

Академия гражданской защиты МЧС России

Институт развития МЧС России

Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций

Лекция

Новогорск - 2011

Система мониторинга
и прогнозирования
чрезвычайных ситуаций
(СМП ЧС)

Сущность и назначение мониторинга и прогнозирования –

в наблюдении, контроле и предвидении опасных процессов и явлений природы, техносферы, внешних дестабилизирующих факторов (вооруженных конфликтов, террористических актов и т.п.), являющихся источниками чрезвычайных ситуаций, а также динамики развития чрезвычайных ситуаций, определения их масштабов в целях решения задач предупреждения и организации ликвидации бедствий.

Нормативная база

- Федеральный закон «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ
- Постановление Правительства РФ № 794 от 30.12.03 « О Единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС»
- Приказ МЧС РФ от 28.02.2003 г. № 105 «Требования по предупреждению ЧС на ПОО и объектах жизнеобеспечения»
- Указ Президента Российской Федерации от 21 сентября 2002 г. № 1011. "Вопросы Министерства Российской Федерации по делам ГО, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий".
- Постановление Правительства Российской Федерации от 29 сентября 1999 г. № 1098 "Федеральная целевая программа "Снижение рисков и смягчение последствий ЧС природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 г."
- Постановление Правительства Российской Федерации от 23 августа 2000 г. № 622 "Об утверждении Положения о государственной службе наблюдения за состоянием окружающей природной среды". ("Собрание законодательства Российской Федерации" 2000, №35, ст.3).

Нормативная база

- Постановление Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2000 г. № 128 "Об утверждении Положения о предоставлении информации о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении и чрезвычайных ситуациях техногенного характера, которые оказали, оказывают, могут оказать негативное воздействие на окружающую природную среду". ("Собрание законодательства Российской Федерации". 2000, №8, ст.964).
- "Положение о сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации". Утверждено Председателем ГКЧС России, Министром охраны окружающей среды и природных ресурсов, Министром здравоохранения, Министром сельского хозяйства, Председателем Госкомсанэпиднадзора и руководителем Росгидромета 30 октября 1993 г.
- Приказ МЧС России от 25 ноября 1998 г. № 682 "О дальнейшем развитии системы предупреждения ЧС на территории субъекта РФ". Утверждены "Методические рекомендации территориальным органам исполнительной власти по снижению риска и смягчению последствий ЧС".
- Приказ МЧС России от 12 ноября 2001 г. № 483 "Об утверждении Положения о системе мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".

Нормативная база

- Приказ МЧС России от 5 апреля 2000 г. № 189 "О дальнейшем совершенствовании деятельности по прогнозированию чрезвычайных ситуаций".
- Приказ МЧС России от 30 июля 2001 г. № 310 "Об утверждении Положения о Всероссийском центре мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России".
- Приказ МЧС России от 14 февраля 2001 г. № 68 "Об утверждении примерных положений о внештатных региональном и территориальном центрах мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций»
- Приказ МЧС России от 11 апреля 2001 г. № 177 "Об утверждении Временного порядка обмена информацией в области мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера". Утвержден "Временный порядок обмена информацией между внештатными региональными, территориальными центрами мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и Всероссийским центром мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".

Нормативная база

- Указание МЧС России от 3 августа 2000 г. № 319 "О совершенствовании деятельности в области создания системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
- ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. (БЧС). Основные положения.
- ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий.
- ГОСТ Р 22.1.01-95. БЧС. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения.
- ГОСТ Р 22.1.02-95. БЧС. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения.
- ГОСТ Р 22.1.04-96. БЧС. Мониторинг аэрокосмический. Номенклатура контролируемых параметров чрезвычайных ситуаций.
- ГОСТ Р 22.1.05-95. БЧС. Средства технические мониторинга. Общие технические требования.
- ГОСТ Р 22.1.06-99. БЧС. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. Общие требования.
- ГОСТ Р 22.1.07-99. БЧС. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования.
- ГОСТ Р 22.1.08-99. БЧС. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрологических явлений и процессов. Общие требования.
- ГОСТ Р 22.1.09-99. БЧС. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования.

СХЕМА МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧС



Система мониторинга и прогнозирования ЧС состоит из следующих основных элементов:

- организационной структуры;
- общей модели системы, включая объекты мониторинга;
- комплекса технических средств;
- моделей ситуации (моделей развития ситуаций);
- методов наблюдений, обработки данных, анализа ситуаций и прогнозирования;
- информационной системы.

Деятельность по мониторингу и прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера осуществляют:

- **Учреждения и организации Росгидромета** (мониторинг и прогноз событий гидрометеорологического характера, мониторинг состояния и загрязнения атмосферы, воды и почвы).
- **Федеральная система сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений.**
- **МПР России** (осуществляет общее руководство государственной системой экологического мониторинга, а также координацию деятельности в области наблюдений за состоянием окружающей природной среды).
- **Минздравсоцразвития России** (социально-гигиенический мониторинг и прогнозирование обстановки в этой области).
- **Ростехнадзор и Росатом** (мониторинг состояния техногенных объектов и прогноз аварийности).

Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций включает:

- Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России;
- региональные и территориальные центры мониторинга чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в составе соответствующих органов управления ГОЧС;
- Сеть наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации;
- Единую государственную автоматизированную систему радиационного контроля;
- Единую государственную систему экологического мониторинга;
- специальные центры и учреждения, подведомственные исполнительным органам субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления.

Основными задачами региональных и территориальных центров мониторинга являются:

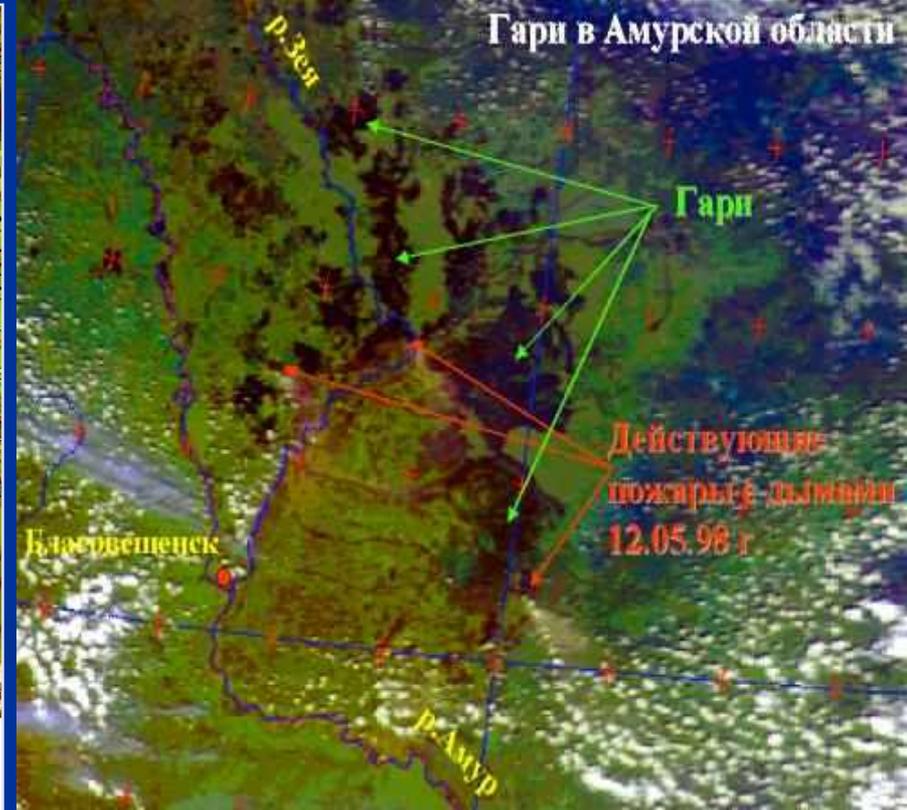
- сбор, анализ и представление в соответствующие органы государственной власти информации о потенциальных источниках чрезвычайных ситуаций и причинах их возникновения в регионе, на территории;
- прогнозирование чрезвычайных ситуаций и их масштабов;
- организационно-методическое руководство, координация деятельности и контроль функционирования соответствующих звеньев (элементов) регионального и территориального уровня системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;
- организация проведения и проведение контрольных лабораторных анализов химико-радиологического и микробиологического состояния объектов окружающей среды, продуктов питания, пищевого, фуражного сырья и воды, представляющих потенциальную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций;
- создание и развитие банка данных о чрезвычайных ситуациях, геоинформационной системы;
- организация информационного обмена, координация деятельности и контроль функционирования территориальных центров мониторинга.

Мониторинг окружающей природной среды и состояния техногенных объектов

Мониторинг окружающей среды — это система наблюдения и контроля, проводимых регулярно по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения (ГОСТ Р22.1.02-95).

Мониторинг неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов – это система регулярных наблюдений и контроля за развитием этих явлений и процессов в окружающей природной среде, факторами, обуславливающими их формирование и развитие, проводимых по определенной программе, выполняемых с целью своевременной разработки и проведения мероприятий по предупреждению ЧС, связанных с этими явлениями и процессами, или снижению наносимого их воздействием ущерба (ГОСТ Р22.1.02-95).

Общей целью мониторинга опасных явлений и процессов в природе и техносфере является повышение точности и достоверности прогноза ЧС на основе объединения интеллектуальных, информационных и технологических возможностей различных ведомств и организаций, занимающихся вопросами мониторинга отдельных видов опасностей.



Для достижения основной цели мониторинга решаются следующие основные задачи:

- выявление и идентификация потенциально опасных зон с возможными источниками ЧС;**
- сбор исходной информации по источникам опасности и уязвимости населения и территорий;**
- проведение зонирования территорий по степени опасности ЧС, плотности и характеру застройки;**
- проведение зонирования территорий по степени индивидуального риска;**
- определение оптимальных мониторинговых комплексов в зонах повышенного риска для населения;**
- определение оптимальных организационных и технических схем для эффективного мониторинга ЧС, информационного взаимодействия между ведомственными мониторинговыми системами;**
- определение схем эффективного решения задач прогноза масштабов ЧС на основе своевременного получения уточненных мониторинговых данных по их источникам и моделирования их развития.**

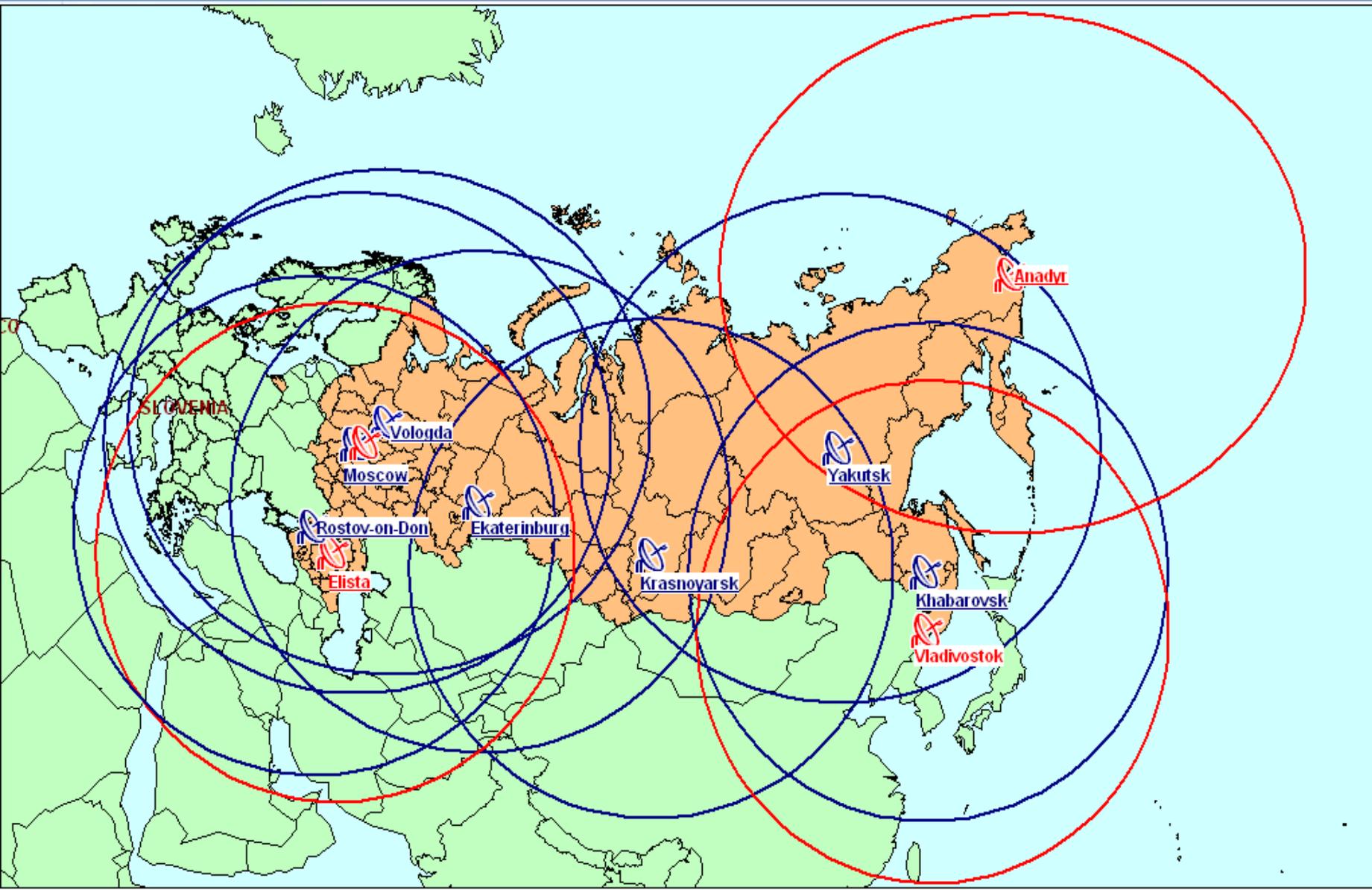
Техническую основу мониторинга составляют наземные и авиационно-космические средства соответствующих министерств, ведомств, территориальных органов власти и организаций (предприятий) в соответствии со сферами их ответственности.

При этом **главной составляющей являются** наземные средства Сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны Российской Федерации, ее основных звеньев, подведомственных Росгидромету, Минсельхозу России, Минздраву России и МПР России, а также **средства контроля и диагностики состояния потенциально опасных объектов экономики**, являющихся основными источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Состав системы космического мониторинга ЧС (по состоянию на 2008 г.)



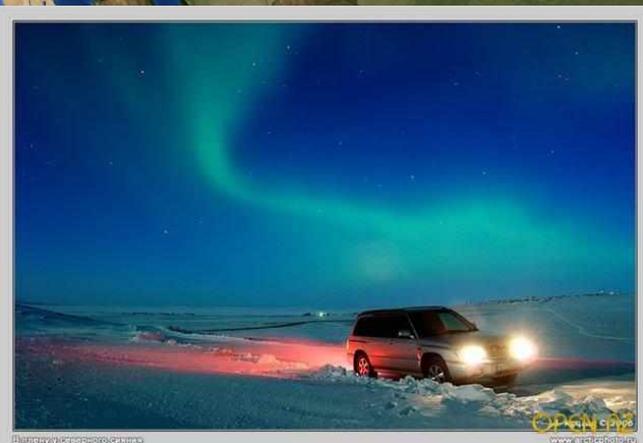
Размещение основных станций СКМ ЧС и станций взаимодействующих организаций в соответствии с программой развития СКМ ЧС



Особенности Арктической зоны РФ - постоянный ледовый и снежный покров



Высота 10744.



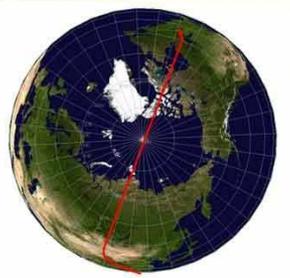
www.arcticphoto.ru

Источники чрезвычайных ситуаций в Арктике -
транспортные коридоры



Кратчайшая российская морская транснациональная трасса, связывающая Европу с Азией. Из Англии в Японию он в 2 раза короче и в 1,6 раза дешевле любого другого морского пути, в том числе и через Суэцкий канал

Источники чрезвычайных ситуаций в Арктике - транспортные коридоры



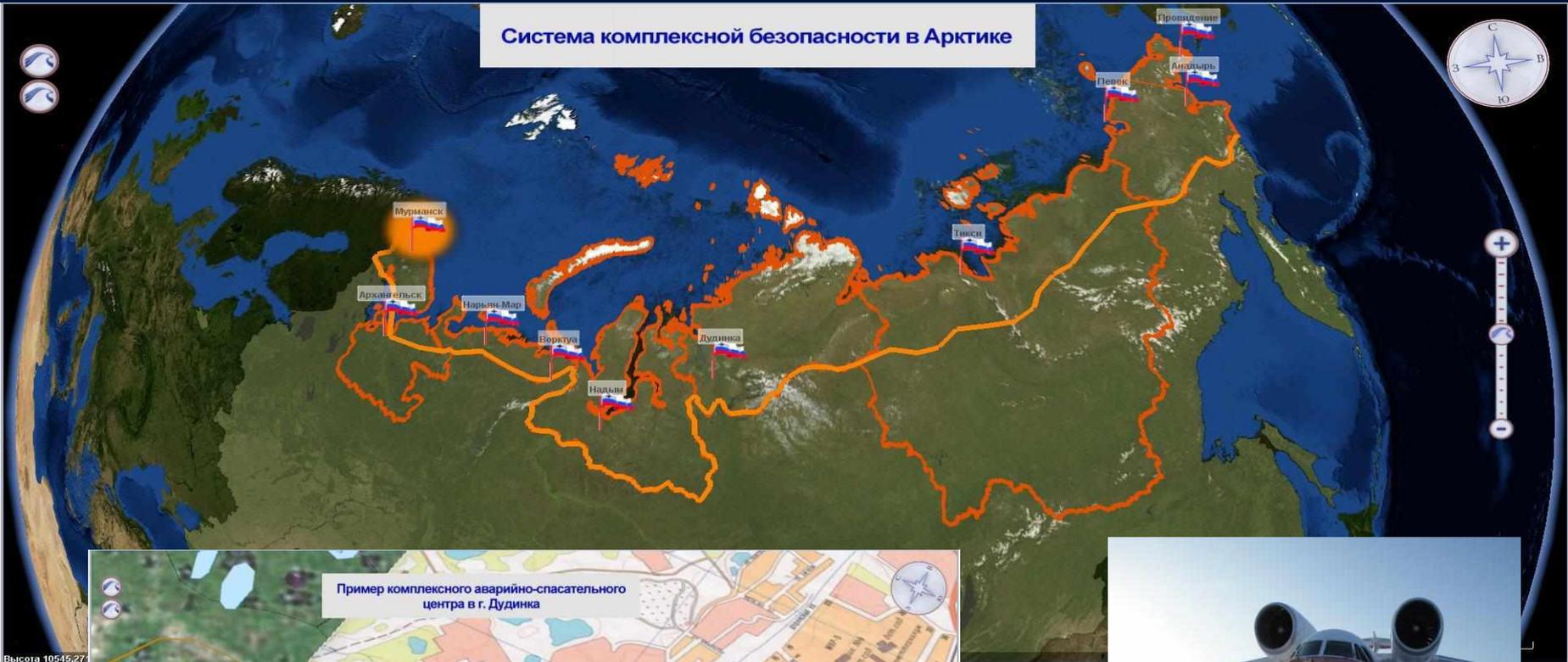
«Использование территории» - плата за наземное сопровождение авиарейсов до 1 \$/км

Кроссполярный авиамаршрут Торонто – Гонконг *Polar-2*

Кроссполярный авиамаршрут Нью-Йорк - Гонконг
Экономит 4–5 ч полетного времени и 20 т топлива.

Это дает авиакомпании экономию около 50 тыс. долл., а годовая экономия при ежедневном выполнении рейса превысит 17 млн долл.

Система комплексной безопасности в Арктике



Пример комплексного аварийно-спасательного центра в г. Дудинка



Задачи системы комплексных аварийно-спасательных центров

Система должна обеспечивать решение следующих задач:

1. Оценка природно-технологических рисков с использованием геоинформационной системы (суша и вода) Арктической зоны Российской Федерации с объектами – потенциальными источниками возможных чрезвычайных ситуаций техногенного характера с прогностическими оценками зон воздействия поражающих факторов, на основе которых возможно рациональное размещение аварийно-спасательных сил и средств.
2. Оценка повышения эффективности действий группировок сил в составе РСЧС, расположенных в Арктической зоне Российской Федерации, с целью совершенствования системы экстренного совместного реагирования на чрезвычайные ситуации.
3. Создание и оснащение мобильных поисково-спасательных формирований для действий в Арктической зоне Российской Федерации.
4. Использование ресурсов существующих и создаваемых зарубежных и отечественных космических и наземных систем (например, «Многоцелевая космическая система «Арктика»).
5. Разработка и развитие систем автоматизированного мониторинга за состоянием критически важных и потенциально опасных объектов Арктической зоны Российской Федерации.

В создании системы принимают участие МЧС России, Минтранс России, Минприроды России и ФСБ России.

Основные задачи космического мониторинга МЧС России

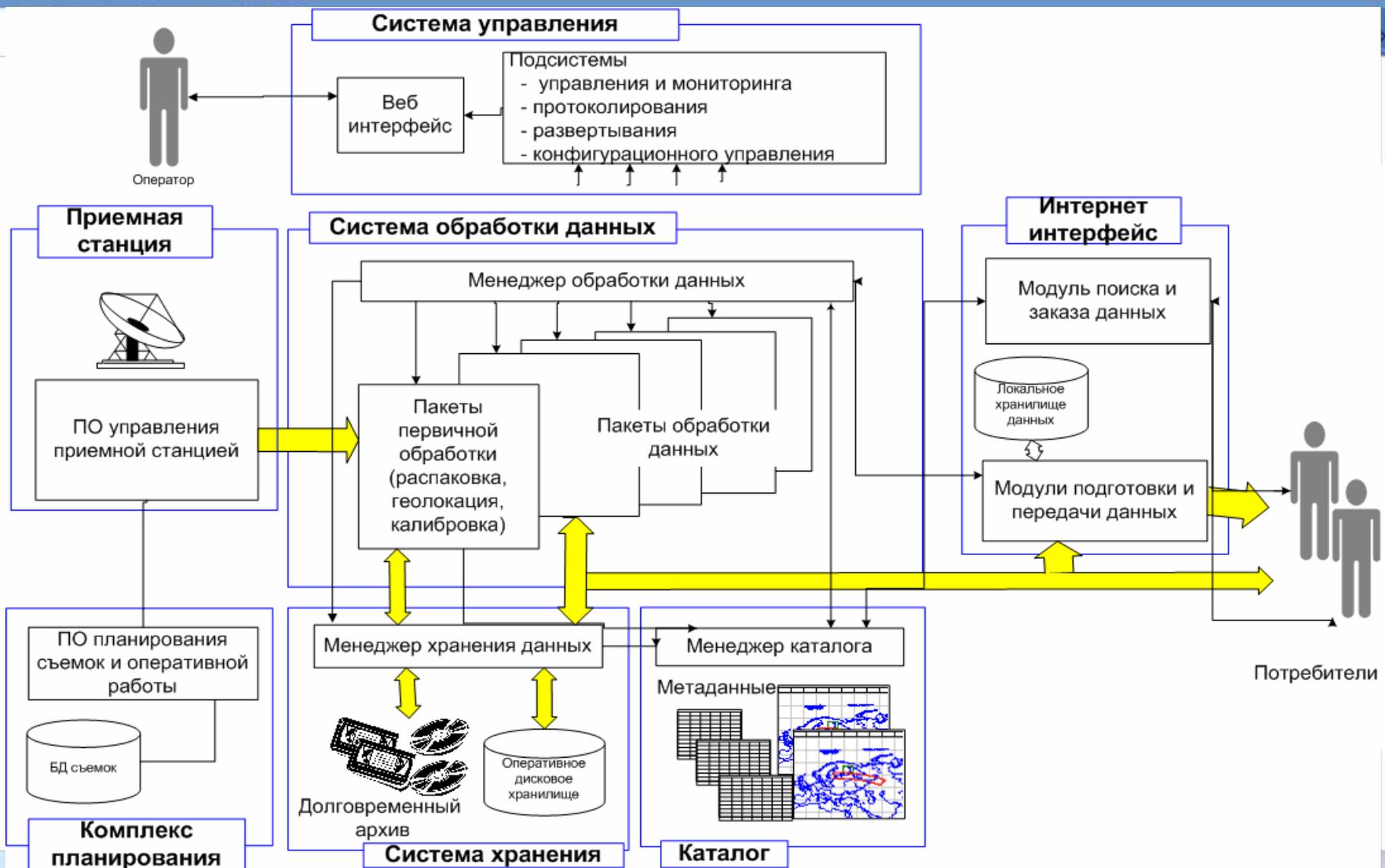
= *повседневный глобальный мониторинг с высокой частотой и низким разрешением* – программы NOAA, EOS (Terra, Aqua), в перспективе – NPP, Метеор-М;

= *периодическая съемка датчиками среднего разрешения в непрерывном беззаявочном режиме для прогнозирования ЧС и мониторинга ликвидации последствий ЧС* (программа SPOT) и с возможностью экстренного заказа заданного района съемки ЧС – программы IRS, Монитор-Э;

= *экстренная всепогодная радарная съемка* – программы с PCA высокого разрешения RADARSAT-1, в перспективе – TerraSAR-X, Cosmo, Кондор-Э;

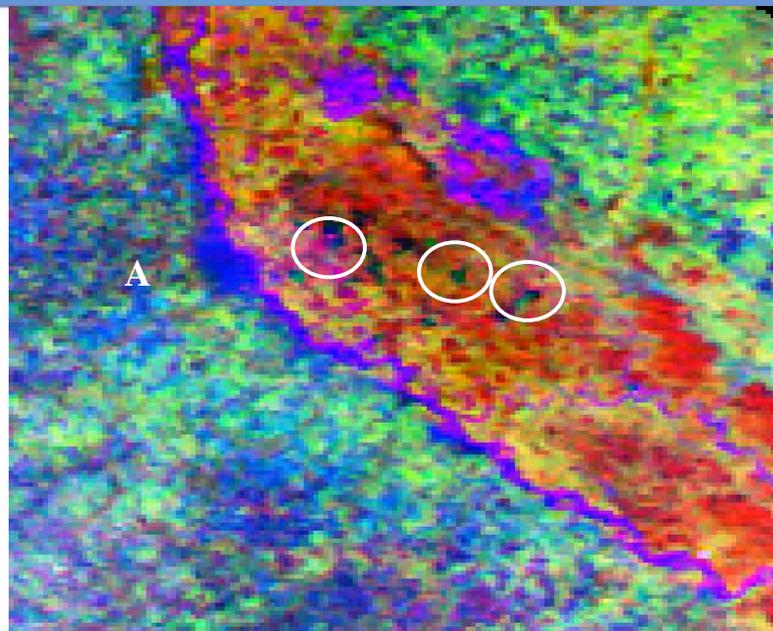
= *высокодетальная съемка заданного района ЧС по заказу датчиками высокого и сверхвысокого разрешения* – программы EROS, IRS, QuickBird, Ресурс-ДК, Ikonos и др.

Структура регионального пункта приема и обработки космической информации СКМ ЧС



Исследовательские и учебные задачи.

Сравнение комбинаций спектральных каналов КА для решения различных задач мониторинга ЧС

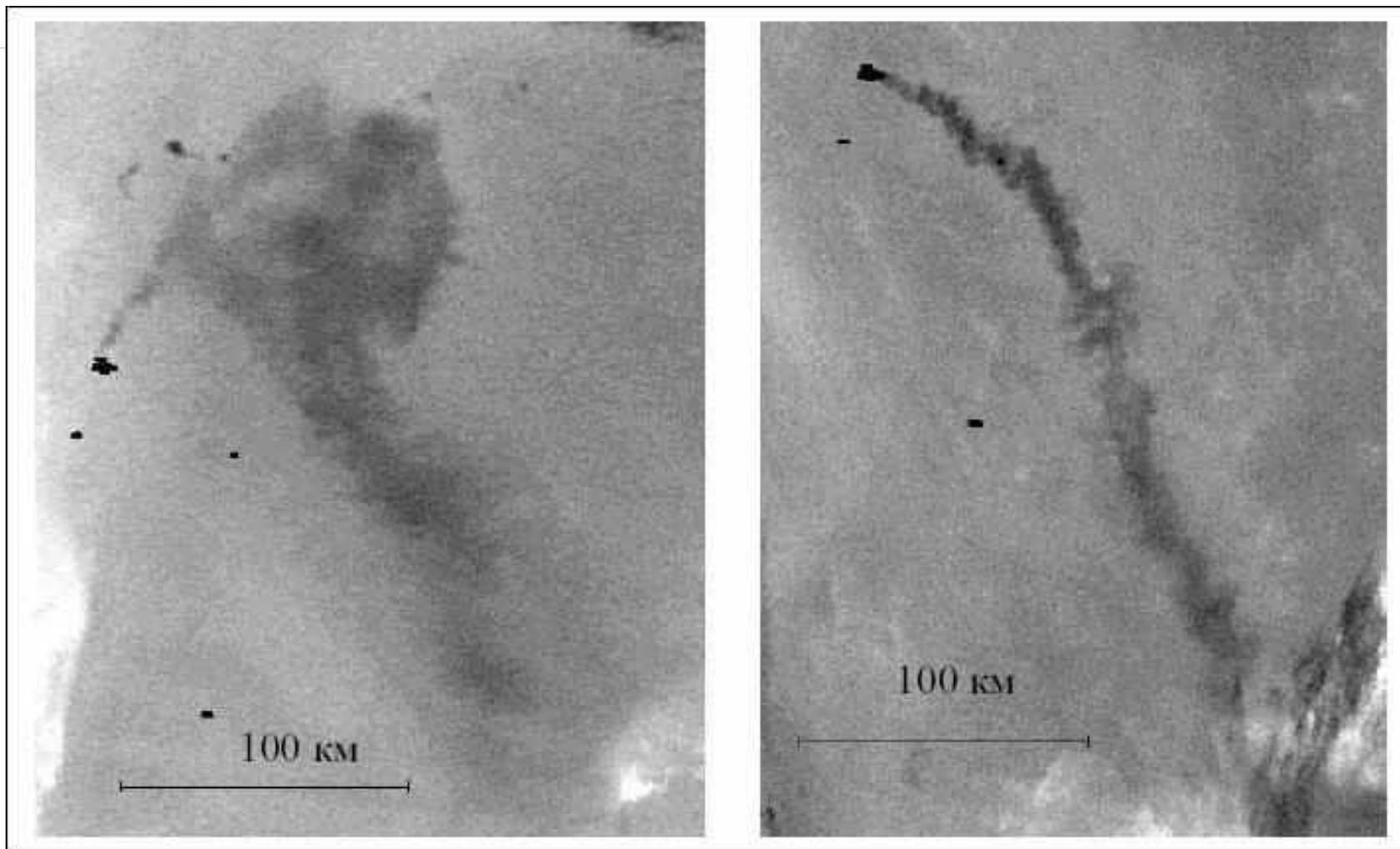


AVHRR

Комбинации спектральных каналов AVHRR

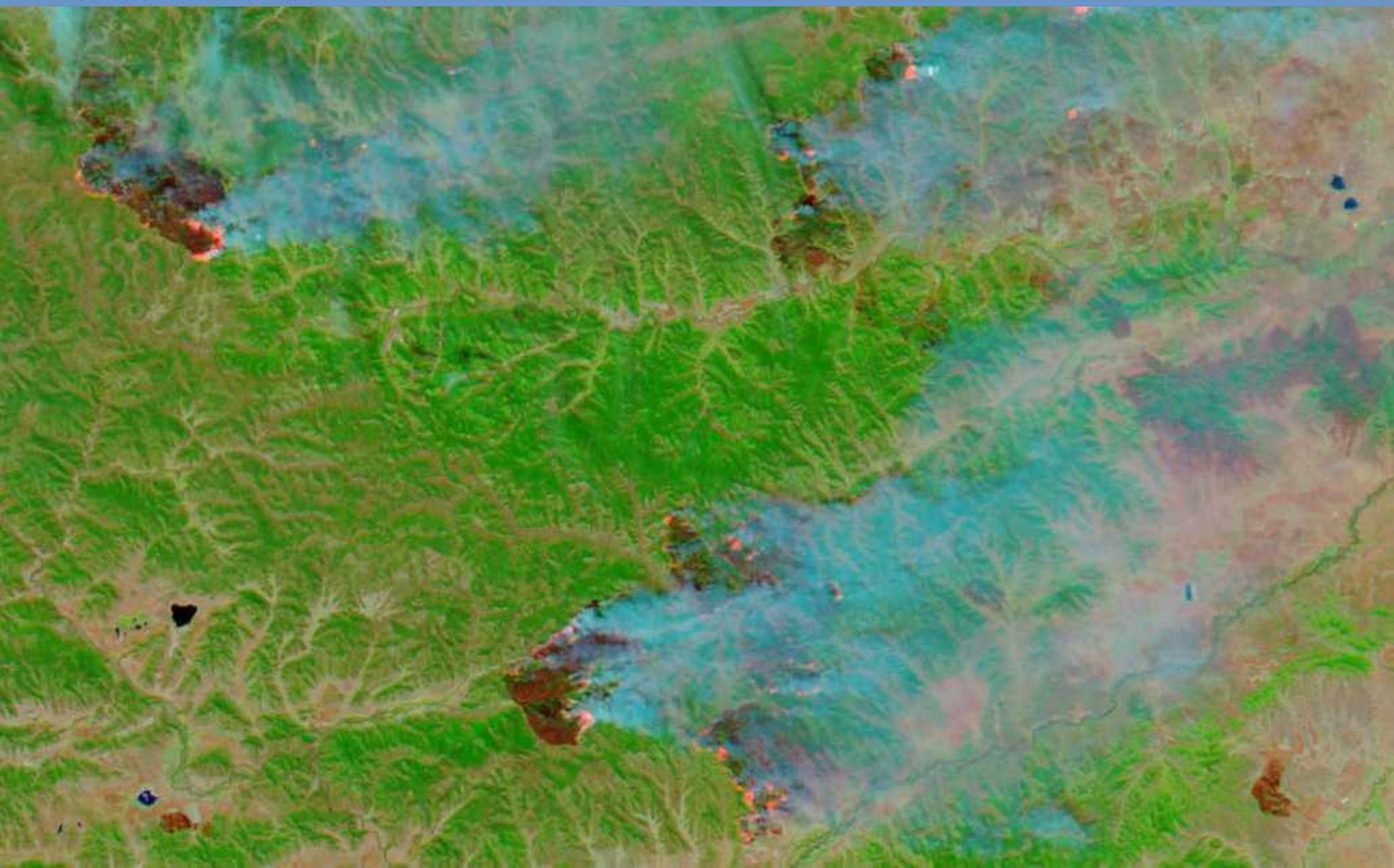
RED	CH01 (0.6 μm)	CH01 (0.6 μm)	CH03B (3.7 μm)
GREEN	CH02 (0.8 μm)	CH03A (1.6 μm)	CH04 (10.8 μm)
BLUE	CH04 (3.7 μm)	CH04 (10.8 μm)	CH05 (12.0 μm)

Исследовательские и учебные задачи. Анализ термальных источников на ночных снимках КА NOAA (спектральный канал 3)



Газовые факелы на месторождении Тенгиз, Казахстан.

Спутниковый мониторинг природных пожаров России



pri_s_PM0804120401-!!..jpg (2:1)

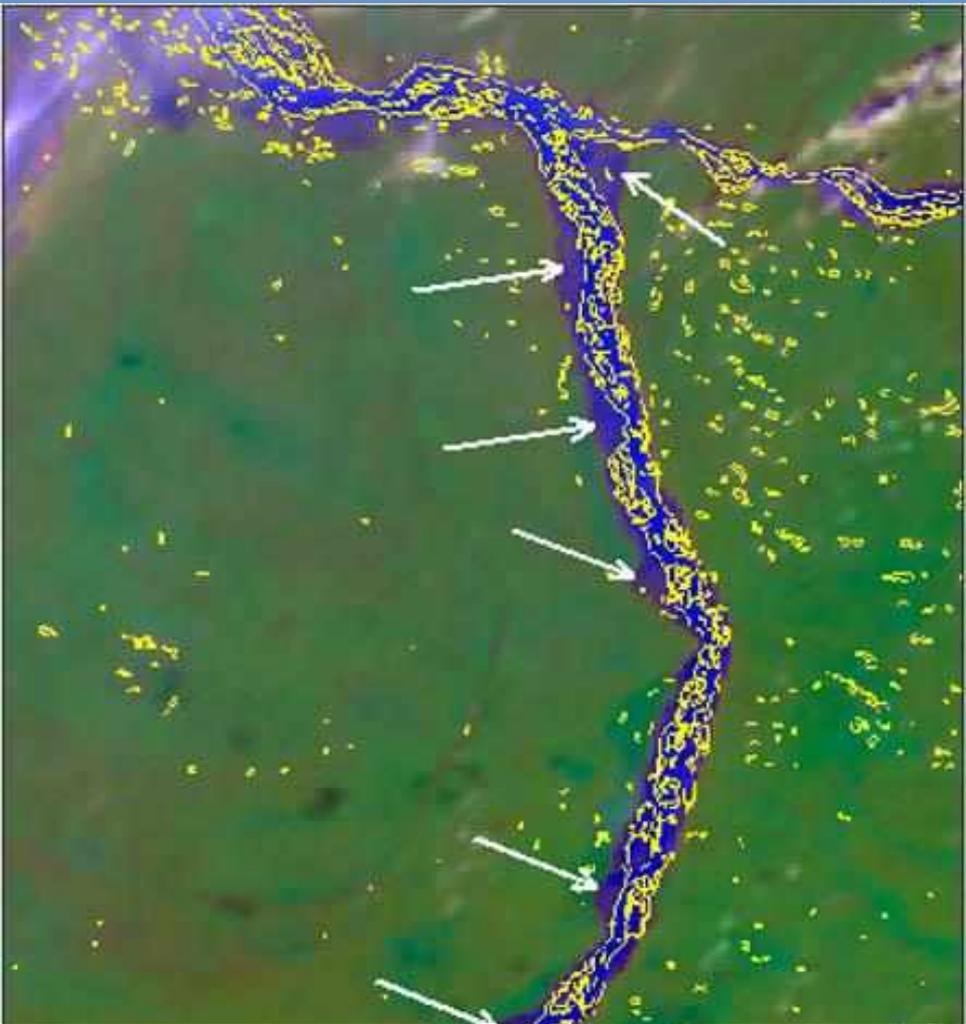
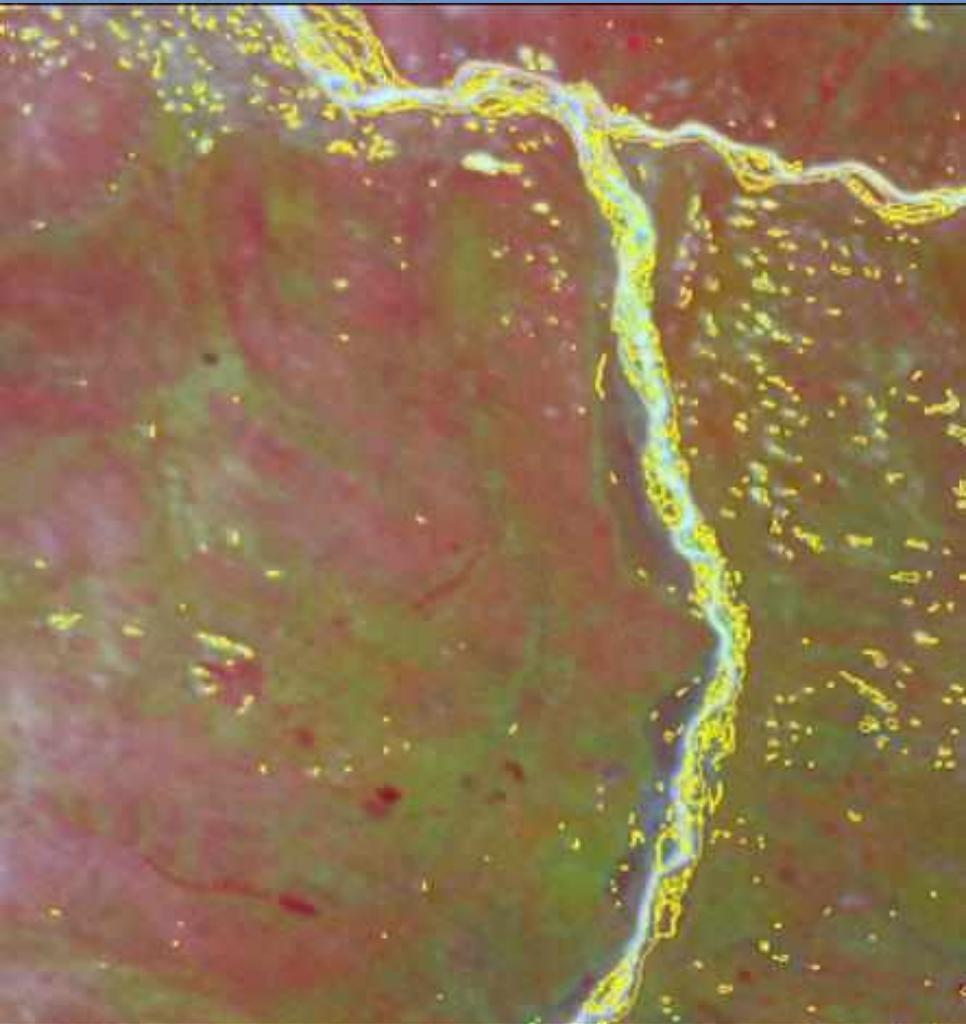


pri_s_AM0804210208.jpg (2:1)



Участок границы с Китаем (фиолетовая линия) в Приморье в районе Уссурийска. Слева – на снимке АКВА от 12.4.2008 виден очаг пожара с дымовым шлейфом непосредственно на границе с Китаем. Справа – снимок ТЕРРА от 21.4.2008, пограничный пожар ликвидирован, но палы продолжают распространяться вдоль границы по территории России (снимки Байкалинформцентра, Иркутск)

Спутниковый мониторинг весенних половодий на реках России



Оперативное наблюдение за сходом ледяного покрова на реках и выявление затопленных территорий в период половодья. NOAA/AVHRR. Река Лена в районе г. Якутск, даты 13.05.1999 и 26.05.1999

Мониторинг снежного покрова и ледовой обстановки на реках

Ледяной покров на реке Лена по данным радиометра MODIS:

1 мая 2007



10 мая 2007



14 мая 2007



Технология ScanNet. Детализация снимков низкодетальных снимков изображениями высокого разрешения (1)

Ледоход на реке Лена,
TERRA / MODIS, 22.5.2006



Ледоход на реке Лена,
SPOT-2, 22.5.2006



Технология ScanNet. Детализация снимков низкодетальных снимков изображениями высокого разрешения (2)

Ледоход на реке Лена, SPOT-2,
22.5.2006, разрешение 10 м



Технология ScanNet.

Комплексное использование оптических и радарных снимков для ледовой разведки



Ледовый затор в районе Орлецы до начала ледохода, Северная Двина.

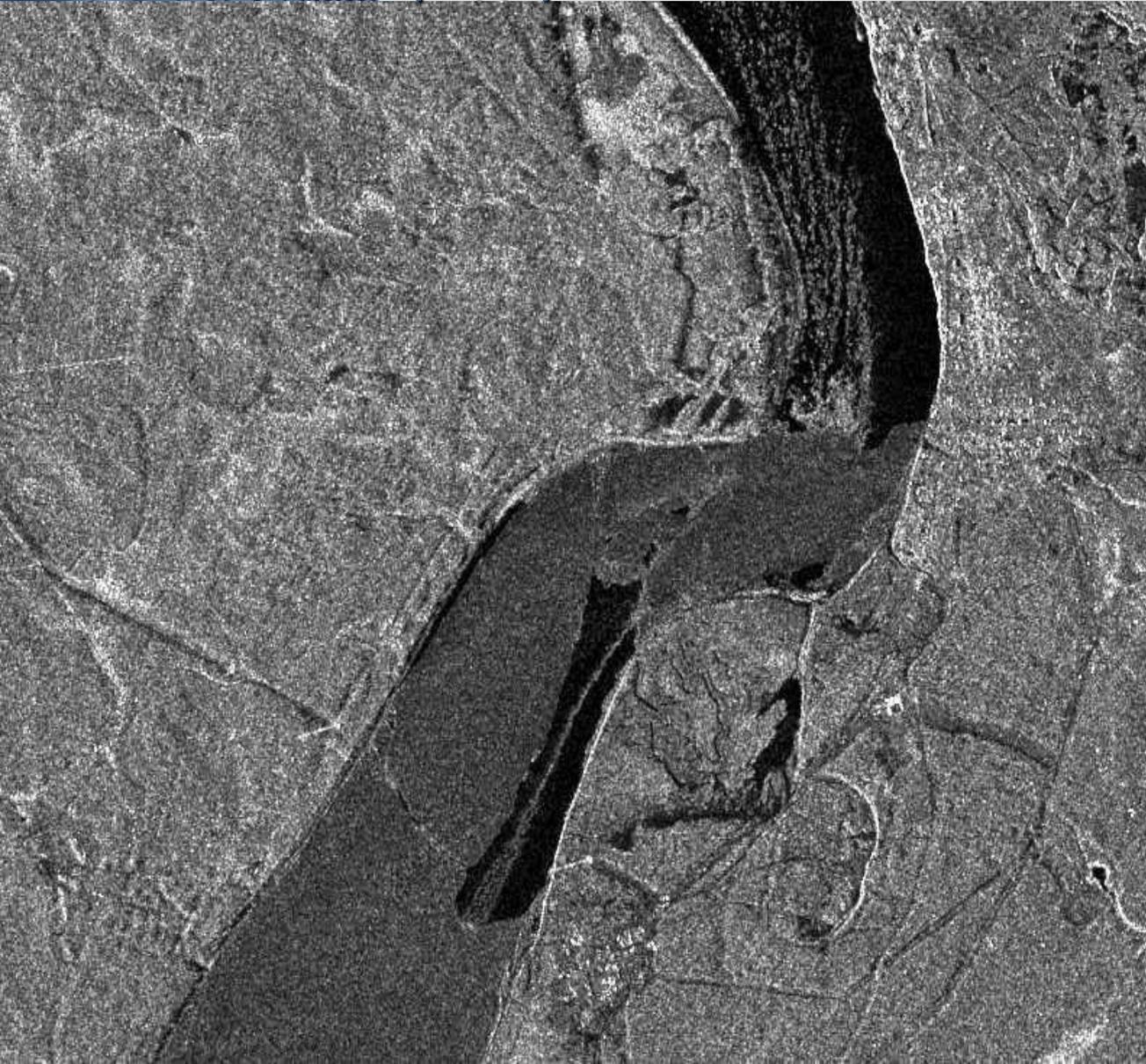
Оптический многоспектральный снимок SPOT-4, 5.5.2009, 20 м/пиксель.

Ледовый затор

(SPOT Image, Scanex, 2009)

Технология ScanNet.

Комплексное использование оптических и радарных снимков



Мощный
«фонтанирующий»
ледовый затор в
районе н.п. Орлецы
задержал ледоход
на 36 часов,
Северная Двина.

Снимок РСА
TerraSAR-X,
8.5.2009,
3 м/пиксель.

**(DLR, Infoterra,
2009)**

Авария на
Саяно-
Шушенской
ГЭС.
Оперативная
съемка по
заказу МЧС.
20.08.09.
EROS-B,
0,9 м/пикс.



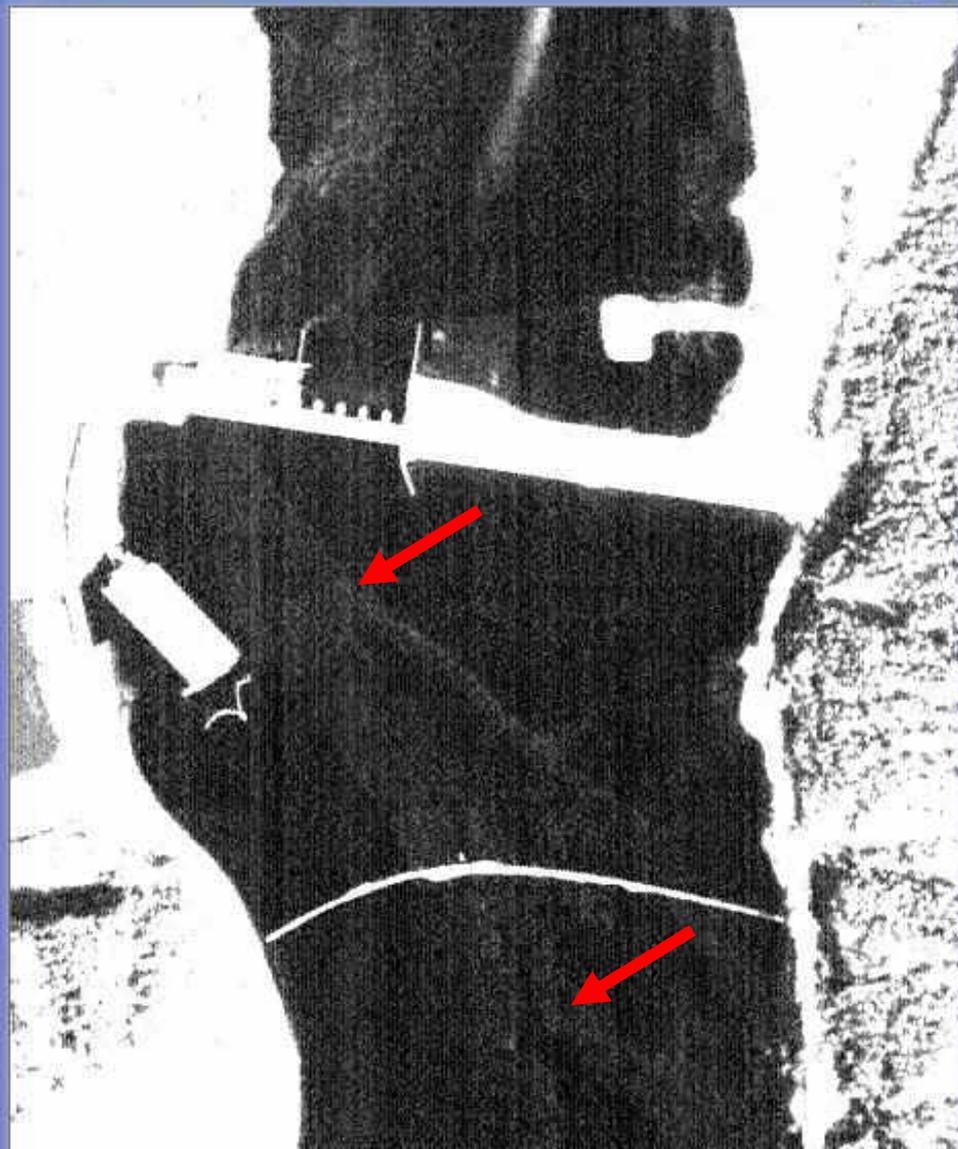
Авария на СШ
ГЭС. Снимок с
измененным
контрастом
для
выделения в
тени
разрушенного
зала и
боновых
заграждений.

20.08.09.
EROS-B,
0,9 м/пикс.

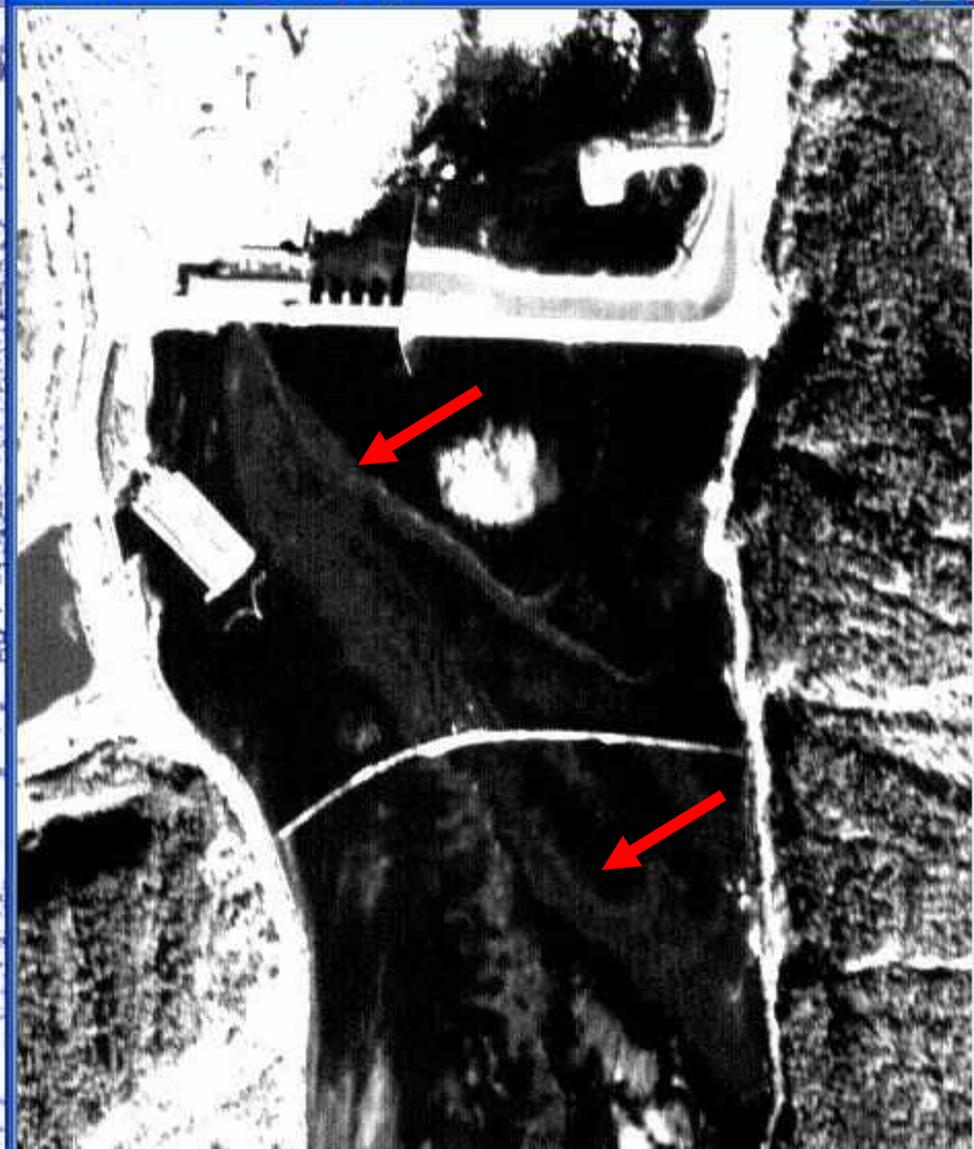


Загрязнение Енисея маслом в результате аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. Оперативная съемка по заказу МЧС. 20.08.09. IRS-P5, 2.5 м/пикс.

558156082001_A.tif (1:1)



558156082001_F.tif (1:1)

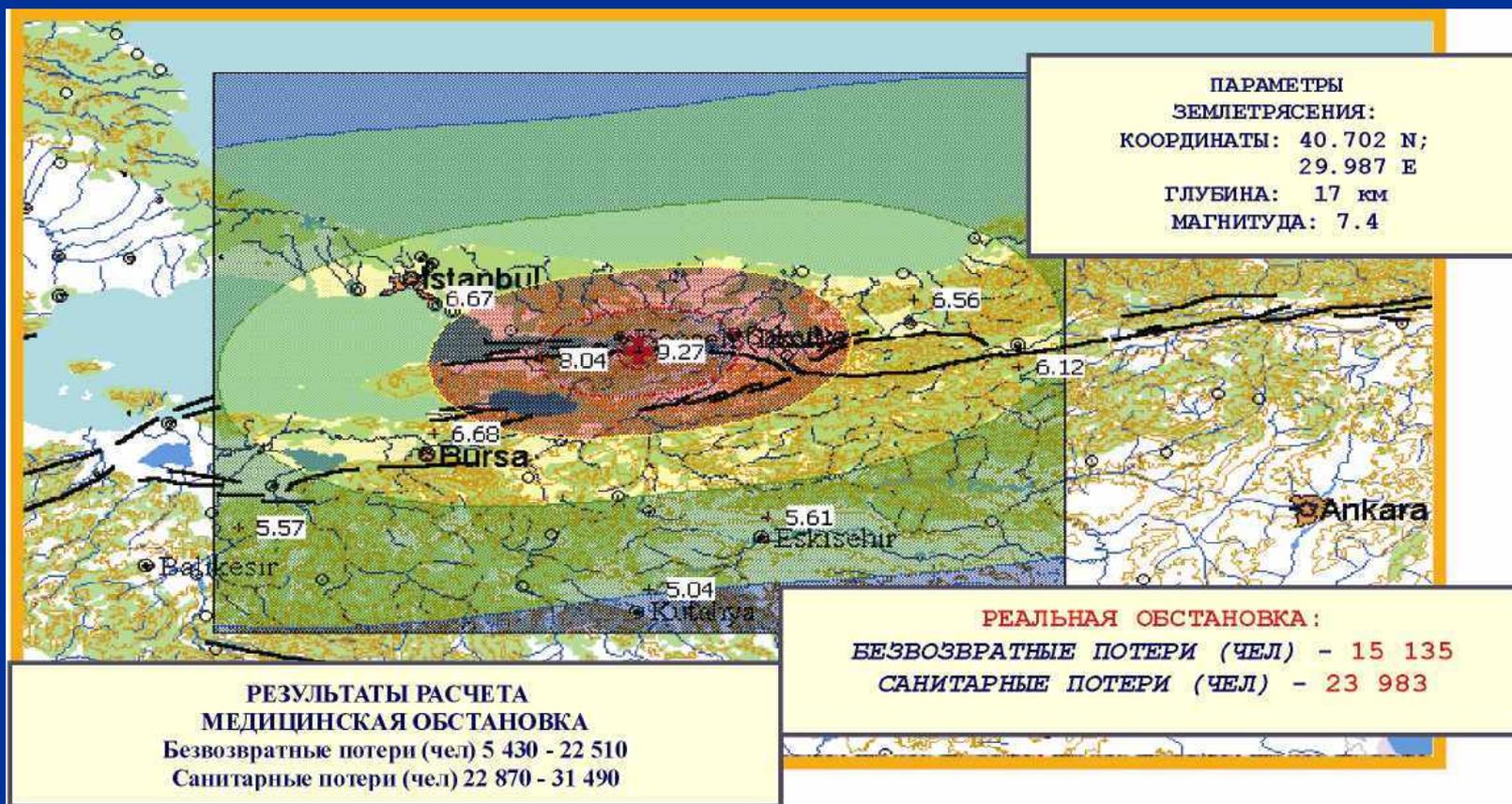


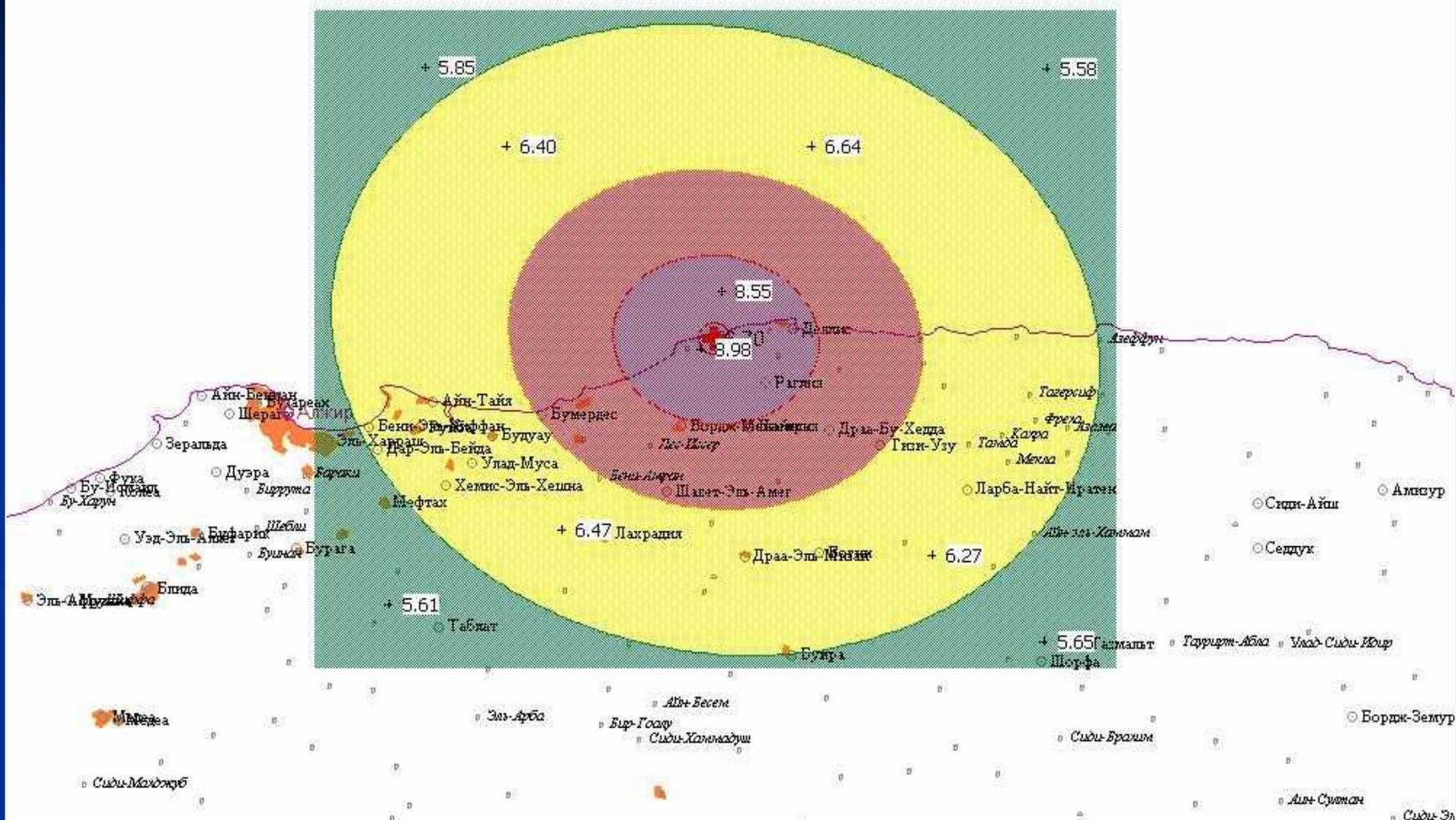
В зависимости от складывающейся обстановки, масштаба прогнозируемой или возникшей чрезвычайной ситуации система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций функционирует в различных режимах:

- режиме повседневной деятельности,
- режиме повышенной готовности;
- режиме чрезвычайной ситуации.

Прогнозирование ЧС природного и техногенного характера и оценка их риска

Прогнозирование ЧС – это опережающее отражение вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем (ГОСТ Р22.1.02-95).





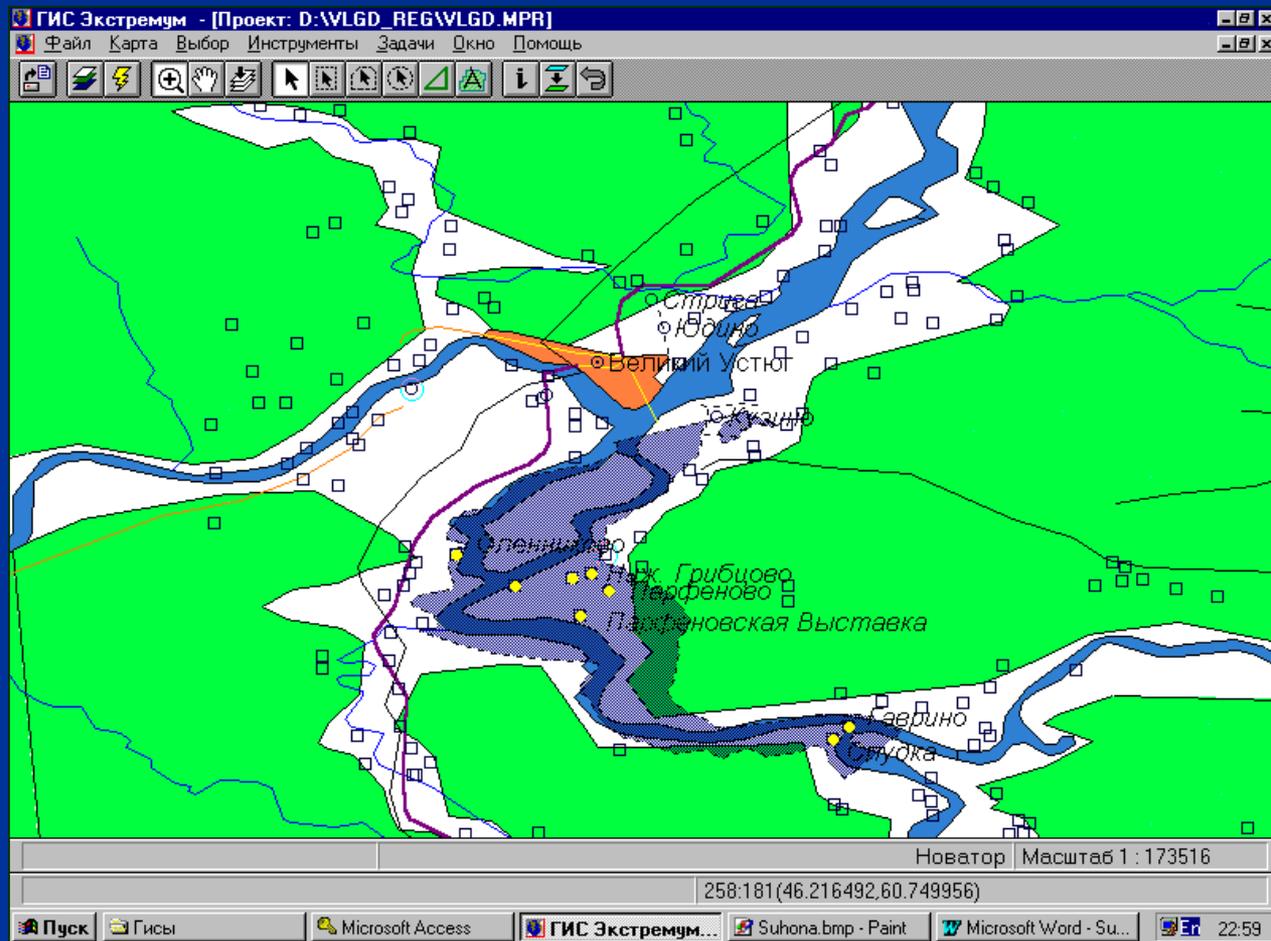
Прогнозирование последствий разрушительного землетрясения

в Алжире 20 мая 2003 г.

расчетное количество погибших - 300-3000 чел., реальное - 2280 чел.;

расчетное число раненых - 1000-10000 чел., реальное - 9430 чел.

В целях прогнозирования производят наблюдение за соответствующим процессом на определенном участке и вычисляют его будущее значение в упрежденной точке. При этом обычно оценивается как математ. ожидание конкретного значения процесса в этой точке, так и величина интервала, в который с заданной вероятностью попадает будущее значение процесса.



Основными объектами (предметами) прогнозирования являются:

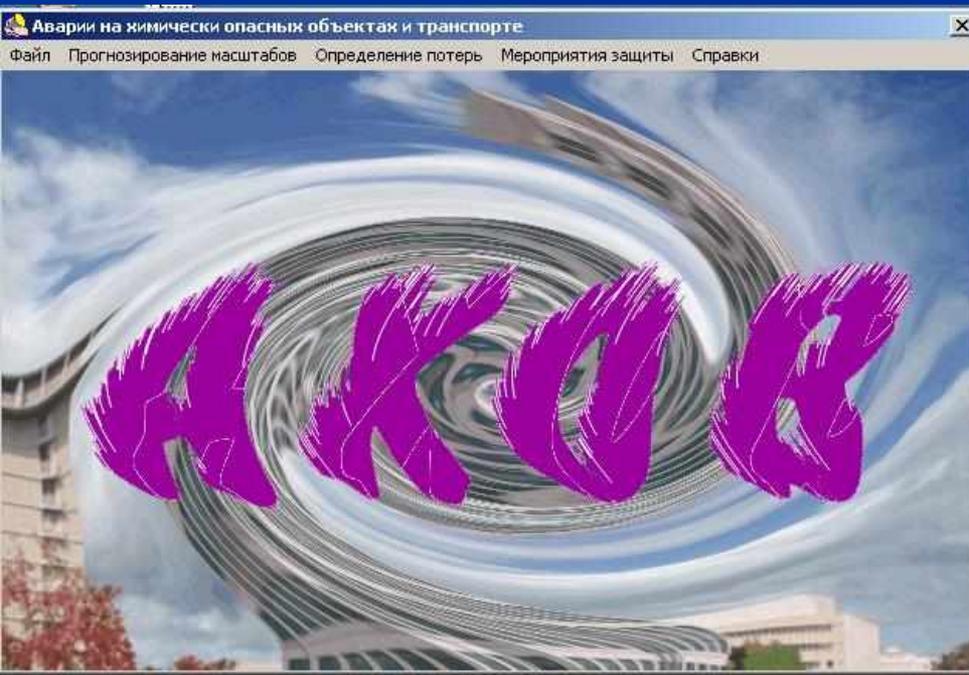
- вероятности возникновения каждого из источников чрезвычайных ситуаций (опасных природных явлений, техногенных аварий, экологических бедствий, эпидемий, эпизоотий и т.п.);
- масштабы чрезвычайных ситуаций, размеры их зон;
- возможные длительные последствия при возникновении чрезвычайных ситуаций определенных типов, масштабов, временных интервалов или их определенных совокупностей;
- потребности сил и средств для ликвидации прогнозируемых чрезвычайных ситуаций.

МЕТОДИКИ ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аварии на химически опасных объектах

РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте». Москва 1990 г.

Методика позволяет осуществлять прогнозирование масштабов зон заражения при авариях на технологических емкостях и хранилищах, при транспортировке железнодорожным, трубопроводным и другими видами транспорта, а также в случае разрушения ХОО, в т.ч.:



- определение эквивалентного количества АХОВ по первичному и вторичному облаку;
- расчет глубины зоны заражения первичным (вторичным) при аварии на ХОО;
- определение площади зоны заражения; определение времени подхода зараженного воздуха к объекту и продолжительности действия АХОВ.

Методика оценки последствий химических аварий (Методика «Токси». Редакция 2.2.), Госгортехнадзор 2001 г.

Методика предназначена для количественной оценки масштабов поражения при авариях на ПОО с выбросом ОХВ в атмосферу.

Методика распространяется на случаи выброса ОХВ как в однофазном (газ или жидкость), так и в двухфазном (газ и жидкость) состоянии и позволяет определить:

- количество поступивших в атмосферу ОХВ при различных сценариях аварии;
- пространственно-временное поле концентраций ОХВ в атмосфере;
- размеры зон химического заражения, соответствующие различной степени поражения людей, определяемой по ингаляционной токсодозе.



Версия 2.1.2

Методические указания № 2000/218 «Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации» (утв. зам. министра Минздрава РФ 9.02.2001 г.), ВЦМК «Защита» 2001 г.

Основными выходными критериями в методике являются:

- значения и глубин и площадей зон поражения людей АХОВ (смертельные, тяжелые, средние, легкие, пороговые), а также изменение этих зон во времени;

- стойкость АХОВ или продуктов их деструкции;

- продолжительность поражающего действия АХОВ;

- количество пораженных различной степени тяжести (динамика во времени);

- требуемое количество медицинских сил и средств для ликвидации последствий.



ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА

медико-санитарных последствий
химических аварий и необходимых сил
и средств для их ликвидации

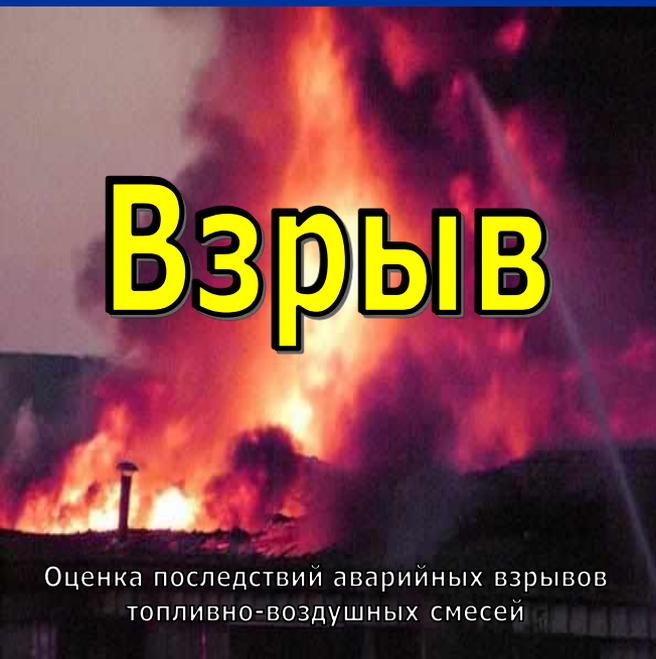
Методика оценки аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (РД 03-409-01).

Методика предназначена для количественной оценки параметров ВУВ при взрывах ТВС, образующихся в атмосфере при пром. авариях. Предполагается частичная разгерметизация или полное разрушение оборудования, содержащего горючее вещество в газообразной или жидкой фазе, выброс этого вещества в окружающую среду, образование облака ТВС, инициирование ТВС, горение или детонацию в облаке ТВС.

Методика позволяет определить вероятные степени поражения людей и степени повреждения зданий от взрывной нагрузки при авариях со взрывами ТВС.

Основными структурными элементами алгоритма расчетов являются:

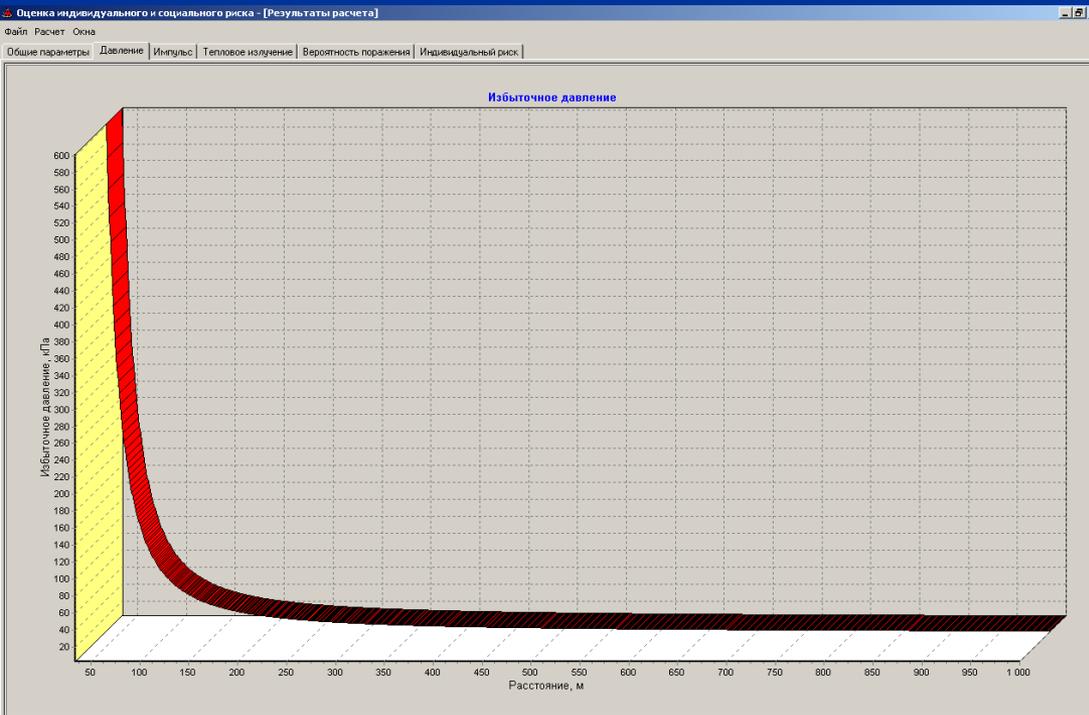
- определение массы горючего вещества, содержащегося в облаке;
- определение эффективного энергозапаса ТВС; определение ожидаемого режима взрывного превращения ТВС;
- расчет макс. избыточного давления и импульса фазы сжатия ВУВ для различных режимов;
- определение дополнительных характеристик взрывной нагрузки;
- оценка поражающего воздействия взрыва ТВС.



Оценка последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей

ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» включает:

- Метод расчета избыточного давления, развиваемого при сгорании ГПВС в помещении;
- Метод расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ;
- Метод расчета размеров зон распространения облака горючих газов и паров при аварии;
- Метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования «ОШ»;
- Метод расчета параметров ВУВ при сгорании ГПВС в открытом пространстве;
- Метод расчета параметров ВУВ при взрыве резервуара с перегретой жидкостью или сжиженным газом при воздействии на него очага пожара;



- Метод расчета параметров испарения горючих ненагретых жидкостей и СУГ;
- Метод расчета индивидуального и социального риска для производственных зданий;
- Метод оценки индивидуального риска для наружных технологических установок;
- Метод оценки социального риска для наружных технологических установок.

Методика оценки последствий аварий на пожаро-, взрывоопасных объектах. – М., МЧС России, 1994 г.

Методика предназначена для оценки последствий аварий на объектах по хранению, переработке и транспортировке СУГ, сжатых углеводородных газов, ЛВЖ, конденсированных ВВ и позволяет осуществлять:

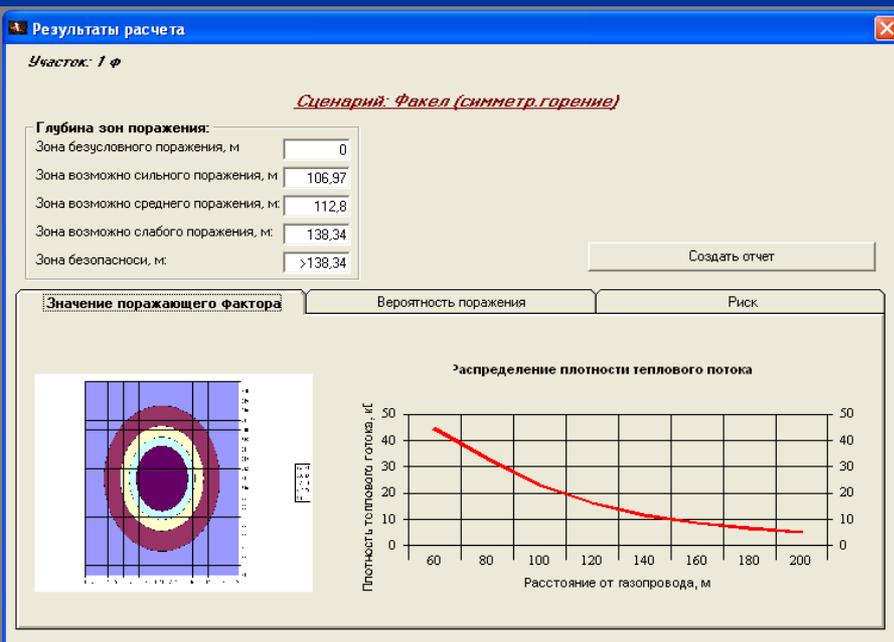
- степень разрушения зданий в зависимости от массы топлива и расстояния;
- границы зон поражения людей при взрывах;
- размеры зон расстекления при различных режимах взрывного превращения.

Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «ГАЗПРОМ» (СТО РД Газпром 39-1.10-084-2003).

В указаниях рассматриваются вопросы проведения количественного анализа риска для ОПО газотранспортных предприятий (участков МГ и газопроводов-отводов, многоцеховых КС, ГРС, АГНКС).

Документ рассматривает вопросы:

- оценки частот (вероятностей за тот же период времени) возникновения аварий и инцидентов (отказов);
- построения сценариев развития аварий и масштабов распространения поражающих факторов аварий;



- оценки негативного воздействия поражающих факторов аварий на человека, технологическое оборудование, здания, сооружения и другие материальные объекты, а также на компоненты окр. среды;
- оценки показателей риска для людей, в том числе потенциального, индивидуального, коллективного и социального рисков;
- оценки ожидаемого ущерба от аварий, а также содержит базу сравнения показателей рисков.

Методика расчета участвующей во взрыве массы вещества и радиусов зон разрушения (приложение 2 к ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утв. Минюстом РФ 15.05.03 г. №4537)

Методика содержит математический аппарат:

- определения ориентировочных значений участвующей во взрыве массы парогазового вещества:

для открытого пространства доля участия во взрыве – 0,1;

для замкнутых объемов- водород 1,0;

горючие газы 0,5;

пары ЛВГЖ 0,3;

- определения тротилового эквивалента взрыва парогазовой среды;

- классификации зон разрушения (5 классов) исходя из избыточного давления во фронте ВУВ и математический аппарат определения радиусов зон разрушения.

Методики прогнозирования последствий взрывов конденсированных взрывчатых веществ:

- РБ Г-05-039-96. Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению их механического действия.
 - Методика оценки последствий аварий на пожаро-, взрывоопасных объектах. – М., МЧС России, 1994 г.
 - Котляревский В.А. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное пособие в 2-х книгах. Книга 1. /Под ред. К.Е. Кочеткова и др.
 - Методика прогнозирования последствий взрывов конденсированных взрывчатых веществ. Москва: Военно-Инженерный университет, 1992 г.



Программа позволяет провести количественную оценку различных параметров воздушных ударных волн и определить степени вероятного поражения людей и повреждений зданий при авариях со взрывами концентрированных взрывчатых веществ.

ЧС на радиационно опасных объектах

1. СП 2.6.1.758-99 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99);
2. ПНАЭ Г-05-035-94 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на ядерно- и радиационно опасных объектах» (утверждены пост. Госатомнадзора России от 9 апреля 1995 г. №4);
3. Санитарные правила СП 2.6.1.799-99 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27 декабря 1999 г.);
4. РБ Г-05-039-96 «Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определения параметров их механического действия» (утв. пост. Госатомнадзора России 31.12.1996 г. №100);

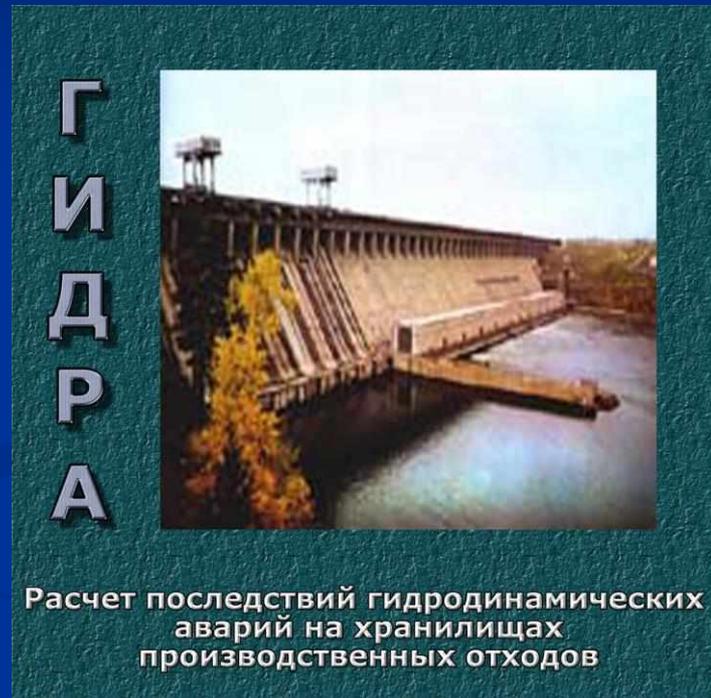


5. Методика прогнозирования радиационной обстановки в случае аварии или разрушения АЭС. - М.: В/ч 52609, НИИ «Атомэнергопроект», 1991. Утв. Минатомэнергопром СССР.
6. Методика выявления и оценки радиационной обстановки в начальный период после аварии на АЭС. М.: МО СССР, 1990 Утв. Начальником ГШ ВС СССР.

Аварии гидротехнических сооружений

1. Методические рекомендации по оценке риска аварий на ГТС водохранилищ и накопителей промышленных отходов (ГНЦ РФ НИИ ВОДГЕО, 2000 г.).

2. Методика расчета зон затопления при гидродинамических авариях на хранилищах производственных отходов химических предприятий (РД 09-391-00).



Исходные данные

Дамба

Трасса растекания

Данные о водохранилище и дамбе

Площадь заполнения хранилища, тыс. кв. м	320
Полный объем жидкости в водохранилище, тыс. куб. м	3400
Максимальная разница между отметкой гребня ограждающей дамбы и отметкой, до которой могут вытечь жидкие отходы, м	10
Ширина гребня дамбы, м	6
Высота дамбы, м	19,7
Заложение внутреннего откоса дамбы, м/м	1,73
Заложение внешнего откоса дамбы, м/м	3

Грунты

Несвязанные

среднезвешенный размер частиц грунта, мм

Связанные

Плотность частиц грунта, т/куб. м	2,5
Плотность сухого грунта, т/куб. м	0,9
Нормативное сцепление грунта, Па	21

Отходы

Плотность вытекающей жидкой отходов, т/куб. м	1
Вязкость вытекающей жидкой отходов, кв. см/с	0,0101

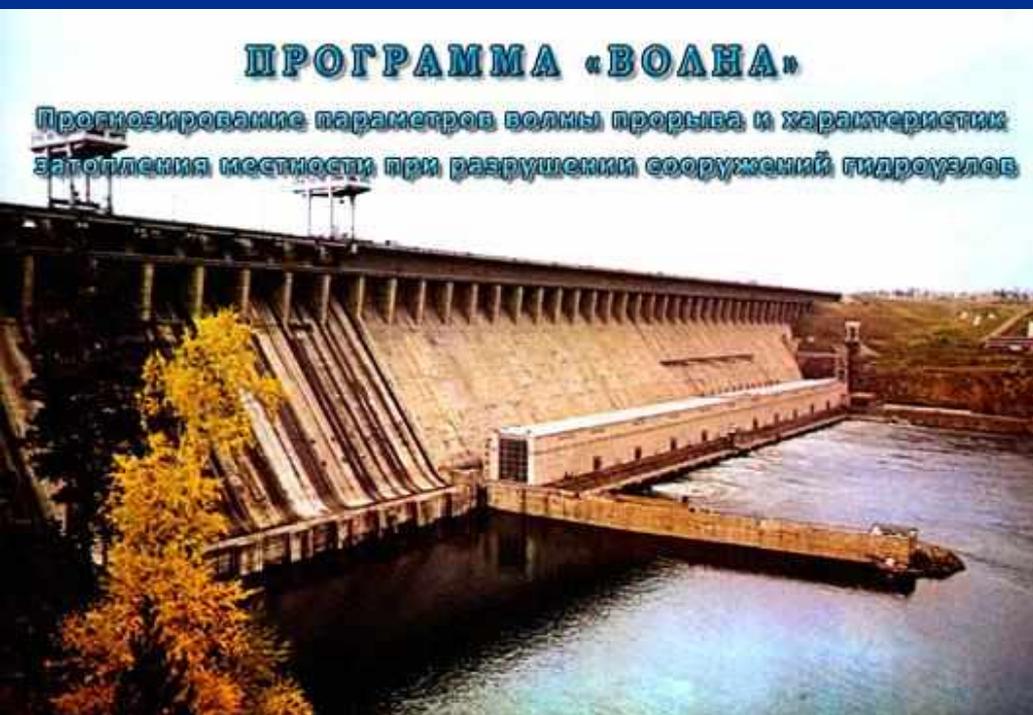
Количество расчетных участков:

2

Расчет

3. Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов (РД 03-607-03).

Методика оперативного прогнозирования инженерных последствий прорыва гидроузлов. Москва: ВНИИ ГОЧС, 1997



Определяются параметры затопления местности – максимальные глубина затопления, ширина затопления, скорость потока, время прихода фронта, гребня и хвоста волны прорыва. Также приводятся данные о максимальном расходе воды в определенном створе, высота волны (превышение уровня воды над уровнем бытового потока) и максимальная отметка затопления.

Оценка ущерба от чрезвычайных ситуаций



- ГОСТ Р 22.10.01-2001. БЧС. Оценка ущерба. Термины и определения.

- Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на ОПО (РД 03-496-03).

- «Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юр. лиц в результате аварий ГТС предприятий ТЭК» (утв. пр. МЧС и Минэнерго России от 29.12.2003 №

- «Методика определения размера вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС» (утв. пр. МЧС и Ростехнадзора от 15.08. 2003 г. № 482/175).



Оценка экологического ущерба при авариях на объектах СНПО



- Временное руководство по оценке экологического риска деятельности нефтебаз и автозаправочных станций (утв. Госкомэкологии РФ 21 декабря 1999).

- Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах (утв. Минтопэнерго РФ 1 ноября 1995 г.)
- Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18.11. 1993 г.)
- Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах (утв. Минтопэнерго РФ 1 ноября 1995 г.)

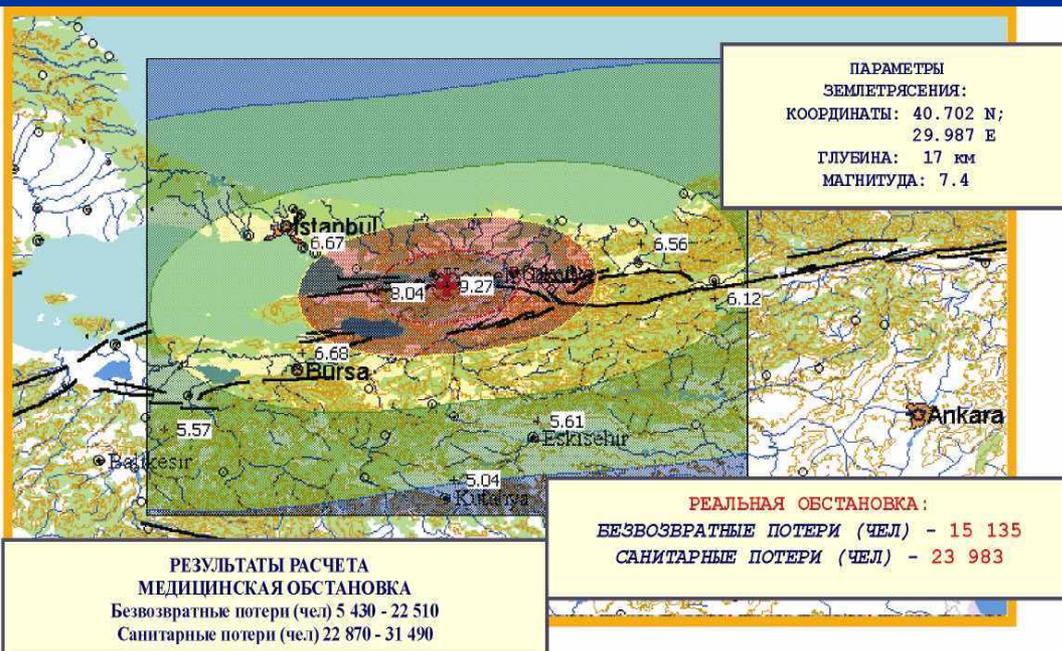
Прогнозирование ЧС природного характера

Методика прогнозирования последствий землетрясений. Москва: ВНИИ ГОЧС, 2000 г.

Методика предназначена для прогнозирования последствий сильных землетрясений в пределах территории, подвергшейся сейсмическому воздействию.

Методика позволяет определить:

- количество человек, получивших смертельное поражение, а также число раненых.
- количество человек, оставшихся без крова.
- количество зданий, получивших обвалы, частичные разрушения, тяжелые, умеренные и легкие повреждения (5, 4, 3, 2 и 1 степени повреждения).
- объем завалов.



- S разрушенной части н.п., в пределах которой застройка получила тяж. повреждения, частичные разрушения и обвалы (3, 4 и 5 ст.).
- N участков, требующих укрепления (обрушения) поврежденных или частично разрушенных конструкций.
- характеристики завалов.
- L заваленных улиц и проездов.
- количество аварий на КЭС.
- пожарную обстановку.

Методика оценки последствий ураганов. – М.: МЧС России, 1994 г.

Методика предназначена для решения следующих задач:

- оценка и прогнозирования разрушения зданий и сооружений на территории населенных пунктов;
 - определение характеристик степеней разрушения;
- оперативное определение максимальной скорости ветра в зависимости от частоты повторяемости для конкретных городов;
- оценка и прогнозирование потерь населения в разрушенных зданиях.

Основными задачами анализа и прогнозирования рисков чрезвычайных ситуаций являются:

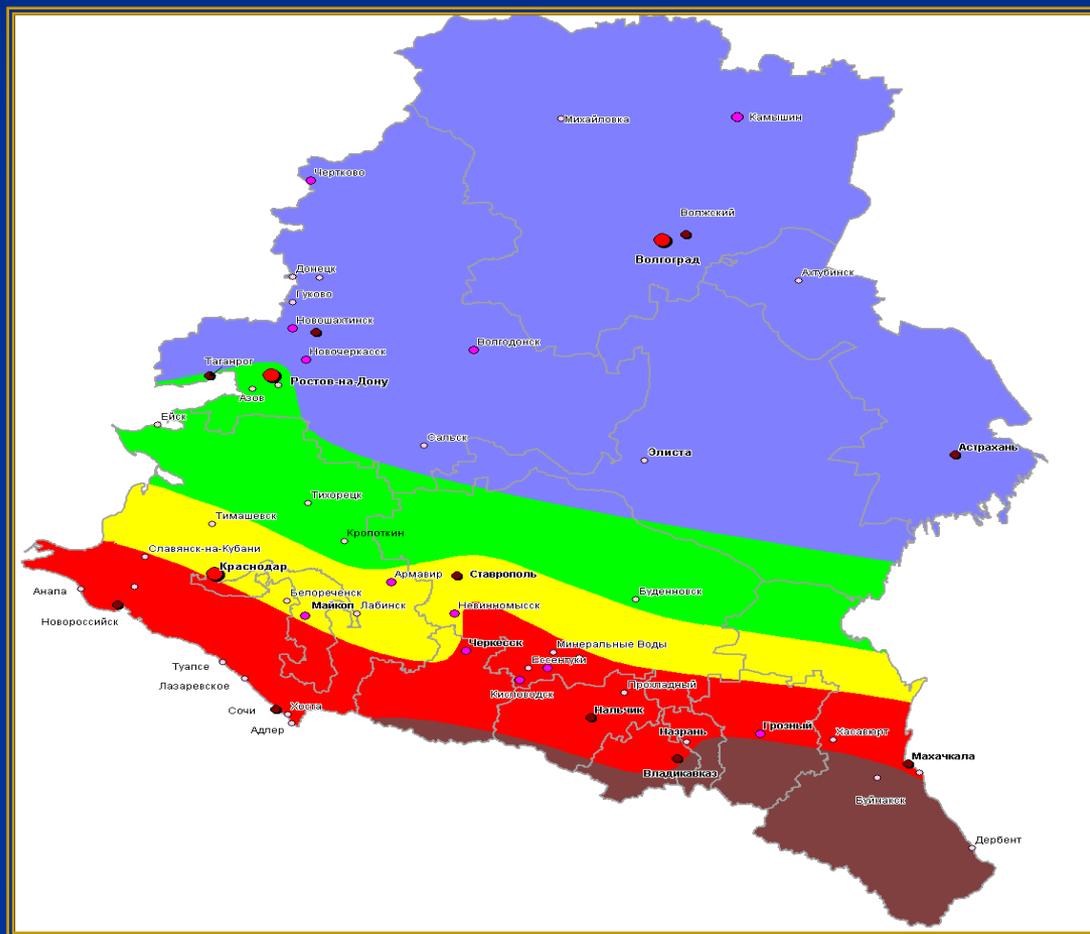
- выявление и идентификация возможных источников чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на соответствующей территории;
- оценка вероятности (частоты) возникновения стихийных бедствий, аварий, природных и техногенных катастроф (источников чрезвычайных ситуаций);
- прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций на население и территорию.

Основным результатом мониторинга и прогнозирования ЧС является оценка риска возникновения ЧС.

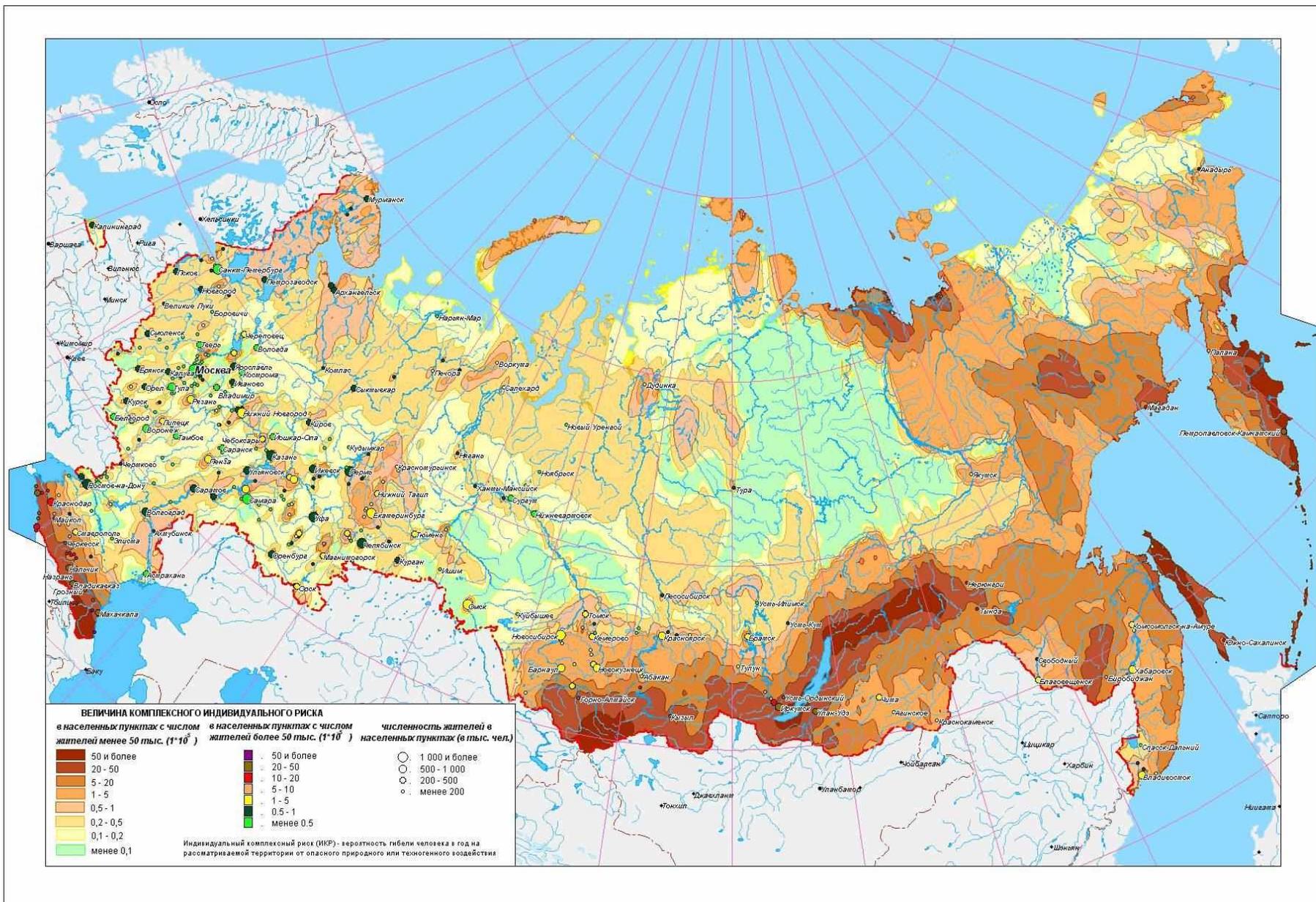
Оценка риска ведется на основе банка данных, полученного в результате мониторинга и прогнозирования, паспорта безопасности территории, деклараций безопасности промышленных объектов.

Этапами оценки рисков возникновения ЧС являются:

- выявление и идентификация возможных источников ЧС на соответствующей территории;
- оценка вероятности (частоты) возникновения источников ЧС;
- прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников ЧС на население и территорию.



Карта индивидуального комплексного риска для территории РФ



От эффективности и качества проведения мониторинга и прогнозирования во многом зависит эффективность и качество разрабатываемых программ, планов и принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

**Теоретические основы
прогнозирования
чрезвычайных ситуаций**

Иницилирующие события для возникновения ЧС

- **Опасные природные явления** - землетрясения, ураганы, наводнения и др.;
- **Опасные техногенные явления** - аварийные ситуации на объектах техносферы (пожары, взрывы, отказы составных частей, важных для безопасности);
- **Опасные социальные явления** - несанкционированные действия с потенциально опасными объектами, нападения на них и другие события.

Прогноз
риска ЧС

По назначению

Прогнозирование
возникновения

Прогнозирование
последствий

По параметрам

По времени проведения

Место

Сила

Время

Частота

Априо
рные

Апостерио
рные

По времени упреждения

Долгосро
чный

Краткосо
рный

Среднесро
чный

Заблаговре
менно

Оперативно по
факту

По исходным данным

Методы

Вероят
ностно-
статист
ический

Вероятно
стно-
детермин
ированный

Детермин
ированно-
вероятнос
тный

Экспер
именталь
ные

Расчетн
о-
экспери
менталь
ные

Расчетные
(по
моделям)

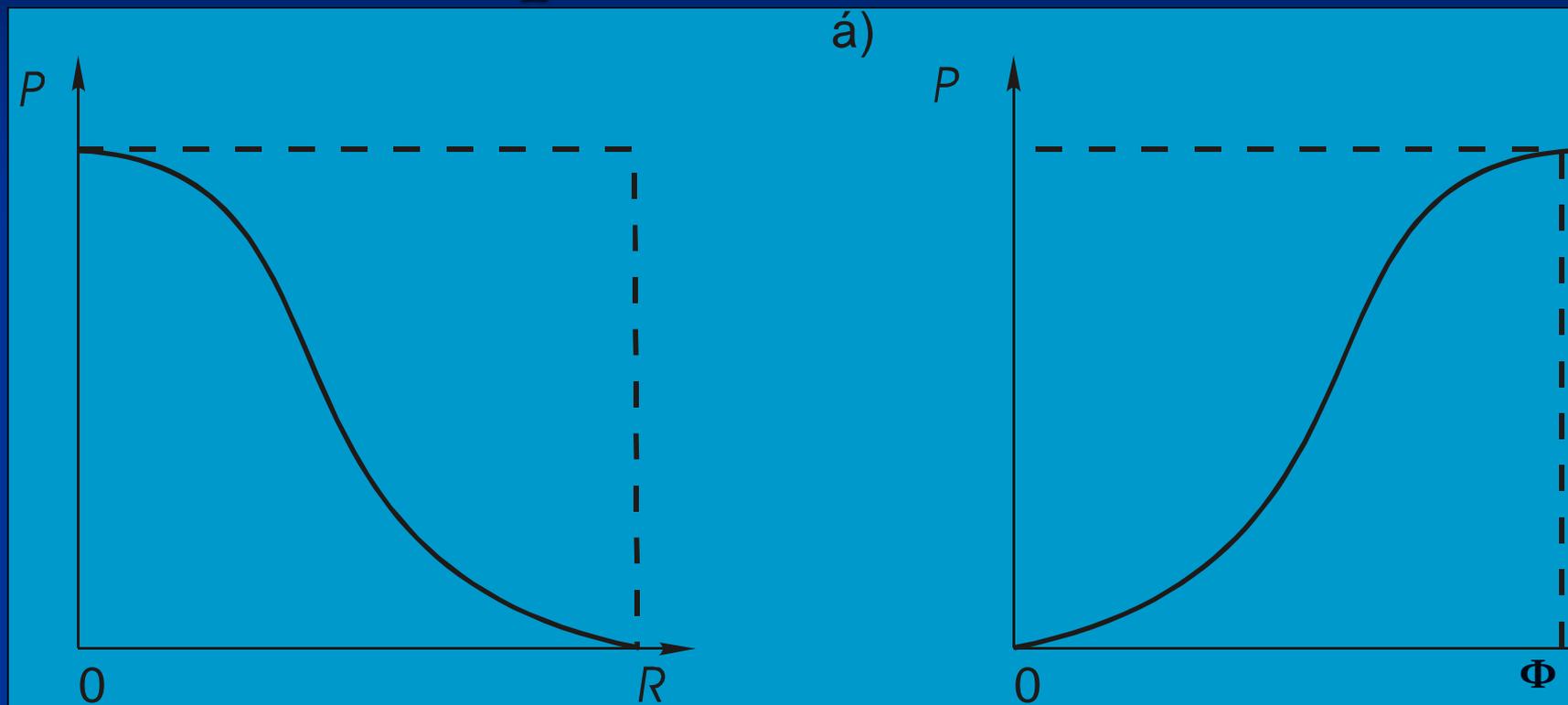
Пространственно-временные факторы, влияющие на последствия ЧС:

- интенсивность воздействия поражающих факторов;
- размещение объекта относительно очага воздействия;
- характеристика грунтов;
- конструктивные решения и прочностные свойства зданий и сооружений;
- плотность застройки и расселения людей в пределах населённого пункта;
- размещение людей в зданиях в течение суток и в зоне риска в течение года.

Поражающие факторы ЧС и их основные параметры

Вид ЧС	Поражающий фактор	Параметр
Землетрясение	Обломки зданий и сооружений	Интенсивность землетрясения
Взрывы	Воздушная ударная волна	Избыточное давление на фронте воздушной ударной волны
Пожары	Тепловое излучение	Плотность теплового потока
Цунами; прорыв плотин	Волна цунами; волна прорыва	Высота волны; максимальная скорость волны; площадь и длительность затопления; давление гидравлического потока
Радиационные аварии	Радиационное заражение	Дозы облучения
Химические аварии	Токсичные нагрузки	Предельно допустимая концентрация, токсодоза

Законы разрушения сооружений и поражения людей



Координатный (а) и параметрический (б) законы разрушения (поражения)

P - вероятность; R - расстояние от центра очага до объекта;

Φ - интенсивность поражающего фактора

$$\sum_{i=0}^n P_{Bi}(\phi)$$

При определении вероятности наступления определённой степени разрушения (повреждения) сооружений учитывают теорему о полной группе событий

$$\sum_{i=0}^m P_{Bi}(\phi) = 1$$

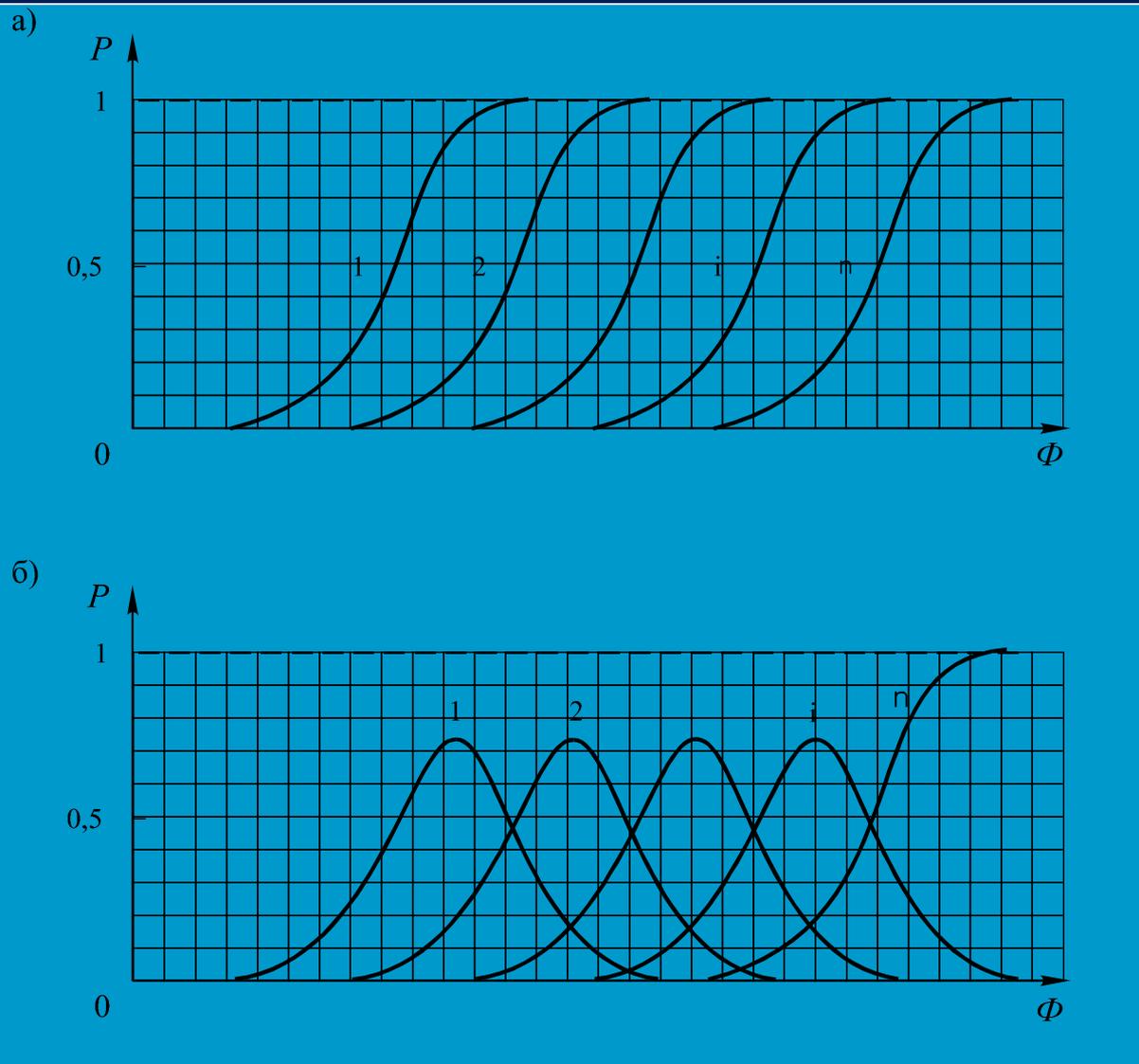
где m - число рассматриваемых событий.

Вероятности наступления определённой степени разрушения (повреждения) зданий

$$\begin{aligned} P_{Bn}(\Phi) &= P_{An}(\Phi); \\ P_{Bi}(\Phi) &= P_{Ai}(\Phi) - P_{Ai+1}(\Phi); \\ P_{B2}(\Phi) &= P_{A2}(\Phi) - P_{A3}(\Phi); \\ P_{B1}(\Phi) &= P_{A1}(\Phi) - P_{A2}(\Phi); \\ P_{B0}(\Phi) &= P_{A0}(\Phi) - P_{A1}(\Phi), \end{aligned}$$

где $P_{A1}(\Phi), P_{A2}(\Phi), \dots, P_{Ai+1}(\Phi)$ - вероятности наступления не менее 1, 2, ..., $i, i+1$ степени разрушения (повреждения) сооружений;
 n - число степеней разрушения (повреждения) сооружений.

Законы разрушения сооружений

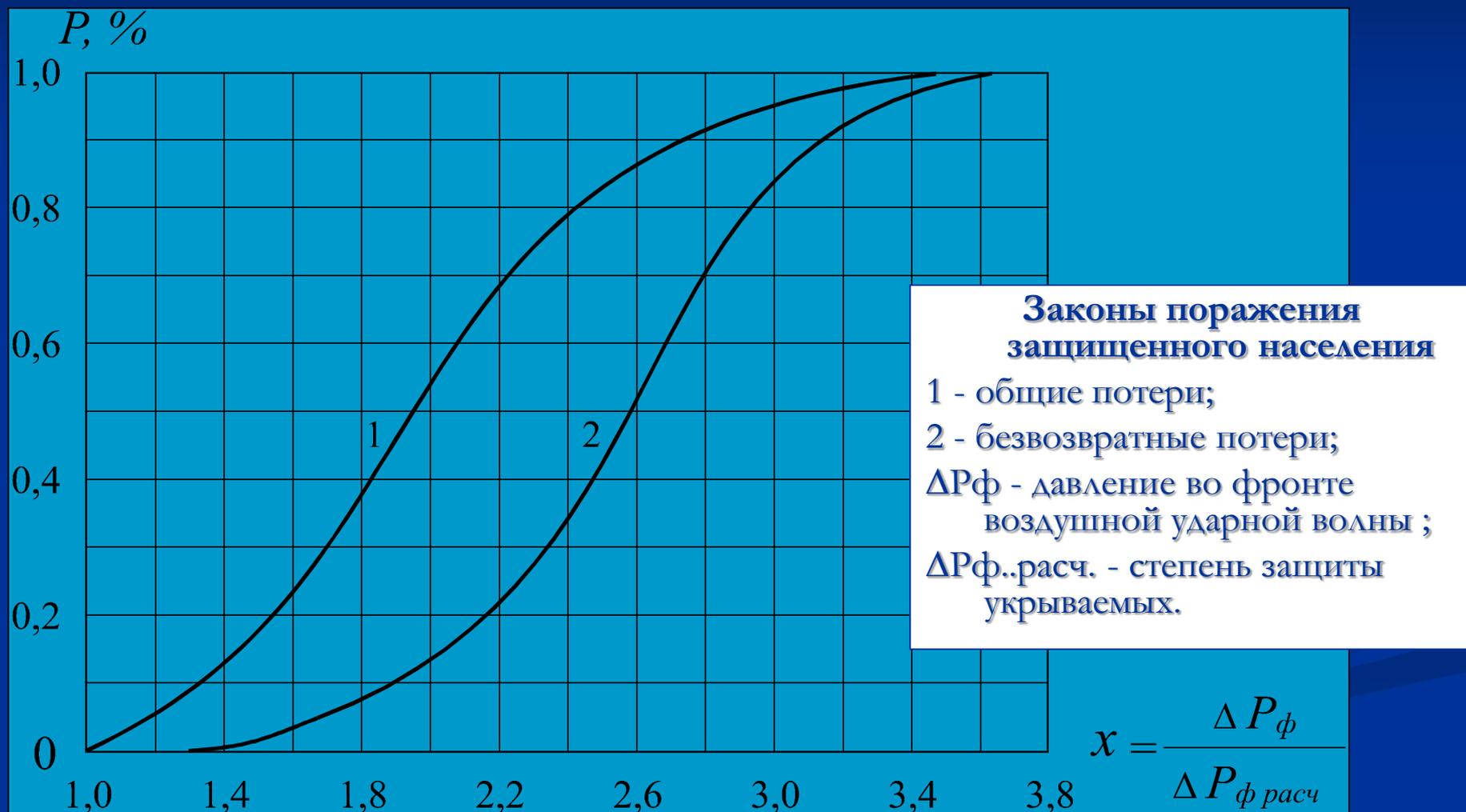


а - вероятность возникновения не менее определённых степеней разрушения сооружений;

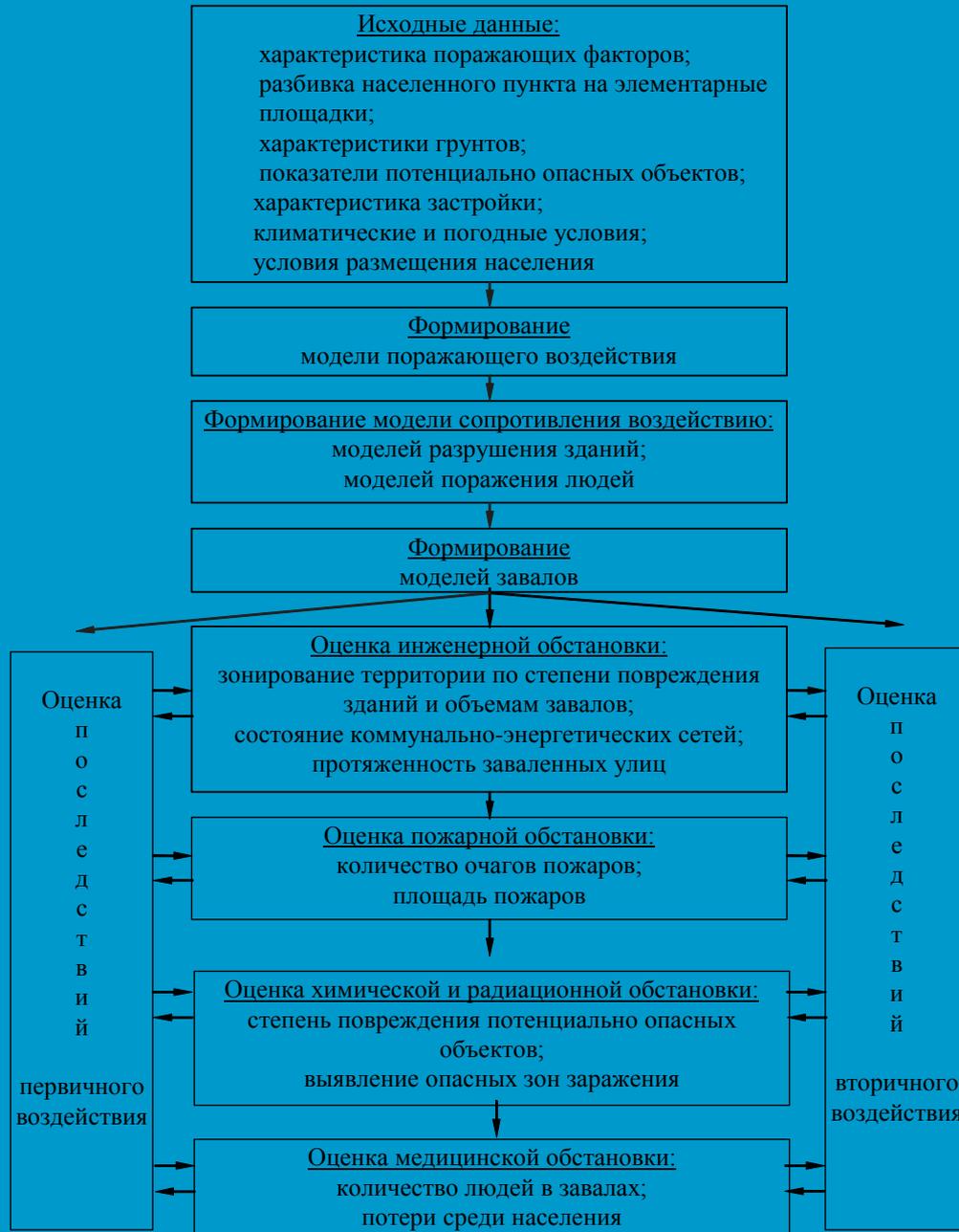
б - вероятность возникновения определённых степеней разрушения сооружений;

1, 2, ..., n -ая степени разрушения (повреждения) сооружения

Законы поражения людей



Блок-схема прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций



Связь точных методов прогнозирования с оперативными методами

$$M(V) = VC_{зд.},$$
$$M(N) = NC,$$

Где: V - количество зданий;

$C_{зд.}$ - вероятность разрушения зданий;

N - численность населения;

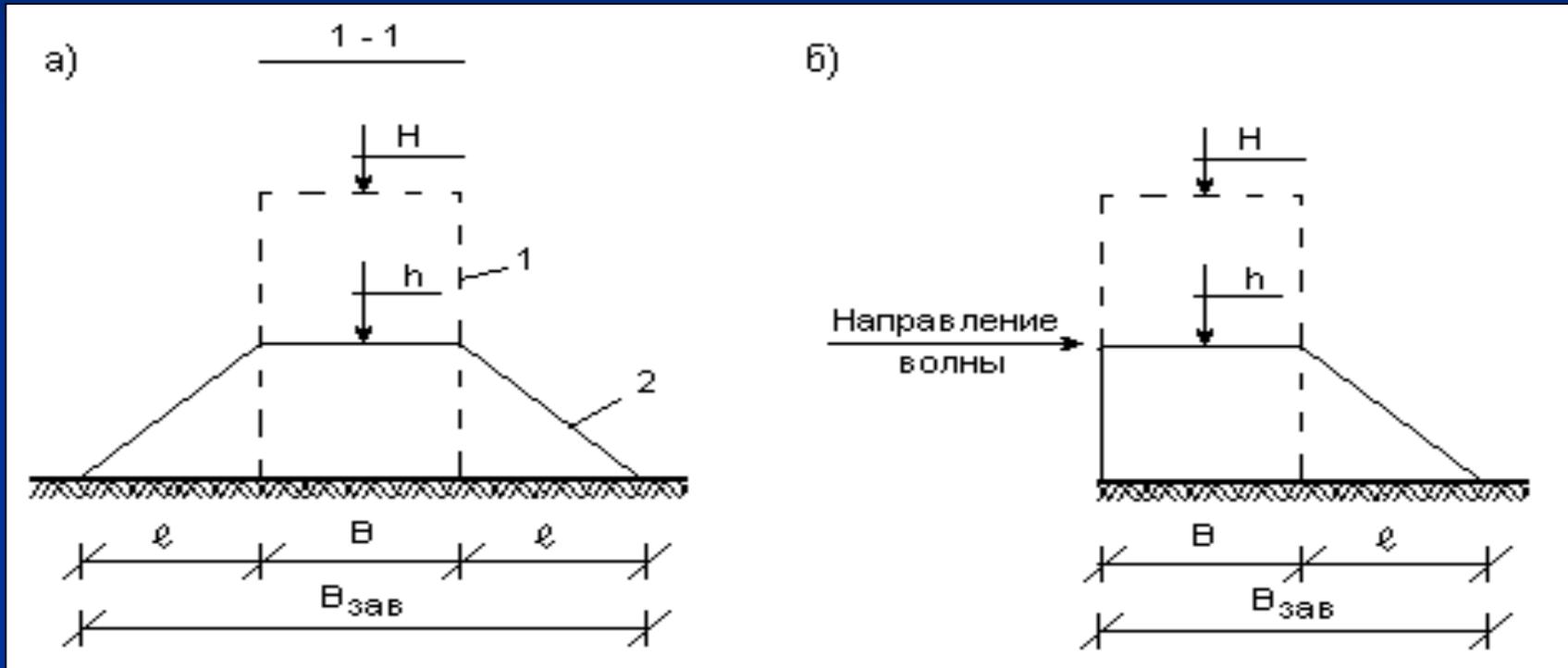
C - вероятность поражения людей.

Прогнозирование возможной
обстановки при обрушении
(повреждении) здания

К показателям, непосредственно характеризующим завал, можно отнести:

- дальность разлета обломков;
- высоту завала;
- объемно-массовые характеристики завалов;
- структуру завалов по весу обломков, составу строительных элементов и арматуры.

Расчетная схема завала



h - высота завала;

l - дальность разлета обломков;

A, B, H - длина, ширина, высота здания

Дальность разлета обломков

дальность разлета обломков при минимальном давлении, вызывающем полное разрушение стен зданий, приблизительно составляет

$$L = \frac{H}{2} \div H$$

(где: H - высота здания).

при землетрясениях дальность разлета обломков рассчитывается из условия, что угол наклона боковых сторон завала равен углу естественного откоса

$$L = \frac{H}{3} \div \frac{H}{4}$$

Высота завалов

На основании обобщения расчетов получена формула для определения высоты завала при оперативном прогнозировании

$$h = \frac{\gamma \cdot H}{100 + kH}, \text{ м}$$

где H - высота здания в м;

γ - объем завала на 100 м³ объема здания;

k - показатель, принимаемый равным:

для взрыва вне здания $k=2$;

для взрыва внутри здания $k=2,5$.

Объемно-массовые характеристики завала

Тип здания	Пустотность (α), м ³	Удельный объем (γ), м ³	Объемный вес (β), т/м ³
Производственные здания:			
одноэтажное легкого типа	40	14	1.5
одноэтажное среднего типа	50	16	1.2
одноэтажное тяжелого типа	60	20	1
многоэтажное	40	21	1.5
смешанного типа	45	22	1.4
Жилые здания бескаркасные:			
кирпичное	30	36	1.2
мелкоблочное	30	36	1.2
крупноблочное	30	36	1.2
крупнопанельное	40	42	1.1
Жилые здания каркасные:			
со стенами из навесных панелей	40	42	1.1
со стенами из каменных материалов	40	42	1.1

Порядок определения параметров возможной обстановки при ЧС

Детонационный режим горения

Объем полусферического облака может быть определен по формуле:

$$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r_0^3, \text{ куб.м}$$

Учитывая, что киломоль идеального газа при нормальных условиях занимает 22,4 м³, объем образовавшейся ГВС при аварийной ситуации составит :

$$V = \frac{22,4 \cdot k \cdot Q \cdot 100}{m_k \cdot C}, \text{ куб.м}$$

где -

k - коэффициент, учитывающий долю активно-го газа (долю продукта, участвующего во взрыве);

Q - количество сжиженных углеводородных газов в хранилище до взрыва, кг;

C - стехиометрическая концентрация газа в % по объему;

m_k - молярная масса газа, кг/кмоль.

Из условия равенства полусферы и объема образовавшейся смеси, получим:

$$r_o \approx 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q \cdot k}{m_k \cdot C}}, \text{ м}$$

Значение коэффициента k принимают в зависимости от способа хранения продукта:

$k = 1$ - для резервуаров с газообразным веществом;

$k = 0,6$ - для газов, сжиженных под давлением;

$k = 0,1$ - для газов, сжиженных охлаждением (хранящихся в изотермических емкостях);

$k = 0,05$ - при аварийном разливе легковоспламеняющихся жидкостей.

Определения зоны действия ударной волны

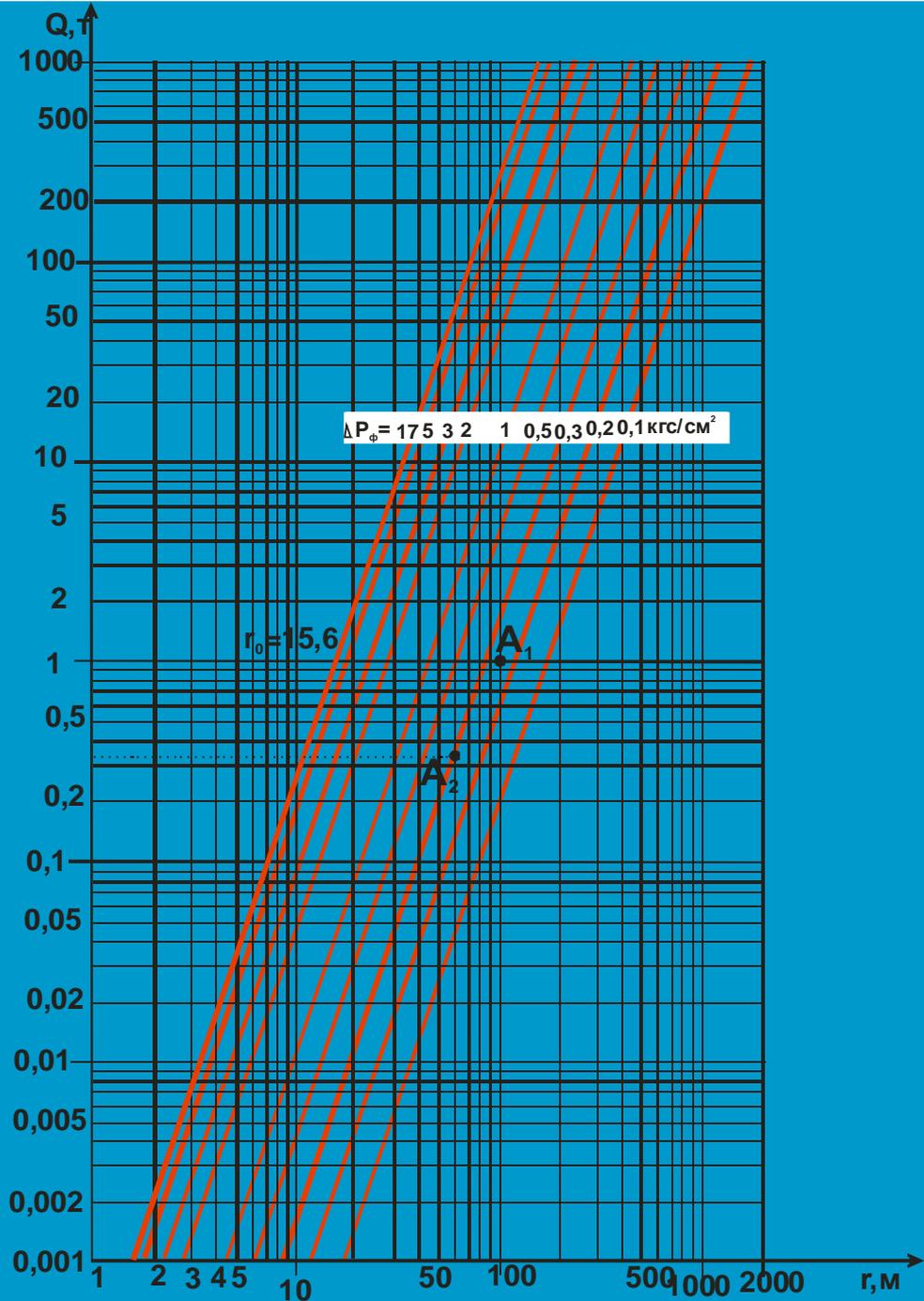
$$\Delta P_{\phi} = f (r / r_0)$$

r/r_0	0 - 1	1,01	1,04	1,08	1,2	1,4	1,8	2,7
$\Delta P_{\phi}, \text{кПа}$	1700	1232	814	568	400	300	200	100

Определения зоны действия ударной волны

$$\Delta P_{\phi} = f (r / r_0)$$

r/r_0	3	4	5	6	8	12	20
$\Delta P_{\phi}, \text{кПа}$	80	50	40	30	20	10	5



Изменение значений
 $\Delta P_{фв}$ (кгс/см²) при
 взрыве
 пропанобутановых
 ГВС

в зависимости от
 массы сжиженного
 газа Q (кг) и
 расстояния r (м)

РАСЧЕТ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА СПАСАТЕЛЯ

Суточные энергозатраты человека со средней физической подготовкой составляют **4500 - 4600** килокалорий (ккал).

Затраты энергии в период отдыха (восстановления) будут не менее **2300 - 2400** ккал. Следовательно, на производственную работу у человека остается около **2200** ккал в сутки.

Зависимость максимальной продолжительности выполнения работы от физических затрат, ккал

1 мин	10 мин	Час	Сутки	Неделя	Месяц	Год
25,0	-	-	-	-	-	-
12,9	129	-	-	-	-	-
8,7	87	523	-	-	-	-
6,4	64	385	3080	-	-	-
5,5	55	330	2640	15840	-	-
5,1	51	303	2420	14520	62900	-
4,6	46	275	2200	13200	57200	616000

Время, которое человек может непосредственно
затратить на выполнение работ:

$$T_{\text{раб}} = \frac{E_{\text{сут}}}{E_{\text{час}}}, \text{ час}$$

где:

$E_{\text{сут}}$ - энергозатраты на выполнение работы в
течении суток, ккал;

$E_{\text{час}}$ - расход энергии при выполнении
спасательных работ, ккал/час.

Оценка тяжести работы

- **Легкой физической работой** называется работа, производимая сидя, стоя или связанная с ходьбой, но не требующая систематического физического напряжения или поднятия тяжестей.
- **Средняя физическая работа** – работа, связанная с постоянной ходьбой или с выполнением средних физических усилий (16-31 кг).
- **Тяжелая физическая работа** требует систематического физического напряжения или переноски значительных тяжестей. При этом требуются физические усилия 31-50 кг.
- **Очень тяжелая физическая работа** предусматривает регулярные физические усилия 51-80 кг.
- **Необычайно тяжелая** - свыше 80 кг.
- **Легкая работа кистью** или рукой не требует систематических усилий. Непосредственные усилия до 5 кг.
- **Тяжелая работа кистью** или рукой - систематические усилия 5-10 кг или периодические - до 15 кг.

Схема расчета затрат энергии

А. Положение тела	Часы работы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лежа, сидя	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Стоя	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
Ходьба	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200
Подъем	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
Б. Род работы										
Легкая работа кистью	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
Тяжелая работа кистью	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Легкая работа рукой	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750
Тяжелая работа рукой	125	250	375	500	625	750	875	1000	1125	1250
Легкая физическая работа	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Средняя физическая работа	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	-	-
Тяжелая физическая работа	400	800	1200	1600	2000	2400	-	-	-	-
Очень тяжелая физическая работа	500	1000	1500	2000	-	-	-	-	-	-
Необычайно тяжелая физическая работа	600	1200	1800	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: при работе в неудобном положении (согнувшись, на коленях, на корточках и т.д.) энергозатраты, определяемые положением тела, увеличиваются на 50-60%.

Потери времени на нерегламентированные перерывы

Факторы	Характеристика факторов	Время на отдых, %
1	2	3
Физические усилия, кг	Незначительные, 5-15	1-2
	Средние, 16-31	3-4
	Тяжелые, 31-50	5-6
	Очень тяжелые, 51-80	7-9
Нервное напряжение	Незначительное	1-2
	Среднее	3-4
	Повышенное	5
Темпы работы	Умеренный	1
	Средней интенсивности	2
	Высокий	3-4
Рабочее положение	Ограниченное	1
	Неудобное	2
	Стесненное	3
	Очень неудобное	4

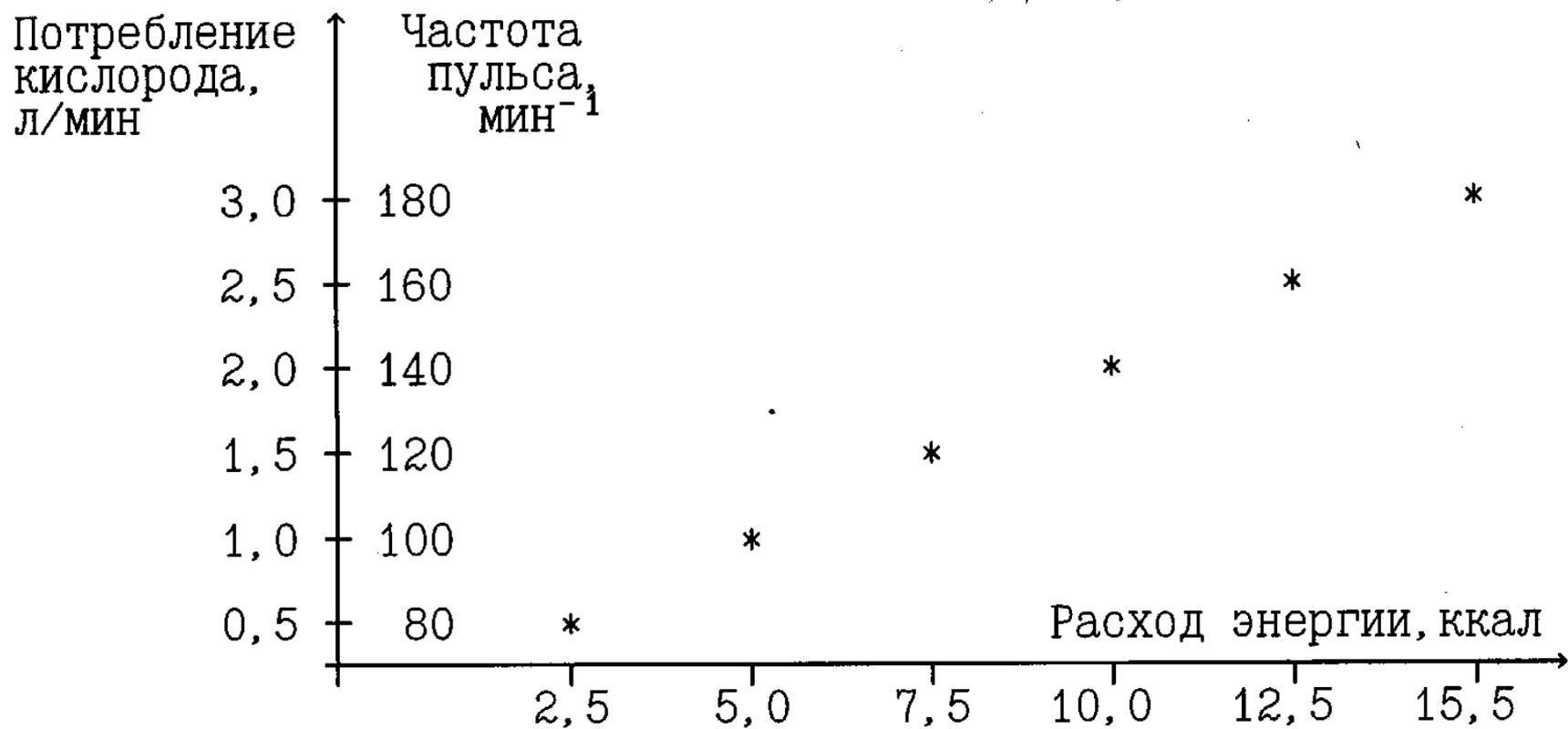
Потери времени на нерегламентированные перерывы

Монотонность работы	Незначительная	1
	Средняя	2
	Повышенная	3
Загрязненность воздуха	Незначительная	1
	Средняя	2
	Повышенная	3
	Сильная	4
	Очень сильная	5
Производственный шум	Умеренный	1
	Повышенный	2
	Сильный	3-4

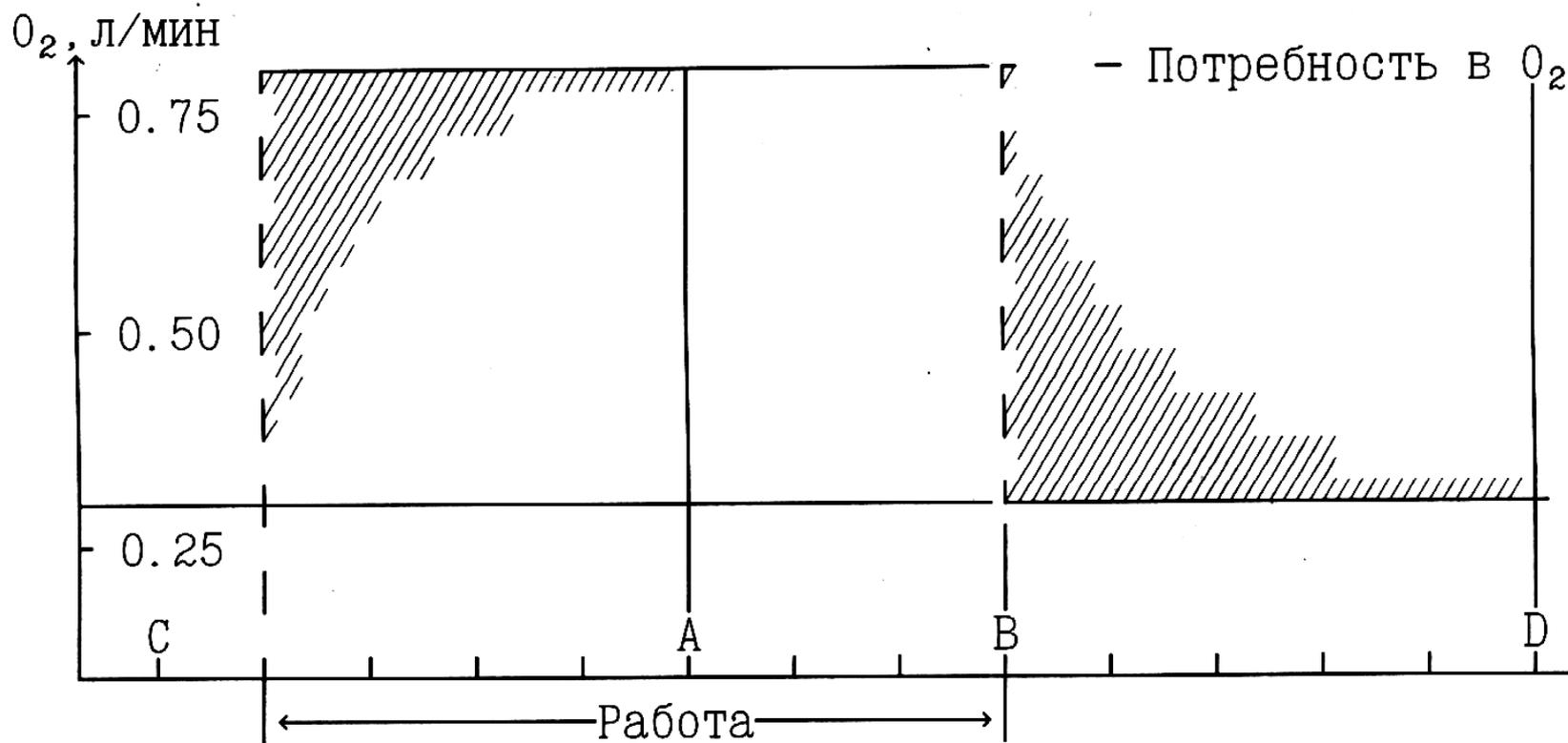
Потери времени на нерегламентированные перерывы

1	2	3
Вибрация	Повышенная	1
	Сильная	2
	Очень сильная	3-4
Освещение	Недостаточное	1
	Плохое	2
	Ослепляющее	2
Температура, влажность	+20 ... +25 (при влажности до 70%) или -5 ... -15	1
	+26 ... +30 (до 75%) или -16 ... -20	2
	+31 ... +35 (до 70-75%) или -21 ... -25	3
	+36 ... +40 (до 70-75%)	4
	+41 ... +45 (до 75%)	5

Степень интенсивности работ, как функция некоторых физиологических параметров



Возникновение кислородного долга во время работы (СА) и его возвращение в период реституции (BD)



- Кислородный долг

У человека со средней физической подготовкой величина кислородного предела составляет примерно 2,0 л/мин, а кислородного долга - 10 л.

Кислородный предел и кислородный долг во время тяжелой физической работы



Расчет времени для отдыха

$$EZ = \left(\frac{E}{5,2} - 1 \right) \cdot 100, \%$$

где:

EZ - время отдыха, % ;

E - расход энергии за одну минуту эффективной работы, ккал/мин.

Расчет необходимого количества сил и средств для ликвидации последствий ЧС

■ Определение численности группировки сил

$$N = \frac{n \sum_{i=1}^m W_i w_i}{T} k_1 \cdot k_2 \cdot k_j, \text{ чел}$$

где:

n – количество рабочих смен в сутки;

W_i – количество *i*-го вида работ;

w_i – трудоемкость единицы *i*-го вида работ (чел. час);

K₁... k_j – коэффициенты условий выполнения работ

T – время выполнения работ, час.

Расчет необходимого количества сил и средств для ликвидации последствий ЧС

■ Определение количества техники

$$N_{um} = \frac{\sum_{i=1}^m W_i^{um} w_i^{um}}{T_{um}} k_1 \cdot k_2 \cdot k_j, \text{ чел}$$

где:

W_i – количество i -го вида работ, выполняемых машинами;

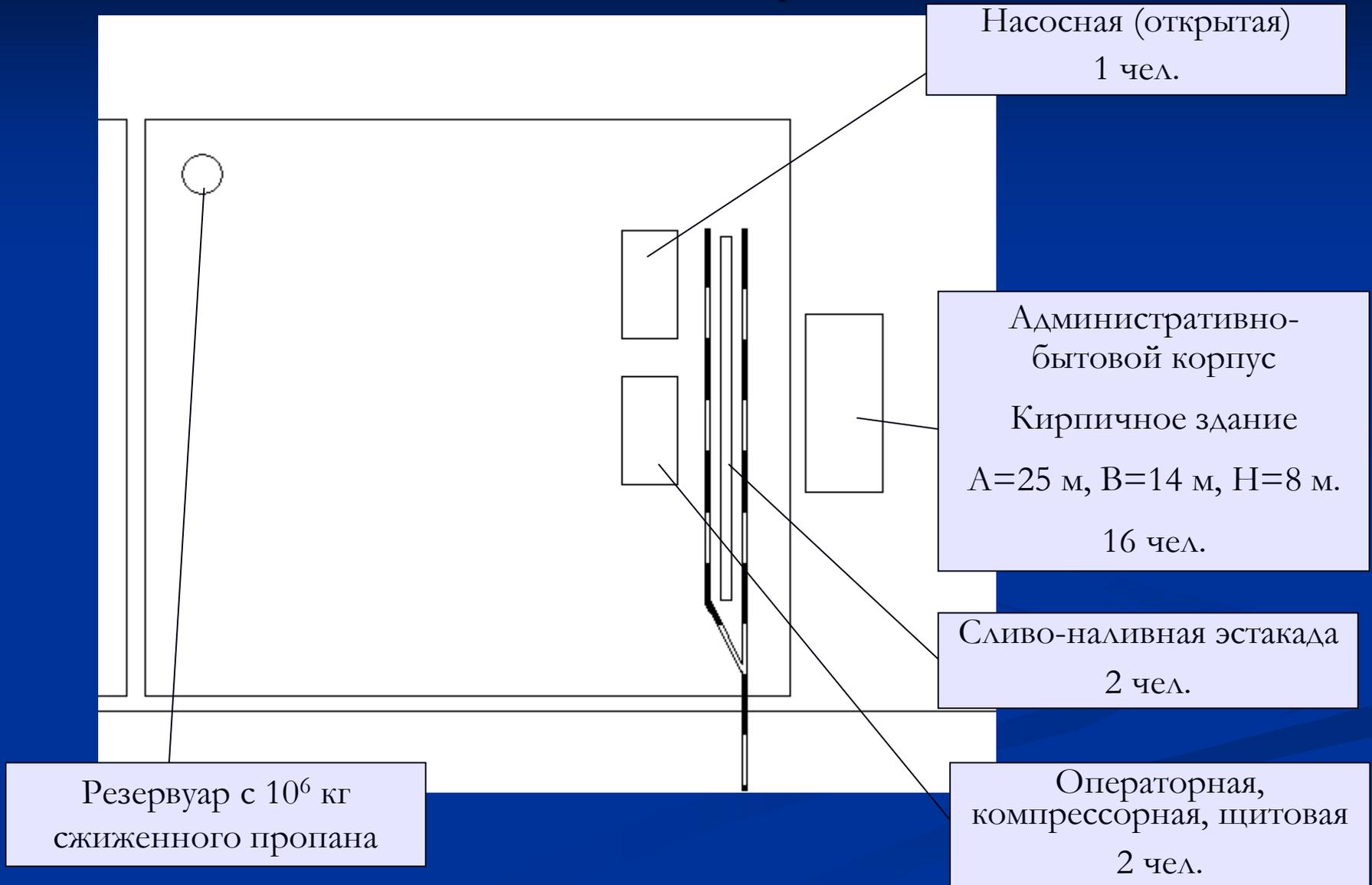
w_i – трудоемкость единицы i -го вида работ (маш. час);

$k_1 \dots k_j$ – коэффициенты условий выполнения работ

$T_{ит}$ – время работы техники, час.

**Прогнозирование обстановки
при авариях со взрывом на
пожаровзрывоопасных
объектах**

Схема аварии



Условия задачи

Взрыв облака ГВС, образованного при разрушении резервуара с 10^6 кг сжиженного пропана.

$$r_0 \approx 10 \cdot 3 \sqrt{\frac{Q \cdot k}{m_k \cdot C}},$$

Исходные данные:

$$Q = 10^6 \text{ кг}; K = 0,6; m_k = 44; C = 4,03\%.$$

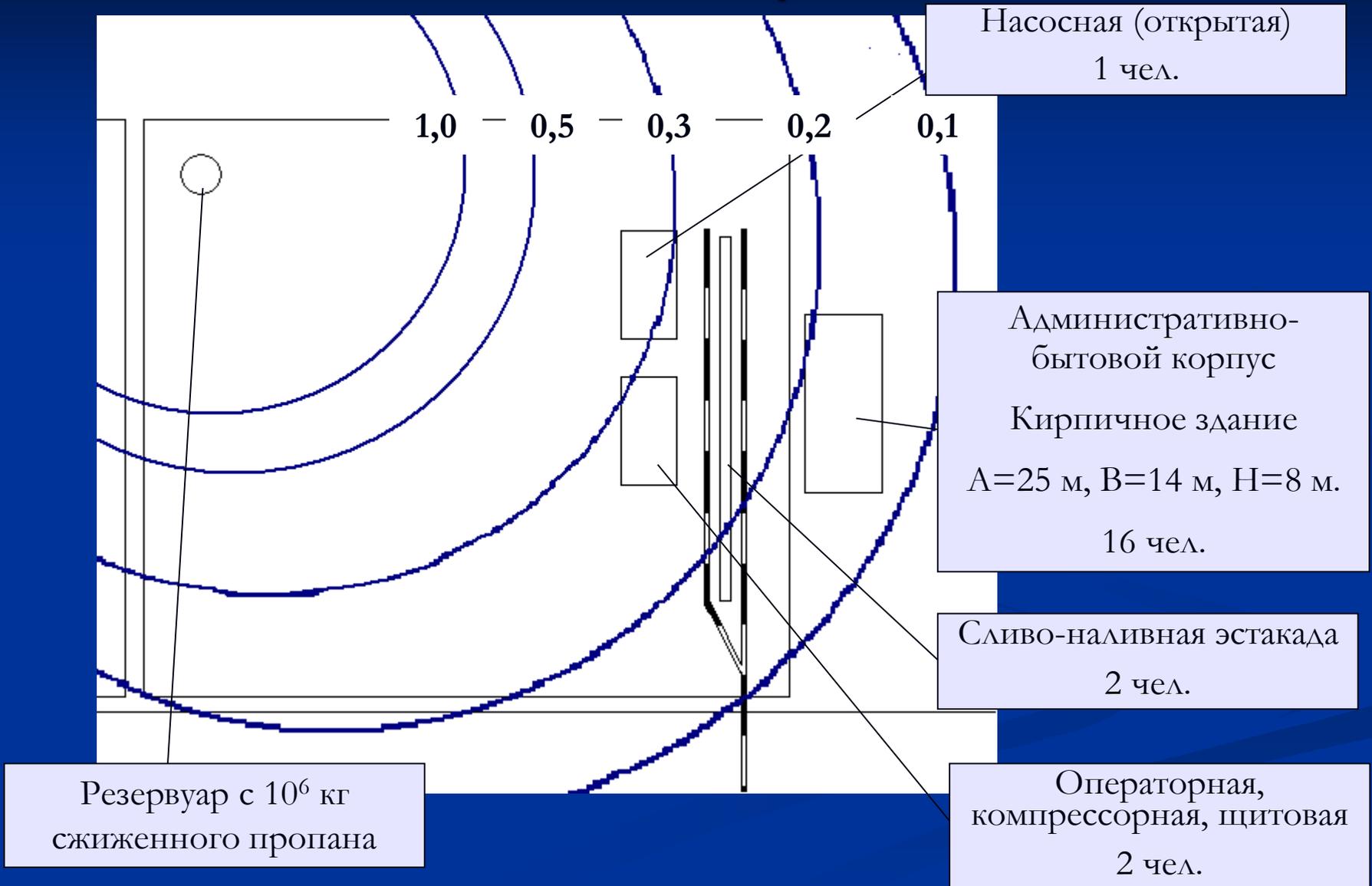
Определить последствия ЧС и необходимое количество сил и средств для их ликвидации

Алгоритм работы

1. Для прогнозирования обстановки на пожаровзрывоопасных объектах рекомендуется на план объекта нанести зоны с радиусами, соответственно равными $P_{\text{ф}} = 100; 50; 30; 20; 10$ кПа.
2. При оперативном прогнозировании можно выделить четыре зоны разрушений:
 - полных разрушений ($\Delta P_{\text{ф}} \geq 50$ кПа);
 - сильных разрушений ($30 \leq \Delta P_{\text{ф}} < 50$ кПа);
 - средних разрушений ($20 \leq \Delta P_{\text{ф}} < 30$ кПа);
 - слабых разрушений ($10 \leq \Delta P_{\text{ф}} < 20$ кПа).

Степени разрушения	Характеристика разрушения
Слабые	<p>Частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, дверных и оконных коробок, легких построек и др. Основные несущие конструкции сохраняются. Для полного восстановления требуется капитальный ремонт.</p>
Средние	<p>Разрушение меньшей части несущих конструкций. Большая часть несущих конструкций сохраняется и лишь частично деформируется. Может сохраняться часть ограждающих конструкций (стен), однако при этом второстепенные и несущие конструкции могут быть частично разрушены. Здание выводится из строя, но может быть восстановлено.</p>
Сильные	<p>Разрушение большей части несущих конструкций. При этом могут сохраняться наиболее прочные элементы здания, каркасы, ядра жесткости, частично стены и перекрытия нижних этажей. При сильном разрушении образуется завал. Восстановление возможно с использованием сохранившихся частей и конструктивных элементов. В большинстве случаев восстановление нецелесообразно.</p>
Полные	<p>Полное обрушение здания, от которого могут сохраниться только поврежденные (или неповрежденные) подвалы и незначительная часть прочных элементов. При полном разрушении образуется завал. Здание восстановлению не подлежит.</p>

Схема аварии



Типы зданий	Степени разрушения и избыточные давления, кПа			
	слабые	средние	сильные	полные
Кирпичные и каменные: малоэтажные многоэтажные	8 - 20	20 - 35	35 - 50	50 - 70
	8 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60
Железобетонные крупнопанельные: малоэтажные многоэтажные	10 - 30	30 - 45	45 - 70	70 - 90
	8 - 25	25 - 40	40 - 60	60 - 80
Железобетонные монолитные: многоэтажные повышенной этажности	25 - 50	50 - 115	115 - 180	180 - 250
	25 - 45	45 - 105	105 - 170	170 - 215
Железобетонные крупнопанельные с железобетонным и металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью, в тоннах: до 50 от 50 до 100	5 - 30	30 - 45	45 - 75	75 - 120
	15 - 45	45 - 60	60 - 90	90 - 135
Здания со стенами типа " Сэндвич " и крановым оборудованием грузоподъемностью до 20 тонн	10 - 30	30 - 50	50 - 65	65 - 105
Складские помещения с металлическим каркасом и стенами из листового металла	5 - 10	10 - 20	20 - 35	35 - 45

Предельные значения давлений $|\Delta P_{\phi}|$, вызывающих различные степени разрушений отдельных конструктивных элементов зданий

$ \Delta P_{\phi} $, кПа	Элементы здания
0,5 - 3,0	Частичное разрушение остекления
3,0 - 7,0	Полное разрушение остекления
12	Перегородки, оконные и дверные рамы
15	Перекрытия
30	Кирпичные и блочные стены
70	Металлические колонны
90	Железобетонные колонны

Объем завала полностью разрушенного здания

$$V = \frac{\gamma \cdot A \cdot B \cdot H}{100}, \text{ куб. м}$$

где A, B, H - длина, ширина и высота здания, м;
 γ - объем завала на 100 м³ строительного объема здания,
принимаемый:

для промышленных зданий - $\gamma = 20$ м³;

для жилых зданий - $\gamma = 40$ м³.

Объем завала здания, получившего сильную степень разрушения, принимают равным половине от объема завала полностью разрушенного здания.

Медицинская обстановка

Максимальное количество людей, вышедших из строя в зданиях, составит

$$N_{\text{об.зд.}} = N_{\text{пол.р}} + 0,6 N_{\text{сил.р}} + 0,15 N_{\text{ср.р}},$$

где $N_{\text{пол.р}}$, $N_{\text{сил.р}}$, $N_{\text{ср.р}}$ - количество людей, находящихся в зданиях, получивших соответственно полные, сильные и средние разрушения.

Медицинская обстановка

Общее число вышедших из строя людей, размещенных на открытой местности, можно определить из выражения

$$N_{\text{об.откр}} = d \times \varphi \sum P_i F_i ,$$

где

d - доля людей, которые в момент взрыва могут оказаться в опасной зоне вне зданий (при отсутствии данных величина **d** может быть принята равной 0,05;

φ - плотность людей, чел./км²;

F_i - площадь территории объекта, где воздействует воздушная ударная волна с давлением $\Delta P_{\text{ф}}$, *i*;

P_i - вероятность выхода из строя персонала, находящегося в *i* - ой зоне воздействия ударной волны взрыва

$\Delta P_{\text{ф}}$, кПа	< 13	13 - 35	35 - 65	65 - 120	120 - 400	≥ 400
P_i	0	0,75	0,35	0,13	0,05	0

Медицинская обстановка

Радиусы зон теплового поражения людей, в случае горения смеси по дефлаграционному режиму, могут быть определены с использованием зависимостей, приведенных В.Маршаллом:

получение ожогов III степени

$$R_{III} = 80 Q^{0,42}, \text{ м,}$$

получение ожогов II степени

$$R_{II} = 150 Q^{0,42}, \text{ м,}$$

где Q - масса газа в смеси, т.

Учебные вопросы

1. Система мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций (СМП ЧС)
2. Теоретические основы прогнозирования чрезвычайных ситуаций.
3. Прогнозирование возможной обстановки при обрушении (повреждении) здания.
4. Порядок определения параметров возможной обстановки при ЧС.
5. Прогнозирование обстановки при авариях со взрывом на пожаровзрывоопасных объектах

К силам и средствам единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций относятся

(Постановление Правительства РФ N 924, 96 г)

а) силы и средства наблюдения и контроля в составе:

- служб (учреждений) и организаций федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих наблюдение и контроль за состоянием окружающей природной среды, за обстановкой на потенциально опасных объектах и прилегающих к ним территориях и анализ воздействия вредных факторов на здоровье населения;
- формирований государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации Министерства здравоохранения Российской Федерации;
- ветеринарной службы Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации;
- служб (учреждений) наблюдения и лабораторного контроля за качеством пищевого сырья и продуктов питания Комитета Российской Федерации по торговле и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации;
- геофизической службы Российской академии наук, оперативных групп постоянной готовности Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и подразделений Министерства Российской Федерации по атомной энергии;
- учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны.