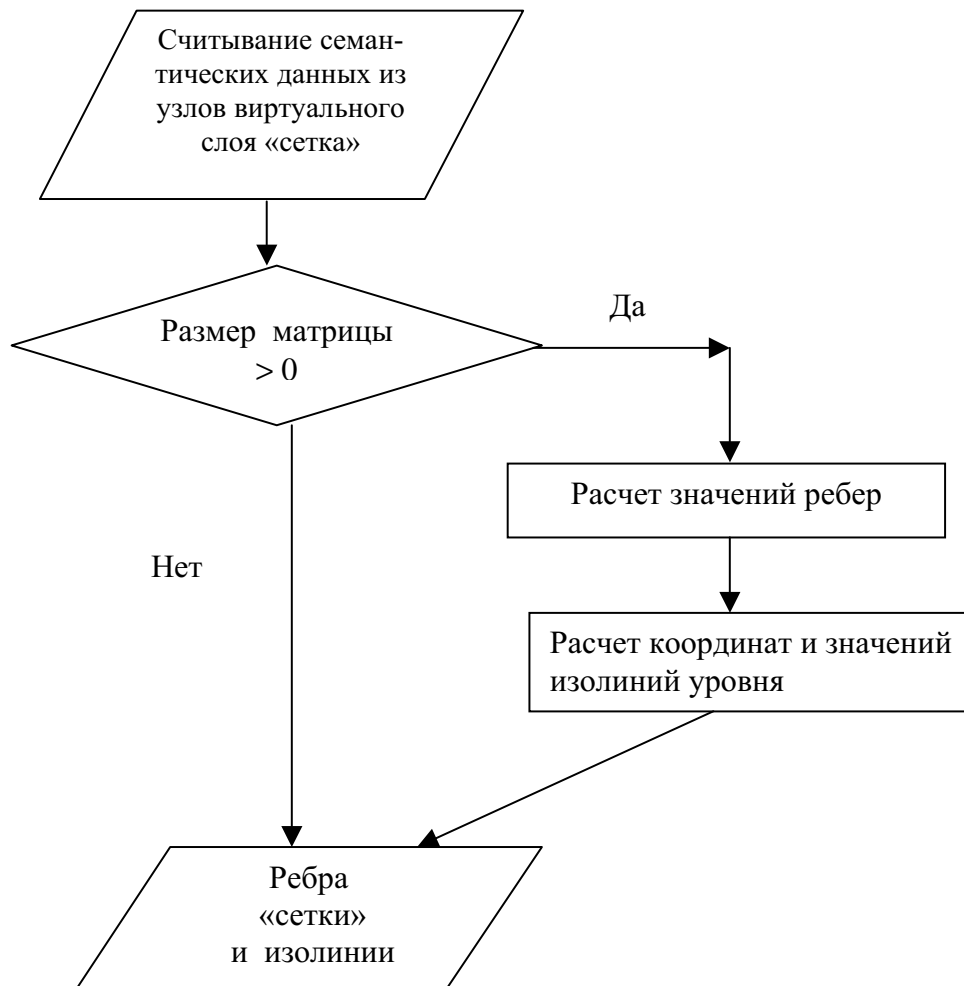


Рисунок 1 – Блок-схема процедуры подсчета управляющей последовательности модуля «Анализ опасных производственных объектов»

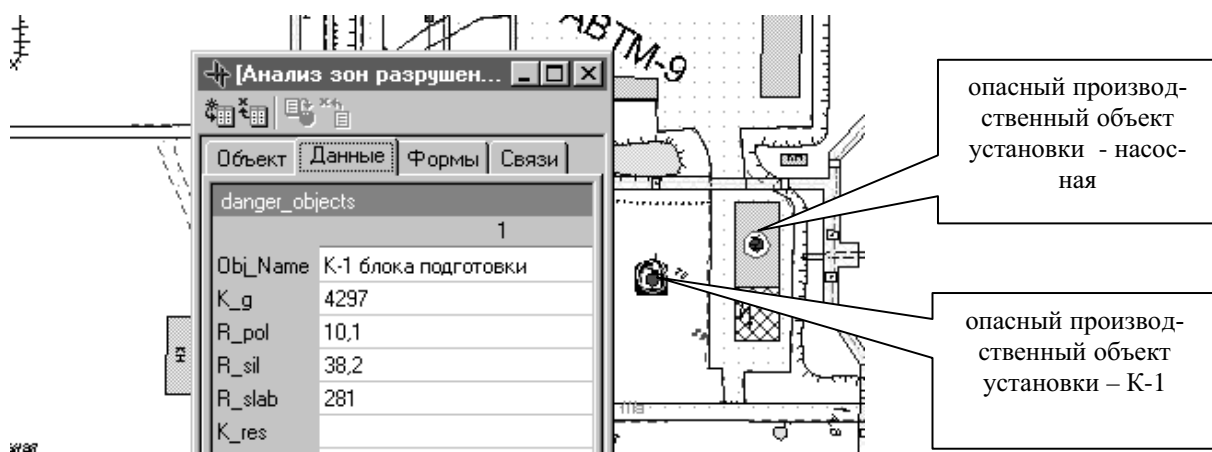


Рисунок 2 – Условный знак «опасный производственный объект»

Каждому узлу соответствует семантическая (или смысловая) информация. В данном исследовании нам нужно получить численное значение опасности в каждом узле, соединяя изолиниями значения равной опасности и

зонировать территорию установки по степени опасности.

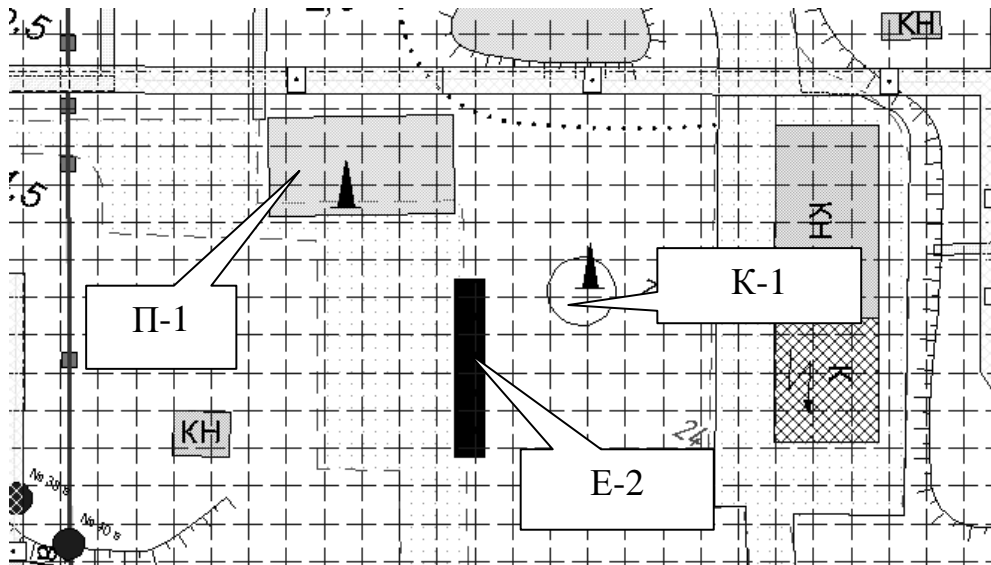


Рисунок 3 – Виртуальный слой «сетка»

На рисунке 4 показано рабочее окно и результат работы модуля. На карте выделен ОПО - колонна К-1 условного предприятия. Результатом работы модуля являются обрисованные на карте границы и области разрушений, перечень всех объектов прилежащей территории, попавших в ту или иную область.

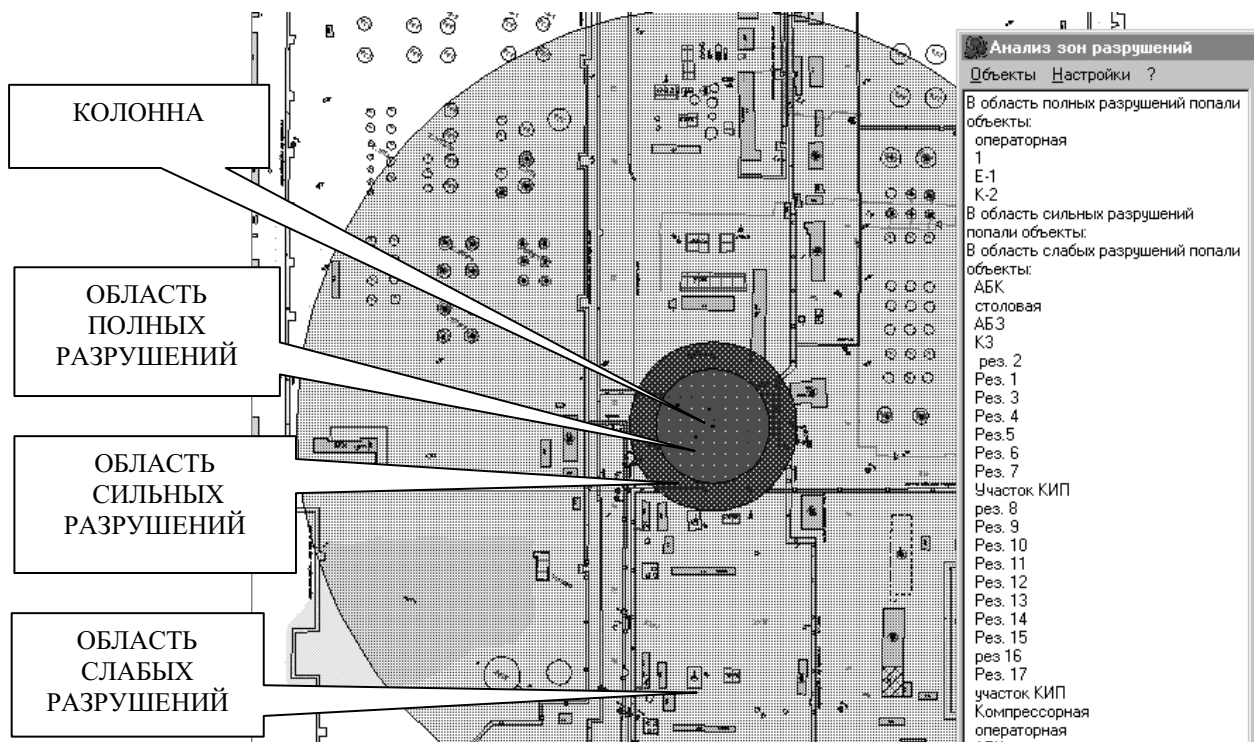


Рисунок 4 - Рабочее окно модуля расширения

«Анализ зон разрушения опасных производственных объектов»

Создана геоинформационная база данных опасных производственных

объектов НПЗ, в цифровом виде отображены: здания и сооружения, технологическое оборудование, трубопроводы, резервуарные парки, и т. д. - всего 152 слоя цифровой карты.

Выполненная подробным образом цифровая карта позволяет учесть специфические особенности каждой установки, взаимное расположение технологического оборудования, трубопроводов, поражение сопредельных зданий и объектов при различных моделях реализации аварийных ситуаций, токсическое заражение прилегающей территории.

**В четвертой главе** описывается расчет и распределение интегрального параметра в зоне ОПО на примере технологической установки во время регламентной работы и период реализации аварийной ситуации.

Рассмотрено распределение интегрального параметра, характеризующего опасность эксплуатации опасного производственного объекта, на примере наиболее распространенной технологической установки.

Прежде всего определяем основные опасности регламентной работы этой установки. Для этого рассмотрим технологический процесс, его аппаратное оформление, свойства и количества веществ, обращающихся в процессе.

На втором этапе находим интегральный параметр опасности для каждого вида оборудования установки (таблица 6).

Максимальный интегральный параметр опасности при рабочих (регламентных) условиях у печного оборудования установки АВТ.

Следует учесть, что показатель опасности насосного оборудования определяется для горячей насосной отдельно, для холодной или водяной насосной отдельно. Для аппаратов, содержащих взрывопожароопасные перегретые вещества и имеющих предохранительные клапаны, сообщаемые с атмосферой, следует рассчитывать фактор взрывопожароопасности на расстоянии 5 метров от аппарата.

Завершающим этапом определения численных значений интегрального параметра опасности при эксплуатации технологической установки НПЗ, как

ОПО, является компьютерный анализ: обрисовка изолиний по узлам сетки с равными значениями интегрального параметра опасности (рисунок 5), анализ объектов, попавших в ту или иную зону разрушений при реализации аварийной ситуации. На рисунке 6 изображен увеличенный фрагмент числового поля с равными значениями интегрального параметра опасности.

Таблица 6 - Интегральный параметр опасности  
опасных производственных объектов установки АВТ

Объект	Интегральный параметр опасности
Колонна К-4	1,371
Колонна К-3	1,102
Колонна К-2	1,210
Колонна К-1	1,173
Насосы в горячей насосной	0,612
Насосы в холодной насосной	0,212
Электродегидратор ЭГ-1	1,145
Печь П-1	2,370
Трубопроводы	0,708

Максимальный интегральный параметр опасности имеет печь П-1. Числовое значение интегрального параметра опасности эксплуатации установки находится в семантических таблицах узлов «сетки». Опасность территории, на которой нет размещенного оборудования, содержащего потенциально опасного вещества, равна нулю.

Чем выше числовое значение опасности, тем чаще расположены изолинии от уровня нулевой опасности до максимального уровня (рисунок 5) и наоборот: при меньшем градиенте опасности изолинии более разрежены. На рисунках 5 и 6 это зона наружной установки и насосной.

Таким образом, метод позволяет зонировать территорию технологических установок НПЗ по степени опасности при регламентной работе, выявить наиболее опасные зоны, сообразно с полученными результатами принимать обоснованные решения по строительству новых установок, реконструкции и модернизации оборудования, использовать его при разработке планов ликвидации аварийных ситуаций и разделов по промышленной безопасности в

регламентах и других документах.

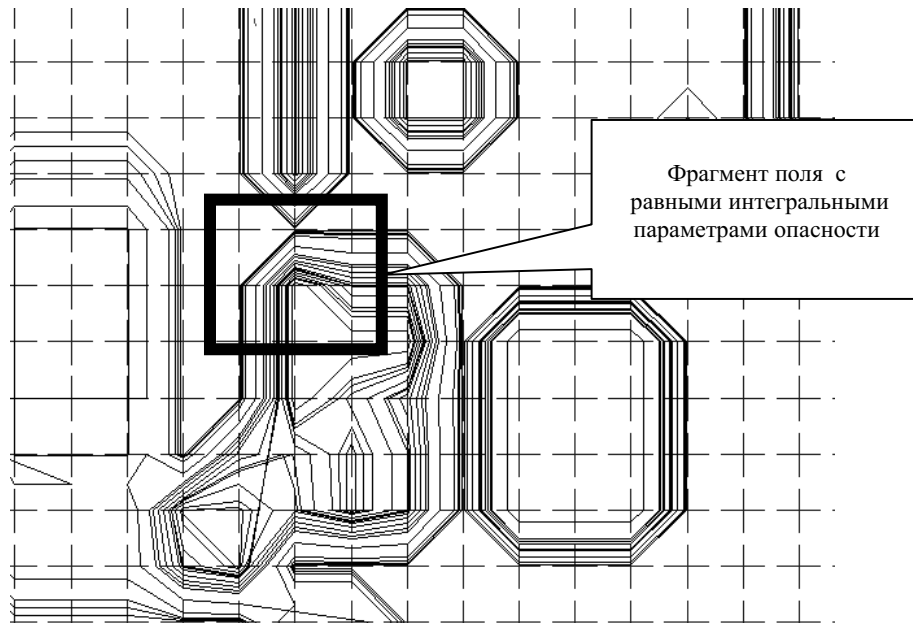


Рисунок 5 – Изолинии равной опасности, наложенные на план расположения оборудования

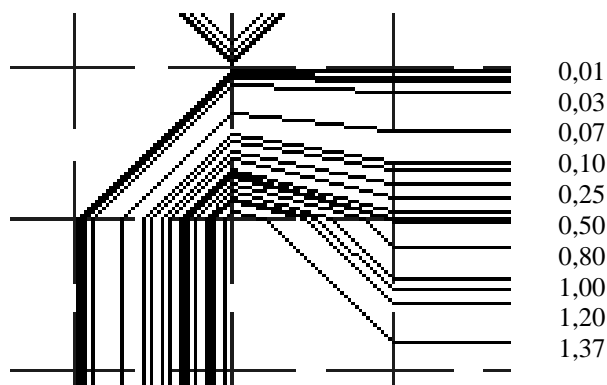


Рисунок 6 – Фрагмент поля с равными значениями интегрального параметра опасности

Для определения интегрального параметра в зоне реального воздействия объекта в случае реализации аварии необходимо, прежде всего, определить общий энергетический потенциал взрывоопасности этого аппарата. Результаты расчетов энергопотенциалов отдельных аппаратов и результаты расчетов радиусов разрушений по тротиловому эквиваленту установки АВТ с блоком ЭЛОУ приведены в таблице 7.

Исходя из известных характеристик зон разрушения, можно утверждать: не подлежит восстановлению оборудование, попавшее в зоны полных и сильных разрушений. Поэтому было предложено определить суммарный интегральный параметр опасности каждого аппарата в зоне полных и сильных разрушений. Полученные результаты сведены в таблицу 8.

Таблица 7 - Энергопотенциалы отдельных аппаратов,  
 результаты расчетов радиусов разрушений по тротиловому эквиваленту  
 установки АВТ с блоком ЭЛОУ

Аппарат	Полный потенциал, КДж	Приведенная масса, кг	Относ. потенциал	Базовый радиус, м	R <sub>полн.</sub> , м	R <sub>сильн.</sub> , м	R <sub>средн.</sub> , м	R <sub>слаб.</sub> , м	R <sub>расс-текл.</sub> , м
Электродегидратор ЭГ-1	5,139E+07	1117	22,49	8,672	32,95	48,57	83,26	242,83	485,66
Колонна К-1	6,714E+07	1459	24,58	5,120	19,45	28,67	49,15	143,35	286,69
Печь П-1*	6,042E+07	1313	23,73	4,778	18,16	26,76	45,87	133,79	267,60
Емкость Е-2	2,721E+07	591,5	18,19	2,820	10,72	15,79	27,07	78,96	157,92
Емкость Е-1	0,694E+07	152,7	4,83	0,721	2,72	4,02	6,88	20,09	40,18
Колонна К-2	9,709E+07	2111	27,8	6,499	24,69	36,39	62,39	181,97	363,94
Колонна К-3	1,047E+07	314,5	14,74	1,853	7,04	10,37	17,78	51,87	103,75
Колонна К-4	10,127E+07	2486	29,36	7,211	27,40	40,38	69,22	201,91	403,81
Трубопроводы	7,202E+05	15,66	5,42	0,522	1,98	2,92	5,00	14,61	29,21
Колонна К-6	1,137E+07	214,5	9,74	1,653	5,67	8,29	14,29	41,49	83,01

\* Для печи П-1 рассмотрен сценарий разгерметизации змеевика.

Самым опасным оборудованием, с учетом из значения полного энергетического потенциала является колонна К-4, на порядок меньшую опасность представляют колонны К-3, К-6, емкости Е-1,2.

По разработанной методике каждый аппарат характеризуется суммарным интегральным параметром зоны полных и/или сильных разрушений. В этом случае самым опасным аппаратом также оказалась колонна К-4: в зоне полных разрушений 16 объектов, суммарный интегральный параметр равен 57,22; в зоне сильных разрушений 21 объект, суммарный интегральный параметр равен 71,56 (таблица 8).

На рисунке 7 показано распределение интегрального параметра на установке АВТ с учетом и эксплуатационной надежности оборудования (рисунок 7, а), и без учета фактора эксплуатационной надежности (рисунок 7, б).

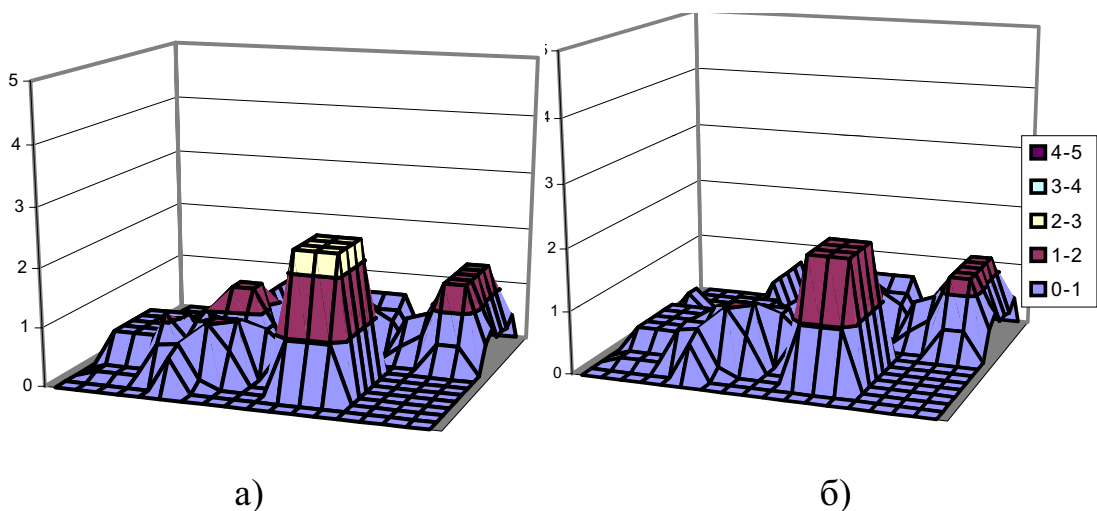


Рисунок 7 – Распределение интегрального параметра опасности на примере установки АВТ с блоком ЭЛОУ

Сопоставление распределения интегрального параметра опасности нового оборудования и оборудования в процессе эксплуатации, показало, что с увеличением времени эксплуатации интегральный параметр меняется существенно. В данном случае интегральный параметр нагревательной печи в процессе эксплуатации увеличился с 1,856 до 2,370, что обусловлено эксплуатацией змеевика печи в жестких условиях.

Таблица 8 - Суммарный интегральный параметр опасности в зоне полных и сильных разрушений при реализации аварийных ситуаций

Объект	Зона полных разрушений		Зона сильных разрушений	
	количество объектов	суммарный интегральный параметр	количество объектов	суммарный интегральный параметр
Колонна К-4	16	57,22	21	71,56
Колонна К-3	3	8,77	4	12,57
Колонна К-2	12	40,39	23	57,72
Колонна К-1	7	13,21	11	33,70
Колонна К-6	3	9,02	5	13,08
Емкость Е-1	3	6,08	6	14,89
Электродегидратор ЭГ-1	5	24,74	18	65,93
Печь П-1	4	20,22	8	38,69
Трубопровод	1	2,48	3	4,75

### Выводы и предложения

1 Разработана методика комплексной оценки потенциальной опасности оборудования технологической установки НПЗ в нештатных ситуациях. Интегральный критерий учитывает взрывоопасность, пожароопасность, токсичность перерабатываемых сред, эксплуатационную надежность оборудования. Весомости каждого фактора определены экспертным путем. Для реальных объектов (на примере технологических установок АВТ) интегральный параметр измеряется в пределах от 0 до 2,370; наибольший показатель у печи – 2,370.

2 Анализ потенциальной опасности технологических установок НПЗ показал, что для нахождения значения интегрального параметра необ-

ходимо ранжировать потенциальную опасность для каждого вида оборудования. На примере установки АВТ методом априорного ранжирования определены весовые значения факторов, составляющих интегральный параметр для отдельных видов оборудования: максимальное весовое значение имеет фактор пожароопасности в помещении горячей насосной, минимальное – фактор токсичности теплообменного оборудования.

3 Предложено ранжирование оборудования по интегральному параметру опасности при проектировании, эксплуатации и реконструкции.

4 С применением геоинформационных систем создан программный продукт, который позволяет визуализировать и автоматизированно анализировать опасные производственные объекты. Получено свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2002611204 от 25.07.02.

5 Совместное использование предложенного интегрального параметра и стандартных методов оценки последствий аварийных ситуаций позволило получить суммарный показатель в различных зонах разрушения. Анализ зон полных и сильных разрушений показал, что суммарный интегральный параметр зоны полных разрушений измеряется в пределах 2,48 - 57,22; суммарный интегральный параметр зоны сильных разрушений измеряется в пределах 4,75-71,56. Максимальное значение имеет колонна К-4; это позволяет сделать вывод, о том, что наиболее опасной при аварийных ситуациях является колонна К-4.

**Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:**

1 Идрисов В.Р., Вахапова Г.М., Чиркова А.Г. Модуль расширения ГИС «ИнГео»: Анализ зон разрушения опасных производственных объектов: Официальный бюллетень Российского агентства по патентам и товарным знакам «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем».- М.: ФИПС.- 2002.-№ 4 (41).

2 Вахапова Г.М. Горбачев В.Г. Геоинформационные системы и базы данных НПЗ // Мировое сообщество: проблемы и пути решения. - 2000. - №7.- С.93-95.

3 Вахапова Г.М. Использование ГИС для отображения инженерных сетей // Материалы 52-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ.- Уфа: УГНТУ, 2001.

4 Вахапова Г.М., Абызгильдин А.Ю. ГИС трубопроводов товарного производства АО «БНХ» // Материалы 51-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ.- Уфа: УГНТУ, 2000.

5 Вахапова Г.М., Ишалин Р.Н. К вопросу создания ГИС трубопроводов товарного производства АО «БНХ» // Проблемы прогнозирования, предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. - Уфа, 2002.- С.296.

6 Вахапова Г.М., Баязитов М.И. ГИС трубопроводов АО НУНПЗ. // Материалы 50-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ.- Уфа: УГНТУ, 1999.

7 Вахапова Г.М. Геоинформационная система – руководство производственной практикой // Новые образовательные технологии. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2002.- С.19

8 Чиркова А.Г., Вахапова Г.М. Интегральный критерий опасности промышленного объекта // Промышленная экология: Материалы научно-практической конференции.- Уфа, 2002, - С.64.

9 Чиркова А.Г., Вахапова Г.М., Ванчухин П.Н. Колористический дизайн опасных объектов // Промышленная экология: Материалы научно-практической конференции.- Уфа, 2002, - С.65.

10 Вахапова Г.М. Модуль расширения ГИС «ИнГео»: Анализ зон разрушения опасных производственных объектов. // Материалы 53-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Уфа: УГНТУ, 2002.