

НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

PROBLEMS OF TECHNOSPHERE RISK MANAGEMENT

2 (14) – 2010

Председатель – доктор военных наук, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники генерал-лейтенант внутренней службы , начальник университета.

Заместитель председателя – доктор юридических наук, профессор, заслуженный юрист Российской Федерации , заместитель начальника университета по научной работе.

:

кандидат технических наук генерал-полковник внутренней службы , заместитель министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

кандидат социологических наук генерал-полковник , главный государственный инспектор Российской Федерации по пожарному надзору;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации , профессор кафедры механики и инженерной графики;

доктор технических наук, профессор полковник внутренней службы , профессор кафедры исследований и экспертизы пожаров;

доктор экономических наук, профессор , профессор кафедры финансово-хозяйственной деятельности;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации , советник начальника Санкт-Петербургского университета

ГПС МЧС России;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации , профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства;

доктор технических наук, профессор , профессор кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации , профессор кафедры физики и теплообмена;

доктор экономических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации , профессор кафедры гуманитарно-социальных дисциплин;

доктор экономических наук, профессор _____, профессор
кафедры финансово-хозяйственной деятельности;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации _____, профессор кафедры высшей математики и системного моделирования сложных процессов;

доктор экономических наук, профессор _____, профессор
кафедры гуманитарно-социальных дисциплин;

доктор технических наук, профессор _____, профессор
кафедры организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ;

доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации _____, профессор кафедры автоматизации и сетевых технологий;

доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации _____, профессор кафедры физики и теплообмена;

доктор технических наук, профессор _____, профессор кафедры
практической подготовки сотрудников пожарно-спасательных формирований;

доктор технических наук, профессор _____, профессор кафедры
экономики и менеджмента;

доктор медицинских наук, профессор _____, директор
Всероссийского центра экстренной и радиационной медицины им. А. М. Никифорова МЧС России;

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации _____, профессор кафедры прикладной математики и информационных технологий;

кандидат физико-математических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации _____, профессор кафедры физики и теплообмена.

:

кандидат технических наук капитан внутренней службы _____,
научный сотрудник отделения научно-технической информации центра организации научных исследований.



Председатель – кандидат юридических наук майор внутренней службы
, начальник редакционного отдела.

Заместитель председателя – полковник внутренней службы
главный редактор объединённой редакции редакционного отдела.

:

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы
, заместитель начальника университета – начальник института заочного и
дистанционного обучения;

кандидат юридических наук подполковник внутренней службы
, заместитель начальника университета по правовой и воспитательной работе;

кандидат технических наук, доцент полковник внутренней службы
, начальник центра организации научных исследований;

кандидат технических наук, доцент
, технический редактор объединённой редакции редакционного отдела;

кандидат технических наук, профессор
, профессор кафедры организации деятельности надзорных органов;

доктор педагогических наук, профессор полковник внутренней службы
, начальник факультета подготовки и переподготовки научных и
научно-педагогических кадров;

доктор экономических наук, профессор
, профессор кафедры экономики и менеджмента;

кандидат технических наук, доцент майор внутренней службы
, начальник кафедры практической подготовки сотрудников пожарно-
спасательных формирований;

кандидат технических наук, доцент
, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств;

кандидат технических наук, доцент подполковник внутренней службы
, докторант кафедры пожарной безопасности технологических процессов и
производств;

кандидат педагогических наук, доцент
, профессор кафедры философии и социальных наук.

:

лейтенант внутренней службы
секретарь объединённой редакции редакционного отдела.

«

»

«Uberich's Periodicals Directory».

БЕЗОПАСНОСТЬ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

. Высотные здания и их пожарная опасность..... 6

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

. Адекватность и практическое применение моделей опасности подземных переходов нефтепродуктопроводов через автомобильные дороги..... 13

. Применение метода рентгенофлуоресцентной спектроскопии для мониторинга микроэлементов почвы при анализе чрезвычайных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса..... 18

СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В ЧС

. Научные основы автоматизации обнаружения полей взрывоопасных концентраций..... 22

. Построение системы управления геодинамическим риском в территориальных социально-экономических системах..... 36

ПОЖАРНАЯ ТАКТИКА, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ И ТУШЕНИЯ

. Оценка гидравлического быстрогодействия систем противопожарного водоснабжения..... 51

. Результаты исследования активности поверхности дисперсных твердых самонагревающихся материалов на нано-уровне макрометодом дифференцированного окисления..... 56

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

. Структурная декомпозиция сети информационного обмена ГПС МЧС России..... 67

. Моделирование процесса обмена информацией при передаче данных в системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций..... 71

. Инвариантный прием последовательных многочастотных сигналов I... 75

. Компьютерное моделирование теплофизических процессов в оценке аварийных рисков ограждающих конструкций..... 83

. Поиск источников угроз безопасности в информационных системах..... 91

ЭКОНОМИКА, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

. Инновационный потенциал: содержание, структура, методика оценки..... 97

. Интернационализация инновационных процессов: глобальное регулирование и нивелирование рисков..... 105

. Управление предпринимательскими рисками в современных условиях: концептуальные подходы и стратегические задачи..... 111

ОХРАНА ТРУДА

. . Устойчивое развитие водного туризма на Балтике как фактор снижения экологической опасности.....	121
. . Диагностика и формирование профессиональной пригодности в процессе подготовки сотрудников Государственной противопожарной службы МЧС России.....	127
.....	135
.....	137
« ».....	142

Полная или частичная перепечатка, воспроизведение, размножение либо иное использование материалов, опубликованных в журнале «Проблемы управления рисками в техносфере», без письменного разрешения редакции не допускается.
Ответственность за достоверность фактов, изложенных в материалах номера, несут их авторы

84.7

614.84+614.842.84

Отзывы и пожелания присылать по адресу: 196105, Санкт-Петербург, Московский пр., 149.
Редакция журнала «Проблемы управления рисками в техносфере»; тел. (812) 369-68-91. Email: . Официальный интернет-сайт Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России: WWW.IGPS.RU

ISSN 1998-8990

© Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2010

• • , , ;
• • ;
• • • -

Рассмотрены исторические аспекты высотного строительства, статистика пожаров в небоскребах и причины трагических последствий.

: высотные здания, пожар, лифты, эвакуация

HIGH-RISE BUILDINGS AND THEIR FIRE DANGER

A.A. Tarantsev; R.N. Novoselov; A.Y. Rodichev. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Historical aspects of high-rise building, the statistican of fires in skyscrapers and the reasons of tragical consequences are considered.

Key words: high-rise buildings, fire, danger, evacuation

В конце XIX начале XX веков в результате экономического роста в США наметились предпосылки многоэтажного строительства¹.

Одной из технических предпосылок к созданию многоэтажных зданий послужило изобретение инженером парового лифта (50-е гг. XIX века). С его помощью можно было поднимать людей и грузы на значительную высоту. У лифта была страховка: в случае обрыва троса срабатывал аварийный пружинный механизм, который блокировал пассажирскую кабину и останавливал падение, и уже в 1857 г. лифт был установлен в одном из административных зданий Нью-Йорка.

Помехой возведению высотных зданий были несовершенные строительные технологии. Изначально основной вес здания брали на себя несущие стены. Поэтому для высоких домов их приходилось делать достаточно большой толщины. Решить эту проблему помогло каркасное строительство, основные принципы которого были разработаны в 70–80-е гг. XIX столетия. Основная нагрузка здания приходилась на стальной каркас, прочность же собственно стен уже не имела столь важного значения.

Импульсом для разработки и внедрения новейших строительных технологий был пожар 1871 г. в результате которого большая часть зданий Чикаго, крупнейшего индустриального



Элиша Грейвс Отис (*Elisha Otis*) (1811-1861) американский изобретатель безопасного лифта (системы задержки лифта в шахте при обрыве каната).

¹ Материалы подготовлены с использованием публикаций [1-3]

центра Америки, была полностью разрушена. Именно поэтому Чикаго суждено было стать родиной небоскребов. Здесь в 1885 г. по проекту архитектора Уильяма Ле Барона Дженни (William Le Baron Jenney) было построено здание страхового общества *The m Insur n Building*, которое просуществовало до 1931 г. Первоначально строение имело 10 этажей, а в 1891 г. были надстроены ещё два. Среди других зданий оно выделялось не столько высотой, сколько особенными строительными технологиями, которые были использованы при его создании. Это был первый дом, построенный с использованием каркаса.



The m Insur n Building (Chicago, USA) построено в 1885 году. Высота 42 м (после реконструкции 1891 г. - 54,9 м.) Разрушено в 1931 г.

Число высотных домов стало быстро увеличиваться. Россия и европейские державы отнеслись к небоскребам достаточно скептически, оставаясь верными собственным традициям. Однако в Америке новый тип зданий быстро завоевал популярность.

Чикаго недолго оставался основным городом небоскребов. С 1890 г., когда был построен 16-этажный офис высотой 94 метра, и по 1972 г. эстафету высотного строительства принял и прочно удерживал Нью-Йорк. Это был главный финансовый центр страны, и большинство новых высоток строились именно по заказу крупных фирм и компаний.

Понять, почему представители американского бизнеса так полюбили небоскребы, несложно: их высота символизировала богатство владельца, его мощь и процветание. В 1894 г. Манхэттенская компания страхования жизни возвела 20-этажное здание

(106 м). Следующим шагом стал 30-этажный небоскрёб *Park Row Building* (119 м, архитектор R.H. Robertson), который в течение девяти лет был самым высоким зданием в мире. Его рекорд был побит построенным в 1908 г. зданием Зингера (*Singer Building*, 187 м). Этот результат продержался всего год и уже в 1909 г. был построен , высота которого составляла 213 м.



Woolworth Building (New York City, USA). Построено в 1913 году. Высота 241 м. Самое высокое здание до 1930 г.

Долгое время пальму первенства удерживал 241-метровый небоскрёб архитектора Гаса Гилберта, построенный по заказу мультимиллионера Фрэнка Вулворга и названный его именем (*Woolworth Building*). Лишь в 1930 г. здание, которому было дано название « », смогло побить установленный ранее рекорд. Чтобы добиться этой цели, архитектору небоскреба Уильяму Ван Аллену пришлось пойти на некоторую хитрость. Одновременно с его творением неподалеку возводился офис , создатели которого также хотели установить высотный рекорд. Поэтому проект здания « », а особенно его высоту, пришлось долгое время держать в строжайшем секрете. В итоге это помогло Ван Аллену обойти конкурентов, однако ненадолго. Высота построенного им здания в 319 метров оставалась непреодолимой лишь несколько месяцев. Уже в 1931 г. было закончено возведение знаменитого нью-йоркского небоскреба . 102

этажа этого здания выросли над Нью-Йорком на высоту в 391 метр. В начале 50-х гг. на крыше небоскреба установили телевизионную антенну. Благодаря ей строение еще немного выросло и до 70-х гг. оставалось самым высоким в мире.

После Второй мировой войны небоскребы начинают приобретать современные очертания. Здания все чаще напоминают огромные кубы и параллелепипеды. В это же время небоскребы перестают быть исключительно многоэтажными офисами, в них появляются торговые центры, кинотеатры, рестораны, магазины и другие объекты инфраструктуры.

В 70-е гг. идет интенсивное строительство высотных домов по всему миру. В Нью-Йорке возводят, теперь уже печально знаменитые, башни-близнецы. Это были первые офисные здания, перешагнувшие порог в 400 метров. Однако и этот высотный рекорд оказался недолговечен. Уже в 1973 г. в Чикаго был построен небоскреб - в 443 метра. Это 110-этажное здание на момент окончания работ было чудом инженерной мысли. В нем работали 15 скоростных лифтов, которые за считанные секунды поднимали людей на почти полукилометровую высоту.

Во второй половине XX столетия небоскребы постепенно завоевывают мир. Во многом толчком к столь быстрому развитию послужила война, разрушившая десятки городов. Некоторые населенные пункты приходилось попросту отстраивать заново, так как большая часть довоенных конструкций восстановлению не подлежала.

Весьма активно высотные здания возводили в Германии. Франкфурт-на-Майне, финансовую столицу страны, нередко сравнивают с Нью-Йорком или Чикаго из-за большого количества небоскребов. Благоклонно отнеслись к строительству высотных домов и в Советском Союзе. С началом экономического роста в странах Юго-Восточной Азии бум строительства небоскребов переместился в этот регион. В течение последних десятилетий там были построены сотни высотных домов. Именно они во многом определяют сейчас внешний облик основных мегаполисов региона. Здесь же сегодня разворачивается основная борьба за звание самого высокого здания в мире. До недавнего времени пальму первенства удерживали 453-метровые малазийские башни-близнецы из Куала-Лумпура (Малайзия), построенные в 1998 г. Однако в 2003 г. в Тайбэе (Тайвань) был торжественно открыт небоскреб, перешагнувший полукилометровый рубеж. На 101 этаже этого 508-метрового гиганта разместились многочисленные офисы, торговые центры и даже обсерватория. На момент написания статьи самым высоким зданием в мире является Дубайская башня *Burj Dubai* (ОАЭ) (780 м), её строительство продолжается и по прогнозам высота будет увеличена до 818 метров. И это не предел, например, было объявлено о проекте здания *Murjan Tower* в Бахрейне, высота которого может предположительно составить 1022 метра, или башне *Mubarak al Kabir Tower* в Кувейте с ориентировочной высотой 1001 метр – её планируют построить уже к 2012 г.



Sears Tower (Chicago, USA). Построено в 1973 году. Высота 443,2 метра. Самое высокое здание до 1998 г.

Высотные здания в силу своей специфики имеют большую степень потенциальной пожарной опасности в сравнении с обычными зданиями. В таблице представлены краткие сведения о пожарах в высотных зданиях городов мира, которые показывают чрезвычайную опасность огня для жизни людей и пожарных-спасателей.

Таблица

Место и время пожара	Последствия пожара
1	2
Нью-Йорк (США). 28.07.1945	14 человек сгорели заживо, 26 получили сильные ожоги, когда в 102-этажное здание небоскреба «Эмпайр Стейт Билдинг» в Нью-Йорке в условиях тумана врезался бомбардировщик В-25. Выгорели четыре этажа здания - с 75 по 79

1	2
Атланта (США). 07.12.1946	119 человек погибли и 91 пострадал, когда загорелся отель «Вайнкофф» в Атланта (штат Джорджия, США). В 15-этажном здании находились около 300 постояльцев и обслуживающий персонал. Возгорание заметили слишком поздно и людей не успели эвакуировать
Сан-Паулу (Бразилия). 01.02.1974	227 человек погибли и 450 пострадало в результате пожара в 25-этажном здании «Джоэлма Билдинг» в бразильском Сан-Паулу. Огонь возник на 12-м этаже в вентиляционной трубе и быстро распространился по зданию из-за того, что стены и перекрытия были покрыты легковоспламеняющимся материалом. Причина возгорания не установлена
Лас-Вегас (США). 21.11.1980	87 человек погибли, 679 пострадали от огня и дыма при пожаре в отеле-казино MGM Grand Hotel в Лас-Вегасе (штат Невада, США). Причиной пожара в 26-этажном здании стало замыкание в электропроводке
Лас-Вегас (США). 11.02.1981	8 человек стали жертвами огня, 252 пострадали в отеле «Хилтон» в Лас-Вегасе (США). Возгорание из-за короткого замыкания возникло на восьмом этаже 30-этажного здания. При этом противопожарная система была отключена из-за проводившейся модернизации
Сан-Хуан (Пуэрто-Рико). 31.12.1986	97 человек погибли и 140 получили ожоги различной степени тяжести, когда огонь в течение 12 минут охватил 30-этажный отель «Дюпон Плаза» в городе Сан-Хуан в Пуэрто-Рико. Источником возгорания стали картонные коробки в одном из помещений гостиницы. По одной из версий, имел место умышленный поджог
Сан-Паулу (Бразилия). 21.05.1987	Пожар на пятом этаже в одном из небоскребов в бразильском городе Сан-Паулу, в котором располагалось управление по энергетике штата. Огонь перекинулся на три соседних здания. Жертв не было
Лос-Анджелес (США). 05.05.1988	Пять часов бушевал пожар в самом высоком небоскребе Лос-Анджелеса – 62-этажном здании банка First Interstate Bank. В огне, охватившем пять этажей здания, погиб один человек, более 40 человек пострадали и были госпитализированы с ожогами и отравлениями. Большая группа людей была снята вертолетом с крыши небоскреба высотой более 260 метров
Нью-Йорк (США). 13.08.1988	В знаменитом небоскребе Нью-Йорка – Empire State Building возник пожар на 86-м этаже, огонь достиг 102-го этажа. Жертв не было
Каир (Египет). 15.03.1989	На трех последних этажах 28-этажного небоскреба телецентра в Каире возник пожар, который быстро распространился из-за сильного ветра. Два человека погибли, восемь получили ранения, четверо были спасены с помощью вертолетов
Токио (Япония). 24.08.1989	Пожар на 24-м этаже высотного дома в токийском районе Кото, причиной которого стало короткое замыкание в телевизионном приемнике. Жители дома были эвакуированы с помощью вертолета
Нью-Йорк (США). 17.07.1990	Пожар в небоскребе Empire State Building. Из-за отравления дымом пострадали 38 человек.

1	2
Филадельфия (США). 25.02.1991	Почти сутки бушевал сильный пожар в самом центре Филадельфии. Пламя охватило 38-этажный небоскреб. Пожар начался на 22-м этаже и поднялся на восемь этажей вверх. При тушении погибли трое пожарных
Нью-Йорк (США). 20.11.1991	В одном из небоскребов Международного торгового центра в Нью-Йорке произошел пожар. Пламя вспыхнуло на 94-м этаже 110-этажного здания в помещении с электрооборудованием. Один человек пострадал, 30 были эвакуированы
Лагос (Нигерия). 16.04.1993	Пожар вспыхнул в центре нигерийской столицы Лагосе в 25-этажном здании министерства обороны. Возгорание произошло на 16-м этаже вскоре после окончания рабочего дня. Почти все сотрудники успели покинуть здание. Несколько человек, застрявшие в лифтах, были спасены
Претория (ЮАР). 15.06.1994	Загорелось высотное здание в центре Претории. Огонь вспыхнул на 19-м этаже и распространился до последнего 27 этажа. Около 40 человек были эвакуированы вертолетами
Нью-Йорк (США). 23.11.1995	Искра, вызванная коротким замыканием, подожгла Empire State Building в Нью-Йорке. Людей успели эвакуировать
Лондон (Англия). 17.01.1996 г.	Примерно 500 человек были эвакуированы из небоскреба в лондонском Сити. Причиной стал сильный пожар, вспыхнувший на 45-м этаже здания
Милан (Италия). 13.02.1996	Сильный пожар возник в деловом центре Милана. Огонь охватил верхние этажи 27-этажного бизнес-центра Torre Velasca. Пожар возник из-за неисправности электрооборудования во время строительных работ в офисах бизнес-центра. Никто не пострадал.
Нью-Йорк (США). 10.10.1996 .	Пожар возник в штаб-квартире общенациональной телекомпании NBC в одном из небоскребов в Rockefeller Centre в Нью-Йорке. Все люди, находившиеся в 70-этажном здании, были эвакуированы, несколько человек пострадали от дыма. Причиной явилась неисправность в электропроводке в районе 10-го этажа
Гонконг (Гонконг). 21.11.1996 .	Пожар в небоскребе Garley Building считают самым ужасным за всю историю Гонконга. 40 человек погибли и 81 пострадал в результате 20-часового пожара в 16-этажном «Гарлей Билдинг» в Гонконге. Полностью выгорели семь этажей. Пожар вызвало короткое замыкание в электропроводке
Бангкок (Таиланд). 23.02.1997	Пожар в 36-этажном здании President Tower в Бангкоке. До основания выгорели этажи с 7-го по 10-й, погибли 3 человека
Нью-Йорк (США). 05.12.1997	Загорелся 74-й этаж 77-этажного здания небоскреба Chrysler Building в Нью-Йорке. Пожар произошел из-за возгорания трансформатора. Жертв нет
Джакарта (Индонезия). 08.12.1997	Сильный пожар вспыхнул на верхних этажах 25-этажного Банка в Индонезии в центре Джакарты. Три верхних этажа выгорели полностью. В момент возникновения пожара в здании, где проводились отделочные работы, находилось свыше 200 банковских служащих и рабочих. 15 человек погибли. Причиной пожара называют короткое замыкание в системе кондиционирования воздуха

1	2
Гонконг (Гонконг). 10.12.1997	В деловом центре Гонконга вспыхнул пожар на 24-м этаже небоскреба Melbourne House. Жертв нет
Лондон (Англия). 22.03.1998	Вспыхнул пожар в центре лондонского Сити. Почти пятая часть 40-метровой башни, на верхних этажах которой располагаются апартаменты английских миллиардеров, выгорела полностью. Эпицентр пожара находился в самом центре Сити – близ Лондонской фондовой биржи, Английского банка и концертного зала «Барбикан. Среди населения пострадавших нет, сильные ожоги получил один из пожарных
Филадельфия (США). 05.01.2000	Пожар вспыхнул на крыше 32-этажного здания в центре Филадельфии (Пенсильвания, США). Никто не пострадал
Гонконг (Гонконг). 02.08.2000	Пожар на 13-м этаже гонконгского небоскреба Immigration Tower. Сильные ожоги получили 47 человек
Москва (Россия). 28.08.2000	Огнем было охвачено самое высокое сооружение Европы, Останкинская телебашня. На некоторое время была прекращена телетрансляции по всей России. Погибли 3 человека
Йоханнесбург (ЮАР). 05.03.2003	6 человек погибли и 67 получили ожоги и травмы при пожаре в гостинице «Ранд Инн Интернешнл» в Йоханнесбурге, ЮАР. Огонь начал распространяться с первого этажа 21-этажного здания из-за искры на кухне ресторана
Чикаго (США). 17.10.2003	6 человек погибли в офисном здании в центре Чикаго, США. Возгорание началось в конце рабочего дня на 12-м этаже 35-этажного здания. Причина возгорания не выяснена
Каракас (Венесуэла). 17.10.2004	Пожар уничтожил треть самого высокого 56-этажного небоскреба Южной Америки, находящегося в Каракасе, столице Венесуэлы. 12 пожарных получили ожоги и увечья
Чикаго (США). 06.12.2004	Загорелся чикагский небоскреб LaSalle Bank Building. 12 человек пострадали от нехватки кислорода, но выжили

Пожарная опасность для людей, находящихся в высотных зданиях, повышается ещё и от того, что в отличие от малоэтажных домов сильно затруднена эвакуация, а также возрастает сложность борьбы с пожарами.

Для высотных зданий характерны быстрое развитие пожара по вертикали и большая сложность обеспечения эвакуации и спасательных работ. Продукты горения заполняют эвакуационные выходы, лифтовые шахты, лестничные клетки. Скорость распространения дыма и ядовитых газов по вертикали может достигать нескольких десятков метров в минуту. За считанные минуты здание оказывается полностью задымлено, а нахождение людей в помещениях без средств защиты органов дыхания невозможно. Наиболее интенсивно происходит задымление верхних этажей, где разведка пожара, спасение людей и подача средств тушения весьма затруднены. Помимо того, при пожаре часто выходит из строя лифтовое оборудование и системы противопожарной защиты.

Анализ последствий пожаров в небоскребах, построенных в конце XX века, показал, что факторами, способствующими трагическому развитию событий, являлись:

- низкая огнестойкость строительных конструкций и инженерного оборудования, особенно металлических балок и ферм;
 - наличие больших внутренних объемов, неразделенных противопожарными преградами;
 - небольшое количество лестничных клеток и небольшая ширина лестниц для эвакуации;
 - наличие многочисленных проходов в стенах и перекрытиях для кондиционирования, электрооборудования и других технологических нужд;
 - отсутствие эвакуационных планов при авариях и пожарах;
 - устройство подвесных потолков;
 - много сгораемого оборудования, мебели, облицовки.
- Тушение пожаров в высотных зданиях затрудняется рядом факторов:
- наличие большого количества людей, нуждающихся в помощи, возникновение паники;
 - сложность проведения спасательных работ;
 - распространение огня и токсичных продуктов горения в вертикальном направлении как внутри здания, так и снаружи;
 - задымление лестничных клеток и верхних этажей через шахты лифтов и другие вертикальные каналы;
 - высокая температура на путях эвакуации на этажах, где возник пожар (в коридорах, лестничных клетках);
 - сложность и трудоемкость подачи средств тушения, особенно на верхние этажи здания;
 - наличие стилобата по периметру здания и отсутствие подъездных площадок, что усложняет установку автолестниц и автоподъемников для проведения спасательных работ;
 - сложность в управлении большим количеством пожарных подразделений, специальной техники, а также другими службами, участвующими в ликвидации пожара;
 - необходимость применения специальных технических средств для проведения спасательных работ и ликвидации пожара.

1. Маклакова Т.Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования: монография. М.: Изд-во АСВ, 2006. 160 с.

2. Методические рекомендации по тушению пожаров в зданиях повышенной этажности / МЧС России. М., 2006.

3. Хасанов И. Пожарная безопасность высотных зданий. [Электронный ресурс] URL: <http://www.exploitation.ru/articles/5/37/> (дата обращения: 10.12.2009).



.10
 - .
 . . . , ;
 . . . , ,
 . -

Рассмотрены модели пожарной опасности подземных переходов нефтепродуктопроводов и направления их практического применения сотрудниками ГПС МЧС России.

: переход, нефтепродуктопровод, утечка, масса, пары, опасность, модель, применение, правдоподобие, автомобильная дорога

ABOUT CREDIBILITY AND PRACTICAL APPLICATION OF MODELS OF DANGER OF UNDERGROUND TRANSITIONS OF OIL PIPELINES THROUGH HIGHWAYS

S.A. Lavruhin. «10 group of a federal fire service across Saint-Petersburg».

A.N. Ivanov; A.C. Poljakov. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Models of fire danger of underground transitions of oil pipelines and a direction of their practical application by employees ГПС the Ministry of Emergency Measures of Russia are considered.

Key words: transition, the oil pipeline, leak, weight, steams, danger, model, application, credibility, a highway

Разработка и согласование проектной и эксплуатационной документации в органах ГПС МЧС России по вводу в эксплуатацию и эксплуатации переходов нефтепродуктопроводов предусматривает выполнение ряда типовых процедур, часть из которых отражена на рисунке.

Для оценки опасности (в виде частоты возникновения и тяжести последствий аварий) переходов нефтепродуктопроводов (НПП) и принятия решений по устойчивому их функционированию трубопроводной системы необходимы адекватные модели, обеспечивающие совпадение основных свойств модели и моделируемого объекта. В связи с этим возникла задача верификации – проверки истинности (адекватности) приведенных ниже моделей на основе известных методов [1].

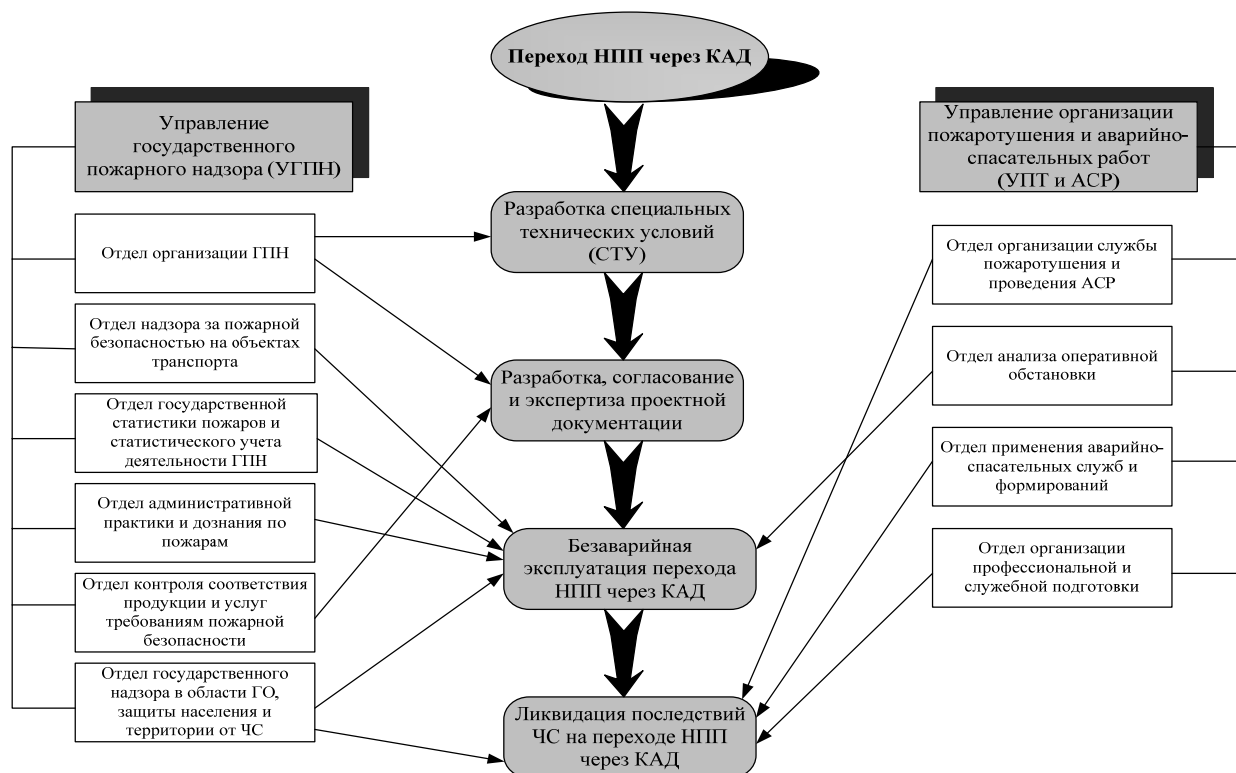


Рис. Типовая процедура ввода в эксплуатацию и эксплуатация перехода нефтепродуктопровода через кольцевую автомобильную дорогу вокруг г. Санкт-Петербурга

1 формализует условия полной безопасности в виде зависимости:

$$L \geq R_{\text{оф}} + \Delta R_{\text{оф}}, \quad (1)$$

где L – удаление живой силы и техники от источника потенциальной пожарной опасности; $R_{\text{оф}}$ – расчетный радиус поражения живой силы и техники от воздействия соответствующего опасного фактора (от источника) потенциальной пожарной опасности, принимаемый по известным расчетным зависимостям; $\Delta R_{\text{оф}}$ – методическая погрешность расчетного радиуса поражения.

2 относит переход НПП к категории пожароопасных, если содержащиеся в нем жидкости способны образовать на конце защитного кожуха трубопровода смесь горючих паров с кислородом воздуха с концентрацией выше нижнего концентрационного предела распространения пламени, размер зоны, которой в горизонтальной плоскости превышает расстояние до бровки автодороги, и создать при сгорании избыточное давление свыше 5 кПа в этом месте.

3 характеризует пожарную опасность зависимостью, образованной (по правилам метода анализа размерностей) из единичных показателей, числитель которой характеризует энергию, связанную с утечкой нефтепродукта в случае аварии, знаменатель – энергию нефтепродукта, заключенного в трубах перехода НПП, между отсекающими устройствами (здвижками):

$$\pi = \frac{Q \cdot p \cdot \tau}{G \cdot E}, \quad (2)$$

где Q – пропускная способность трубопровода, м³/с; P – рабочее давление в трубопроводе, Па; τ – длительность отключения аварийного участка трубопровода, с; G – количество нефтепродукта в трубах перехода НПП, кг; $Q_{нп}$ – низшая теплота сгорания транспортируемого нефтепродукта, Дж/кг.

4 развивает аналитические зависимости «Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» [3] по определению поражающих факторов применительно к особенностям переходов НПП.

Из анализа описания моделей следует, что абсолютно безопасным в пожарном отношении будет такой переход НПП (модель № 1), который (как источник потенциальной опасности) удален от мест возможного нахождения людей и материальных средств на расстояниях, полностью исключаящих воздействие на них опасных факторов пожара. Во всех остальных случаях (модели № 2–4) имеется опасность их поражения в период функционирования НПП.

Для выбора адекватной модели известный метод максимального правдоподобия [1] в нашем случае не применим в полном объеме из-за отсутствия возможности проведения экспериментальных исследований (ввиду их значительной масштабности, дороговизны и чрезвычайной опасности для участников эксперимента) и ограниченности статистических данных. Однако можно использовать сам принцип последовательного распознавания образов, согласно которому [2], если объект Y описывается функцией нескольких переменных

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_N), \quad (1)$$

то у него сначала измеряется x_1 и на основании этой информации решается вопрос об отнесении его к одному из образов. Когда это удастся сделать с достаточной степенью уверенности, то другие признаки не измеряются и процедура распознавания заканчивается. Если такой уверенности нет, то измеряется следующий признак x_2 и решение принимается по двум признакам x_1 и x_2 . Далее процедура либо прекращается, либо продолжается до тех пор, пока не будут исчерпаны все N признаков.

Представленные модели пожарной опасности обладают одинаковым набором признаков: массой пролитой в результате аварии жидкости и паров от ее испарения; развиваемым при этом избыточным давлением взрыва; количеством выделившегося тепла за счет сгорания массы пролитой жидкости и другими характеристиками. С учетом особенностей моделей и для удобства дальнейшего анализа, абстрактную зависимость (1) представим в следующем виде, отражающем специфику рассматриваемого вопроса:

$$Y_1 = f(m, m, m, \Delta, q, \dots) \quad (2)$$

где m – масса горючей жидкости, вытекшей из продуктопровода при аварии; m – масса горючих паров, образовавшихся из вытекшей жидкости; m – приведенная масса горючих паров, образовавшихся из вытекшей жидкости; Δ – величина избыточного давления при взрыве горючих паров, образовавшихся при аварии; q – тепловой поток от сгорания паров, образовавшихся при аварии.

В уравнении (2) все переменные зависят от величины массы горючей жидкости m , вытекшей из продуктопровода при аварии. Следовательно, с позиций принципа последовательного распознавания образов, это уравнение можно свести к одной переменной и представить в виде:

$$Y_2 = f(m)$$

Тогда вся процедура проверки адекватности моделей Y может быть сведена к проверке моделей, описывающих зависимость величины m через утечку G_L горючей жидкости из аварийного трубопровода [3]:

$$m = G_L \cdot \tau + \frac{\pi}{4} \cdot d_p^2 \cdot \left(\sum_{i=1}^n L_i \right) \cdot \rho_L, \quad (3)$$

$$G_L = \mu \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_p^2 \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_L \cdot \Delta P_R} \quad (4)$$

где τ – расчетное время (с) отключения трубопроводов, связанных с местом разгерметизации; d_p – диаметр трубопроводов, м; L_i – длина i -го участка трубопровода (между запорными устройствами на переходе НПП), м; ρ_L – плотность транспортируемой жидкости, кг/м³; μ – коэффициент истечения (можно принять среднее значение $\mu = 0,7$); ΔP_R – давление в трубопроводе в момент аварии, Па; n – число участков трубопроводов, связанных с местом разгерметизации.

Следует заметить, что уравнения (3) и (4) являются общепризнанными в гидравлике, не подлежащими сомнению, а уравнение (3) справедливо для трубопроводов, незаглубленных в землю. При заглублении трубопроводов (или наличии устройств, препятствующих выходу жидкости на поверхность земли) второе слагаемое в этом уравнении следует исключить, и оно сведется к виду:

$$m = G_L \cdot \tau \quad (5)$$

Поэтому при дальнейшем анализе правдоподобия моделей опасности переходов НПП руководствовались зависимостями (4) и (5).

Сравнение величины утечки, получаемой по уравнению (5), с имеющимися статистическими данными, проведено для реального тоннельного перехода НПП через КАД по следующим характеристикам:

$\tau = 30$ с (процессы обнаружения утечек нефтепродукта и перекрытия запорной арматуры – автоматизированы);

$d_p = 0,25$ м (произошло полное разрушение трубопровода);

$L_i = 300$ м; $\rho_L = 730$ кг/м³; $\mu = 0,7$; $\Delta P_R = 2,0 \cdot 10^5$ Па; $n = 1$.

Получено: $G_L = 587$ кг/с; $m = 17,6$ т (в объемных единицах – 24 м³).

Согласно статистике [4, 5] ожидаемые удельные аварийные потери нефти на нефтепроводах Балтийской трубопроводной системы составляют от 19 до 21 т/год/1000 км. Если следовать этим данным, то потери нефтепродуктов при возможной аварии на переходе НПП через КАД (при одной поврежденной продуктовой линии длиной 300 м) могут однократно составить порядка 6 кг.

Сравнение этих результатов показывает существенную разницу (до 3000 раз) между смоделированными результатами и статистическими данными. Смоделированные результаты представляются завышенными по ряду вполне очевидных, но неучтенных причин:

– жидкость имеет возможность выходить не только на поверхность земли, но и распространяться вдоль поверхности соприкосновения тела трубопровода и земли с не меньшей скоростью, чем вверх, что равносильно перекачке одновременно по двум направлениям, и поэтому величина утечки на поверхность земли должна быть уменьшена примерно вдвое;

– грунт в месте выхода жидкости на поверхность земли теоретически способен поглотить до половины вытекшей жидкости за счет пористости (максимально равной 50 %), что (при толщине слоя грунта в 2 м) эквивалентно 6 м^3 ;

– статистика свидетельствует, что полное раскрытие НПП диаметром 250 мм практически не бывает (происходит с частотой $1,5 \cdot 10^{-8} 1/(\text{м} \cdot \text{год})^{-1}$), преобладают утечки через отверстия диаметром до 12,5 мм с частотой в 100 раз больше [3].

По перечисленным причинам в модель аварийного пролива должны быть внесены ограничения: принимать диаметр отверстия утечки 12,5 мм; учитывать влияние пористости грунта (50 %) и возможность распространения жидкости вдоль поверхности соприкосновения тела трубопровода и земли.

Проведенные расчеты при указанных ограничениях показали, что в этом случае $G_L = 2 \text{ кг/с}$; $m = 60 \text{ кг}$. На поверхность земли выйдет около 15 кг жидкости, реально представляющей опасность для работников, населения и техники.

Приняв условно (по максимуму), что 1 кг жидкости растекается на одном квадратном метре поверхности, площадь пожара не превысит 15 м^2 . Тогда, согласно [6], требуемый расход воды на тушение пожара составит 3,0 л/с при интенсивности ее подачи $J_{\text{тр}} = 0,20 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ – для разливов нефти вокруг скважин фонтанов и горючих жидкостей, разлившихся на поверхности площадок, в траншеях и технологических лотках). Требуемый запас воды, исходя из величины нормируемого времени $\tau = 10 \text{ мин}$, составит 1800 л.

Таким образом, для тушения пожара необходима пожарная автоцистерна вместимостью не менее 1800 л и обеспечивающая расход воды не менее 3,0 л/с. Тактико-технические характеристики штатных пожарных автоцистерн превосходят необходимые параметры тушения пожара.

Изложенный материал позволяет сделать следующие выводы:

1. Рекомендуемые ограничения на истечение жидкости из поврежденного подземного трубопровода способны обеспечить адекватность модели № 4 реальному процессу.

2. Модели № 1–3 пожарной опасности переходов НПП наиболее пригодны для нового строительства в условиях достаточности отведенной площади, при этом модель № 3 – удобна для сравнительной оценки возможных вариантов, но ни одна из них не позволяет рассчитать величину пожарного риска.

3. Модель № 4 пожарной опасности переходов НПП адаптирована к действующей методике [3], позволяет рассчитать величину пожарного риска и может быть применена на всех этапах жизненного цикла перехода НПП через автодорогу.

4. Имеющиеся на вооружении пожарных частей автоцистерны способны локализовать возможные пожары на переходах НПП через автодороги.

1. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2003. 520 с.

2. Волошин Г.Я. Методы распознавания образов. [Электронный ресурс]. URL: <http://abc.vvsu.ru> (дата обращения 01.10.2009).

3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [Электронный ресурс] (введена в дейст. приказом МЧС России от 10 окт. 2009 г. № 404). Официальный сайт МЧС России: URL: <http://www.mchs.gov.ru>. (дата обращения 01.10.2009).

4. Безопасность жизнедеятельности. 2002. № 6. С.17–22.

5. Безопасность труда в промышленности. 2002. № 6. С. 2–6.

6. Повзик Я.С. Справочник руководителя тушения пожара. М.: ЗАО «Спецтехника», 2001.

• • ;
• • , ;
• • . -

Анализируется экологическая проблема почвенного покрова на объектах нефтегазового комплекса. Раскрыт ущерб, наносимый при добыче и хранении нефти и нефтепродуктов почве, животным и микроорганизмам, живущим в ней. Предложен метод для прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций при авариях и разливах нефти.

: мониторинг, тяжелые металлы, почва, экологический ущерб, микроорганизмы

APPLICATION OF X-RAY FLUORESCENCE SPECTROSCOPY FOR MONITORING OF TRACE ELEMENTS IN THE ANALYSIS OF SOIL EMERGENCIES IN OIL AND GAS FACILITIES

O.V. Poluhin; J.N. Belshina; A.F. Dementiev.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The environmental problem of a soil cover on objects of an oil and gas complex is analyzed. The damage putting at extraction and storage of oil and mineral oil on soil, animals and the microorganisms living in it is opened. The method for forecasting and liquidation of emergency situations at failures and oil floods is offered.

Key words: monitoring, heavy metals, soil, an ecological damage, microorganisms

Необходимость системы контроля содержания микроэлементов при разработке схемы мониторинга загрязнений нефтью и нефтепродуктами на объектах нефтедобычи обусловлена рядом факторов. С одной стороны, при добыче нефти используют достаточно сложные, многокомпонентные реагенты, которые могут являться потенциальными загрязнителями, кроме того примеси металлов могут попадать в окружающую среду вместе с продуктами коррозии технологического нефтедобывающего оборудования. С другой стороны, значительный вклад в загрязнение объектов окружающей среды микроэлементами, в том числе тяжелыми металлами, вносит сама нефть [1].

Важнейшим объектом экологических исследований при оценках антропогенного воздействия является почва. Она представляет собой важнейшее звено биогеохимического круговорота веществ в экосистемах, источником поступления этих веществ в растительность и по трофическим цепям в организм человека. Кроме того она аккумулирует загрязнители в течение длительного периода, и анализ их химического состава дает интегральную характеристику долговременного загрязнения – его масштабов и превращений в зависимости от видового состава почв и их способности к самоограничению. Перечень видов контроля загрязнения почв в отечественной и зарубежной литературе к постоянным характеристикам относит такой показатель, как присутствие загрязняющих веществ в сопредельных средах. Этим показателем подчеркивается роль почвы как депонирующей среды в экосистеме, характеризующаяся так называемой проточностью. Проточность геосистемы – это механизм выноса чужеродных веществ в ходе нормального функционирования. Чем большей

проточностью обладает почва, тем более вероятно распространение загрязнений в ландшафте [2].

Проводимые ранее исследования выявили некоторые закономерности загрязнения почвы различными микроэлементами, в том числе тяжелыми металлами, на объектах нефтедобычи. Формирование техногенного геохимического поля, охватывающего значительную часть месторождений, приводит к появлению аномалий с содержанием широкого круга микроэлементов. В первую очередь это связано с повышенным содержанием в нефти таких микроэлементов, как ванадий и никель. Кроме того, локальные проявления аномалий по отдельным микроэлементам обусловлены авариями, хранением отходов и влиянием второстепенных объектов. Непосредственно буровые работы приводят к формированию локальных техногенных аномалий в почвах таких элементов, как Ва, Рb, Sr, Zn. Наиболее опасным элементом является Рb, поскольку Ва и Sr геохимически инертны и совместимы с природной ландшафтно-геохимической обстановкой. Профильное распределение тяжелых металлов в почвенных горизонтах сводится к образованию регрессивно-аккумулятивного типа их распределения. Данный тип характеризуется повышенным накоплением загрязнителей в гумусовом горизонте и резким понижением их содержания в нижележащих горизонтах [1].

Для создания системы мониторинга содержания микроэлементов в почве необходима разработка метода объективной оценки мешающего влияния матрицы (солевого состава почвы) на возможность определения степени загрязнения пробы почвы. Почвообразующие породы, имеющие экологическое значение, сложенные песчаными породами различного генезиса (водно-ледниковыми и аллювиальными), недостаточно насыщены микроэлементами, что определяет их слабую природную защищенность по отношению к поступающим загрязнителям. Наиболее неблагоприятная биогеохимическая ситуация отмечается в регионах с преобладанием подзолистых почв, развитых на водно-ледниковых песчаных отложениях. В болотных почвах проявляется тенденция к увеличению в 1,5–2 раза содержания таких элементов, как Са, Mg, Со, Ni, Cu, Рb, по сравнению с водоразделами. Для некоторых элементов (например, Рb) накопление не связано с техногенезом, а происходит за счет их концентрирования болотной растительностью. Для биогенных элементов (Mn, Ва, Р, Zn и др.) этот эффект выражен более ярко. Почвы, залегающие в поймах и на низких террасах речных долин, имеют более богатый элементный состав, что обусловлено влиянием их затопления и отложением более тонкодисперсных фракций взвешенных в речных водах твердых частиц. Для тундровых зон основным фактором формирования микроэлементного состава почв является их биологическое накопление с последующим закреплением в торфяном горизонте. Важную роль играют глеевые геохимические барьеры, на которых изменяются окислительно-восстановительные условия и происходит трансформация миграционной активности химических элементов. Таежные зоны характеризуются развитием подзолистых почв с низким содержанием микроэлементов за счет обедненности минеральной основы (кварцевые пески), слабой гумификации и активного выноса веществ из элювиальных горизонтов в иллювиальные в результате процесса оподзоливания [3, 4].

Системы мониторинга могут быть материализованы лишь при условии применения определенных методов количественного анализа. В настоящее время разработано большое количество стандартных аттестованных методик, позволяющих определять содержание металлов в почвах. Перспективным методом, применяемым для определения металлов при оценке негативного воздействия объектов нефтегазового комплекса на объекты окружающей среды, является метод рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Одним из основных его преимуществ является возможность проведения исследования без предварительной пробоподготовки. Однако низкий предел обнаружения многих элементов, относящихся к тяжелым металлам, по сравнению с применяемым во многих стандартных методиках методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, требует постоянного совершенствования методик применения метода РФА, позволяющих наиболее

оптимально сочетать высокую скорость проведения анализа, точность и достоверность получаемых результатов [5].

Целью настоящей работы является изучение возможности применения метода РФА для изучения динамики изменения содержания в почве микроэлементов при нефтяном загрязнении.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы почв, предварительные исследования которых показали, что содержание в них нефтепродуктов не превышает 20 ppm, что позволяет отнести их к условно чистым. Взятые образцы почв высушивались при комнатной температуре, просеивались и загружались в кюветы для проведения элементного анализа. РФА проводили на рентгеновском спектрометре «Спектроскан МАКС-GV». Среди элементов, которые могут попадать в почву в виде загрязнений на объектах нефтегазового комплекса, к первому классу опасности относятся мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк; ко второму классу – кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром; к третьему классу – барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций. Все они входят в диапазон элементов, определяемых данным прибором.

Для получения достоверных результатов проводились не менее 10 параллельных измерений. Все исследованные образцы характеризуются содержанием таких элементов, как железо, титан, кальций, кремний, сера, хлор, калий, на некоторых спектрах проявляются линии марганца и стронция. Спектр исследуемого в данной работе образца почвы представлен на рисунке.

О содержании элементов судили по интенсивности их аналитических линий. Для серы, железа, кремния и меди значения интенсивности при проведении параллельных измерений остаются практически постоянным; и для других элементов сходимость определяемых значений при параллельных измерениях крайне низкая, что не дает возможности изучать динамику изменения их содержания при исследовании загрязнений, в том числе нефтяных.

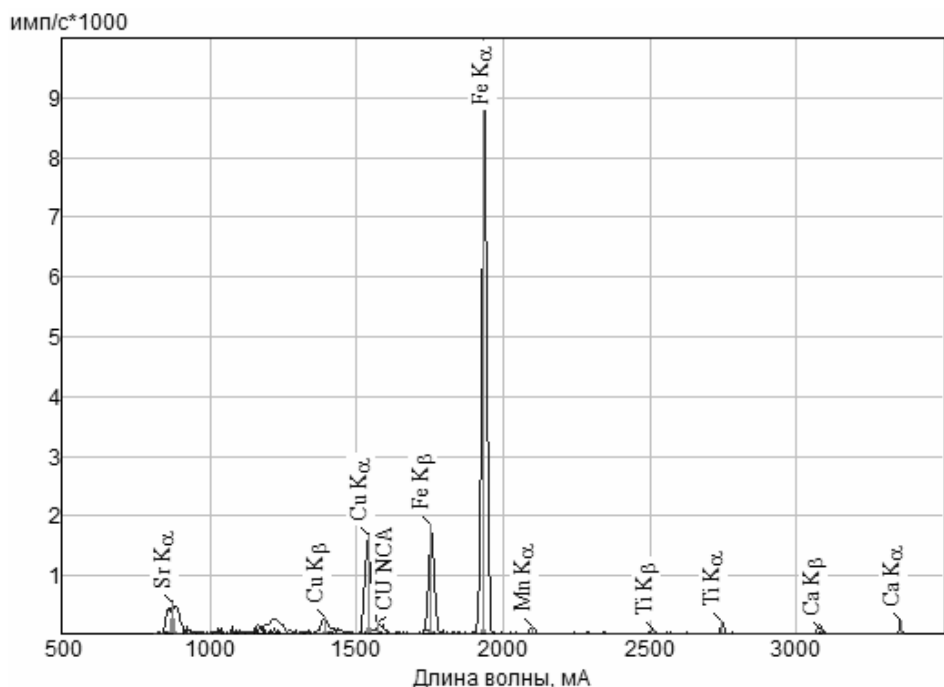


Рис.

LiF

Затем были исследованы образцы нефти с различных нефтеперерабатывающих заводов. Полученные спектры РФА показали, что нефть содержит многие элементы, обнаруживаемые в почве, главным отличием является присутствие в ней незначительного количества V и Ni. Однако при данном режиме измерения не обнаружилось на спектрах

линий тяжелых металлов, что говорит о необходимости подбора условий съемки спектров. Согласно литературным источникам среди микроэлементов, содержащихся в нефтях, наибольшая информация имеется о ванадии и никеле. Это связано с тем, что они в сравнительно больших концентрациях постоянно обнаруживаются в нефтях. Поэтому далее исследовались образцы почв искусственно загрязненные в лабораторных условиях нефтью на присутствие в них этих элементов, а также серы, которая является неотъемлемым компонентом нефти и характеризует ее природу.

Известно, что соединения серы содержатся в нефтях в широком диапазоне концентраций: от сотых долей до 8–14 %. Показатель «общая сера» включает ряд соединений серы, входящих в состав нефтепродуктов: элементную серу (обычно не более 0,1 %), сероводород (до 0,02 %), органические сульфиды и дисульфиды, тиолы и тиофены [4].

На полученных спектрах РФА загрязненной почвы наблюдается увеличение интенсивности аналитических линий серы и появляются линии ванадия и никеля. При этом наблюдается сохранение соотношения интенсивностей линий ванадия и серы, с учетом фонового содержания в исходной почве данного элемента. Это позволяет предположить эффективность применения метода РФА как для определения степени загрязнения почвы нефтью, так и для установления природы этого загрязнения.

В учебно-научном комплексе инженерно-технических экспертиз Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России в настоящее время проводится разработка системы мониторинга элементного состава почвенного слоя для наблюдения, оценки и прогноза химических загрязнений техногенного происхождения, которая позволяла бы проводить исследования экспрессно, без значительных затрат и в то же время максимально объективно.

1. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. М.: Дело, 2006. 552 с.

2. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. Справочник. М.: Протектор, 2001. 304 с.

3. Другов Ю.С., Родин А.А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство. 2-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 270 с.

4. Хант Дж. Геохимия и геология нефти и газа. М.: Мир, 1982. 704 с.

5. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 424 с.

6. Ключев Н.А. Эколого-аналитический контроль стойких органических загрязнений в окружающей среде. М.: Джеймс, 2000. 48 с.

7. Майстренко В.Н., Ключев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. 323 с.

