

МАЛЫХИН АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

**КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ
НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕХИМИИ
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ
ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
(на примере Байкальского региона)**

Специальность 11.00.11 – охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов



АВТОРЕФЕРАТ
диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена на кафедре промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности Иркутского государственного технического университета

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Тимофеева С.С.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Чупин В.Р.;
кандидат технических наук
Малевский А.Л.

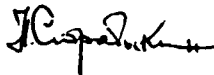
Ведущая организация: Управление государственной
противопожарной службы
УВД Иркутской области

Защита состоится 19 апреля 2000 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д. 063.71.03 Иркутского государственного технического университета по адресу: 6640074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, конференцзал

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Иркутского государственного технического университета

Автореферат разослан ____ марта 2000 г

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук



Н.Н. Страбыкин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. В условиях становления рыночных отношений, ограниченности природных ресурсов и резкого ухудшения состояния окружающей среды возникает объективная необходимость наряду с осуществлением крупных экологических программ, учитывающих стационарные источники загрязнения природной среды, рассмотреть и оценить вклад залповых выбросов, появляющихся при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС), таких, как пожары на промышленных предприятиях.

Пожар можно рассматривать как своего рода неуправляемый реактор, химические превращения в котором протекают с выделением в окружающую среду большого количества продуктов горения, пиролиза, окислительной деструкции, тепловой энергии и потреблением кислорода.

При тушении пожаров дополнительно привносятся огнетушащие вещества, экологическая опасность которых в ряде случаев крайне велика, при этом расходуется огромное количество воды и возникают отдаленные экологические последствия, которые детально практически не исследованы. В настоящее время разработаны немногочисленные методики оценки экологического ущерба от пожаров.

Мировая статистика показывает, что ущерб от пожаров в развитых странах составляет ежегодно 1% от валового национального продукта (ВНП), в России он достигает более 3%. Ежедневно в мире происходит до 20 тыс. пожаров, при этом погибает 150–200 человек. Методы оценки экологических и социальных последствий пожаров находятся в начальной стадии исследования. В этой связи особенно актуальна проблема разработки научных подходов к оценке прогнозирования экологических последствий пожаров, методов их ранней диагностики и способов ликвидации, а также предупреждения.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ. Среди промышленных предприятий по пожаровзрывоопасности выделяются нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие предприятия. Типовой нефтеперерабатывающий завод мощностью 10–15 млн. тонн в год сосредотачивает на своей промышленной площади от 300 до 500 тыс. тонн углеводородного топлива, энергосодержание которого эквивалентно 3–5 мегатоннам тротила.

Интенсификация технологических процессов на промышленных предприятиях приводит к росту основных параметров – температуры, давления и т.д., и значительно увеличивает техногенный риск возникновения пожароопасной ситуации. Вероятность возникновения пожаров на объектах нефтехимии крайне велика. Так по данным управления государственной противопожарной службы (УГПС) управления внутренних дел (УВД) Иркутской области в среднем в регионе происходит от 30 до 50 крупных и мелких пожаров на нефтехимических компаниях, нефтепроводах, нефтебазах и т.д.

При этом в атмосферу выбрасываются вредные и ядовитые вещества, такие,

ИРКУТСКАЯ
ОБЛАСТНАЯ
ОГНЕПЕЖАТЕЛЬНАЯ
СЛУЖБА
Иркутск
2008 г. 12/1

как оксиды углерода, азота, серы, углеводороды, сажа, синильная кислота и т.д., которые при взаимодействии с парами воды и воздухом образуют ряд новых, еще более токсичных соединений, распространяющихся на огромные территории области от места возникновения пожара. В частности, вредные вещества выпадают на водную поверхность озера Байкал, создавая тем самым серьезные экологические проблемы в Байкальском регионе.

Установление закономерностей распространения загрязнителей, образующихся при пожарах на нефтеперерабатывающих предприятиях, разработка научных основ для создания совершенных технических средств противопожарной защиты объектов являются в настоящее время актуальными проблемами.

Всестороннее изучение проблемы распространения токсикантов важно как для разработки научных основ прогнозирования экологической ситуации в регионе, так и для развития наших познаний в области характеристики экологических последствий пожаров, создания цельной картины о процессах, происходящих непосредственно в очаге пожара и за его пределами, так как, непосредственные замеры выполнить крайне сложно из-за внезапности и непредсказуемости возникновения ЧС.

Представленная работа выполнена в соответствии с единым заказ-нарядом Министерства образования РФ и на основании Приказа МВД России № 95/238 от 23.06.95 г.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ заключается в создании теоретических основ оценки экологических последствий пожаров на объектах нефтехимии и разработке новых эффективных технических средств противопожарной защиты.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ ЧС и их экологических последствий на объектах нефтехимии в Байкальском регионе.
2. Выбор и адаптация математической модели для оценки распространения экологически значимых факторов пожара на нефтехимических предприятиях.
3. Исследование процессов распространения и трансформации продуктов горения на примере углеводородов, оксидов серы и азота, аэрозолей в атмосфере Байкальского региона.
4. Прогнозирование экологических последствий в регионе при возникновении пожаров на объектах нефтехимии.
5. Разработка новых эффективных технических средств противопожарной защиты.
6. Создание методических рекомендаций по вопросам совершенствования организации эксплуатации технических средств противопожарной защиты и их внедрение в подразделениях УГПС УВД Иркутской области

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В работе для решения конкретных задач использовались современные методы численного моделирования, физического

моделирования, экспериментального исследования на различных технических средствах пожарной автоматики и технологических исследований в производственных условиях.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. Впервые осуществлен ретроспективный анализ пожаров на промышленных объектах Иркутско-Черемховского промышленного узла и установлено, что по частоте возникновения, объему материального ущерба и экологическим последствиям выделяются нефтеперерабатывающие, нефте-транспортные и использующие предприятия.

Разработан новый подход к оценке экологических последствий пожаров на объектах нефтехимии, основанный на использовании методов численного моделирования с помощью моделей переноса активных и пассивных примесей.

Осуществлен выбор математической модели, учитывающей пространственные нестационарные процессы переноса и турбулентной диффузии, химических превращений в 156 реакциях, при этом химический блок модели дополнен 93 реакциями, в которых учтена зависимость констант скорости реакций от температуры. Теоретически обоснован и смоделирован блок возможных 249 химических реакций, происходящих в атмосфере при пожарах на объектах нефтехимии.

Впервые с применением трехмерной математической модели доказано, что залповые аэропромвыбросы от пожаров на предприятиях нефтехимии в городе Ангарске распространяются на значительные расстояния и при северо-западном ветре (10 м/с) осаждаются на водную поверхность озера Байкал. Приморский хребет и Олхинское плато задерживают 1/6 часть углеводородов.

Впервые разработан принципиально новый контрольно-пусковой узел (КПУ) для автоматических установок водяного и пенного пожаротушения, защищенный патентом.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ. Внедрены в подразделения УГПС УВД Иркутской области методические рекомендации по вопросам совершенствования организации эксплуатации технических средств пожарной автоматики, что подтверждают акты внедрения.

Рекомендован к применению при проектировании (на Якутской нефтебазе) автоматических установок водяного и пенного пожаротушения разработанный контрольно-пусковой узел. Ожидаемый экономический эффект от его внедрения для одной насосной станции в год – 500 тыс. руб., что подтверждает акт внедрения.

Выданы практические рекомендации о необходимости учитывать залповые выбросы от пожаров при разработке норм ПДВ для города или промышленного узла.

Выполнена оценка степени загрязнения озера Байкал аэрозолями и газовыми примесями, выбрасываемыми в атмосферу при пожарах на предприятиях нефтехимии, расположенных в долине реки Ангары.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ. Основные положения диссертационной работы и отдельные ее результаты докладывались и обсуждались на 8 международных и Всероссийских научных конференциях (Томск 1997 г., 1998 г., Иркутск 1996–1999 г.г.), а также Всероссийских студенческих научно-практических конференциях (1996–1999 г.г.).

ПУБЛИКАЦИИ. Результаты исследований изложены в 21 научной работе, в том числе 3 учебно-методических пособиях, патенте на полезную модель.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка литературы из 154 наименований, 69 приложений на 70 страницах. Работа содержит 111 страниц основного текста, включая 33 рисунка и 11 таблиц.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ.

1. Результаты анализа экологических последствий пожаров на объектах нефтехимии Байкальского региона.

2. Выбор и адаптация математической модели для оценки экологических последствий пожаров и результаты численного моделирования распространения активных и пассивных продуктов горения на примере аэрозолей, углеводородов в атмосфере Байкальского региона.

3. Новые технические средства ранней диагностики и предупреждения распространения пожаров, методические рекомендации для подразделений УГПС УВД Иркутской области.

Автор выражает благодарность старшему научному сотруднику Лимнологического института СО РАН к.т.н. Макухину В.Л. за консультации и помощь в процессе выполнения работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведен литературный обзор экологических и социальных последствий пожаров. Показано, что пожары являются источником залповых выбросов, которые учитывать достаточно сложно, но необходимо, так как экологические последствия разнообразны и существенны. Это и загрязнение продуктами горения, средствами пожаротушения, поврежденными материалами и конструкциями атмосферы, водной среды, недр, почвы, флоры и фауны, уничтожение кислорода, разрушение озонового слоя, тепловое, акустическое и другие виды физического воздействия, нарушение биоразнообразия, гибель, травматизм и заболевания людей.

Анализ мировой статистики показал, что ежегодно происходит до 2000 аварий и пожаров на нефтеперерабатывающих предприятиях и гибнет 150–200 человек, уничтожаются материальные ценности, и наносится непоправимый экологический ущерб.

В атмосферу выбрасываются вредные и ядовитые вещества, такие как оксиды

углерода, азота, серы, сажа и т.д., которые претерпевают в атмосфере химические превращения и образуют новые более токсичные вещества. Крайне важно установить закономерности распространения загрязнителей в атмосфере. Проведение инструментальных замеров, постановка экспериментов в реальных условиях сопряжено с определенными трудностями. Поэтому решение проблемы видится в проведении численных экспериментов путем математического моделирования. Необходимо совершенствование технических средств ранней диагностики и пожаротушения, соблюдения методических рекомендаций противопожарными службами.

На основании приведенного литературного анализа сформулирована цель представленной диссертационной работы.

Во второй главе изложена постановка задачи и приведен анализ пожароопасности промышленных предприятий Иркутско-Черемховского промышленного узла, выполненный автором по данным УГПС УВД Иркутской области. Установлено, что объекты нефтехимии вносят существенный вклад в загрязнение атмосферы Байкальского региона стационарными источниками и являются потенциально опасными источниками залповых экстремально высоких уровней загрязнения при аварийных ситуациях, пожарах. Установлено, что в период с 1994 по 1998 г.г. в Иркутской области произошло 2118 пожаров на промышленных предприятиях, при этом доля пожаров на объектах нефтехимии (в % от общего числа в промышленности) составила: в 1994 г. – 8,4; 1995 г. – 11; 1996 г. – 9,5; 1997 г. – 9,7; 1998 г. – 12,5. Наблюдается устойчивая тенденция повышения числа пожаров, что обусловлено техническими (изношенность оборудования) и социальными (низкий уровень культуры производства) причинами. Приводится описание наиболее экологически значимых пожаров на территории области и констатируется возможность распространения в результате процессов переноса и диффузии на большие расстояния, подхваченных северо-западным ветром продуктов горения по долине реки Ангары к озеру Байкал.

В третьей главе приведены основные результаты и теоретические выводы исследования распространения и трансформации продуктов горения при пожарах на предприятиях нефтехимии методом математического моделирования. В настоящее время предпринимались многие попытки использовать различные модели для описания распространения загрязнений при залповых выбросах сильнодействующих ядовитых веществ (Едигаров А.С.) и лесных пожарах (Гостинцев Ю.А., Гришин А.М., Вульфсон А.Н., Снегирев А.Ю.). При этом авторы используют уравнения Навье-Стокса, Эйлерово-Лагранжев подход и другие, устанавливают свои ограничения. В настоящей работе использована нелинейная нестационарная пространственная математическая модель Эйлера типа, основанная полуэмпирическом уравнении турбулентной диффузии, разработанная Аргучинцевым В.К. и Макухиным В.Л. Эта модель была использована при изучении процессов распространения и трансформации аэрозолей и газовых выбросов от стационарных источников промышленных предприятий Иркутско-Черемховского промышленно-

го узла. Проведен сравнительный анализ результатов численного моделирования и инструментальных замеров. Доказано полное количественное соответствие.

Использованная в работе математическая модель в отличие от одно- и двумерных описывает пространственные нестационарные процессы переноса и турбулентной диффузии различных примесей, как легких, так и тяжелых. Трансформация загрязняющих веществ учтена с помощью 156 химических реакций. Так как продукты горения могут в процессе смешения вступать в реакции с малыми газовыми составляющими атмосферы, кинетическая схема должна включать реакции, характерные как для высокотемпературных процессов, так и для атмосферной фотохимии. При выполнении работы химический блок математической модели дополнен 93 химическими реакциями и была учтена зависимость констант скоростей протекания реакций от температуры. Модель реализована методом конечных разностей, который является наиболее экономичным, чем, например, метод конечных элементов. Рельеф подстилающей поверхности задавался в узлах регулярной сетки. Данная модель является прогностической и позволяет проследить изменение характеристик атмосферы с течением времени.

С помощью описанной математической модели были проведены исследования распространения и трансформации твердых частиц, углеводов, соединений серы и азота, образующихся в атмосфере Приангарья при возникновении пожара на нефтехимическом комбинате.

Исследования выбросов примесей для первой группы экспериментов производились по результатам реального пожара, произошедшего в 1996 г. на АО «Ангарская нефтехимическая компания», когда в течение 1ч 40 мин. сгорело 424 т нефтяного бензола, при этом в атмосферу было выброшено 100 т углеводов, 11,8 т диоксида серы и 2,9 т оксидов азота.

Моделирование процессов распространения суммы углеводов проводилось в области площадью 400×250 км² и высотой 3 км над поверхностью озера Байкал, рельеф рассматриваемого региона был снят с топографических карт масштаба 1:100000, шаги по времени и горизонтали составляли соответственно 150 с и 5 км. Коэффициенты турбулентной диффузии рассчитывались с использованием соотношений полуэмпирической теории турбулентности.

Эксперимент 1: Синоптическая обстановка характерна для весны или осени, между сушей и озером Байкал нет больших температурных градиентов. Через 20 мин. после ликвидации очага воспламенения значения концентраций углеводов в городе Ангарске более, чем в 20 раз превысили величину максимально разовой предельно допустимой концентрации (ПДК м.р.), равной 30 мкг/м³ (рис. 1). Над Ангарском нагретая примесь поднимается вверх конвективными потоками со скоростью 30 м/с. Максимальные концентрации отмечаются у земли в городе Ангарске. Подхваченная северо-западным ветром (10 м/с) примесь (рис. 2) выносится по долине реки Ангары к озеру Байкал. Наблюдается эффект «отражения» примесей от хребта Хамар-Дабан.

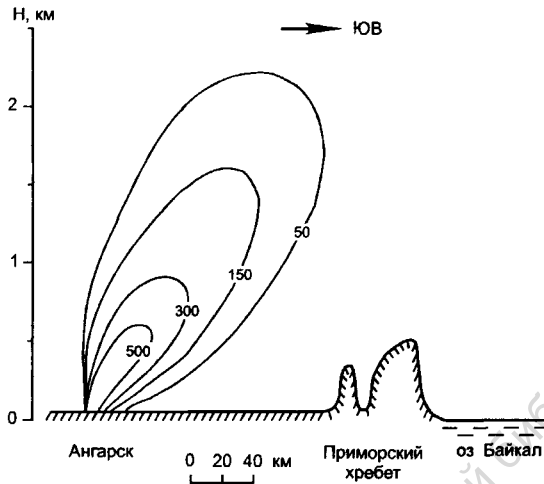


Рис. 1. Изолинии рассчитанных концентраций углеводородов на разрезе Ангарск–Байкал через 2 часа с момента возникновения пожара, мкг/м^3

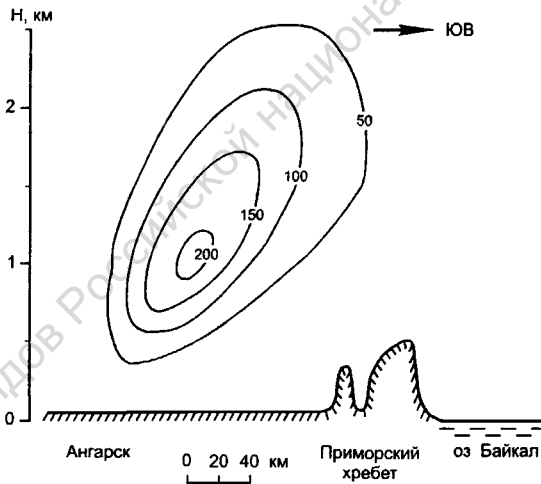


Рис. 2. Изолинии рассчитанных концентраций углеводородов на разрезе Ангарск–Байкал через 2 часа 30 минут с момента возникновения пожара, мкг/м^3

Эксперимент 2: Погодные условия типичны для лета, когда озеро Байкал значительно холоднее суши. Над озером устанавливается антициклоническая циркуляция, преобладают нисходящие движения воздуха. Горизонтальная составляющая вектора скорости ветра имеет северо-западное направление и скорость 10 м/с. Над Ангарском нагретая примесь поднимается вверх конвективными потоками (30 см/

с.). Через 2 ч 20 мин. после ликвидации очага возгорания, под действием нисходящих вертикальных токов (15 см/с), остывшие продукты горения опускаются на зеркало озера Байкал. Еще через полчаса максимальные значения концентраций углеводородов (менее 2 ПДК м.р.) наблюдаются над Байкалом на высоте 1,6–2 км от поверхности озера. Концентрации у поверхности озера Байкал растут, превысив ПДК м.р. и достигают в дальнейшем 1,5 ПДК м.р. и выше.

Эксперимент 3: Расчеты проводились в той же области и с теми же параметрами, но при отсутствии рельефа, т.е. распространение углеводородов происходило над гладкой горизонтальной поверхностью Байкала. Было получено, что на озеро в этом случае попадает рассматриваемых примесей на 17% меньше, чем в предыдущем эксперименте.

Эксперимент 4: В отличие от эксперимента 2 моделировались процессы распространения и трансформации соединений серы и азота, расчеты проводились в области площадью 400×250 км² и высотой 3,5 км над поверхностью озера Байкал, скорость северо-западного ветра – 5 м/с.

На рис. 3–6 показаны изолинии рассчитанных приземных концентраций диоксидов серы и азота, сульфат и нитрат ионов.

Максимумы концентраций SO₂ (0,5 мкг/м³) и NO₂ (0,1 мкг/м³) у поверхности земли находятся в 20 км юго-восточнее города Ангарска (рис. 3 и 6), а наибольшие значения концентраций SO₄²⁻ (выше 0,1 мкг/м³) и NO₃⁻ (0,01 мкг/м³) – на удалении 90 км от Ангарска в том же направлении (рис. 4–6).

Пространственное распределение концентраций HSO₃⁻, SO₃, SO₂^{*}, SO в рассматриваемой области совпадает с распространением концентраций SO₂, соотношение их средних концентраций выглядит следующим образом:

$$[\text{SO}_2] : [\text{SO}_3] : [\text{HSO}_3^-] : [\text{SO}_2^*] : [\text{SO}] = 1 : 10^{-6} : 10^{-9} : 10^{-12} : 10^{-15}.$$

Распределение концентраций NO совпадает с распределением концентраций NO₂, а концентраций HNO₄, NO₃, HNO₂, N₂O₅ – с NO₃⁻, соотношение их средних концентраций следующее:

$$[\text{NO}_2] : [\text{HNO}_4] : [\text{NO}_3] : [\text{HNO}_2] : [\text{NO}] : [\text{N}_2\text{O}_5] = 1 : 10^{-2} : 10^{-2} : 10^{-2} : 10^{-2} : 10^{-4}.$$

Следующая группа экспериментов проводилась при наличии инверсионного слоя на высоте 3 км от поверхности озера Байкал и отсутствии горизонтального внешнего потока. Исследовалось распространение сажевых частиц в регионе Южного Байкала. Интенсивность источника выбросов задавалась от реального пожара, произошедшего в 1998 г. на АО «Усольехимпром», когда в течение 4 ч 45 мин. сгорело 120 т трансформаторного масла и в атмосферу было выброшено 30 т сажи. На основании наблюдений и инструментальных исследований известно, что до тех пор, пока пожар окончательно не затушен, в его очаге поддерживается непрерывный источник тепла, в результате чего образуется столб плавучей жидкости, на вершине которого возникает вихревая замкнутая циркуляция, образующийся у земной поверхности термик оста-

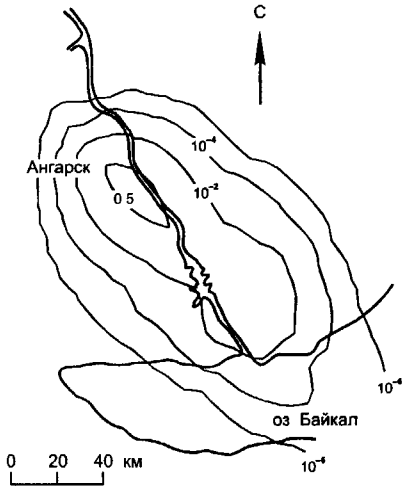


Рис. 3. Изолинии рассчитанных приземных концентраций SO₂ через 2 часа с момента возникновения пожара, мкг/м³

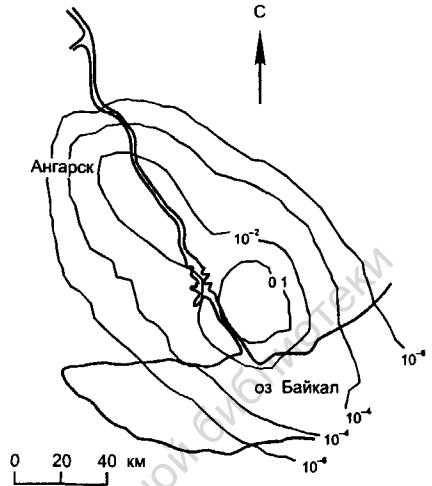


Рис. 4. Изолинии рассчитанных приземных концентраций SO₄²⁻ через 2 часа с момента возникновения пожара, мкг/м³

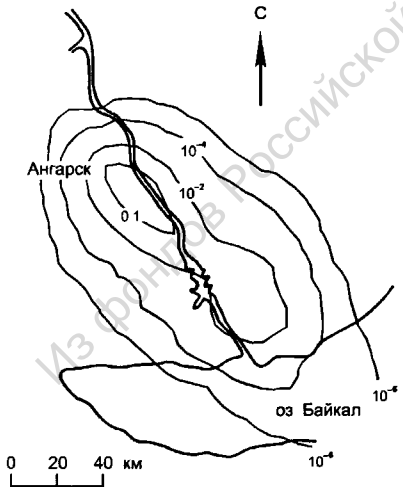


Рис. 5. Изолинии рассчитанных приземных концентраций NO₂ через 2 часа с момента возникновения пожара, мкг/м³

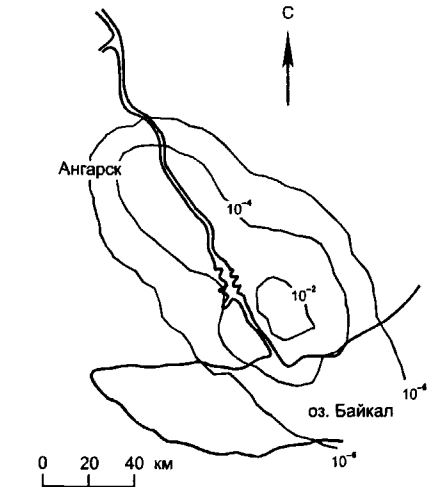


Рис. 6. Изолинии рассчитанных приземных концентраций NO₃⁻ через 2 часа с момента возникновения пожара, мкг/м³

ется «прикрепленным» к ней. Верхняя часть столба часто имеет форму шляпки гриба. Когда очаг возгорания ликвидирован и под «основанием» термика исчезает слой со сверхadiaбатическими градиентами температуры, он отрывается от земли. Демпфером, определяющим предел высоты, до которой могут подниматься конвективные потоки, или термики, часто оказывается инверсионный слой, который может располагаться достаточно высоко (до 4,5 км). Вертикальная составляющая вектора скорости этих конвективных потоков может меняться от 1 до 15–20 м/с. Хорошо прогретый в результате пожара воздух поднимается вверх (3 м/с) при отсутствии фонового потока. На верхней границе рассматриваемой области располагается инверсионный слой. Изолиния 2 мкг/м³ имеет характерную форму столба, верхней гранью «упирающуюся» в инверсионный слой. Через 45 мин (рис. 7) после того, как пожар был потушен теплый воздух, поднимаясь, растекается под демпферным слоем, облако примеси в верхней части принимает грибовидную форму, напоминающую облако, возникающее при атомном взрыве. В дальнейшем (рис. 8, 9) шляпка гриба (изолинии 0,2 мкг/м³) увеличивается в размерах, облако примесей отрывается от земли. Под действием северо-западного потока, достигающего на высоте 3 км значения скорости 15 м/с, сажевые частицы перемещаются в сторону Байкала с нисходящими вертикальными потоками (15 м/с), опускаясь над более холодным, чем берег, озером.

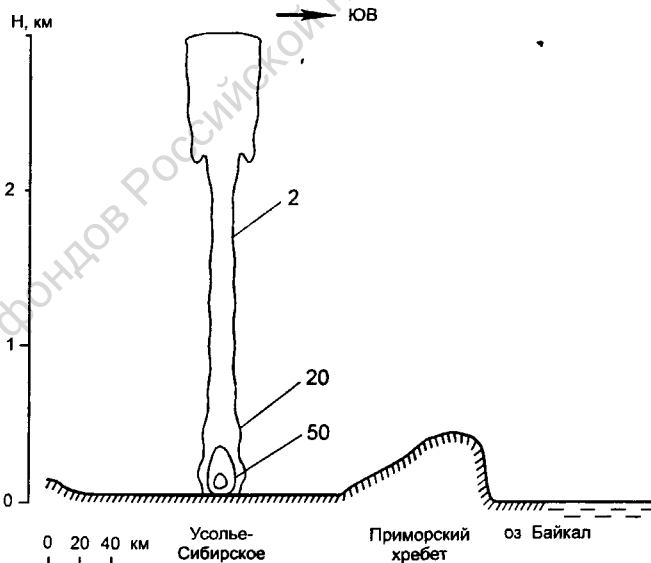


Рис. 7. Изолинии концентраций сажевых частиц на разрезе Усолье-Сибирское – оз. Байкал через 5,5 ч после начала пожара, мкг/м³

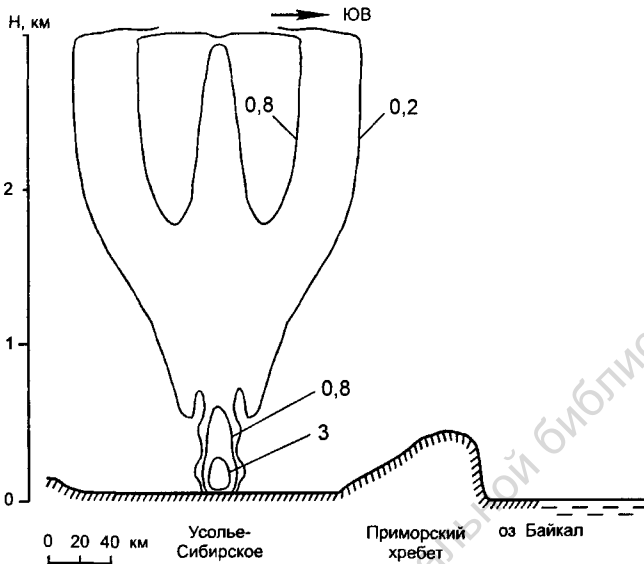


Рис. 8. Изолинии концентраций сажевых частиц на разрезе Усолье-Сибирское – оз. Байкал через 6,5 ч после начала пожара, мкг/м³

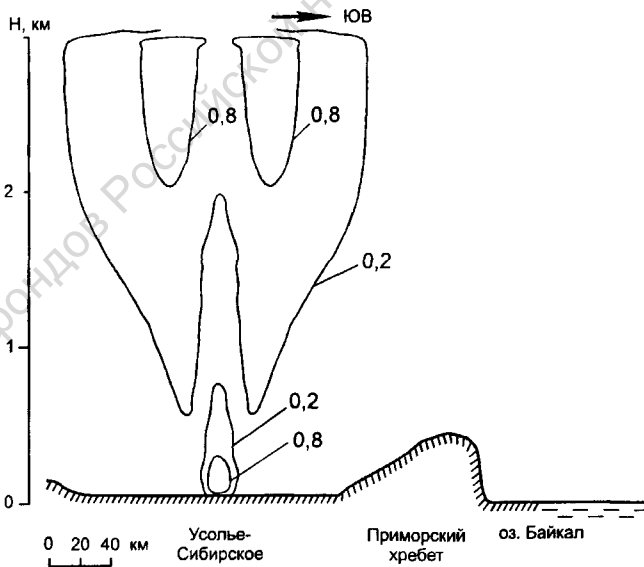


Рис. 9. Изолинии концентраций сажевых частиц на разрезе Усолье-Сибирское – оз. Байкал через 7 ч после начала пожара, мкг/м³

Следующий эксперимент проводился для определения значения скорости фонового северо-западного потока, при котором на Южный Байкал попадает максимальное количество сажи. В отличие от предыдущего эксперимента менялась скорость северо-западного ветра в широком диапазоне (от 1 до 30 м/с). Получено, что наибольшее количество данной примеси оседает на озеро в случае описанной метеорологической ситуации при скорости ветра 10 м/с. Масса оседающих сажевых частиц в этом случае в 2 раза больше, чем при ветре со скоростью 5 м/с и в 1,2 раза – при ветре со скоростью 20 м/с.

Анализ результатов экспериментов показал, что достаточно сложные процессы распространения пассивной примеси, выбрасываемой в атмосферу в результате пожаров на объектах нефтехимии, качественно правильно описываются с помощью математической модели. При наличии крупномасштабного прогноза погоды, в случае пожара на объектах нефтехимии модель позволяет дать прогноз распространения облака примеси для оценки экологической обстановки в рассматриваемом регионе.

В четвертой главе обоснована необходимость применения на объектах промышленности систем ранней диагностики возгорания и устройств автоматического тушения, являющихся эффективным направлением снижения экологической напряженности в Байкальском регионе при возникновении ЧС. Приведен анализ эффективности работы автоматических установок пожаротушения. Отмечено, что автоматические установки водяного пожаротушения имеют преимущественное распространение как в нашей стране, так и за рубежом, в России их доля в общем объеме систем активной пожарной автоматики составляет более 48%. Для автоматических установок водяного пожаротушения характерно, что каждый четвертый отказ связан с неисправностью КПУ, который является связующим звеном между подводящим трубопроводом и распределительной сетью (рис. 10).

Описано совершенствование КПУ (рис. 11), отмечены достоинства нового узла, заключающиеся в том, что в качестве контрольно-сигнального клапана (КСК) использован – водосигнальный (ВС), снабженный компенсатором, который позволяет исключить ложное срабатывание установки, а в качестве сигнального устройства применено – водосигнальное магнитное (ВСМ), обладающее высокой эффективностью. Результаты испытаний новой конструкции КПУ (табл. 1, 2) доказывают его преимущества в сравнении с имеющимися аналогами. На новую конструкцию КПУ получен патент.

Представлены разработанные методические рекомендации (в виде учебных пособий) по вопросам совершенствования организации эксплуатации технических средств пожарной автоматики, дающие возможность практическим работникам подразделений УГПС совершенствовать свое профессиональное мастерство. Показано направление использования результатов работы на практике, что подтверждено актами внедрения.

Таблица 1

Количество испытаний и выходов из строя сигнального устройства

Тип КПУ	Число испытаний	Количество выходов из строя
КСК ВС и СДУ	100	5
Обратный клапан с ВСМ	100	–
КСК ВС и ВСМ	100	–

Таблица 2

Количество ложных срабатываний КПУ

Тип КПУ	Количество суток дежурного режима	Количество ложных срабатываний
КСК ВС и СДУ	100	–
Обратный клапан с ВСМ	100	3
КСК ВС и ВСМ	100	–

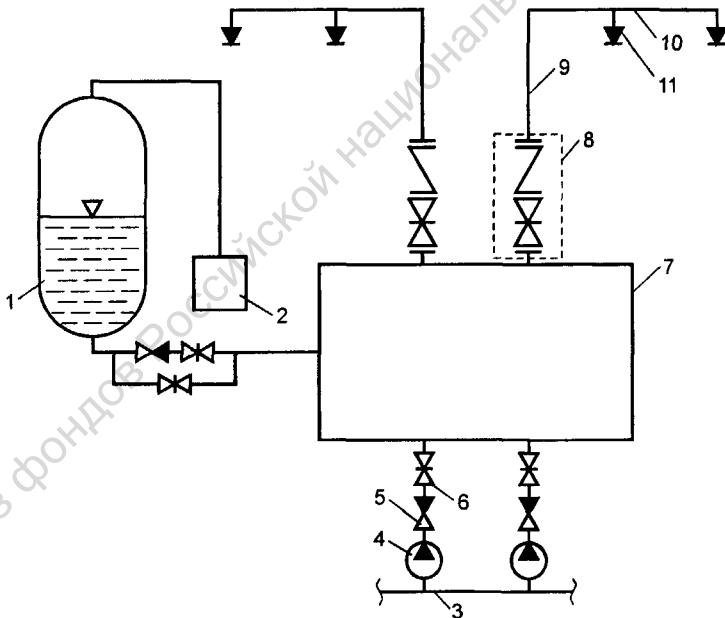


Рис 10. Схема автоматической спринклерной установки водяного пожаротушения: 1 – импульсное устройство; 2 – компрессор; 3 – водоисточник; 4 – основной и резервный насосы; 5 – обратный клапан; 6 – задвижка; 7 – подводящий трубопровод; 8 – КПУ; 9 – питающий трубопровод; 10 – распределительный трубопровод; 11 – спринклер

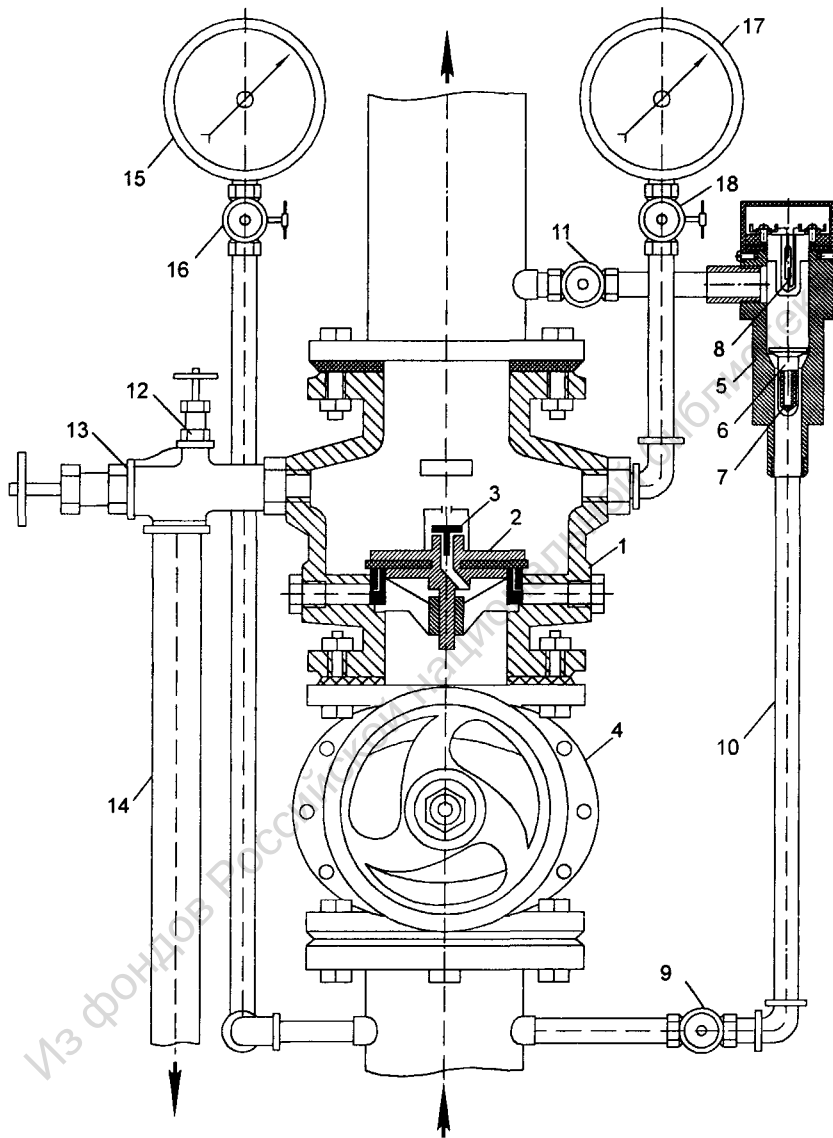


Рис. 11. Схема новой конструкции КПУ: 1 – контрольно-сигнальный клапан; 2 – тарель; 3 – компенсатор; 4 – задвижка; 5 – сигнальное устройство ВСМ; 6 – плунжер; 7 – постоянный магнит; 8 – геркон; 10 – сигнальный трубопровод; 12 – малый вентиль; 13 – большой вентиль; 14 – сливной трубопровод; 9, 11 – краны пробковые; 15, 17 – манометры; 16, 18 – манометровые краны

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ ЧС на промышленных предприятиях Иркутской области показал, что объекты нефтехимии представляют большую опасность, вероятность возникновения пожаров на них крайне велика. При этом в атмосферу выбрасываются вредные и ядовитые вещества, такие как углеводороды, оксиды азота, серы, которые при взаимодействии с парами воды и воздухом образуют ряд новых, еще более токсичных соединений, распространяющихся на огромные расстояния региона и, как показали расчеты, попадают на водную поверхность озера Байкал.

2. Математическая модель качественно правильно описывает распространение углеводородов, выбрасываемых в атмосферу при пожарах. Количественное сравнение результатов расчетов с данными инструментальных измерений в настоящее время не представляется возможным. С помощью использованной в работе математической модели это сделать легко.

3. При исследовании распространения и трансформации загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в результате пожаров, использовалась трёхмерная нелинейная нестационарная модель, основанная на численном решении полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии. Химический блок модели, состоявший из 156 реакций, был дополнен 93 реакциями, и учтена зависимость констант скоростей от температуры.

4. Впервые с помощью математической модели были проведены численные исследования распространения и трансформации углеводородов, соединений серы и азота, сажи, образующихся в атмосфере Байкальского региона при возникновении пожара на нефтехимических объектах, что позволяет оценить экологическую обстановку в регионе после ликвидации горения.

5. Установлено, что при северо-западном ветре токсичные продукты горения, выброшенные в атмосферу при пожаре на нефтехимическом предприятии города Ангарска, попадают на озеро Байкал. При этом Приморский хребет задерживают 1/6 часть поступающих на озеро углеводородов.

6. Теоретически обоснована и подтверждена статистическими данными необходимость внедрения на промышленных предприятиях технических средств пожарной автоматики, что позволяет сократить время обнаружения пожара, сообщения о месте его возникновения, в результате чего пожары в промышленности происходят в 11,2 раза реже, а убытки от них – в 2,6 раза меньше.

7. Разработана новая конструкция КПУ для автоматических установок водяного и пенного пожаротушения, которая позволяет исключить их ложное срабатывание, повысить надежность работы сигнального устройства и обеспечить эффективную работу установок как в дежурном режиме, так и в режиме тревоги. Новый КПУ рекомендован к применению при проектировании автоматических установок пожаротушения на Якутской нефтебазе, при этом ожидаемый экономический эффект для одной насосной станции в год – 500 тыс. руб.

8. Разработаны методические рекомендации в виде учебных пособий, позволяющие практическим работникам подразделений ГПС, осуществить само-

стоятельную подготовку по основным вопросам организации эксплуатации технических средств пожарной автоматики.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Тимофеева С.С., Малыхин А.В. Пожар как источник экологического риска.// Тезисы докладов Всероссийской студенческой научной конференции «Проблемы безопасности в природных и технических системах». – Иркутск: ИрГТУ, 1996. – С. 120.
2. Тимофеева С.С., Малыхин А.В. Разработка информационно-аналитического банка пожарной безопасности объектов Иркутской области.// Тезисы докладов Всероссийской студенческой научной конференции «Проблемы безопасности в природных и технических системах». – Иркутск: ИрГТУ, 1996. – С. 121.
3. Малыхин А.В., Каргапольцев С.К., Осипов В.А., Савинова В.А. Методические рекомендации по проверке работоспособности приемно-контрольных устройств пожарной автоматики. – Иркутск: ИВШ МВД России, 1996. – 34 с.
4. Тимофеева С.С., Малыхин А.В. Лесные пожары как фактор экологической напряженности в Байкальском регионе.// Материалы международной конференции «Математическое и физическое моделирование лесных пожаров и их экологических последствий». – Иркутск: ИВШ МВД России, 1997. – С. 91–92.
5. Тимофеева С.С., Малыхин А.В. Пожар как фактор экологического риска.// Тезисы докладов III Всероссийской студенческой научной конференции «Проблемы безопасности в природных и технических системах». – Иркутск: ИрГТУ, 1998. – С. 165.
6. Тимофеева С.С., Малыхин А.В., Прищепа В.В. Профилактические мероприятия, современные средства извещения и приборы контроля за очагами возгорания.// Тезисы докладов III Всероссийской студенческой научной конференции «Проблемы безопасности в природных и технических системах». – Иркутск: ИрГТУ, 1998. – С. 172.
7. Тимофеева С.С., Малыхин А.В. Экологические последствия пожаров Байкальского региона и разработка защитных мероприятий.// Тезисы докладов III Всероссийской студенческой научной конференции «Проблемы безопасности в природных и технических системах». – Иркутск: ИрГТУ, 1998. – С. 116–118.
8. Малыхин А.В. В помощь практическому работнику УГПС УВД // Материалы I-ой Сибирской научно-практической конференции «Проблемы деятельности ГПС регионов Сибири и Дальнего Востока». – Иркутск: ВСИ МВД России, 1998. – С. 22–23.
9. Малыхин А.В., Каргапольцев С.К., Усольцев И.В., Тупицын А.А. Технические характеристики, устройство и особенности работы УКВ радиостанций. Методическое пособие. – Иркутск: ВСИ МВД России, 1998. – 34 с.
10. Малыхин А.В. Техногенные катастрофы как фактор экологического риска.// Материалы международной конференции «Сопряженные задачи механики и экологии». – Томск: ТГУ, 1998. – С. 143–144.

11. Малыхин А.В. Численное моделирование распространения углеводородов, выбрасываемых в атмосферу при пожарах на предприятиях нефтехимии Иркутской области.// *Материалы зимней школы-семинара молодых ученых «Сопряженные задачи механики и экологии»*. – Томск: ТГУ, 1999. – С. 38.

12. Тимофеева С.С., Малыхин А.В., Гармышев В.В. Проблемы и некоторые направления снижения экологических последствий при возникновении пожаров.// *Сборник научных трудов молодых ученых ВСИ МВД России «Современность в творчестве вузовской молодежи»*, 1999. – Вып. 1. – С. 109–116.

13. Тимофеева С.С., Макухин В.Л., Малыхин А.В., Тупицын А.А. Численное моделирование распространения и трансформации загрязняющих веществ в атмосфере при пожарах на нефтехимических предприятиях Приангарья.// *Вестник ВСИ МВД России*, 1999. – № 3(10). – С. 28–42.

14. Тимофеева С.С., Макухин В.Л., Малыхин А.В. Численное моделирование распространения углеводородов, выбрасываемых в атмосферу при пожарах на предприятиях нефтехимии.// *Вестник ИргТУ*, 1999. – № 7. – С. 5–8.

15. Тимофеева С.С., Макухин В.Л., Малыхин А.В., Тупицын А.А. Моделирование процесса распространения переноса и диффузии при пожарах на предприятиях нефтехимии.// *Вестник ВСИ МВД России*, 1999. – № 1 (8). – С. 33–44.

16. Тимофеева С.С., Малыхин А.В. Проблемы борьбы с пожарами на объектах топливно-энергетического комплекса и некоторые пути их снижения.// *Тезисы докладов IV Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием «Взаимоотношения общества и природы: история, современность и проблемы безопасности» т. 3.* – Иркутск: ИргТУ, 1999. – С. 226.

17. Малыхин А.В., Тупицын А.А. Курс лекций по пожарной автоматике. Методическое пособие. – Иркутск: ВСИ МВД России, 1999. – 64 с.

18. Тимофеева С.С., Малыхин А.В. Проблемы и некоторые направления снижения экологического риска при пожарах.// *Тезисы докладов III международной научно-практической конференции «Перспективы совершенствования деятельности органов внутренних дел и государственной противопожарной службы»*. – Иркутск: ВСИ МВД России, 1999. – С. 53–54.

19. Тимофеева С.С., Макухин В.Л., Малыхин А.В. Численное моделирование процессов переноса и диффузии в атмосфере продуктов горения при пожарах на предприятиях нефтехимии.// *Тезисы докладов IV Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием «Взаимоотношения общества и природы: история, современность и проблемы безопасности»*. Т. 3. – Иркутск: ИргТУ, 1999. – С. 227.

20. Малыхин А.В., Потемкин В.Л., Потемкина Т.Г. Дальний перенос сажевых и почвенных частиц.// *Вестник ВСИ МВД России*, 1999. – № 4(10) – С. 21–24.

21. Тимофеева С.С., Малыхин А.В. Контрольно-пусковой узел.// Москва. Патент РФ № 12736, бюллетень № 3, 2000. – 2 с.

30 * L

A2000
3019

Из фондов Российской национальной библиотеки

Лицензия ПЛД № 40-29 отс 3.02.99.
Подписано в печать 13.03.2000. Формат 60×84/16
Усл. печ. л. 1. Тираж 100 экз.

ОН и РИО ВСИ МВД России
664074, ул. Лермонтова, 110