

Основы автоматизированного оперативного управления техногенными химико-технологическими объектами при возникновении запроектных аварийных ситуаций

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ
грант №15-29-07970 «Распределенные облачные вычисления для
решения задач оптимального управления объектами химической
технологии»*

*Ю.Н.Матвеев, <matveev4700@mail.ru>, Тверской государственный
технический университет, 170026, Россия, наб. А. Никитина, 22
Н.А.Стукалова, <nast77@mail.ru>, Тверской государственный
технический университет, 170026, Россия, наб. А. Никитина, 22*

- ▣ Химически опасными принято считать такие объекты (ХОО), на которых производят, хранят или используют химически опасные вещества и при разрушении которых могут произойти массовые поражения людей, животных и растений аварийными химически- опасными веществами (АХОВ).

- ▣ К ХОО относятся предприятия химического и нефтехимического комплекса, хладокомбинаты, мясокомбинаты, молокозаводы, станции водоочистки городов, газопроводы, нефтепроводы и аммиакопроводы, различные хранилища ТХВ.

Групп-п а	Характеристики	Типичные представители
1	Жидкие летучие, хранимые в емкостях под давлением (сжи-тые и сжиженные газы).	Хлор, аммиак, сероводород, фосген и др.
2	Жидкие летучие, хранимые в емкостях без давления.	Синильная кислота, нитрил акриловой кислоты, тетраэтилсвинец, дифосген, хлорпикрин и др.
3	Дымящие кислоты	Серная (p>1,87), азотная (p>1,4), соляная (p>1,15)и др.
4	Сыпучие и твердые нелетучие при хранении до 40°С	Сулема, фосфор желтый, мышьяковый ангидрид и др.
5	Сыпучие и твердые летучие при хранении до 40° С	Соли синильной кислоты, ртураны и др.

Федеральный закон №116 «О промышленной безопасности»: предельные количества химически опасных веществ, которые можно хранить и использовать на промышленных предприятиях:

Аммиак -500 т;

Нитрат аммония – 2500 т;

Акрилонитрил – 200 т;

Хлор – 25 т;

Оксид этилена – 50 т;

Цианистый водород – 20 т;

Сернистый водород – 50 т;

Диоксид серы – 250 т;

Метилизоцианат – 0,15 т.

Авария для техногенных объектов определяется как несанкционированное высвобождение массы или энергии, которое причиняет или способно причинить ущерб реципиенту риска.

При этом масса или энергия этого высвобождающегося опасного вещества образует источник аварийной опасности.

Исследование особенностей вредоносных факторов и разработка эффективных мер по их ослаблению или ликвидации возможно только на основе использования математического моделирования таких объектов.

Сценарии возникновения и развития аварийных ситуаций представляют собой последовательность возможных характерных событий, ведущих к утечке токсичных, пожаро- и взрывоопасных веществ.

Аварийные ситуации могут при определенных обстоятельствах перерасти в чрезвычайные, вследствие несанкционированного высвобождения ТХВ. Для техногенных объектов химической природы аварийная ситуация может превратиться в чрезвычайную ситуацию, представляющую собой выход за пределы **санитарной защитной зоны объекта** облака зараженного воздуха сильнодействующих ядовитых веществ с концентрацией, превышающей предельно допустимые нормы.

Весь спектр возможных аварий можно разделить на две группы, которые принято называть «проектными» и «запроектными»:

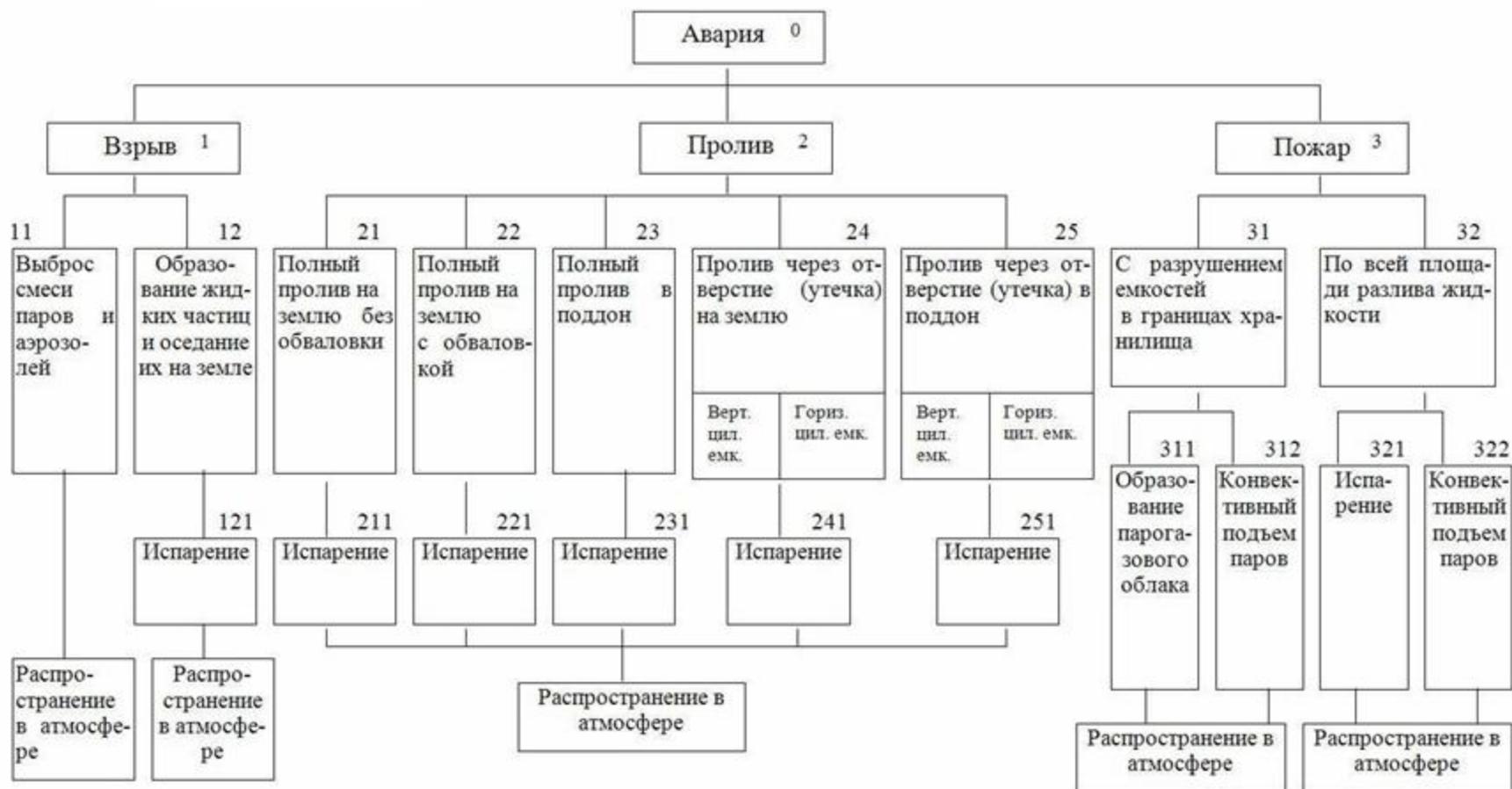
- ▣ К «проектным авариям» относятся такие ситуации, которые в случае их возникновения не приводят к аварии т.к. заранее запланированы дополнительные организационные и технические мероприятия по их нейтрализации. Как правило, это аварийные ситуации, причиной которых являются различного рода отказы оборудования.
- ▣ К «запроектным» относятся аварии, не вошедшие в первую группу. Причинами таких аварий служат в основном внешние непредсказуемые заранее события – различного рода стихийные бедствия (землетрясение, тайфуны, ураганы и т.д.) или непрогнозируемые последствия человеческой деятельности (взрывы, крупные пожары и пр.). В проектной и технологической документации возможность возникновения таких аварий не находит своего отражения, поэтому такие аварии принято называть «запроектными». Масштабы запроектных аварий в случае их возникновения гораздо больше, чем масштабы проектных, так как при малой частоте их появления они обладают гораздо большей разрушительной силой. На техногенных объектах, как правило, не предусматривается введение элементов и систем, предназначенных для противостояния или ограничения этой разрушительной силы.

Анализ возможных сценариев аварийных ситуаций на техногенных объектах химических производств, приводящих к выбросам токсичных химических веществ (ТХВ) в атмосферу с образованием облака зараженного воздуха (ОЗВ), показывает, что основными вариантами сценариев таких аварий являются:

- ▣ высокотемпературные выбросы ТХВ, которые по времени протекания могут быть кратковременными и продолжительными (взрывы, пожары);
- ▣ пролив больших количеств ТХВ на различные поверхности с последующим их испарением.

Схема основных вариантов образования ОЗВ при возможных авариях

(Дерево процессов)



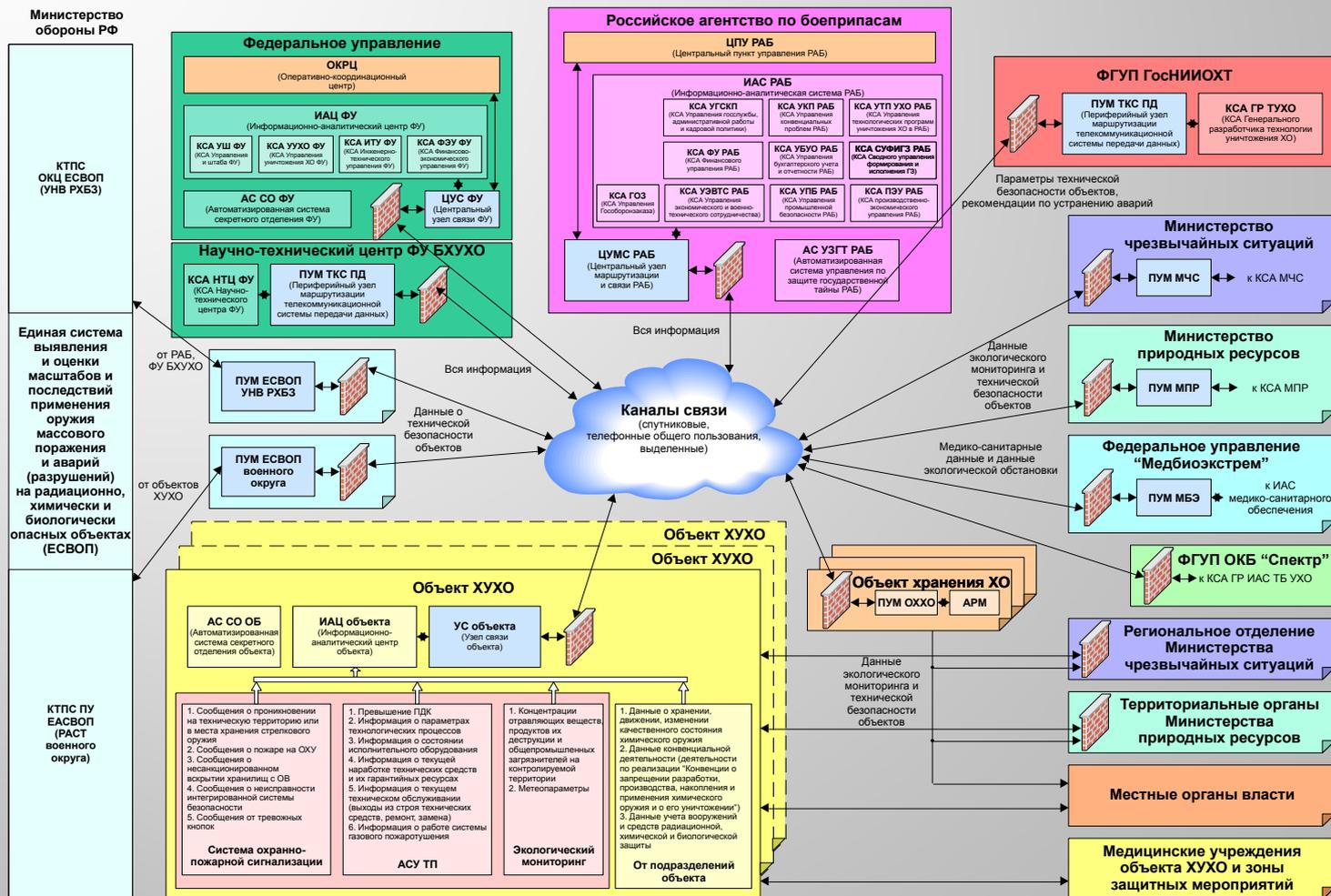
Зависимость скорости изменения концентрации примеси в произвольной точке пространства – $\partial C_a / \partial t$ определяется расположением в пространстве источников примеси и рядом параметров, в число которых входят составляющие скорости ветра вдоль осей Ox , Oy , Oz трехмерного пространства, коэффициенты атмосферной турбулентности – k и др.

В общем виде эта зависимость определяется дифференциальным уравнением баланса примеси или уравнением переноса примеси:

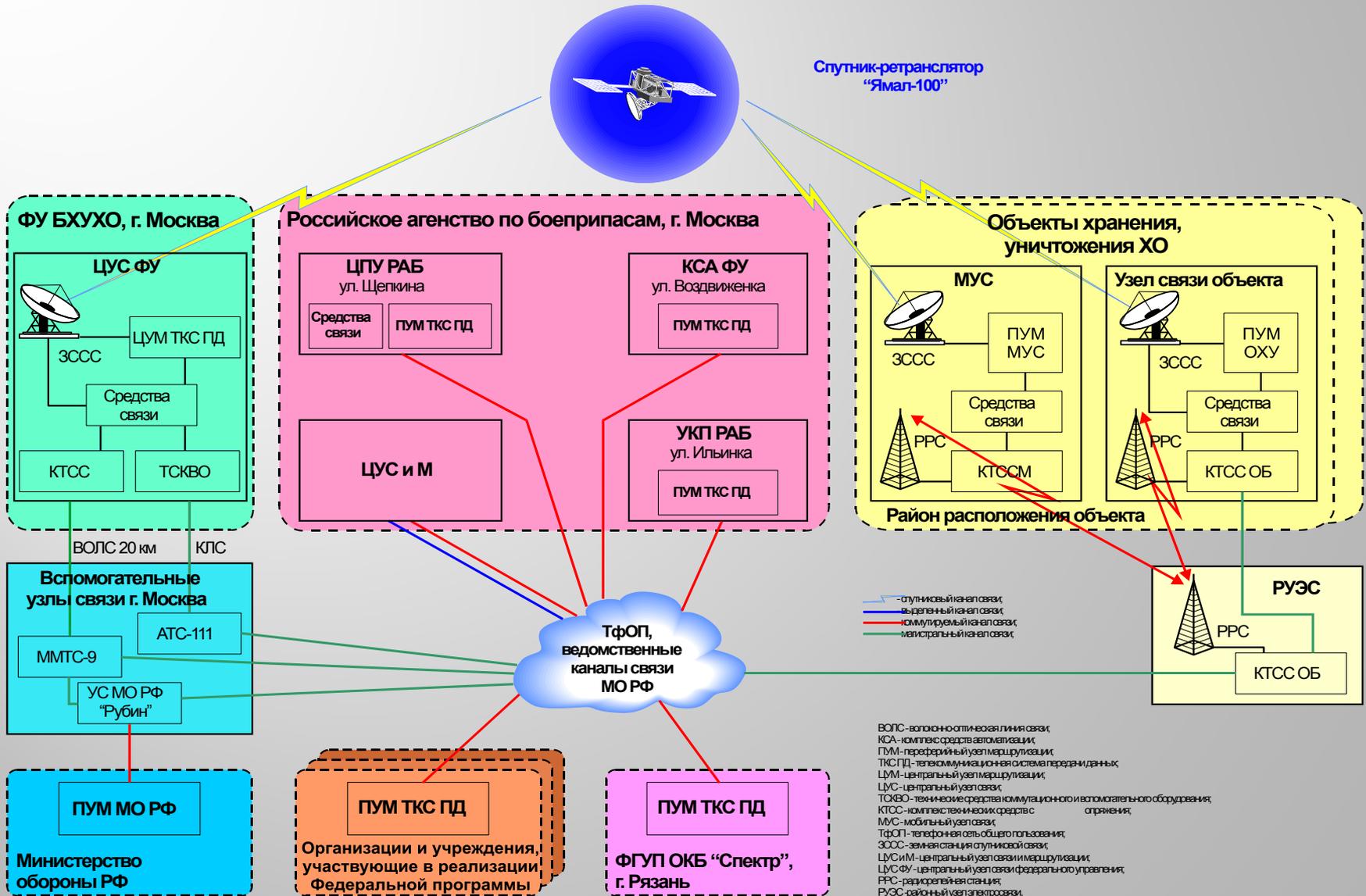
$$\frac{\partial C_a}{\partial t} = -u \frac{\partial C_a}{\partial x} - v \frac{\partial C_a}{\partial y} - w \frac{\partial C_a}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} (k \frac{\partial C_a}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (k \frac{\partial C_{a0}}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (k \frac{\partial C_a}{\partial z} + w_a C_a) + F + R - P - W = f(u, v, w, k, w_a, F, R, P, W)$$

- ▣ w_a – собственная вертикальная скорость примеси,
- ▣ R и P – скорость образования и уничтожения примеси в результате химических реакций,
- ▣ W – скорость выпадения примеси на подстилающую поверхность;
- ▣ C_a – количество примеси a , содержащейся в единице объема воздуха (объемная концентрация примеси);
- ▣ F – скорость поступления примеси в воздух от того или иного источника (интенсивность источника).

Автоматизированная информационно-управляющая система технической безопасности хранения и уничтожения химического оружия



Структурная схема интегрированной системы связи



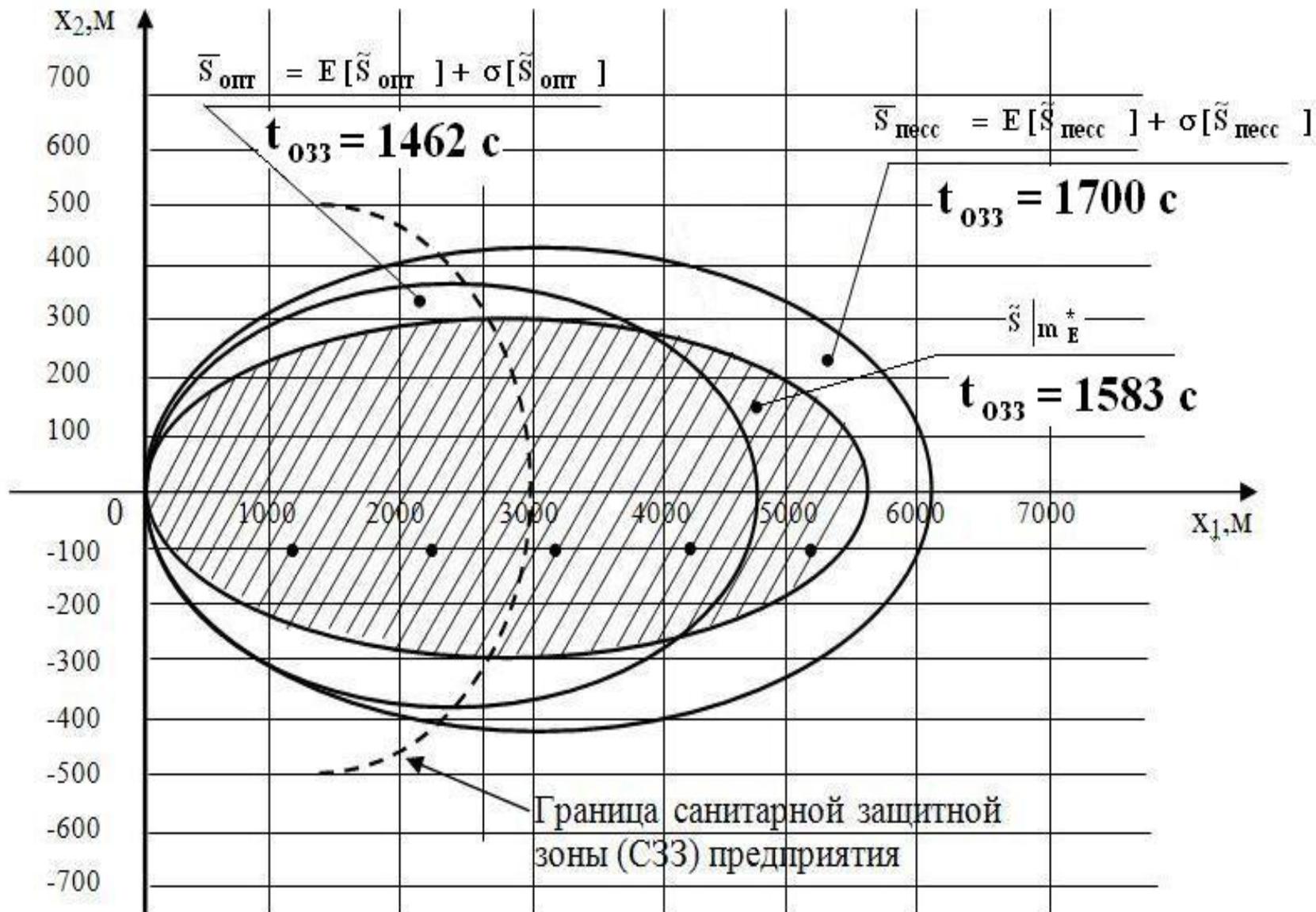
Автоматизированная информационно-управляющая система технической безопасности является системой верхнего уровня, интегрирующей подсистемы технической безопасности всех объектов хранения и уничтожения химического оружия.

Создание системы обеспечивает:

- ▣ единое информационное пространство для организаций, участвующих в уничтожении химического оружия;
- ▣ оперативную доставку руководителям всех уровней достоверной и объективной информации о состоянии процессов хранения и уничтожения химического оружия;
- ▣ комплексную, интеллектуальную поддержку и информационное обеспечение процессов подготовки и принятия решений руководством Российского агентства по боеприпасам и Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия;
- ▣ моделирование и прогнозирование химической обстановки на объектах хранения и уничтожения химического оружия.

Основными научными принципами создания системы являются:

- ▣ системный подход;
- ▣ иерархичность построения системы в соответствии с организационно-штатными структурами организаций, участвующих в уничтожении химического оружия;
- ▣ поэтапное комплексное создание системы в соответствии с планами уничтожения химического оружия;
- ▣ стандартизация и унификация при создании системы за счет применения типовых проектных решений;
- ▣ эргономичность, простота и удобство эксплуатации.





Импорт



Печать

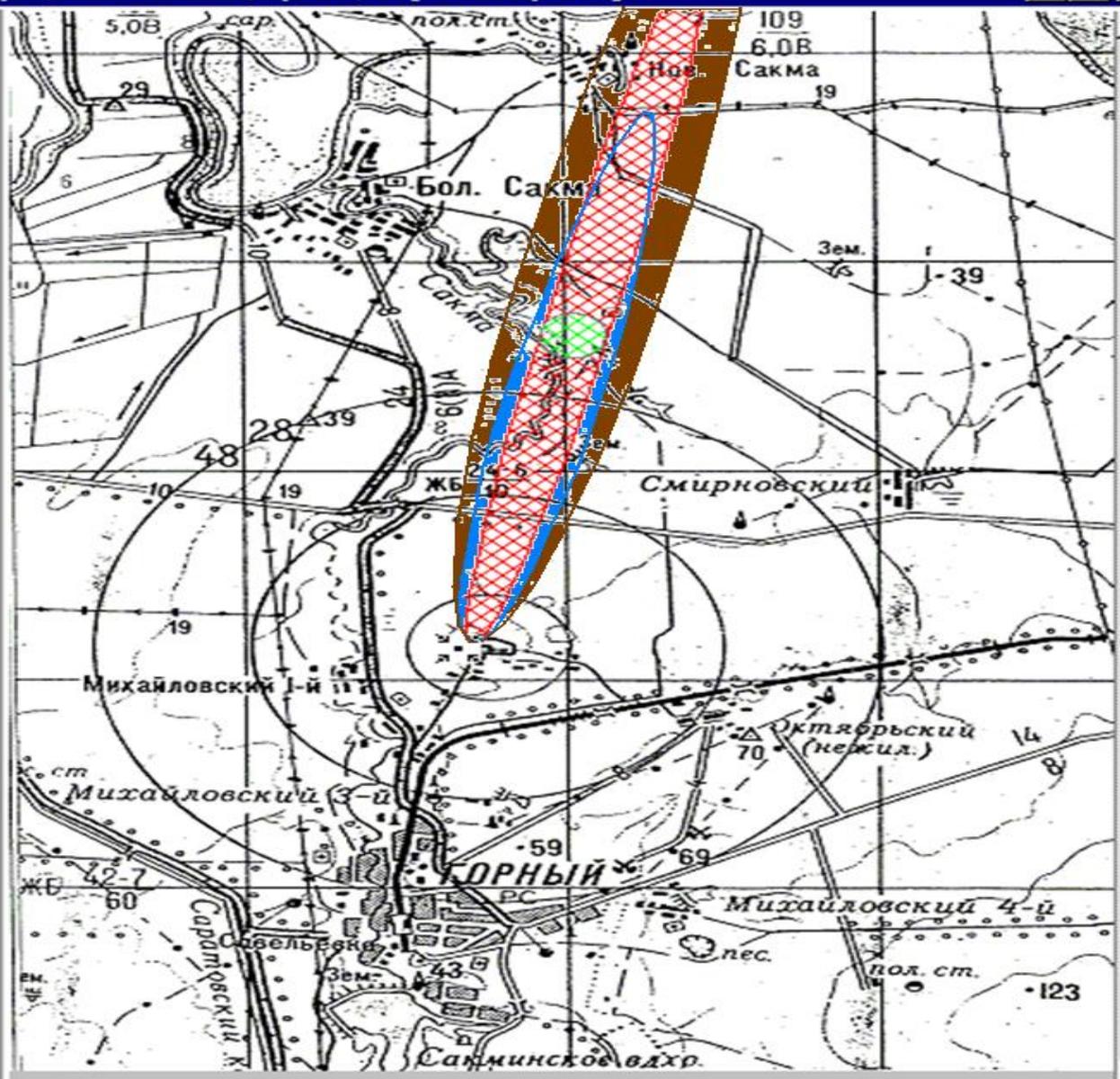
Отображать на карте

- Карта района
- Координатная сетка
- Плотность населения
- Зона загрязнения

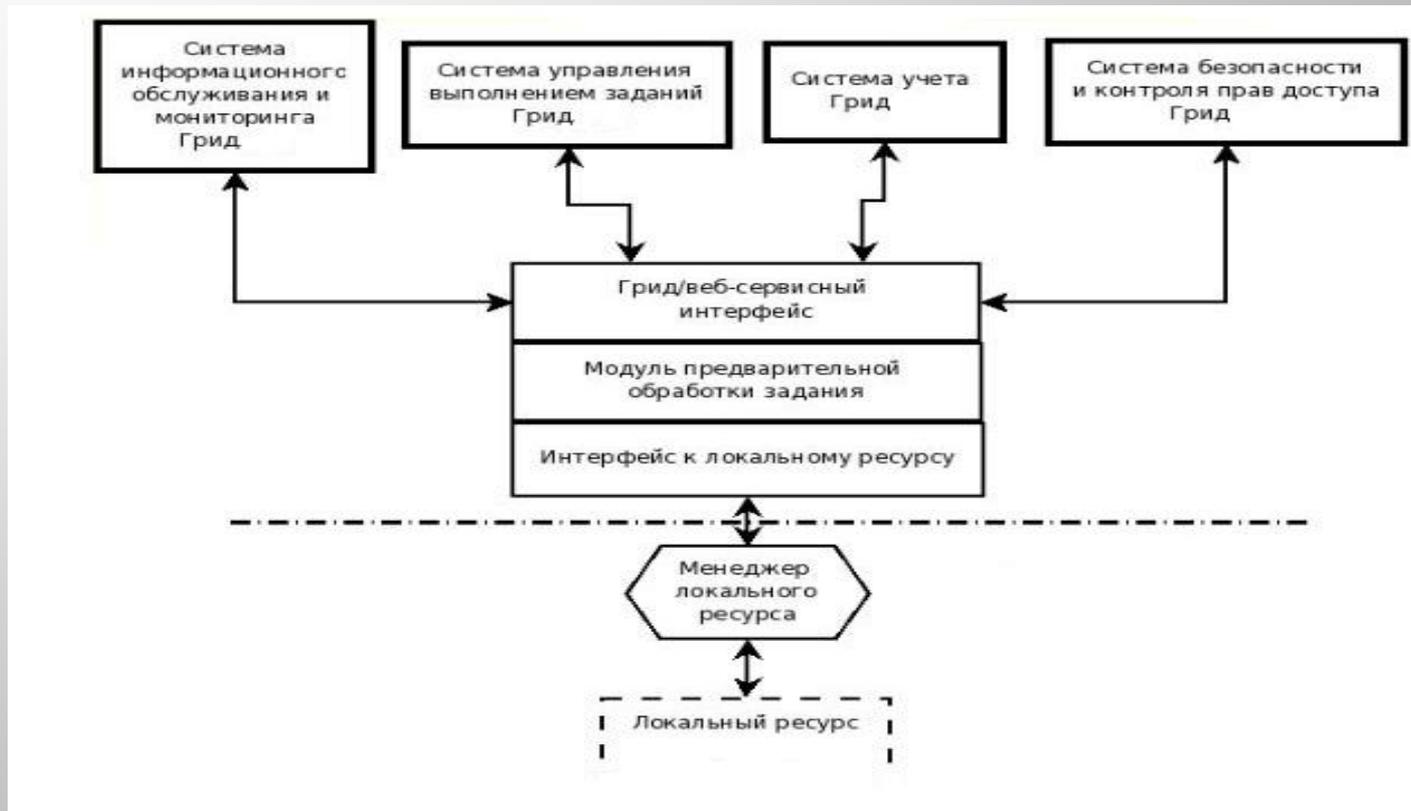
00:28:00

Условные обозначения

- Место аварии
- Зона загрязнения
- Облако ОБ
- Граница населённого пункта
- Максимальная концентрация в населенном пункте



Необходимо создать настраиваемую систему (с возможностью масштабирования), интегрирующую гетерогенные компьютерные ресурсы для эффективного выполнения пользовательских задач в распределенной вычислительной среде



Заключение

Рассмотренный в статье подход к моделированию процесса образования ОЗВ предполагает введение существенных допущений и ограничений. Например, величины компонент вектора скорости ветра по координатным осям Ox, Oy приняты постоянными и независимыми от высоты.

Однако хорошо известно, что на разных высотах направление и скорость ветра значительно различаются. Это обстоятельство приводит к многократному повышению размерности задачи моделирования процесса образования ОЗВ, которая, к тому же, становится динамической.

Очевидно, что решение этой задачи потребует выделения больших объемов вычислительных ресурсов, которыми обладают распределенные вычислительные системы, использующие принципы GRID-технологии.

Спасибо
за внимание