

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ
СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ
ВОРОНЕЖСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**V Всероссийская научно-практическая конференция
(26 октября 2011 года)**

Часть 1

Екатеринбург
2011

УДК 614.84 (063)
ББК 68.923 (2я431)

Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации: V Всероссийская научно-практическая конференция (26 октября 2011 года). – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2011. – Ч. 1. – 191 с.

ISBN 978-5-91774-020-1

Рабочая группа оргкомитета:

Францев А.А. - начальник Уральского института ГПС МЧС России,
Зенин Ю.Н. – ВРИД начальника Воронежского института ГПС МЧС России,
Орлов С.А. – зам. начальника УрИ ГПС МЧС России по научной работе,
Калач А.В. – зам. начальника ВИ ГПС МЧС России по научной работе,
Шуткин А.Н. – зам. начальника ВИ ГПС МЧС России по учебной работе,
Рудаков О.Б. – декан, заведующий кафедрой ВГАСУ,
Алексеев С.Г. - начальник ОН и РИО УрИ ГПС МЧС России,
Шимон Н.С. - начальник ОН и РИО ВИ ГПС МЧС России,
Барбин Н.М. - заведующий кафедрой УрИ ГПС МЧС России,
Бруева М.И. – начальник отделения ОН и РИО УрИ ГПС МЧС России,
Гапоненко Л.Б. – начальник отделения ОН и РИО УрИ ГПС МЧС России,
Попов А.В. – научный сотрудник ОН и РИО УрИ ГПС МЧС России,
Соколова Л.М. – научный сотрудник ОН и РИО УрИ ГПС МЧС России,
Никитская Л.М. – научный сотрудник ОН и РИО ВИ ГПС МЧС России,
Животинская Л.О. – редактор ОН и РИО УрИ ГПС МЧС России,
Семейко Е.А. – редактор ОН и РИО ВИ ГПС МЧС России,
Дьякова Ю.М. – корректор ОН и РИО ВИ ГПС МЧС России

В сборник включены материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации», состоявшейся 26 октября 2011 года, на базе Уральского и Воронежского институтов ГПС МЧС России.

Сборник предназначен для научных работников, аспирантов, студентов, курсантов, практических работников и специалистов по безопасности.

© Уральский институт ГПС МЧС России, 2011

© Воронежский институт ГПС МЧС России, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Авдоткин В.П., Авдоткина Ю.С., Артюхин В.В., Бенин А.И., Коссой А.А., Радецкий А.В., Громенко М.И. Автоматизированная система научных исследований термической безопасности химических процессов	7
Алексеев К.С., Барбин Н.М., Алексеев С.Г., Шимон Н.В. Пожарная опасность дейтерированных спиртов	11
Алексеев С.Г., Авдеев А.С., Барбин Н.М., Тимашев С.А., Гурьев Е.С. Методы оценки взрывопожароопасности ТВС (сравнительный анализ)	13
Алексеев С.Г., Авдеев А.С., Барбин Н.М., Тимашев С.А., Гурьев Е.С. ГОСТ Р 12.3.047-98 в оценке взрывоопасности ТВС на примере авиакеросина	17
Алфимов А.Г., Попов В.В. Применение методов нечеткой логики при управлении метеозависимыми авиационными подразделениями МЧС	21
Андронников В.В., Савченко П.Д., Кулиш В.В., Лесников Е.Н. Исследование возникновения сильного ветра в холодное время года по станции Воронеж	24
Антипьев В.Н., Скаков И.А., Дефлаграционное горение топливно-воздушной смеси в открытом пространстве	27
Ахмадиев Г.М. Методологические аспекты оценки и прогнозирования развития России	30
Байда С.Е. Методы прогнозирования каскадных и зацепляющихся природно-техногенных и гуманитарных катастроф	34
Беззапонная О.В. Зависимость чувствительности взрывчатых веществ от их химического состава	38
Бекмуханов Е.Е., Шархун С.В. Особенности расчета пределов огнестойкости металлических конструкций	40
Беспалов С.В., Зеленко Д.Г. Исследование влияния погодных факторов на площадную горимость территорий при природных пожарах	44

Большагин А.Ю. Модель для определения характера течения нефтепродуктов после выхода в водную среду при разгерметизации подводного нефтепровода	48
Борисов Н.И., Мазник И.И., Праотцев К.Ю. Математическая модель видимости в задымленном приземном слое атмосферы	52
Будченко Л.И., Круссер И.В. Способ прогноза траектории перемещения барических образований при обеспечении полетов авиации МЧС России	56
Быков А.А., Якушев В.С., Драбо А.И., Пигарев А.Е. Прогноз наличия конвективной облачности	59
Вильчковский А.И., Андреев С.Н. Автоматизация расчета среднего ветра при прогнозировании последствий аварий и катастроф	62
Гайнуллина Е.В., Кректунов А.А. Исследование возможности повышения устойчивости пен, применяемых для борьбы с лесными пожарами	66
Гедзенко Д.В., Манжосов В.С. Модификация метода прогноза грозового положения для предупреждения возникновения пожарной обстановки	70
Герасимов С.М., Минеев Г.В. Особенности аксонометрических проекций	73
Грибенко Д.С., Сатюков Р.С., Штеба Т.В. Исследование процессов формирования волн давления при сгорании газо-паровоздушных смесей в открытом пространстве	75
Гуменюк А. Ю., Сахаров А. А., Андреев С. Н. Решение задач распознавания очагов пожаров на основе нейросетевых методов обработки спутниковых данных	78
Дашков Д.И., Марковской А.А., Топоров А.В. Разработка комбинированного магнитожидкостного уплотнения	82
Добрынина Н.Ю. Использование результатов научно-исследовательских работ курсантов при изучении общепрофессиональных дисциплин	85
Добрынина Т.В. Обеспечение биологической безопасности населения	87
Дорофеев В.В., Рыбалкин А.И., Степанов А.В., Суховольская В.В. Методические основы применения радиолокационных станций для оценки возможных чрезвычайных ситуаций природного происхождения	91

Дорофеев В.В., Рыбалкин А.И., Степанов А.В., Суховольская В.В.	
Методические основы оценки возможности возникновения природных пожаров	95
Дульцев С.Н., Истомина А.М.	
Внедрение системы автоматизированного проектирования с целью повышения качества инженерной подготовки в специальном вузе	98
Исмаилов Р.И., Усманов М.Х. Атабаев Ш., Курбанбаев Ш., Литяга А.В., Муллаянов Ш.Р.	
Влияние антипирена на огнезащитные характеристики текстильных материалов	101
Кайбичев И.А.	
Аналоги индекса Доу-Джонса в статистике пожаров	104
Кедяров С.Н., Штеба Т.В.	
Разработка инженерно-технических мероприятий по совершенствованию противопожарной защиты традиционной автозаправочной станции г. Алатырь	110
Кирнос С.Л., Бадмацыренова С.В., Валуйский В.Е.	
Способ прогноза низкой облачности с использованием дискриминантного анализа	112
Климова Е.В., Рыбка О.А.	
Макросистемное моделирование устойчивости откосов карьеров	116
Ковалёв В.И., Атрошенко А.И., Бондаренко А.Ю.	
Методика обнаружения очагов лесных пожаров в темное время суток с применением авиации	120
Ковалёв В.И., Атрошенко А.И., Юрина А.Ю.	
Особенности применения специальных приборов для поиска пострадавших при ликвидации чрезвычайных происшествий	124
Кожевникова Н.С., Урицкая А.А., Пазникова С.Н.	
Исследование применения аминокислот в качестве флокулянта для удаления Cd(II) из водных растворов	128
Кононенко Е.В., Воробьева Е.П.	
Компетентностный подход и формирование рискологических представлений в рамках изучения дисциплины «метрология, стандартизация и сертификация»	132
Кружков А.П.	
Социально-философский аспект изучения феномена безопасности	135
Кузмичева К.А., Шонов К.Л., Акулов А.Е., Киселев В.В.	
Возможности повышения надежности и срока службы пожарной техники за счет применения металлоплакирующих присадок	140
Лопанов А.Н.	
Феноменологическая модель взрывных и детонационных процессов по теории переходного состояния	144

Михайлов В.В., Кириносков С.Л., Селиванов В.О. Способ прогноза высоты нижней границы облаков при обеспечении полетов авиации МЧС России	148
Мищенко М.Е., Круссер И.В. Построение прогностических моделей видимости в целях повышения качества метеобеспечения авиации МЧС	151
Музыка П.С., Вох Е.П. Пересечение поверхностей и их применение	154
Неижмак А.Н., Коротаев А.А. Методы оценки успешности прогностических алгоритмов	157
Неижмак А.Н., Навозников С.С. Анализ распределения гидрометеорологических рисков на европейской территории России	161
Ножкин В.С., Якушев В.С., Драбо А.И., Пигарев А.Е. Учет погодных условий в задаче ликвидации последствий пожароопасных ситуаций	165
Носатова Е.А., Носатов В.В. Инфракрасная диагностика электрооборудования как способ повышения пожарной безопасности	169
Останина Т.Н., Урицкая А.А., Никитина И.А., Кнауб Т.С. Нанесение экранирующих покрытий для защиты человека, приборов и окружающей среды от электромагнитных излучений	171
Петросян Я.В., Касаткин Д.В. Возможности использования пакетов анализа для обработки пространственно-распределённых данных	175
Петросян Я.В., Павлов М.А., Середняк П.А. Технические аспекты согласования наблюдений при анализе природных и техногенных рисков	179
Пивоваров А.С., Кузнецов И.Е., Горбачев В.Д., Билетов М.В. Мониторинг опасных явлений погоды конвективного происхожде- ния метеорологическими радиолокационными станциями	183
Половов Б.Д., Корнилков М.В., Волков М.Н., Канков Е.В., Михайлов Д.И. Новые подходы к обеспечению геомеханической безопасности	187

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Авдотыин В.П.,¹ начальник отдела, к.т.н., доцент
Авдотыина Ю.С.,^{2,3} старший инспектор, аспирант
Артюхин В.В.,¹ ведущий научный сотрудник, к.э.н., доцент
Бенин А.И.,⁴ начальник отдела, д.т.н. профессор
Коссой А.А.⁵ заместитель начальника отдела, к.т.н. доцент
Радецкий А.В.,¹ с.н.с.
Громенко М.И.,¹ м.н.с.

¹ ФГБУ ВНИИ ГО и ЧС МЧС России (Федеральный Центр науки и высоких технологий), Москва, РФ

² Правовое Управление МЧС России, Москва, РФ

³ Российская академия государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, РФ

⁴ ФГУП Российский научный центр «Прикладная химия», Санкт-Петербург, РФ

⁵ ЗАО «Химинформ», Санкт-Петербург, РФ

Протекание экзотермических реакций при производстве химических продуктов и в реакционноспособных химических веществах является одним из основных видов опасности при производстве и обращении продуктов. К таким продуктам относятся, в частности, органические перекиси, нитрат аммония и удобрения на его основе, взрывчатые вещества, компоненты ракетных топлив. Неправильный выбор условий производства и применения продуктов или отклонение от безопасных условий в аварийных ситуациях могут приводить к возникновению теплового взрыва с тяжелыми последствиями.

Химическая реакционная опасность – это опасность, связанная с возможностью развития в реакционноспособной системе неконтролируемых химических реакций, протекание которых может прямо или косвенно привести к серьезному ущербу для человека, собственности или окружающей среды. В данном контексте под **реакционноспособной системой** понимается химическое вещество или смесь веществ, способных к химическим превращениям. Принципиально важно, что реакционная опасность – это **комбинация** реакционных свойств реагирующей системы и физических условий, которая обладает потенциалом для выделения тепла и газообразных продуктов, способных нанести тот или иной ущерб. При этом под физическими условиями понимаются условия производства химических веществ, их транспортировки, хранения и использования.

Анализ термической опасности требуется во всех случаях, когда в химической системе выявлена возможность протекания химических реак-

ций с выделением тепла или газа. Такой анализ предполагает всестороннюю оценку риска аварий, обусловленных возможностью развития теплового взрыва и связанных с этим угроз, анализ достаточности принятых мер по предупреждению аварии, по локализации и ликвидации последствий аварии.

Одна и та же система может быть опасной или безопасной в зависимости от конкретных условий. Современный подход к проблеме химической безопасности требует определения химической реакционной опасности не только исходя из учета внутренних химических свойств системы, но и специфических условий процесса.

Можно выделить три основных ситуации, в которых необходимо проводить анализ термических опасностей:

- Обращение химических продуктов - хранение, транспортировка и использование, т.е. операции, при которых нет объединения различных материалов и целевого химического взаимодействия.
- Физические процессы переработки при отсутствии целевого химического взаимодействия (смешивание веществ без химического взаимодействия, измельчение, сушка, дистилляция и т.д.).
- Целевые реакционные процессы (процессы целевых химических технологий).

Первой стадией анализа является **идентификация термической опасности** – процесс выявления факта существования потенциальной опасности возникновения и развития теплового взрыва в результате протекания реакций термического разложения вещества (или смеси веществ) или иных химических реакций, сопровождающихся тепловыделением.

Вторая стадия анализа выполняется в том случае, когда первичная идентификация выявила наличие потенциальной термической опасности. Она заключается в подробном количественном исследовании опасностей с последующим выбором мер, обеспечивающих термическую безопасность в нормальных условиях и предотвращающих или уменьшающих тяжесть последствий в аварийных ситуациях. Стратегия таких исследований и применяемые методы зависят от идентифицированного класса опасности и специфических особенностей химического продукта или системы.

В последние годы интенсивно развивается подход к анализу термической опасности, основанный на применении методов математического моделирования и обеспечивающий принципиальное решение проблемы масштабирования. За рубежом он активно развивается в таких исследовательских центрах и компаниях, как Lawrence Livermore National Laboratory (США), Fraunhofer Institute for Chemical Technology (Германия), и ряде других. В России указанный подход начал интенсивно развиваться в 70-е годы А.Г. Мержановым и его школой, и к середине 80-х годов были достигнуты фундаментальные результаты, в значительной мере определившие успешное проникновение численных методов теории теплового взрыва в

зарубежную исследовательскую практику. С начала 90-х годов в ФГУП «РНЦ «Прикладная химия» начала создаваться первая не только в России, но и в мировой практике автоматизированная система научных исследований термической безопасности химических процессов, основанная на последовательном применении методов математического моделирования. Данный подход основан на трехступенчатой схеме исследования термических опасностей:

1. Экспериментальное исследование закономерностей экзотермических реакций, протекающих в системе, для этой цели применяются различные калориметрические и иные методы.
2. Построение математической модели реакции – кинетической модели.
3. Интеграция кинетической модели в физическую модель объекта и численное моделирование поведения объекта в различных условиях.

Эффективность применения математического моделирования для оценки термической опасности определяется тем, что с его помощью возможен количественный анализ различных сценариев аварий, анализ динамики развития аварий и их последствий, поиск оптимальных безопасных технологических режимов и т.д.

Все зарубежные научные центры и лаборатории химических компаний, работающие в области термической безопасности, полностью оснащены необходимым современным экспериментальным оборудованием. Типичный набор приборов, применяемых для таких исследований, включает ДСК (производства фирм Setaram, Mettler, NETZSCH), адиабатические калориметры (ARC, VSP, DEWAR) и высокочувствительные изотермические калориметры теплового потока (обычно Thermal Activity Monitor фирмы Thermometric Inc.). В России надлежащая приборная база практически отсутствует – большинство имеющихся в лабораториях приборов устарело, адиабатические калориметры и высокочувствительные изотермические калориметры отсутствуют. Только лаборатория термической безопасности РНЦ «Прикладная химия» имеет в своем распоряжении единственный в России адиабатический калориметр ARC.

Программное обеспечение. Для реализации трехступенчатой схемы, лежащей в основе методов математического моделирования, необходимы три вида программного обеспечения:

1. Программы для сбора и обработки экспериментальных данных. Как правило, для этой цели используются инструментальные программы, предоставляемые фирмами-изготовителями приборов.
2. Программы для создания кинетических моделей реакций. За рубежом существует несколько коммерческих программ, позволяющих решать указанную задачу. Примерами являются Thermal kinetics фирмы NETZSCH и Thermokinetics фирмы AKTS [1]. РНЦ «Прикладная химия» совместно с ЗАО «Химинформ» разработали отечественный комплекс программ ForK и

DesK [2,3], который значительно превосходит по своим техническим характеристикам известные зарубежные аналоги.

3. Программы для моделирования теплового взрыва. Примерами зарубежных коммерческих программ являются Thermal simulation фирмы NETZSCH и Thermal safety фирмы AKTS. Весьма совершенные программы Chem-TOPAZ и ALE3D для моделирования теплового взрыва были разработаны и применяются исследовательским центром Lawrence Livermore National Laboratory. РНЦ «Прикладная химия» совместно с ЗАО «Химинформ» разработали отечественный комплекс программ ThermEx и ConvEx [4], который также значительно превосходит по своим техническим характеристикам большинство известных зарубежных аналогов.

Наиболее современным и перспективным подходом к анализу термических опасностей является последовательное применение методов математического моделирования. Этот подход предъявляет чрезвычайно высокие требования к адекватности математических моделей и численных алгоритмов, применяемых для расчетов.

Для практического применения методологии должна быть обеспечена соответствующая нормативно-методическая база. Необходима разработка современных отраслевых и государственных стандартов на методы испытаний, подготовка и публикация методических рекомендаций и руководств по проведению исследований в области термической безопасности. Проведение исследований, направленных на обеспечение термической безопасности химических продуктов и процессов, может успешно выполняться только высококвалифицированными специалистами. В связи с этим важной задачей является разработка и интеграция в учебный процесс специализированных курсов и лабораторных практикумов по данной тематике, а также публикация соответствующих учебных пособий.

Литература

1. AKTS Thermokinetics and Thermal Safety software // AKTS. – Mode of Access: URL: <http://www.akts.com/>.
2. Kossoy A., Benin A. Developments in the Field of Methodology and Software for Thermal Hazards Assessment // Proc. 21st Meeting of DIERS Users Group of the AIChE. 1997.
3. Kossoy A., Akhmetshin Yu. Identification of kinetic models for the assessment of reaction hazards // Process Safety Progress. – 2007. – Vol. 26, № 3. – P. 209-220.
4. Misharev P., Kossoy A., and Benin A. Methodology and software for numerical simulation of thermal explosion // Process Safety and Environment Protection. Trans IChemE. – 1996. – Vol. 74, part B, № 2.

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ДЕЙТЕРИРОВАННЫХ СПИРТОВ

Алексеев К.С.,¹ студент

Барбин Н.М.,² заведующий кафедрой, д.т.н., к.х.н.

Алексеев С.Г.,² начальник отдела, к.х.н., доцент, чл.-корр. ВАН КБ

Шимон Н.В.,³ начальник отделения, к.т.н.

¹ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, РФ

² Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

³ Воронежский институт ГПС МЧС России, Воронеж, РФ

Дейтерированные растворители широко используются в ЯМР-спектроскопии. При этом информация об их пожарной опасности весьма ограничена. Ранее было установлено, что замена атомов водорода на дейтерий в диметиловом и диэтиловом эфирах не оказывает влияние на физико-химические свойства и температуры вспышки дейтерированных налогов [1].

Для изучения возможного влияния замены водорода на дейтерий в ряду алифатических спиртов нами на основе базы данных университета Акрон (Akron) [2] составлена таблица. Как видно из таблицы переход к дейтерированным спиртам практически не сказывается на изменении температур плавления и кипения, критических параметров, температур вспышки и самовоспламенения и НКПВ и находится в пределах экспериментальной ошибки определения этих показателей. Данный переход вызывает лишь небольшое увеличение плотности дейтерированных растворителей. Незначительные различия наблюдаются и для коэффициента рефракции (преломления).

Таким образом, можно сделать вывод, что физико-химические и пожаровзрывоопасные показатели дейтерированных спиртов могут быть предсказаны по свойствам их водородных аналогов.

Литература

1. Алексеев С.Г., Барбин Н.М., Алексеев К.С., Орлов С.А. Связь показателей пожарной опасности с химическим строением. IV. Простые эфиры // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20, № 9. – С. 9-16.
2. База данных университета Akron. URL: <http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/> (дата обращения 5.10.-10.10.2011).
3. Сайт компании Sigma-Aldrich. URL: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog> (дата обращения 10.10.2011).

Таблица Свойства спиртов [2].

Спирт	n_D	$t_{пл}, ^\circ C$	$t_{кип}, ^\circ C$	$t_{к}, ^\circ C$	$P_{к}, атм.$	$D, г/мл$	$H_{пар}, кДж/моль$	$t_{всп}, ^\circ C$	$t_{свс}, ^\circ C$	НКПВ, %	ВКПВ, %
MeOH	1,3307	-98	64,6	240	78,5	0,7918	39,2	11	455	6,0	36
MeOH-(d ₁)	1,3270	-98	64,5	–	–	0,81	39,1	11	455	–	–
MeOH-(d ₄)	–	-99	65,3	–	–	0,888	–	12	455	5,5	31
EtOH	1,3629	-117	78,3	243	63	0,7895	42,6	17*	363	3,3	19
EtOH-(d ₁)	1,3623	-114,5	78	–	–	0,826	–	12	425	3,5	15
i-PrOH	–	-89	82	235	47,0	0,786	28,3	12	399	2,0	12,7
i-PrOH-(d ₁)	–	-89,5	82	–	–	0,798	–	12	425	2	12,7
i-PrOH-(d ₈)	–	-89,5	82	–	–	0,89	–	12	425	2	12,7
BuOH	1,3993	-89	117,6	290	43,6	0,812	46,4	34	340	1,4	11,3
BuOH-(d ₁)	1,3991	-89	118	289	–	–	–	34	340	1,4	11,3
BuOH-(d ₁₀)	–	-89	116- 118	–	–	0,92	–	34	340	1,4	11,3

* По данным фирмы Sigma-Aldrich температура вспышки этанола составляет 14 °C [3].

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТИ ТВС (СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ)

Алексеев С.Г.,¹ начальник отдела, к.х.н., доцент, чл.-корр. ВАН КБ

Авдеев А.С.,² начальник сектора

Барбин Н.М.,¹ заведующий кафедрой, д.т.н., к.х.н.

Тимашев С.А.,³ директор НИЦ, д.т.н., профессор

Гурьев Е.С.,³ зам. директора НИЦ, к.т.н., доцент

¹Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

²ГУ судебно-экспертное учреждение ФПС «Испытательная пожарная лаборатория по Пермскому краю», начальник сектора, Пермь, РФ

³Научно-инженерный центр «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, г. Екатеринбург, РФ

Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия РБ Г-05-039-96, разработано авторским коллективом представителей Научно-технического центра по ядерной и радиационной безопасности Госатомнадзора России, Всероссийского проектного и научно-исследовательского института комплексной энергетической технологии, Московского государственного строительного университета, воинской части № 70170 Министерства обороны России и утверждено Постановлением Госатомнадзора России от 31.12.1996 года № 100 [1]. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей РД 03-409-01 создана сотрудниками научно-технического центра по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России и института химической физики РАН и утверждена Постановлением Госгортехнадзора России от 26 июня 2001 г. № 25 [2]. ГОСТ Р 12.3.047-98 и Свод правил СП 12.13130.2009 подготовлены сотрудниками ВНИИПО МЧС России [3, 4].¹

В данной работе предлагается сравнительный анализ проведенных расчетов по оценке теоретической аварийной ситуации, при которой предполагается, что из системы хранения или транспортировки при температуре окружающей среды равной 35 °С и нормальном атмосферном давлении происходит разлитие авиакеросина марки РТ в количестве 25 м³, и который сконцентрировался в яме с площадью зеркала жидкости 100 м² [5,6]. Свойства авиакеросина приведены в таблице 1.

В таблице 2 представлены основные результаты анализа взрывоопасности авиакеросина. Как видно из таблицы 2 в РБ Г-05-039-96, РД 03-409-01, ГОСТ Р 12.3.047-98 и СП 12.13130.2009 заложены различные подходы

¹ Правила применения сводов правил утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации «О порядке разработки и утверждения сводов правил» от 19 ноября 2008 г. № 858.

к формированию облака топливо-воздушной смеси (далее ТВС). В результате чего масса паров керосина в облаке ТВС может различаться более чем в 20 раз, что, безусловно, отражается на результатах расчетов.

Таблица 1. Свойства авиакеросина РТ.

Показатель	Значение	Показатель	Значение
Плотность при 20 °С, кг/м ³	779	Температура отгона 98 %, °С	205
Брутто-формула	C _{10,95} H _{19,80}	Плотность при 35 °С, кг/м ³	769
НКПВ, % (об.)	0,7	Молекулярная масса, кг/кмоль	151,2
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	42,9	Стехиометрическая концентрация (C _{стх}), % (об.)	1,3
Температура начала перегонки, °С	146	Температура отгона 10 %, °С	164
Температура отгона 50 %, °С	177	Температура отгона 90 %, °С	191

Для нашей расчетной аварийной ситуации по РБ Г-05-039-96 предполагается два режима взрыва (вспышки) ТВС – детонация и дефлаграция. В то время, как по РД 03-409-01, ГОСТ Р 12.3.047-98 и СП 12.13130.2009 режим детонации исключается. При этом РД 03-409-01 в зависимости от характера окружающей местности предлагается 4 варианта дефлаграционной вспышки паров керосина, а ГОСТ Р 12.3.047-98 и СП 12.13130.2009 один вариант.

Все методики характеризуются «мертвой зоной», т.е. областью, в которой они не работают, однако в самих методиках этот момент упущен.

Результаты расчета радиусов зон разрушений и повреждений по данным методам плохо согласуются между собой (см. табл. 2).

ГОСТ Р 12.3.047-98 и СП 12.13130.2009 в отличие от РБ Г-05-039-96, РД 03-409-01 имеется возможность определять интенсивность теплового излучения (q). Результаты расчета q в зависимости от расстояния представлены в таблице 3.

В ГОСТ Р 12.3.047-98, СП 12.13130.2009 и РД 03-409-01 заложены пробит-функции для определения вероятностей повреждений (поражений) от воздействия вспышки (взрыва) облака ТВС, однако полученные результаты вероятностей плохо согласуются с результатами расчета избыточного давления и интенсивности теплового излучения.

Полученные результаты ставят на повестку дня необходимость рассмотрения других методов расчета взрывоопасности ТВС и проведения натурных испытаний.

Таблица 2. Данные сравнительного анализа.

Параметр или характеристика	РБ Г-05-039-96	РД 03-409-01	СП 12.13130.2009 (ГОСТ Р 12.3.047-98)
Форма и размеры облака паров ТВС	полусфера $r = 18$ м, $V = 12356,3$ м ³	не задается	горизонт. радиус $r = 23,4$ м, уточн. $r = 12,88$ м, $V = 990,4$ м ³ (цилиндр, $r = 28,65$ м, $h = 0,384$ м, $V = 989,7$ м ³)
Масса паров в облаке ТВС, кг	961,25	435,44	41,4 (41,4)
Концентрация керосина в облаке ТВС	$C_{стх}$	НКПВ	НКПВ (НКПВ)
Режимы вспышки (взрыва) облака ТВС	детонация, дефлаграция	один из четырех режимов дефлаграции (№ 3–6)	дефлаграция (дефлаграция)
«Мертвая зона» для расчетов, м	< 23 (детонация) < 40,6 (дефлаграция)	< 24,4	< 12,88 (< 12,88)
Радиус категории разрушений и повреждений, м			
A	50 (детонация) нет (дефлаграция)	37 (режим № 3) нет (режимы № 4-6)	8,98? (8,98?)
B	62 (детонация) нет (дефлаграция)	63 (режим № 3) нет (режимы № 4-6)	50 %-ное разрушение зданий при $\Delta P = 53$ кПа – 12,60? (12,60?)
C	109 (детонация) 95 (дефлаграция)	183 (режим № 3) 73 (режим № 4) нет (режимы № 5-6)	18,4 (18,4)
D	174 (детонация) 205 (дефлаграция)	380 (режим № 3) 161 (режим № 4) 45 (режим № 5) нет (режим № 6)	29,3 (29,3)
Оценка поражений от теплового излучения	нет	нет	да (да)

Примечания.

A – Полное разрушение здания, смертельное поражение человека, $\Delta P \geq 100$ кПа; **B** – Тяжелые повреждения, здание подлежит сносу, $\Delta P = 70$ кПа; **C** – Средние повреждения, возможно восстановление здания, $\Delta P = 28$ кПа; **D** – Разрушение оконных проемов, легкобрасываемых конструкций, $\Delta P = 14$ кПа; режим № 3 – дефлаграция, скорость фронта пламени 300 м/с; режим № 4 – дефлаграция, скорость фронта пламени 200 м/с; режим № 5 – дефлаграция, скорость фронта пламени 118,4 м/с; режим № 6 – дефлаграция, скорость фронта пламени 71,6 м/с.

Таблица 3. Расчетные данные интенсивности теплового излучения.

r , м	q , кВт/м ²	r , м	q , кВт/м ²
6	22,02	35	0,11
7	13,12	40	0,07
8	9,09	45	0,05
9	6,62	50	0,04
10	4,95	55	0,03
10,78	4,00	60	0,02
15	1,50	65	0,02
20	0,62	70	0,01
25	0,31	75	0,01
30	0,18	100	0,00

Литература

4. РБ Г-05-039-96. Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия (утв. Постановлением Госатомнадзора России от 31.12.1996 г. № 100; введ. в действие 01.08.1997 г.).
5. РД 03-409-01. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (утв. и введ. в действие Постановлением Госгортехнадзора РФ от 26.06.2001 г. № 25).
6. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (в ред. изм. № 1, утв. приказом МЧС России от 09.12.2010 № 643).
7. Алексеев С.Г., Авдеев А.С., Барбин Н.М., Тимашев С.А., Гурьев Е.С. Методы оценки взрывопожоопасности топливновоздушных смесей на примере керосина марки РТ. I. РБ Г-05-039-96 // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19, № 5. – С. 37-47.
8. Алексеев С.Г., Авдеев А.С., Барбин Н.М., Тимашев С.А., Гурьев Е.С. Методы оценки взрывопожоопасности топливновоздушных смесей на примере керосина марки РТ. II. РД 03-409-01 // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20, № 1. – С. 21-27.

ГОСТ Р 12.3.047-98 В ОЦЕНКЕ ВЗРЫВООПАСНОСТИ ТВС НА ПРИМЕРЕ АВИАКЕРОСИНА

Алексеев С.Г.,¹ начальник отдела, к.х.н., доцент, чл.-корр. ВАН КБ

Авдеев А.С.,² начальник сектора

Барбин Н.М.,¹ заведующий кафедрой, д.т.н., к.х.н.

Тимашев С.А.,³ директор НИЦ, д.т.н., профессор

Гурьев Е.С.,³ зам. директора НИЦ, к.т.н., доцент

¹Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

²ГУ судебно-экспертное учреждение ФПС «Испытательная пожарная лаборатория по Пермскому краю», начальник сектора, Пермь, РФ

³Научно-инженерный центр «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, г. Екатеринбург, РФ

В рамках начатой нами работы по анализу возможностей существующих методик оценок последствий аварийных взрывов ТВС [1,2] представляем исследование возможностей ГОСТ Р 12.3.047-98 (далее ГОСТ) [3] на примере аварийной ситуации разлива авиакеросина марки РТ. В принципе сфера применения данного стандарта допускает возможность рассмотрения нашей гипотетической аварийной ситуации, связанной с разлитием керосина [1,2].

По формулам (1) и (2) определены зависимости избыточного давления (ΔP) и импульса волны давления (i), развиваемые при сгорании ТВС, от расстояния геометрического центра топливоздушного облака (r).

$$\Delta P = P_0 \left(\frac{0,8m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{r^3} \right) \quad (1)$$

$$i = \frac{123m_{\text{пр}}^{0,66}}{r} \quad (2)$$

Установлено, что уравнение (1) в радиусе 3 метров от геометрического центра облака ТВС дает аномальные значения избыточного давления взрыва (вспышки) более 1 МПа (см. табл. 1). Известно, что для углеводородно-воздушных смесей в помещении оно не превышает 0,6–0,8 МПа [4]. С помощью дополнительной проверки найдена «мертвая зона» для уравнений (1) и (2), которая лежит при $r < 12,88$ м для нашей задачи.

На основании классификация разрушений под действием избыточного давления, приведенной в национальном стандарте [3] сделан прогноз последствий взрыва (вспышки) ТВС для нашей задачи (см. табл. 2).

Рассчитаны интенсивности теплового излучения (q) в зависимости от расстояния от геометрического центра зеркала керосина и сделан прогноз по опасности данного фактора пожара (см. табл. 3 и 4).

Таблица 1. – Избыточное давление и импульс волны давления взрыва ТВС в зависимости от расстояния.

r , м	ΔP , кПа	i , Па×с	r , м	ΔP , кПа	i , Па×с	r , м	ΔP , кПа	i , Па×с
1	23535,6	1387,4	17	31,8	81,6	85	3,7	16,3
2	3470,9	693,7	18	29,0	77,1	90	3,5	15,4
3	1205,3	462,5	19	26,6	73,0	100	3,1	13,9
4	591,6	346,9	20	24,6	69,4	105	2,9	13,2
5	349,8	277,5	23,4	19,4	59,3	110	2,8	12,6
6	232,0	231,2	25	17,6	55,5	115	2,6	12,1
7	166,4	198,2	30	13,6	46,2	120	2,5	11,6
8	126,1	173,4	35	11,0	39,6	125	2,4	11,1
9	99,6	154,2	40	9,2	34,7	130	2,3	10,7
10	81,2	138,7	45	7,9	30,8	135	2,2	10,3
11	67,8	126,1	50	7,0	27,7	140	2,1	9,9
12	57,8	115,6	55	6,2	25,2	145	2,0	9,6
12,88	51,0	107,7	60	5,6	23,1	150	2,0	9,2
13	50,1	106,7	65	5,1	21,3	151	2,0	9,2
14	44,1	99,1	70	4,6	19,8	152	1,9	9,1
15	39,2	92,5	75	4,3	18,5	155	1,9	9,0
16	35,2	86,7	80	4,0	17,3	160	1,8	8,7

Примечание. Зачеркнутые значения попадают в «мертвую зону» уравнения (1).

Таблица 2. – Радиусы поражения от избыточного давления при сгорании ТВС.

Степень поражения	Избыточное давление, кПа	Радиус, м
Полное разрушение зданий	100	8,98?
50 %-ное разрушение зданий	53	12,60?
Средние повреждения зданий	28	18,43
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.)	12	32,92
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	66,17
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	103,77

Примечание.

Знаком «?» обозначены значения лежащие в мертвой зоне уравнения (1).

Таблица 3. – Расчетные данные интенсивности теплового излучения.

r , м	q , кВт/м ²	r , м	q , кВт/м ²	r , м	q , кВт/м ²
6	22,02	20	0,62	55	0,03
7	13,12	30	0,18	60	0,02
8	9,09	25	0,31	65	0,02
9	6,62	35	0,11	70	0,01
10	4,95	40	0,07	75	0,01
10,78	4,00	45	0,05	100	0,00
15	1,50	50	0,04		

Таблица 4. – Радиусы поражения от теплового излучения пожара ТВС.

Степень поражения	Интенсивность теплового излучения, кВт/м ²	Радиус, м
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4	15,34
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	10,60
Непереносимая боль через 20—30 с Ожог 1-й степени через 15—20 с Ожог 2-й степени через 30—40 с Воспламенение хлопка-волокна через 15 мин	7,0	8,81
Непереносимая боль через 3—5 с Ожог 1-й степени через 6—8 с Ожог 2-й степени через 12—16 с	10,5	7,58
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12 %) при длительности облучения 15 мин	12,9	7,04
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганой поверхности; воспламенение фанеры	17,0	6,43

Показано, что комбинация уравнение (3) и (4) не отражают реальных размеров облака ТВС с концентрацией паров равной НКПВ.

$$X_{\text{НКПВ}} = Y_{\text{НКПВ}} = 3,2\sqrt{K} \left(\frac{p_n}{C_H} \right)^{0,8} \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot p_n} \right)^{0,33} \quad (3)$$

$$Z_{\text{НКПВ}} = 0,12\sqrt{K} \left(\frac{p_n}{C_H} \right)^{0,8} \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot p_n} \right)^{0,33} \quad (4)$$

где m_n - масса паров керосина, поступившего в открытое пространство при аварийной ситуации за 3600 с, кг; K – коэффициент, $K = 3600/3600 = 1$; ρ_n – плотность паров керосина при 35 °С,

$$\rho_n = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367t_p)} = 5,9912 \text{ кг/м}^3, V_0 = 22,413 \text{ м}^3/\text{кмоль} [3].$$

Найдены скорректированные размеры цилиндрического облака ТВС ($R = 28,65$ м, $h = 0,384$ м).

Показано, что пробит-функции Pr_1 (для оценки вероятности поражения людей под действием избыточного давления) и Pr_2 (для определения условной вероятности поражения человека тепловым излучением при пожаре) вступают в противоречие с данными таблиц 2 и 4.

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \ln V_1 \quad (5)$$

$$Pr_2 = -14,9 + 2,56 \ln(tq^{1,33}) \quad (6)$$

где $V_1 = (1750/\Delta P)^{8,4} + (290/i)^{9,3}$; t – эффективное время экспозиции, с; $t = t_o + x/u$, t_o – характерное время обнаружения пожара $t_o = 5$ с [3]; x – расстояние от места расположения человека до зоны, где интенсивность теплового излучения не превышает 4 кВт/м², $x = 10,78$ м (см. табл. 3); u – скорость движения человека, $u = 5$ м/с [3]; q – интенсивность теплового излучения (см. табл. 3).

В заключение отметим, что ГОСТ Р 12.3.047-98 [3] может применяться при прогнозировании взрывопожароопасности аварийных ситуаций, связанных с образованием ТВС, но результаты расчетов потребуют дополнительных проверок на их допустимость. В качестве недостатка данного ГОСТа следует отметить плохую согласованность различных разделов стандарта между собой.

Литература

1. Алексеев С.Г., Авдеев А.С., Барбин Н.М., Тимашев С.А., Гурьев Е.С. Методы оценки взрывопожароопасности топливновоздушных смесей на примере керосина марки РТ. I. РБ Г-05-039-96 // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19, № 5. – С. 37-47.
2. Алексеев С.Г., Авдеев А.С., Барбин Н.М., Тимашев С.А., Гурьев Е.С. Методы оценки взрывопожароопасности топливновоздушных смесей на примере керосина марки РТ. II. РД 03-409-01 // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20, № 1. – С. 21-27.
3. ГОСТ 12.3.047-98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. [Электронный ресурс]. Доступ из сборника НСИС ПБ. – 2007. – № 3 (31).
4. Таубкин С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы. – М.: ВНИИПО, 1999. – С. 287.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МЕТЕОЗАВИСИМЫМИ АВИАЦИОННЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ МЧС

Алфимов А.Г., преподаватель

Попов В.В., заместитель начальника кафедры, к.г.н., доцент

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

В работе приводятся результаты исследования объектов управления, представляющих собой авиационные системы МЧС, эффективность функционирования которых зависит от метеоусловий.

Принципиальная особенность таких авиационных систем состоит в неустранимости метеонеопределенности за счет увеличения точности и количества измерений. Данная особенность обусловлена наличием ряда специфических свойств неопределенности метеоинформации:

1. Указанная неопределенность проявляется не в отдельной точке пространства в фиксированный момент времени, а в достаточно больших непрерывных областях пространства и времени. В это же время фактические метеоданные являются дискретными. Степень их дискретизации в силу ряда экономических и технических причин не обеспечивает полного восстановления метеоинформации о протекающем процессе или явлении.

2. Уменьшение рассматриваемой неопределенности требует анализа показателей двух видов: показателей качества метеоинформации и показателей ее ценности.

3. Применение метеоинформации осуществляется в условиях отсутствия детерминированного закона влияния погоды.

4. Для получения метеоинформации существует действующая информационная сеть, результаты функционирования которой необходимо грамотно использовать.

В МЧС к метеозависимым авиационным системам относятся подразделения имеющие авиационную технику (самолеты или вертолеты).

В процессе управления указанными системами возможно использовать методы и алгоритмы нечеткой логики. При использовании данных методов задачи прогнозирования сводятся к выбору из конечного множества идеализированных альтернатив (состояний погодных условий) определенного сценария. Однако реально возможные состояния (т.е. подмножества данного множества), как правило, не могут быть четко определены. Это связано с тем, что погода на различных участках рассматриваемой территории может быть разной, она может существенно изменяться на протяжении прогнозируемого промежутка времени и т.п. В результате множество реальных состояний логично описывать с позиций нечеткой логики, типа $\{\mu_A(x1)$ доля ясного, $\mu_A(x2)$ – облачного, $\mu_A(x3)$ – осадков}. Прогнозирование при таком подходе может заключаться в расчете физических парамет-

ров (полей температуры, влажности и т.п.), определяющих прогнозируемое нечеткое множество. Далее осуществляется нечеткий выбор одной из альтернатив (сценария состояния погоды) на основании той или иной модели принятия решений.

Одной из проблем, возникающих при нечетком прогнозировании, является определение вида функции принадлежности. Они представляют собой субъективную оценку, которая сформирована в сознании потребителей прогноза. Определение функций принадлежности обычно происходит на основании экспертных оценок. Для этого могут проводиться экспертные опросы среди потребителей прогноза, которым предлагается апостериори определить нечеткое подмножество состоявшегося состояния погоды. В целях определения функции принадлежности используется подход, основанный на предложении группе, в которой проводится экспертный опрос, выбрать все элементы четкого множества, степень принадлежности которых больше определенного уровня (типа, «значение нижней границы облаков значительно влияло на условия полетов», или «количество баллов облачности скорее можно охарактеризовать как малооблачно» и т.п.). Подмножество таких элементов называется соответствующим множеством уровня. В результате экспертного исследования оценивается вероятность выбора каждого элемента исходного четкого множества. По этим вероятностям, определяются функции принадлежности.

В нечеткой логике значения любой величины представляются не числами, а словами естественного языка и называются терминами. Принадлежность каждого четкого значения одному из термов лингвистической переменной и определяется с помощью функции принадлежности [1,2].

Алгоритм по формализации задачи в терминах нечеткой логики выглядит следующим образом.

1. Для каждого терма исследуемой лингвистической переменной необходимо найти числовое значение или диапазон значений, наилучшим образом характеризующих данный терм. Так как это значение или значения являются «прототипом» терма, то для них выбирается единичное значение функции принадлежности.

2. После определения значений с единичной принадлежностью необходимо определить значение параметра с принадлежностью «0» к данному терму. Это значение может быть выбрано как значение с принадлежностью «1» к другому терму из числа определенных ранее.

3. После определения экстремальных значений нужно определить промежуточные значения. Для них выбираются П- и Л- функции из числа стандартных функций принадлежности.

4. Для значений, соответствующих экстремальным значениям параметра, выбираются S- или Z- функции принадлежности (рис 1.).

После формализации задачи необходимо перейти к составлению базы данных функции принадлежности для исследуемых термов.

В настоящее время существуют следующие методы построения функции принадлежности.

1. Построение функции принадлежности на основе парных сравнений. Этот метод основан на обработке матрицы оценок, отражающих мнение эксперта об относительной принадлежности элементов множеству или степени выраженности у них свойства.

2. Построение функции принадлежности лингвистических терминов с использованием статистических данных. Этот метод основан на обработке статистических данных. В качестве степени принадлежности элемента множеству принимается оценка частоты использования понятия, задаваемого нечетким множеством, для характеристики элемента. Благодаря использованию специальных матриц подсказок получаются гладкие функции принадлежности.

3. Метод параметрического подхода к построению функции принадлежности. Он основан на построении модифицированных нечетких термов на основе имеющихся. При этом определяются параметры дробно-линейного преобразования, соответствующего нечеткому модификатору, и с его помощью преобразуется исходный терм.

4. Построение функции принадлежности на основе интервальных оценок. Данный метод построения функции принадлежности необходим для решения задач выбора, в которых отсутствует четкая грань между допустимым и недопустимым (в пространстве неуправляемых параметров) и между идеальным и неудовлетворительным состоянием (в пространстве критериев).

5. Метод построения функции принадлежности на основе экспертных оценок. Этот метод основан на построении функции принадлежности нечетких чисел, приблизительно равных некоторому четкому числу, и приближенных интервальных оценок.

Основываясь на проведенном исследовании данных методов построения функции принадлежности и проанализировав их свойства, можно прийти к выводу, что стандартные виды функции принадлежности применимы к решению большинства научно-технических задач, однако при решении специфических задач гидрометеорологического прогнозирования наиболее оптимальным является метод построения функции принадлежности на основе экспертных оценок. Задача этого метода сводится к отысканию параметров заранее заданной (экспоненциальной) функции, при решении которой используются результаты экспертного опроса, что является наиболее эффективным направлением для реализации решаемых задач.

Литература

1. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решения на основе нечетких моделей: Примеры использования. – Рига: Зинатие. 1990.
2. Асаи К., Ватада Д., Иваи С. и др. Прикладные нечеткие системы. – М.: Мир, 1993.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИЛЬНОГО ВЕТРА В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА ПО СТАНЦИИ ВОРОНЕЖ

Андронников В.В., преподаватель, к.г.н., доцент

Савченко П.Д., преподаватель

Кулиш В.В., курсант,

Лесников Е.Н., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Тема актуальна, так как в последние годы при прохождении атмосферных фронтов через Воронежскую область часто наблюдаются сильные ветры, иногда приводящие к происшествиям и значительным разрушениям.

В данной работе были обработаны данные со случаями возникновения сильного ветра в районе Воронежа за период с 1950 по 2005 годы. Всего выборка составила 315 случаев, и была проведена их статистическая обработка. Для района Воронежа преобладающей формой циркуляции в зимнее время является западный перенос, который временами нарушается вторжениями арктических и тропических воздушных масс. Все исследованные случаи сильного ветра сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Повторяемость случаев сильного ветра в зависимости от синоптической ситуации

Скорость, м/с	Синоптические ситуации								
	Тф	Хф	Фо	Лож-бина	Гребень	Периф. Аз.	Тепл .сек-т.	Тыл. Zn.	Σ
15-19	92	66	5	17	15	28	28	30	281
20-24	9	10	-	-	2	2	2	-	25
25-29	2	3	-	1	-	-	1	-	7
>30	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Σ	103	81	5	18	17	30	31	30	315

Из анализа таблицы 1 видно, что наибольшую повторяемость сильный ветер имеет при прохождении в холодную половину года теплых фронтов (32%), в зоне холодного фронта сильный ветер наблюдается несколько меньше (26%). Более подробную характеристику сильных скоростей ветра дает повторяемость числа случаев по направлению за холодное время года [1].

Таблица 2 показывает, что наибольшее число случаев сильного ветра в холодное полугодие приходится на юго-западное (27%) и западное (21%) по отношению к остальным направлениям.

Таблица 2. Повторяемость числа случаев сильного ветра по направлению в холодное время года.

Напр. вет.	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Σ
Декабрь	2	-	3	7	7	21	7	7	54
Январь	5	3	6	9	9	23	13	3	71
Февраль	7	1	15	7	4	10	11	5	60
Март	3	1	7	3	8	8	13	4	47
Σ	19	8	33	36	41	85	66	27	315

Немаловажным показателем в любых прогнозах погоды является продолжительность сильных ветров.

По продолжительности сильные ветры со скоростями 15-19 м/с, как видно из таблицы 3, в среднем отмечались в пределах 4-5 часов, с увеличением скорости ветра (более 20 м/с) продолжительность уменьшается до 2-3 часов. Наиболее продолжительные сильные ветры наблюдались в теплом секторе циклона и на периферии антициклона, средняя продолжительность их составила около 5 часов [2].

Таблица 3. Средняя продолжительность (мин.) сильного ветра по градициям в зависимости от синоптической ситуации.

Синоптические ситуации	Скорость, м/с				Т ср.
	15-19	20-24	25-29	≥ 30	
Теплый фронт	282	305	110	-	232
Холодный фронт	240	290	185	20	183
Фронт окклюзии	253	-	-	-	253
Ложбина	370	-	120	-	253
Гребень Az	250	200	-	-	225
Периферия Az	240	455	-	-	347
Теплый сектор	639	258	35	-	310
Тыл циклона	203	-	-	-	203
Т ср.	309	301	112	20	

Для удобства расчета таких важных статистических характеристик, как: среднеквадратическое отклонение, ошибка СКО, коэффициентов асимметрии и эксцесса, ошибки среднего, вся выборка была разбита на градации [3]. Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Полученные характеристики позволили проанализировать и выявить основные условия и закономерности возникновения сильного (≥ 15 м/с) ветра на станции Воронеж в холодный период года.

Таблица 4. Статистические характеристики скорости ветра (≥ 15 м/с).

Среднее	Среднее квадратическое отклонение	Средняя абсолютная ошибка	Средняя квадратическая ошибка
16,6	2,4	0,1	0,1
Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса	Минимальное значение	Максимальное значение
2,3	7,5	15,0	30,0

Проанализировав все исходные данные со случаями сильного ветра для района Воронежа можно сформулировать основные условия его возникновения:

- сильный ветер чаще всего наблюдается при прохождении атмосферных фронтов, на периферии антициклонов и в тыловой части циклонов;

- чаще всего встречаются скорости 15-19 м/с, эта градация составляет для холодного полугодия 89,2% от общего числа случаев сильного ветра;

- по продолжительности сильные ветры со скоростями 15-19 м/с в среднем отмечались в пределах 4-5 часов;

- наиболее продолжительные сильные ветры наблюдались в теплом секторе;

- преобладающие направления ветра в холодное полугодие юго-западное и западное;

- сильный ветер чаще всего в Воронеже наблюдается при прохождении теплых фронтов в январе месяце.

Эти выводы можно использовать при составлении прогнозов чрезвычайных ситуаций по району Воронежа в холодное время года.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку оперативного способа прогноза сильного ветра по станции Воронеж.

Литература

1. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
2. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 778 с.
3. Семенченко Б.А. Физическая метеорология. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 415 с.

ДЕФЛАГРАЦИОННОЕ ГОРЕНИЕ ТОПЛИВНО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Антипьев В.Н.,¹ д.т.н. профессор

Скаков И.А.,² аспирант

¹ ООО «Энергия-2», Тюмень, РФ

² Тюменский государственный университет, Тюмень, РФ

Для обеспечения безопасности на производстве и оценке возможной опасности при аварии составляются декларации пожарной безопасности и разрабатываются разделы проекта промышленная безопасность «ПБ», где считаются возможные риски. В свою очередь риски зависят от масштабов возможных разрушений при дефлаграционном горении топливно-воздушной горючей смеси (ТВС) или взрыве.

Для обобщённого инженерного расчета для взрывчатых веществ используется энергетический тротиловый эквивалент [5]. В современных российских методиках для расчета взрывного действия топливно-воздушных смесей также используется тротиловый эквивалент. Например, в методике [3] избыточное давление Δp , кПа, развиваемое при сгорании газопаровоздушных смесей, рассчитывают по формуле:

$$\Delta p = p_0 \cdot \left(0,8 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,92}}{r} + 3 \frac{m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + 5 \frac{m_{\text{пр}}}{r^3} \right), \quad (1)$$

где p_0 – атмосферное давление, кПа, (допускается принимать равным 101 кПа); r – расстояние от геометрического центра газо-паровоздушного облака, м; $m_{\text{пр}}$ – приведенная масса газа или пара, кг.

Значение $m_{\text{пр}}$ рассчитывается по формуле:

$$m_{\text{пр}} = m_{\text{г.л}} \cdot \left(\frac{Q_{\text{сг}}}{Q_0} \right) \cdot Z, \quad (2)$$

где $Q_{\text{сг}}$ – удельная теплота сгорания газа или пара, Дж/кг; Z – коэффициент участия, который допускается принимать равным 0,1; Q_0 – константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж/кг или удельная энергия, выделяемая тротилом.

В тротиловом эквиваленте сравнивается только выделяемая топливом энергия без учета скорости выделения этой энергии.

Так же следует отметить, что при инициации взрыва на открытой поверхности от 70% до 80% выделяемой энергии передается в виде излучения, а остальная часть распространяется посредством теплопроводности среды. При сгорании или детонации газовых смесей дополнительных объемов газов продуктов реакции не выделяется или выделяется незначительное их количество. Также стоит отметить, что для сжигания газовых и топ-

ливно-воздушных смесей требуется большое количество окислителя (в обычных условиях это кислород воздуха), в воздухе присутствуют газы, которые (в обычных условиях) замедляют скорость горения и при горении поглощают часть выделенной энергии.

Таким образом, если сравнивать по тротиловому эквиваленту, то метан или бензин имеют теплоту до десяти раз превышающую теплоту разложения тротила при детонации, оказываются опаснее, чем тротил, что на практике не подтверждается. С учетом коэффициента $Z=0,1$, масса эквивалентного вещества фактически приравнивается к массе тротила.

Кроме того, нужно учесть, что облако ТВС нельзя принять точечным в сравнении с тротилом, т.к. например, если для самоподдерживающегося режима горения 1 м^3 пропана [6] необходимо $23,8 \text{ м}^3$ воздуха, то для детонации тротила кислород не нужен. Поскольку мы рассматриваем всю массу горючего газообразного вещества и соответствующий эквивалент этой массы, то в формуле (1) расстояние r необходимо брать от центра облака и не менее, чем некоторый радиус R , определяемый выражением

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V_{см}}{4 \cdot \pi}}, \quad (3)$$

где $V_{см}$ – объем газо-паровоздушной смеси.

Таким образом, необходимо учитывать, что решение выражения (1) будет иметь смысл при $r \geq R$.

Для веществ, не относящихся к конденсированным взрывчатым веществам, со скоростями реакции окисления (горение, взрыв) значительно меньшими, чем у тротила следует учитывать скорость реакции вещества или время, за которое реагирует весь объем. Отношение выделенной энергии на время выделения этой энергии – это мощность [1]:

$$N_{ВВ} = \frac{Q_{ВВ}}{t} = \frac{Q_{ВВ} \cdot v_{ВВ}}{l_{ВВ}}, \quad (4)$$

где $N_{ВВ}$ – удельная мощность, Вт/кг; $Q_{ВВ}$ – удельная теплота, выделяемая веществом при химической реакции, Дж/кг; $v_{ВВ}$ – скорость распространения химической реакции, м/с; $l_{ВВ}$ – характерный размер, м; t – время, за которое выделится энергия массы, с.

Следовательно, отношение мощностей данного конкретного вещества и эталонного тротила даст более адекватный тротильный эквивалент, и формула (2) примет вид [2]:

$$m_{пр} = \frac{N_{ВВ}}{N_{тр}} \cdot m_{г,л} \quad (5)$$

Полученная в результате величина более точно будет говорить об уровне опасности того или иного вещества при взрыве в случае аварии в открытом пространстве, а так же о масштабах возможных разрушений.

Литература

1. Антипов В.Н., Скаков И.А. Анализ условий горения и взрыва топливно-воздушной смеси // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2011. – № 4.
2. Антипов В.Н., Скаков И.А. Особенности взрыва топливно-воздушной смеси // Безопасность критических инфраструктур и территорий. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – С. 26-28.
3. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов.
4. Кудинов А.А. Краткий курс теории горения органических топлив: учебное пособие. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2004. – 210 с.
5. Маршалл В. Основные опасности химических производств. – М.: Мир, 1989. – 672 с.
6. Стаскевич Н. Л., Майзельс П. Б., Вигдорчик Д. Я., Справочник по сжиженным углеводородным газам. – Л., 1964. – 516 с.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ РОССИИ

Ахмадиев Г.М., профессор, д.в.н., профессор
Приволжский федеральный университет (Елабужский государственный педагогический университет), Елабуга, РФ
Камская государственная инженерно-экономическая академия,
Набережные Челны, РФ

Настоящие методологические основы оценки и прогнозирования научно-технологического развития РФ до 2030г. разрабатываются Российской академией наук в соответствии с п.2 поручения Президента Российской Федерации от 18 апреля 2008 г., решением Общего собрания РАН от 17 декабря 2008 г., рекомендациями оперативного совещания Аппарата Совета Безопасности Российской Федерации и Президиума РАН от 18 декабря 2008 г. и распоряжением Президиума РАН о Координационном Совете РАН по прогнозированию от 24 февраля 2009 г. № 64.

Целью работы является формирование новой научно-методической базы прогнозирования с использованием критериев стратегических рисков. Создание теории и методов анализа и применения стратегических рисков для прогнозирования, планирования и управления развитием страны было поручено РАН во взаимодействии с органами исполнительной власти решением совместного заседания Совета Безопасности Российской Федерации и президиума Государственного совета Российской Федерации от 13 декабря 2003 г. (протокол №4,п.9).

При разработках методологических основ прогнозирования учитывались:

- результаты работ Президиума РАН, Отделений РАН и Рабочей группы РАН при подготовке аналитических материалов к Общему собранию РАН 16-18 декабря 2008 г.;
- результаты оперативных обсуждений научно-методических проблем прогнозирования членами Координационного совета РАН в феврале-марте 2009 г.;
- результаты прогнозного анализа социально-экономического и научно-технического развития России до 2020-2030 гг., выполненного ведущими ведомствами страны (Минсоцразвития, Минобрнауки, Минпромторг, Минтранс);
- публикации по научным, методическим, организационным и экономическим основам прогнозирования.

Принципиально важным для разработки научных и методических разработок основ прогнозирования развития России до 2030г. является анализ особенностей, механизмов и последствий мирового экономического кри-

зиса, остро проявившегося в 2008 – 2009 гг. и недостаточно учтенного в ранее выполненных прогнозных разработках не только в нашей стране, но и за рубежом.

1. Прогнозирование научно-технологического развития - построение моделей развития и функционирования сложной социально-природно-техногенной (С-П-Т) системы, установление и использование расчетных зависимостей для ее динамического неравномерного развития во времени и пространстве с целью обоснования основных показателей, критериев и порогов развития страны под действием внешних и внутренних благоприятных и неблагоприятных факторов с одновременным учетом характеристик эффективности развития и стратегических рисков развития.

2. Научную новизну предлагаемой методики прогнозирования составляют:

- одновременное использование двух базовых показателей развития: стратегических рисков развития и эффективности комплексных мероприятий в процессе развития;

- преимущественное использование решений обратных некорректных задач прогнозирования;

- обоснование ограниченного числа интегральных показателей и критериев прогнозного развития;

- поэтапный переход к количественным оценкам показателей рисков и эффективности развития с использованием диагностики и мониторинга этих показателей для планирования и управления развитием страны при заданных отрезках времени в пределах прогнозного периода и по заданным критериям развития.

3. Стратегические риски развития $R_c(t)$ - количественные показатели, определяющие неблагоприятное сочетание вероятностей $P_c(t)$ возникновения опасных процессов и их последствий – ущербов $U_c(t)$ в социально-экономическом и научно-технологическом развитии страны на заданном прогнозном отрезке времени t .

4. Эффективность $\mathcal{E}_c(t)$ развития страны – количественный показатель, определяющий повышение стратегически важных уровней жизни народа и экономики страны на прогнозном отрезке времени t за счет формирования и проведения государственной политики по базовым приоритетным направлениям, методам, критериям и системам реализации прогнозов с учетом стратегических рисков развития $R_c(t)$.

5. Методология научного прогнозирования развития -совокупность фундаментальных и прикладных подходов к формированию, исследованию и описанию сложных взаимодействующих и взаимозависимых процессов изменения во времени t базовых показателей $R_c(t)$ и $\mathcal{E}_c(t)$ для достижения заданных критериальных характеристик развития С-П-Т системы.

6. Обратные некорректные задачи прогнозирования – задачи опреде-

ления сценариев, закономерностей, алгоритмов и программ анализа временных и пространственных траекторий развития от конечных состояний С-П-Т системы в конце прогнозного периода t_K к начальному t_0 с учетом неполноты исходной информации по величинам $R_c(t)$ и $\mathcal{E}_c(t)$.

7. Прямые задачи прогнозирования - традиционные и общепринятые задачи определения сценариев, закономерностей, алгоритмов и программ анализа траекторий развития от начальных состояний С-П-Т системы в момент t_0 до момента t_k завершения прогноза с использованием заданных групп принятых показателей и критериев развития.

8. Интегральные показатели прогнозного развития – научно обоснованные критериальные величины $R_c(t)$ и $\mathcal{E}_c(t)$, входящие в основные расчетные зависимости и определяющие устойчивые и неустойчивые состояния С-П-Т системы с необходимой полнотой и совокупностью благоприятных и неблагоприятных факторов развития.

9. Диагностика и мониторинг динамического состояния С-П-Т системы – непрерывные или периодические измерения исходных данных о $R_c(t)$ и $\mathcal{E}_c(t)$, оценка динамики их варьирования для прогнозирования процессов развития и управления развитием на предстоящих отрезках времени $\Delta t_i \leq t_k$ с учетом сложных процессов взаимодействия и взаимовлияния унифицированных критериев $R_c(t)$ и $\mathcal{E}_c(t)$.

Настоящие исходные материалы координационного совета РАН по прогнозированию предлагаются для обсуждения.

Литература

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. – М.: МГОФ «Знание», т.т. 1–33, 1998–2008 г.
2. Материалы Общего собрания РАН, декабрь 2008 г.
3. Махутов Н.А. Прочность и безопасность. Фундаментальные и прикладные исследования. – Новосибирск: Наука, 2008. – 528 с.
4. Стратегические риски России: оценка и прогноз. – М.: Деловой экспресс, 2005. – 392 с.
5. Прогноз инновационно–технологического развития России на период до 2030 года. М., Минск: Международный институт П. Сорокина – Н. Кондратьева, 2008. – 552 с.
6. Тодойсийчук А.В. На пути к инновационной экономике. – М.: Оргсервис 2000, 2009. – 260 с.
7. Кузык Б.Н. Инновационное развитие России: сценарный подход. – М.: ИЭС, 2009. – 32 с.
8. Кузык Б.Н. Россия в цивилизационном измерении: фундаментальные основы стратегии инновационного развития. – М.: Институт экономических стратегий, 2008. – 864 с.
9. Кузык Б.Н. Россия и мир в XXI веке. М.: Институт экономических стратегий, 2005. – 544 с.
10. Яковец Ю.В., Кузык Б.Н. Ответы на вызовы XXI века – становление интегральной цивилизации. Научный доклад. – М.: Институт экономических стратегий, 2009. – 96 с.
11. Междисциплинарные фундаментальные, поисковые и прикладные исследования проблем анализа и управления системной безопасностью с использованием критериев стратегических рисков. Сводный отчет о результатах работ 2007 г. / руководитель Н.А. Махутов. – М.: РАН, 2007. – 122 с.
12. Методологические основы прогнозирования научно-технологического развития России до 2030 г. // Координационный совет РАН по прогнозированию. – Москва, 2009. – 27 с.

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАСКАДНЫХ И ЗАЦЕПЛЯЮЩИХСЯ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ И ГУМАНИТАРНЫХ КАТАСТРОФ

Байда С.Е., с.н.с., к.т.н.

ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, Москва, РФ

Проведенные исследования показывают, что природные и техногенные катастрофы, здоровье населения и угрозы эпидемий, социальная нестабильность и массовые беспорядки, биржевая активность имеют общие закономерности.

Попытки решить задачу прогнозирования точного времени и места или объекта катастрофы в настоящее время наталкиваются на трудности, связанные с необходимостью определения взаимодействия нелинейно связанных и несвязанных параметров и определения вероятностного распределения многоуровневого дерева событий в условиях случайных и хаотичных процессов. Одним из подходов решения этой задачи является установление аналитических численных закономерностей возникновения катастрофы.

Катастрофы, проявляющиеся в природе, технике, в экономике, жизни и здоровье отдельного человека имеют общие закономерности. Случайные и хаотичные процессы имеют вероятностные и численные закономерности. Катастрофа не возникает сразу, а имеет продолжительный период формирования, точки неустойчивого равновесия или бифуркации и процесс разворачивания катастрофы. Все эти этапы обладают длительностью и закономерностями, которые могут быть математически определены и описаны во времени и пространстве.

При общем подходе прогнозирования каскадных и цепляющихся катастроф определяется и исследуется не один вид катастрофы, а вся группа возможных опасных процессов и явлений, которые могут возникнуть. Принимаем, что главной причиной катастрофы является сильное землетрясение от 4,5 М и выше, а также все переходные процессы в окружающей среде, способные его вызвать. Это могут быть: экстремальные изменения солнечной активности, экстремальные смещения земной оси, циклические изменения положения космических тел и Луны, взрывы большой мощности и другие энергетические воздействия на литосферу, гидросферу, атмосферу и ионосферу Земли.

Общая структура решения задачи прогнозирования и предупреждения опасных кризисных процессов и катастроф представлена на рис. 1.

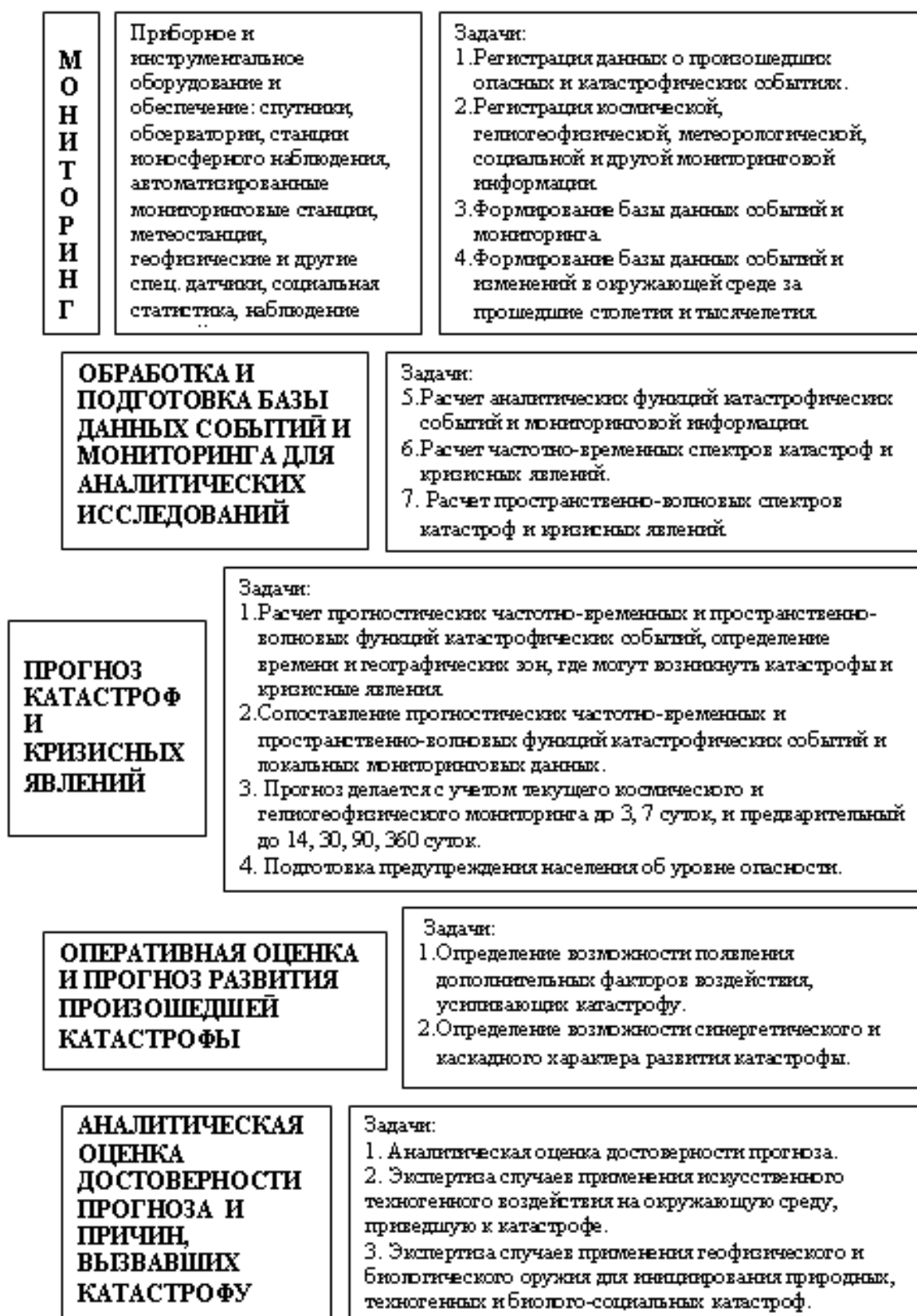


Рис. 1. Комплексная структура решения задачи прогнозирования и предупреждения опасных кризисных процессов и катастроф.

Следует обратить внимание, что при данном общем подходе существует два последовательных этапа или способа решения задачи прогнозирования.

Первый способ, технически доступный в настоящее время, основан на согласовании критического сочетания экстремальных изменений гелиогеофизических и космических факторов и предвестников экстремальных изменений в окружающей среде, как то: локальных экстремальных изменений атмосферного давления, электрофизических параметров грунтов, поведения животных и др.

Второй способ, являющийся перспективным развитием предыдущего, основан на более полном использовании пространственно-волновых спектров и закономерностей возникновения катастроф, что дает возможность точного определения места ожидаемой катастрофы. Исследования пространственно-волновых спектров и закономерностей возникновения катастроф выявили, что при землетрясениях выше 4-5М вокруг эпицентра землетрясения на равном расстоянии порядка 1660 ± 300 км возникают 12 кольцевых зон, в которых и возникают преимущественно все катастрофы (рис. 2-3).

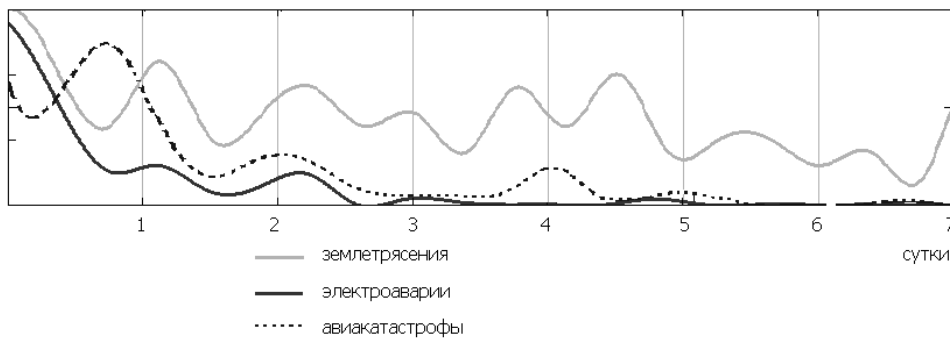


Рис. 2. Относительный частотно–временной спектр активизации землетрясений, аварий на энергообъектах и энергосетях, авиакатастроф после сильных землетрясений с магнитудой более 5М

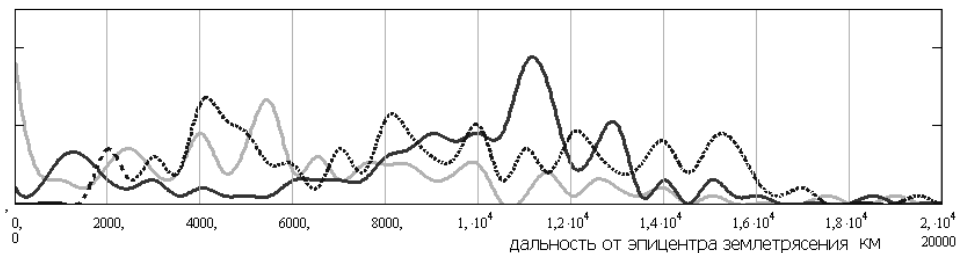


Рис. 3. Пространственно–волновые спектры возникновения новых землетрясений, электроаварий и авиакатастроф по дальности от эпицентров землетрясений в течение 7 суток после землетрясений с магнитудой свыше 5М (цвет графиков соответствует рис. 2)

Кроме того, анализ периодичности последовательного индуцирования землетрясений и выявление периодичности 1,8-2,2 суток, дают осно-

вания предположить о существовании волны активизации катастроф или энергетических процессов, их вызывающих (рис. 4). Активность волны, несколько раз огибающей земной шар составляет порядка 7 суток, её скорость составляет 770-940 км/час.

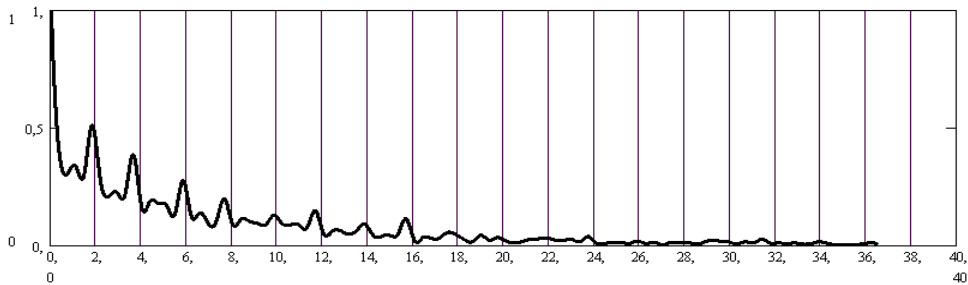


Рис. 4. Естественная сейсмическая активность Земли, индуцированная предыдущим землетрясением

Решение задачи прогнозирования требует привлечения теории R-функций и состоит в согласовании следующей системы функций и множеств, привязанных к глобальной геодезической поверхности Земли в виде интерактивной карты:

1. Ввод мониторинговых данных в постоянном реальном режиме времени.
2. Прогностические сплайн-функции, созданные на основе частотно-временных спектров катастроф и рассчитываемые при поступлении данных мониторинга.
3. Активизированные и затухающие пространственно-волновые функции (кольцевые зоны риска), рассчитываемые при поступлении новых мониторинговых данных.
4. Функция распространения волны активизации катастроф по поверхности Земли от всех возможных источников её генерации.
5. Матрицы множеств предвестников с временной и координатной привязкой к интерактивной карте поверхности Земли.

Создание высокоточного метода прогнозирования катастроф требует разработки совершенно нового математического программного обеспечения и новых приборных средств для непрерывного контроля за активностью Солнца, геодезического мониторинга и датчиков для обнаружения прихода волны активизации катастроф.

Оптимальной стратегией решения проблемы прогнозирования природных, техногенных, биолого-социальных и гуманитарных катастроф должно стать последовательное использование обоих способов прогнозирования, начиная с отработанного метода использования прогностических функций и мониторинга предвестников, и затем последовательно дополняя его новым мониторинговым оборудованием и новым программным обеспечением.

ЗАВИСИМОСТЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Беззапонная О.В., доцент, к.т.н., доцент
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

Эксплуатационная и технологическая безопасность взрывчатых веществ зависит от их чувствительности к механическому, электрическому и тепловому импульсам. Разработка и введение в эксплуатацию новых взрывчатых веществ (ВВ) с высокоэнергетическими характеристиками приводит к снижению их безопасности, так как повышение значений энергетических характеристик приводит к повышению чувствительности ВВ к различным импульсам. В связи с этим необходимо соблюдение особых мер предосторожности, а также поиск и разработка новых путей повышения безопасности хранения, использования и транспортировки взрывчатых материалов. При этом важно знать пороговую энергию инициирования взрывного превращения.

Представляется полезным найти корреляционные зависимости между чувствительностью и составом ВВ, которые позволят оперативно определять максимальный уровень нагрузки, при котором ещё не будет происходить взрыва, а также прогнозировать чувствительность ВВ к механическому удару при разработке новых ВВ. В данной работе предпринята попытка оценить зависимость чувствительности ВВ от кислородного коэффициента ВВ (или кислородного баланса) – характеристик, зависящих от состава ВВ.

Кислородный коэффициент (KK) рассчитываются по формулам:

$$KK = \frac{c}{2 \cdot a + \frac{b}{2}} \cdot 100\%,$$

где a, b, c, d – соответственно обозначают число атомов С, Н, О, N в ВВ состава $C_aH_bO_cN_d$.

Результаты расчётов представлены в таблице. Анализ полученных данных показывает, что наибольшим содержанием кислорода, необходимого для окисления углерода и водорода, входящих в состав ВВ, отличаются динитроазофуруксан и тэн. При этом прослеживается зависимость характеристик ВВ (объёмной теплоты взрыва и скорости детонации) от кислородного баланса и кислородного коэффициента.

Таблица. Характеристики взрывчатых веществ.

№ п/п	Вещество	Брутто-формула	КК, %	Объёмная теплота взрыва $Q_{\text{взр}}$, кДж/см ³	$P_{\text{возб}}$, кбар
1	Тринитротолуол (тротил)	$C_7H_5N_3O_6$	36,36	4,52	1,64
2	Тринитрофенилметилнитрамин (тетрил)	$C_7H_5N_5O_8$	48,48	4,60	1,63
3	Циклотриметилентетранитрамин (гексоген)	$C_3H_6N_6O_6$	66,67	5,44	1,70
4	Пентаэритриттетранитрат (тэн)	$C_5H_8N_4O_{12}$	85,71	5,87	1,77
5	Бензотрифуроксан	$C_6N_6O_6$	50	5,86	1,90
6	Гексанитрогексаазаизовюрцитан	$C_6H_6N_{12}O_{12}$	80	6,09	2,04
7	Динитроазофуроксан	$C_4N_8O_8$	100	7,49	1,88
8	Триаминотринитробензол	$C_6H_6N_6O_6$	40	3,47	1,90

Предпринята попытка установить корреляцию между кислородным коэффициентом ВВ и объёмной теплотой взрыва $Q_{\text{взр}}$, а также чувствительностью ВВ к механическому удару. В качестве характеристики чувствительности к механическому удару рассматривали критическое давление возбуждения взрыва ($P_{\text{возб}}$), полученные в Институте химической физики им. Н.Н. Семёнова.

При математической обработке расчётных данных получена следующая зависимость теплоты взрыва от кислородного коэффициента ВВ (коэффициент корреляции 0,89) и чувствительности ВВ к механическому удару (коэффициент корреляции 0,83).

$$Q_{\text{взр}} = 0,108 \cdot КК + 2,634,$$

$$P_{\text{возб}} = -0,135 \cdot КК + 16,169,$$

где $Q_{\text{взр}}$ – объёмная теплота взрыва, кДж/см³;

$P_{\text{возб}}$ – критическое давление возбуждения взрыва, кбар.

Таким образом, можно сделать вывод, что повышение содержания кислорода во ВВ приводит к повышению чувствительности ВВ к механическому удару, а также повышению количества выделяемой при взрыве теплоты. Из взрывчатых веществ, представленных в таблице, наибольшей чувствительностью к механическому удару и теплотой взрыва характеризуется динитроазофуроксан с самым высоким значением кислородного коэффициента ($КК = 100\%$).

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Бекмуханов Е.Е., курсант

Шархун С.В., преподаватель

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

Металлические конструкции широко применяются в различных видах зданий и сооружений в виде стержневых или сплошных систем.

К стержневым системам, основными элементами которых являются балки, фермы, колонны и легкие пространственные конструкции, относятся:

- каркасы промышленных зданий и сооружений с подкрановыми балками, площадками и т.п.;
- гражданские высотные здания, выставочные павильоны, различные покрытия и перекрытия, купола и др.;
- здания специального назначения - ангары, судостроительные эллинги.

Основные достоинства стальных конструкций:

- высокая несущая способность материала при различных видах напряженного состояния (растяжении, сжатии, изгиба), обеспечивающая восприятие значительных нагрузок при относительно небольших размерах сечений элементов. Поэтому конструкции из стали, несмотря на ее большую плотность, легче конструкций из других материалов, а также более удобны для транспортирования;

- надежность работы конструкций, определяемая относительно высокой однородностью механических свойств стали;

- газо- и водонепроницаемость, обусловленная большой плотностью стали;

- индустриальность, достигаемая изготовлением конструкций в заводских условиях;

- разборность и легкая заменяемость стальных конструкций;

- возможность использования материала конструкций, отслуживших свой срок.

Основной недостаток стальных конструкций - подверженность коррозии и низкая огнестойкость.

Огнестойкость несущих металлических конструкций утрачивается, вследствие снижения при нагреве прочности и упругости металла, а также за счет развития его пластических и температурных деформаций. Под воздействием этих факторов предел огнестойкости конструкций наступает или в результате потери прочности, или за счет потери устойчивости. Тому и другому случаю соответствует определенная температура нагрева конструкции, называемая критической.

Критическая температура - температура прогрева сечения или отдельных частей металлической конструкции в условиях пожара, при которой наступает потеря ее несущей способности.

В общем случае расчет предела огнестойкости сводится к решению двух задач: статической и теплотехнической.

Статическая часть расчета имеет целью вычисления несущей способности нагретой конструкции с учетом изменения свойств металла при высоких температурах, т.е. определения критической температуры.

Теплотехническая часть расчета этих конструкций сводится к определению времени нагрева их металла до критической температуры.

Расчет огнестойкости металлических конструкций целесообразно начинать со статической части, т.е. с определения критических температур. Далее производят теплотехнический расчет, в результате чего находят время нагрева конструкции до критической температуры, т.е. ее предел огнестойкости.

Статическая часть расчета

Учитывая особенность металлических конструкций (распределение температуры по их сечению принимается равномерным), для них можно, не определяя кривую снижения несущей способности, сразу вычислить критическую температуру в сечении, вызывающую потерю несущей способности.

Критическая температура определяется в зависимости от коэффициента γ_{tem} , учитывающего снижение несущей способности конструкции под воздействием высокой температуры, которой вычисляют:

для изгибаемых элементов с учетом развития пластических деформаций

$$\gamma_{tem} = \frac{M_n}{C_1 W_n R_{yn}},$$

где M_n - изгибающий момент от нормативной нагрузки, $H \cdot m$;

R_{yn} - нормативное сопротивление по пределу текучести, $Па$;

W_n - момент сопротивления сечения, m^3 ; C_1 - коэффициент, учитывающий развитие пластических деформаций.

Величину коэффициента в зависимости от вида конструкции принимают:

Для двутавров и швеллеров $C_1=1.17$

Для труб $C_1=1.25$

Для прямоугольного сечения $C_1=1.5$

Для центрального растяжения

$$\gamma_{tem} = \frac{N_n}{AR_{yn}},$$

где $N_n = \frac{N}{\gamma_f}$ - нормативная (рабочая) нагрузка, H , $\gamma_f = 1,2$ - усредненный коэффициент надежности по нагрузке; A – площадь поперечного сечения, m^2 ; R_{yn} – нормативное сопротивление материала, $Па$.

Сжатые элементы утрачивают несущую способность в результате потери прочности или за счет потери устойчивости.

Коэффициент снижения несущей способности по потери прочности определяют по формулам соответственно для центрального и внецентренного растяжения.

Вычислив коэффициент загрузки конструкции γ_{tem} , по графикам или по эмпирическим формулам определяют критическую температуру:

$$\text{при } \gamma_{tem} < 0,6 \quad t_{cr} = 750 - 440\gamma_{tem}$$

$$\text{при } \gamma_{tem} \geq 0,6 \quad t_{cr} = 1330(1 - \gamma_{tem})$$

Кроме этого, для сжатых элементов по потере устойчивости, можно определить критическую температуру, используя график зависимости критической разности краевых деформаций ползучести $\Delta\varepsilon_n$ от критической температуры t_{cr} и степени загрузки γ_{tem} . Этот график позволяет определить критическую температуру как для центрально-сжатых, так и внецентренно сжатых стержней. При этом для центрально-сжатых $\Delta\varepsilon_n$ находится по формулам

$$\Delta\varepsilon_n = \frac{\pi^2}{\lambda^2} - \frac{\sigma_n}{E}$$

где $\delta_n = \frac{N_n}{A}$; $\gamma_{tem} = \frac{\sigma_n}{R_{yn}}$, E – модуль упругости стали, $Па$.

Теплотехническая часть расчета

Как известно, металл обладает огромным коэффициентом теплопроводности, за счет чего выравнивание температуры по его толщине происходит весьма быстро. Это дает возможность принять равномерное распределение температуры. В этом случае можно утверждать, что количество тепла, поглощенное нагреваемой конструкцией за время $\Delta\tau$ через обогреваемую поверхность равно увеличению его теплосодержания.

Температура конструкций в процессе нагрева зависит только от одного параметра – приведенной толщины металла t_{red} . Приведенная толщина металла дает возможность привести стержни, имеющие любую конфигурацию поперечного сечения, к простой пластине. Значение приведенной толщины в общем случае определяется как отношение площади поперечного сечения к обогреваемому его периметру, т.е.

$$t_{red} = \frac{A}{u}$$

где u – обогреваемый периметр рекомендуется определять:

- для двутавра и швеллера при обогреве с четырех сторон

$$u = 2h + 4b - 2s$$

где h – высота сечения элемента; b - ширина сечения (полки); s - толщина стенки;

- для уголка

$$u = 4b$$

- для трубы приведенную толщину рекомендуется вычислять по формуле

$$t_{red} = \frac{t(d-t)}{d}$$

где d и t – соответственно наружный диаметр и толщина стенки трубы по сортаменту.

Определив критическую температуру, при которой наступает потеря несущей способности конструкции и, используя график зависимости температуры от времени и приведенной толщины металла, вычислив время нагрева до наступления критической температуры, т.е. фактический предел огнестойкости конструкций.

Расчет предела огнестойкости металлических конструкций имеет огромную практическую значимость в повседневной деятельности, как надзорных органов ГПН, так и подразделений пожарной охраны осуществляющих тушение зданий и сооружений различного назначения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ НА ПЛОЩАДНУЮ ГОРИМОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРАХ

Беспалов С.В., старший преподаватель, к.г.н., доцент

Зеленко Д.Г., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Лесные пожары остаются одним из самых мощных природных катастрофических явлений. Обеспечению своевременной и эффективной подготовки людей и техники к тушению пожаров во многом способствуют знания ожидаемой степени пожарной опасности с разной заблаговременностью. Разработкой и уточнением критериев, отражающих вероятность возникновения пожаров, человечество занимается почти столетие. Однако создать показатель, идеально соответствующий фактически возникающим пожарам, не удается, во-первых, по причине многообразия условий, присутствующих при возникновении огненной стихии, и сочетаний различных факторов, включая антропогенный, во-вторых, из-за недостатка и большой дискретности начальных данных наблюдений различных природных параметров.

Лесу одинаково важны погодные явления и зимы, и лета. Но, все же, лето — опаснее. Опасность для хвойных лесов кроется в жаркой погоде и относительно низкой влажности. Усугубляется все это сильным ветром, способным перенести огонь на большие территории лесов. Пожары также могут возникать и без этого — вследствие ударов молний, зажигания солнечными лучами сквозь осколки стекла. Ну, и сам человек может зажечь лес, оставив после своего отдыха на природе непотушенную головешку от костра.

Метеорологические условия относятся к одним из главных факторов вероятности пожаров в природе. Количественным отражением данной вероятности, официально принятым в России, является комплексный показатель пожароопасности (КП) по метеорологическим условиям [2], разработанный В.Г.Нестеровым еще в сороковые годы прошлого столетия и применяемый на практике до сих пор, в некоторых регионах с небольшими модификациями. Так, в 1975 г. С.М. Вонским и В.А. Жданко были предложены показатели влажности напочвенного покрова (ПВ-1) и подстилки (ПВ-2). Кроме разделения покрова лесных горючих материалов по слоям, они позволяют дифференцированно учитывать осадки. Информационная система дистанционного мониторинга располагает ежедневными значениями КП, рассчитываемыми на основе методик Нестерова, ПВ1 и ПВ2. КП может расти даже при небольшой температуре воздуха, при отсутствии осадков и низкой относительной влажности. Кроме разделения покрова лесных горючих материалов по слоям, они позволяют дифференцированно учитывать осадки. В последние годы Гидрометцентром РФ рассчитывается метеорологический показатель пожарной опасности (ППО) в лесах

(<http://meteoinfo.ru/fire-danger>).

Пожарная опасность в лесах характеризуется комплексным метеорологическим показателем пожароопасности с 1 по 5 класс [5]. Эти данные имеют огромное значение для профилактики и борьбы с лесными и торфяными пожарами.

В зависимости от величины комплексного показателя устанавливается класс пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды.

Комплексный показатель определяется ежедневно по состоянию на 12 – 14 часов. В субъектах Российской Федерации действуют региональные классы пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды, которые определяют:

- методику расчета комплексного показателя;
- границы классов пожарной опасности;
- методику учета осадков.

Формула расчета класса природной пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды определяется как сумма произведения температуры воздуха (t) на разность температур воздуха и точки росы (t_d) за n дней без дождя (считая день выпадения более 3 мм осадков первым днем бездождевого периода):

$$КП = \sum_1^n [t(t - t_d)]$$

Наличие периодически повторяющихся аномально засушливых сезонов, обилие пожароопасных горючих материалов, жесткий ветровой режим – все это в конечном итоге и предопределяет в лесах высокую вероятность возникновения лесных пожаров, скорость их распространения, а также трудность тушения.

Летом массовое возникновение лесных пожаров происходит в период длительных засух, даже при отсутствии грозных разрядов. При предупреждении, обнаружении и тушении пожаров необходимо также всегда иметь в виду, что по мере нарастания засухи соответственно увеличивается и количество источников огня, от которых могут возникнуть пожары. При длительной засухе любой источник огня может вызвать загорание лесной растительности. Большинство пожаров отличаются высокой интенсивностью и скоростью распространения, трудностью тушения и максимальными пожарными последствиями, поскольку лесные подстилки пересыхают до почвенных горизонтов. При таких экстремальных погодных условиях многие пожары выходят из-под контроля и быстротечно трансформируются в крупные и катастрофические, особенно в горах.

В 2010 году во многих районах Центральной России сложились тяжелые засушливые условия и люди даже молились о выпадении осадков. Так, 9 августа 2010 года, по благословению Митрополита Воронежского и Борисоглебского Сергия от Благовещенского кафедрального собора был осуществлен пятидневный крестный ход о ниспослании дождя.

Анализ ситуации с тушением природных пожаров в Российской Федерации показывает, что существует ряд организационных и информационных проблем в отечественной системе, обеспечивающей тушение лесных пожаров. К таким проблемам можно отнести:

1. Отсутствие сколь-либо эффективных математических моделей, позволяющих прогнозировать развитие лесных пожаров в соответствии с метеорологическими и географическими условиями.
2. Невозможность раннего мониторинга возникновения и развития лесных пожаров в силу больших размеров контролируемой территории.
3. Труднодоступность основных пожароопасных районов в связи с плохо развитой транспортной инфраструктурой в регионах.
4. Непрозрачность взаимодействия и взаимоорганизации работы местных органов гражданской обороны и служб МЧС.
5. Часто неясная методика сбора и агрегирования статистических данных - площади пожаров, скорость распространения и т.д.

Информационной базой исследования послужили данные о лесных пожарах и погодных условиях в Дальневосточном федеральном округе.

В ходе исследования с официального сайта Минприроды России (<http://fires.rfimnr.ru>) брались фактические карты с зонами пожаров в конкретный момент времени. За этот же срок времени с сайта (<http://meteocenter.net>) сопоставлялась карта этой же территории с зонами осадков. Совмещая два одинаковых фрагмента карты с разной информацией, можно получить очень интересные факты.

Нами было проанализировано 120 случаев при сопоставлении площадей зон пожаров с площадями зон осадков и сильных ветров.

Таблица 1. Вероятность уменьшения площади пожаров в зависимости от осадков.

Процент уменьшения площади пожаров через 12 часов	Процент совпадения зон пожаров и осадков				
	менее 30	30-50	50-70	70-90	более 90
менее 20	59	24	9	7	1
20-40	25	47	20	7	1
40-60	10	18	44	18	10
60-80	4	6	21	45	24
80-100	2	5	6	23	64

В таблице 1 представлена взаимосвязь случаев (в %) совпадения зон пожаров и осадков с площадью пожаров через 12 часов. Следует особо отметить, что нами не учитывалась степень противоборства с пожаром. Но для нивелирования этого недостатка были рассмотрены случаи с пожарами на таких территориях, где может заниматься тушение пожара лишь авиалесохрана.

Можно сделать выводы, что чем больше процент совпадения зон по-

жаров и осадков, тем больше вероятность прекращения горения. В прямопропорциональной зависимости с прекращением горения находится и продолжительность совпадения зон пожаров и зон осадков.

В дальнейшем следует учитывать продолжительность существования совпадения (пересечения) площадей зон пожаров и осадков.

Предложенный в работе новый подход к прогнозу пожарной опасности позволяет, с достаточной для практики достоверностью, спрогнозировать возможный рост числа пожаров.

Использование в расчетах кратко- и среднесрочных прогнозов метеорологических параметров поможет заблаговременно предсказать рост количества лесных пожаров, что существенно повысит эффективность работы лесопожарных служб.

Решение проблемы возникновения и распространения лесных пожаров неоднозначно и носит весьма сложный характер ввиду влияния многообразия факторов, не вошедших в рассмотрение настоящей работы. Однако все же необходимо отметить, что метеорологические характеристики являются определяющими факторами, способствующими возникновению лесных пожаров, чему еще раз свидетельствует настоящая работа.

В нашем исследовании мы пришли к выводу, что действительную пожарную обстановку и ее прогноза на будущее необходимо оценивать и прогнозировать с использованием природно-метеорологических факторов в комплексе.

Литература

1. Валендик Э.Н., Иванова Г.А. Пожарные режимы в лесах Сибири и Дальнего Востока // Лесоведение. – 2001. – №4. – С. 69-76.
2. ГОСТ Р 22.1.09-99. Группа Т58. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров.
3. Коровин Г.Н., Покрывайло В.Д., Солодовникова Н.И. Анализ и моделирование статистической структуры поля горимости лесов. Методические рекомендации. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1984. – 64 с.
4. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. – М.: Гидрометеоиздат, 1975. – 15 с.
5. Приказ Рослесхоза от 5 июля 2011 г. № 287. «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды».

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРА ТЕЧЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПОСЛЕ ВЫХОДА В ВОДНУЮ СРЕДУ ПРИ РАЗГЕРМЕТИЗАЦИИ ПОДВОДНОГО НЕФТЕПРОВОДА

Большагин А.Ю., аспирант
ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, Москва, РФ

Трубопроводный транспорт жидких и газообразных углеводородов отнесен к категории «А» третьей группы, куда включены пожаровзрывоопасные объекты и сложные технологические системы, на которых хранятся, транспортируются продукты, приобретающие при определенных условиях способность к возгоранию или взрыву, загрязнению окружающей среды, при авариях и отказах представляют большую угрозу населению, морской флоре и фауне, природным массивам и инженерным сооружениям. Поэтому к трубопроводам предъявляются высокие требования по обеспечению надежности и безопасности их функционирования. Наиболее протяженные подводные нефтепроводы проложены в Мексиканском заливе и Северном море. По этим районам имеется и наиболее значительный объем технологической и статистической информации о характере аварий и нарушений условий эксплуатации морских нефтегазовых сооружений [3].

В основу модели положены результаты теоретических, лабораторных и натурных исследований профессора Герхарда Ирка [1] из университета городе Карлсруэ (Германия), который получил полуэмпирические зависимости для качественной оценки динамики жидких загрязняющих веществ в потоке воды.

Объём разлива нефти при потенциальной аварии (разгерметизации) подводного трубопровода может быть определён двумя составляющими:

- расходом нефти через аварийное отверстие в режиме напорного истечения (при работающих насосах на ЛСП) с учётом времени от момента возникновения аварии;

- расходом в режиме условно безнапорного истечения, т.е. при остановленных насосах и закрытых задвижках. Время истечения нефти в этом режиме определится его полным прекращением, т.е. временем на ликвидацию аварии.

В целях моделирования процесса напорного истечения нефти из аварийного отверстия подводного трубопровода использованы:

- уравнение расхода через аварийное отверстие: $Q_H = \mu F_0 v_0$;
- уравнение Бернулли для скорости истечения через аварийное отверстие: $v_0 = \sqrt{2gH_x}$;

- формула Дарси-Вейсбаха для определения зависимости потерь напора по длине подводного трубопровода: $\Delta h = \lambda l v_2^2 / 2gd$;

- величины давления на входе подводного трубопровода (P_1 , атм, исходя из исходных данных и вариантов проектных решений) и противодействия (напора H_2 , м), определяемого глубинами в месте потенциальной аварии.

Где, Q_H - расход через аварийное отверстие при напорном истечении, $м^3/с$;

μ - коэффициент расхода, зависящий от числа Рейнольдса $Re = v_0 d_{\text{э}} / \nu$;

F_0 - площадь аварийного отверстия, $м^2$;

v_0 - скорость истечения нефти через аварийное отверстие, $м/с$;

$d_{\text{э}}$ - эквивалентный диаметр аварийного отверстия, $м^2$;

ν - кинематическая вязкость нефти, $м^2/с$;

g - ускорение свободного падения, $9,81 м/с^2$;

H_x - действующий напор в подводном трубопроводе в месте аварийного отверстия, $H_x = H_1 - \Delta h - H_2$, м;

H_1 - напор на входе подводного трубопровода, $H_1 = p_1 \cdot 9,81 \cdot 10^4 / (\rho_H g)$, м;

p_1 - давление на входе подводного трубопровода, атм;

H_2 - напор морской воды (глубина моря) в месте аварии, м;

ρ_H - плотность нефти, $кг/м^3$; Δh - потери напора по длине подводного трубопровода, м;

λ - коэффициент сопротивления трения;

l - длина подводного трубопровода (в соответствии с условиями распространения Правил Регистра судоходства, 2003 г. - до ближайшего от уреза воды запорного устройства), м;

v - скорость движения нефти в подводном трубопроводе, $м/с$;

d - диаметр подводного трубопровода, м;

x - длина подводного трубопровода от ЦТП до места аварии, м;

p_2 - давление на выходе подводного трубопровода, атм.

Таким образом, модель напорного истечения нефти (уравнение расхода) из аварийного отверстия подводного трубопровода диаметром $d_{\text{э}}$ после преобразований примет вид:

$$Q_{H_1} = 3,72 \times 10^{-2} d_{\text{э}}^2 \sqrt{19,62 \left(12,2 \left[\frac{p_1 - (p_1 - p_2)x}{l} \right] - H_2 \right)} \text{ м}^3/\text{с}. \quad (1)$$

Определение расхода нефти из аварийного отверстия при безнапорном истечении (при остановленных насосах) представляет собой задачу со многими факторами, учесть которые достаточно сложно, однако можно выделить наиболее общие:

- Скорость (u_0) выхода загрязняющего вещества из аварийного отверстия u_0 , характеризующий начальный импульс струи;
- Плотности загрязняющего вещества (в данном случае нефтепродукта), определяющий Архимедову силу (ρ_0);
- Динамических характеристик окружающего потока вблизи аварийного отверстия, определяющих конвективный перенос вещества (ρ_a - плотность воды, u_a - скорость течения воды);

- Глубины расположения аварийного участка нефтепровода – Н.

Из перечисленных выше характеристик в модели вычисляются безразмерные параметры по нижеприведённым формулам:

$$M_0 = \alpha_0^2 u_0^2; \quad i_0 = \sqrt{\alpha_0}; \quad I_0 = \frac{(\rho_a - \rho_o) g u_0 \alpha_0}{\rho_a} \quad (2)$$

$$l_m = \frac{M_0^{3/4}}{I_0^{3/2}}; \quad Fr_0 = \frac{l_m}{l_0}; \quad K = \frac{u_a}{u_0} \left(\frac{l_m}{H} \right)^{3/2}$$

На основе соотношений (2) были обобщены результаты натуральных наблюдений за истечением нефтепродуктов из затопленных ёмкостей, которые представлены на рисунке 1 в виде номограммы. На основе вычислений для конкретной ситуации возможно сформировать суждение о качественной картине распространения нефтепродуктов. [4]

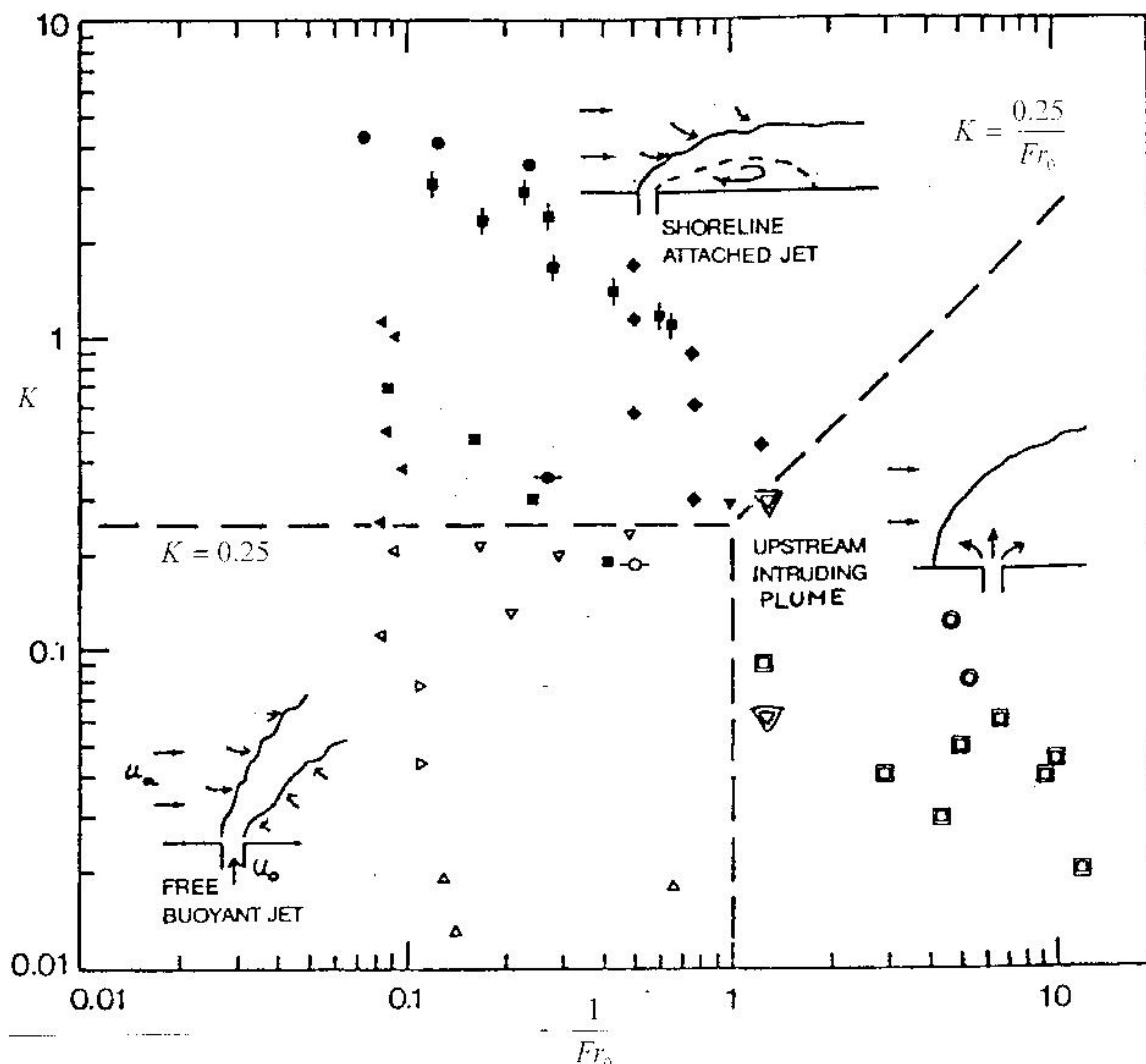


Рис 1. Номограмма для определения характера течения

По классификации, приведённой в [4], в зависимости от соотношения параметров возможны 3 различных картины распространения загрязняющих веществ:

- Быстрый подъём на поверхность и движение под результирующим воздействием ветра и средней скорости течения воды в акватории (веществ значительно легче воды) – всплывающее течение;

- Придонное «ползучее» движение (в основном тяжёлых веществ);

- Движение в толще воды – «шлейфовое» течение (для веществ с плотностью близкой к плотности воды).

После установления характера движения вещества его скорость и направление течения определяются по зависимости:

$$\vec{V}_{\text{в.в.}} = \vec{V}_{\text{т.в.}} + k \times \vec{V}_{\text{вет.}} \quad (3)$$

Где, $\vec{V}_{\text{в.в.}}$ - вектор средней скорости загрязняющего вещества;

$\vec{V}_{\text{т.в.}}$ - вектор средней скорости течения воды в акватории;

$\vec{V}_{\text{вет.}}$ - вектор скорости ветра.

Если для различных сезонов, когда $\vec{V}_{\text{т.в.}}$ и $\vec{V}_{\text{вет.}}$ значительно различаются, то расчёты по (3) проводятся для каждого сезона отдельно [4].

Анализ информации по полученным значениям $\vec{V}_{\text{в.в.}}$ позволяет судить о достижении пятном различных зон акватории (береговой линии, границ территориальных вод и т.д.).

Выводы

Из анализа информации о достижении пятном различных зон акватории можно установить вид возможного ущерба, а, следовательно, оценить степень опасности анализируемого объекта.

Литература

1. Jirka G.H. Large Scale Flow Structures and Mixing Processes in Shallow Flows // Journal of Hydraulic Research. – 2001. – Vol. 39, № 6. – P. 567-573
2. Мазур, И.И., Иванцов, О.М. Безопасность трубопроводных систем. – М.: ИЦ «ЕЛИМА», 2004. – 104 с.
3. Богославская, С.В., Трохимчук, К.А. Анализ рисков при строительстве и эксплуатации подводного нефтепровода в мелководной зоне континентального шельфа мирового океана. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2009. – 4 с.
4. Арефьев Н.В., Баденко В.Л. Отчёт по НИР «Разработка метода прогнозирования чрезвычайных ситуаций, обусловленных выходом нефтепродуктов из затонувших кораблей и судов». – СПб.: 2008. – 91 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИДИМОСТИ В ЗАДЫМЛЕННОМ ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

Борисов Н.И., доцент, к.т.н., доцент

Мазник И.И., курсант

Праотцев К.Ю., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

В статье рассматривается математическая модель метеорологической дальности видимости (МДВ) в условиях задымления района аэродрома продуктами горения (пиролиза) торфяников, приводятся основные результаты численного моделирования по выявлению влияния микрофизических и оптических характеристик дымов на МДВ.

Одной из сложных задач при метеорологическом обеспечении авиации является разработка прогноза метеорологической дальности видимости (МДВ) в сложных метеорологических условиях (СМУ), например, в туманах и густых дымках, в условиях задымления района аэропорта (аэродрома) промышленными дымами или продуктами горения (пиролиза) торфяников. Ярким примером СМУ может служить горение торфяников в центральном регионе России в июне-сентябре 2002 года (а также лесные пожары летом 2010), которое привело к сильнейшему задымлению воздушного бассейна Московской области [2]. Ограниченная видимость в районе аэропортов существенно повлияла на взлет и посадку воздушных судов.

Прогноз МДВ в условиях задымления больших регионов является весьма сложной задачей, так как МДВ в этом случае зависит не только от наблюдаемых метеорологических условий (влажности воздуха, направления и скорости ветра, турбулентности атмосферы), но и от пространственной концентрации дымов, их микрофизических и оптических характеристик. Эта многофакторная задача может быть решена только с привлечением математических моделей, реализуемых на ПЭВМ.

Один из подходов математического и численного моделирования МДВ и ее прогноза в условиях задымления приземного слоя атмосферы (ПСА) дымами, образующимися при горении (пиролизе) торфяников, предлагается в данной работе. Рассмотрим этот подход. Метеорологическая дальность видимости S_M определяется выражением:

$$S_M(\lambda, z) = \frac{\ln \frac{1}{\varepsilon}}{\beta_t(\lambda, z, r)}, \quad (1)$$

где $\beta_t(\lambda, z, r)$ - спектральный коэффициент аэрозольного ослабления частицами дисперсной задымленной среды m^{-1} , ε - пороговая чувствительность человеческого глаза.

Показатель ослабления полидисперсного аэрозоля $\beta_i(\lambda, z, r)$ в пределах приземного слоя атмосферы будем рассчитывать в соответствии с пространственным распределением массовой концентрации, их микрофизических и оптических характеристик дымового аэрозоля [4]:

$$\beta_i(\lambda, r, z) = C(x, z) \frac{\int_{r_1}^{r_2} \pi r^2 K_i(\rho, m) f(r) dr}{\frac{4}{3} \rho_a \int_{r_1}^{r_2} \pi r^3 f(r) dr}. \quad (2)$$

Здесь $C(x, z)$ - массовая концентрация дымов горения от площадного стационарного источника непрерывного действия, мкг/м^3 ; r - радиус твердых частиц дыма, мкм ; $K_i(\rho, m)$ - фактор эффективного ослабления излучения одной частицей; $\rho = 2\pi r / \lambda$ - параметр Ми; m - комплексный показатель ослабления видимого света частицами дыма; λ - длина волны электромагнитного излучения видимого диапазона, мкм ; $f(r)$ - функция распределения частиц по размерам; ρ_a - плотность частиц дымового аэрозоля, г/см^3 .

Функцию распределения частиц дымового аэрозоля по размерам зададим, как и в [2], задавалась логарифмически нормальным законом

$$f(r) = (2\pi)^{-0.5} (vr)^{-1} \exp\left[-\ln^2(r/r_0)/2v^2\right], \quad (3)$$

где r_0 - медианный радиус и v - полуширина распределения.

При расчете $f(r)$ использовались экспериментальные данные по дымовому аэрозолю [2], в концентрации которого преобладает аккумулятивная аэрозольная фракция частиц с размерами 0,1-1 мкм и модальным радиусом $r_m = 0,16-0,21$ мкм . Что касается комплексного показателя дымового аэрозоля ($m = n - i\chi$), то его действительная часть, (показатель преломления) в расчетах задавалась в пределах $n=1,41-1,51$, а мнимая часть, характеризующая поглощательную способность дымового аэрозоля, задавалась не более 0,005 ($\chi \leq 0,005$). Для обводненного дымового аэрозоля $\chi \approx 0,2 - 0,3$. Параметр $v = 0,4-0,5$.

Задача решается в декартовой прямоугольной системе координат. Вертикальные профили концентрации дымового аэрозоля $C(x, z)$ определяются из численного решения полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии:

$$u \frac{\partial C}{\partial x} + (w - W_g) \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} k \frac{\partial C}{\partial z}, \quad (4)$$

где u , w - соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие скорости ветра, м/с ; W_g - скорость гравитационного осаждения аэрозоля, м/с ; k - коэффициент турбулентности, $\text{м}^2/\text{с}$.

Уравнение (4) решается методом прогонки при следующих граничных условиях:

$$C(x, z) = 0; \quad z = h; \quad (5)$$

$$k \frac{\partial C}{\partial z} = Sc, \quad z = z_0. \quad (6)$$

Здесь h - высота приземного слоя атмосферы, z_0 - параметр шероховатости подстилающей поверхности, Sc - мощность площадного источника дыма, $\text{мкг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Мощность площадного источника дымового аэрозоля будем определять вблизи поверхности земли, т.е. на уровне $z=z_0$ в виде:

$$S_c = -(gS_\theta)^{\frac{1}{3}} \lambda_\theta^{-1} z_0^{\frac{4}{3}} \frac{\partial c}{\partial z}, \quad (7)$$

где S_θ - турбулентный поток тепла.

Сделаем предположение, что процесс горения (пиролиза) торфа является стационарным и непрерывным во времени, то есть мощность стационарного площадного источника дымового аэрозоля S_c постоянно вдоль координатных осей x и y . В этом случае мощность площадного источника S_c можно заменить совокупности линейных источников, расположенных на расстоянии Δx друг от друга вдоль оси x .

Тогда граничное условие для уравнения (4) при $x=0$ с привлечением дельта - функции Дирака можно записать в виде

$$C(0, z) = Sc \delta(z - z_{0u}), \quad (8)$$

где Sc – мощность выброса дымового аэрозоля непрерывно действующего линейного источника в единицу времени, $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$, z_{0u} – высота расположения источника на поверхности земли.

Неизвестные компоненты скорости ветра $u(z)$, $w(z)$ и коэффициента турбулентности $k(z)$, входящих в уравнение турбулентной диффузии (4), определяются из системы гидродинамических уравнений пограничного слоя атмосферы [1,5]. На основе выше приведенных соотношений был разработан алгоритм решения задачи и проведены численные эксперименты по выявлению влияния концентрации дымового аэрозоля, его микрофизических, оптических характеристик и влажности воздуха на метеорологическую дальность видимости в приземном слое атмосферы. Основные полученные результаты сводятся к следующему:

а) выявлено существенное влияние модального радиуса частиц дымового аэрозоля на коэффициент ослабления и МДВ. С ростом модального радиуса частиц в два раза МДВ увеличивается примерно в два раза. Этот факт объясняется уменьшением счетной концентрацией частиц, а, следовательно, и геометрического сечения частиц, что приводит к уменьшению коэффициента ослабления света;

б) при учете только вертикального градиента температуры воздуха

наблюдаются более высокие значения концентрации дымов в приземном слое. Напротив, при учете только вертикального градиента влажности, значения концентрации дымов в приземном слое уменьшаются (примерно вдвое) по сравнению с условием, когда учитывается только градиент температуры.

В случае, когда одновременно учитываются вертикальные градиенты температуры и влажности воздуха концентрация дымов в приземном слое уменьшается, но в целом, она выше по сравнению с условием, когда градиенты температуры и влажности воздуха не учитываются. Этот факт объясняется изменением энергии и коэффициента турбулентности с высотой в зависимости от величины градиентов температуры и влажности воздуха в приземном слое атмосферы;

в) выявлено значительное влияние относительной влажности воздуха на коэффициент ослабления и МДВ.

С увеличением относительной влажности от 40 до 80% МДВ уменьшается примерно на 10-40%. Это связано с обводнением аэрозольных частиц и изменения их оптических констант, то есть с изменением n и x , при этом коэффициент ослабления увеличивается также на 10-40%.

Таким образом, численные эксперименты, проведенные с использованием ПЭВМ, показали, что предложенная модель МДВ в условиях задымления приземного слоя атмосферы продуктами горения (пиролиза) торфяников представляет определенный интерес и требует дальнейшего изучения и доработки с учетом физико-химических процессов горения лесных горючих материалов и передачи энергии [3].

Литература

1. Вагер Б.Н., Надежина Е.Д. Пограничный слой атмосферы в условиях горизонтальной неоднородности. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 135 с.
2. Горчаков Г.И. и др. Исследование состава задымленной атмосферы Москвы во время пожаров торфяников летом-осенью 2002 года // Известия Академии наук. Физика атмосферы и океана. – 2004. – Т 40, № 3. – С. 366-380.
3. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. – Новосибирск: Наука, 1992, – 408 с.
4. Зуев В.Е., Креков Г.М. Оптические модели атмосферы. – Л.: Гидрометиздат, 1986. – 620 с.
5. Шнайман В.А., Фоскарини О.В. Моделирование пограничного слоя и макротурбулентного обмена в атмосфере по данным первого глобального эксперимента ПИГАП. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 160 с.

СПОСОБ ПРОГНОЗА ТРАЕКТОРИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ БАРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЛЕТОВ АВИАЦИИ МЧС РОССИИ

Будченко Л.И., курсант

Круссер И.В., доцент кафедры, к.г.н., доцент

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

В целях мониторинга чрезвычайных ситуаций и своевременного реагирования на них необходимо использовать авиационные подразделения МЧС. Успешность применения авиации в сильной степени зависит от погодных условий, прогноз которых должен отличаться достаточной точностью и оперативностью.

Решение задачи прогноза метеорологических величин и явлений зависит от точности определения положения и перемещения основных барических образований. Поэтому исследование и прогноз траекторий перемещений циклонов является весьма актуальным.

Циклоны и антициклоны – это мощные атмосферные вихри, достигающие в диаметре обычно 2000-3000 км. Протяженность их по вертикали сравнительно небольшая – в зависимости от интенсивности развития колеблется от 2 до 20 км. Циклоны хорошо выражены в поле давления и ветра приземного слоя атмосферы. Качество метеорологического обеспечения авиации значительным образом зависит от точности прогнозов погоды, в частности от прогноза опасных явлений погоды. Опасные же явления погоды напрямую связаны с возникновением и эволюцией циклонов, поэтому безопасность полетов во многом зависит от умения метеоспециалиста грамотно оценить эти процессы [1,2].

В работе решалась задача разработки прогностического метода определения траектории перемещения циклонов внетропической зоны в зависимости от атмосферных процессов и характера подстилающей поверхности.

Для решения поставленной задачи была построена модель такого циклона и проанализировано его взаимодействие с подстилающей поверхностью и окружающими метеорологическими процессами.

В результате анализа в качестве предикторов были взяты значения следующих метеорологических величин: расстояния до ближайшего антициклона (R_{AZ}), азимута на ближайший антициклон (B), расстояния (R_{CTR}) от центра циклона до оси струйного течения (по последней карте барической топографии, на которой наблюдался циклон), скорости струйного течения (V_{CTR}) и характера подстилающей поверхности (PP).

Кроме того, по известным соотношениям были рассчитаны составляющие геострофического ветра u и v на различных изобарических поверхностях и по ним – вертикальная составляющая вихря скорости Ω_z ,

среднее значение которой для каждого циклона также вошло в число предикторов.

Были построены корреляционные матрицы для каждой из трех стадий развития циклона и выявлены зависимости скорости (V_{ZN}) и направления (A) его перемещения от других характеристик. Существенными считались те коэффициенты корреляции (K), значения которых не менее 0.3.

Анализ корреляционных зависимостей показал, что на всех стадиях развития циклона отмечается устойчивая прямая связь между скоростью перемещения циклона и расстоянием до ближайшего антициклона ($K = 0.36 - 0.5$). С физической точки зрения это можно объяснить тем, что циклон и антициклон это два противоположных барических образования и с уменьшением расстояния между ними, антициклон блокирует дальнейшее перемещение циклона по намеченной траектории.

Также отмечается устойчивая прямая связь скорости перемещения с характером подстилающей поверхности. Это можно объяснить тем, что над водной поверхностью скорость перемещения циклона больше, чем над сушей.

Устойчивая обратная связь отмечается между скоростью перемещения циклона и расстоянием до струйного течения ($K = -0.1 - -0.5$). То есть чем ближе к оси струйного течения, тем больше скорость перемещения циклона. С физической точки зрения это можно объяснить тем, что на первых стадиях циклон развивается по высоте и на уровнях 3 – 5 км струйное течение уже оказывает влияние на скорость перемещения циклона.

Неустойчивая связь скорости перемещения циклона в зависимости от стадий его развития установлена с направлением на ближайший антициклон ($K = 0.4 - 0.5$ для первой и второй стадии и $K = -0.2$ для третьей стадии). Связь направления перемещения циклона с другими параметрами сильно зависит от стадии развития циклона, поэтому прогностические зависимости целесообразно было получать отдельно для каждой стадии.

Для получения прогностических уравнений архивная выборка была разбита на три части, по стадиям развития циклонов.

Вид прогностических уравнений для скорости и направления перемещения циклона по стадиям развития, а также значения множественного коэффициента корреляции (R) представлены в таблице 1.

Методика использования разработанного метода прогноза траектории перемещения циклона состоит в следующем.

На первом этапе определяется стадия развития циклона для того, чтобы определить вид используемых прогностических уравнений для расчета скорости и направления перемещения циклона. Далее, по последним аэро-синоптическим данным определяются расстояние до центра ближайшего антициклона в сотнях километров и направление на него в радианах, расстояние до струйного течения в сотнях километров и средняя скорость на его оси в метрах в секунду.

Таблица 1. Прогностические зависимости скорости и направления перемещения циклона по стадиям развития.

Стадия	Вид уравнения	R
Первая	$VZN = -1.42 + e^{(0.125 + 0.12RAZ - 0.261B + 0.17RSTR + 0.004VSTR - 1.93PP + 0.05\Omega Z)}$	0.85
	$A = -7.1 + e^{(0.97 + 0.056RAZ - 0.031B - 0.11RSTR + 0.009VSTR + 0.13PP - 0.0002\Omega Z)}$	0.82
Вторая	$VZN = -1.26 + e^{(0.931 + 0.11RAZ - 0.064B + 0.08RSTR + 0.0034VSTR - 0.06PP + 0.02\Omega Z)}$	0.75
	$A = -7.1 + e^{(1.05 - 0.0RAZ - 0.18B - 0.34RSTR + 0.004VSTR + 0.13PP - 0.0002\Omega Z)}$	0.89
Третья	$VZN = -2.57 + e^{(1.05 + 0.19RAZ - 0.08B + 0.03RSTR + 0.0074VSTR - 0.04PP + 0.18\Omega Z)}$	0.68
	$A = -0.19 + e^{(0.46 - 0.66RAZ - 0.17B - 0.22RSTR + 0.011VSTR - 0.51PP - 0.01\Omega Z)}$	0.8

Затем определяется характер подстилающей поверхности. Условно в расчетах принято: 0 – море, 1 – равнинная местность, 2 – горная. По приземным картам и картам барической топографии рассчитываются значения составляющих скорости ветра и вертикальная проекция вихря скорости, которая осредняется по высотам для циклона в целом.

Рассчитанные значения направления перемещения циклона (от направления на север в радианах) и скорости перемещения циклона могут использоваться при составлении прогноза барического положения. Предложенный метод обладает достаточной точностью, что позволяет после автоматизации процесса расчета рекомендовать его для прогностических целей, что позволит сократить сроки разработки моделей, а также повысить качество метеорологического обеспечения авиации МЧС.

Литература

1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 2000.
2. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1977.

ПРОГНОЗ НАЛИЧИЯ КОНВЕКТИВНОЙ ОБЛАЧНОСТИ

Быков А.А., командир группы

Якушев В.С., курсант

Драбо А.И., преподаватель, к.т.н.

Пигарев А.Е., доцент, к.г.н., доцент

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Лесные пожары наносят существенный вред окружающей природной среде: они прерывают естественный процесс лесовозобновления и почвообразования; продукты горения смываются в реки, загрязняют их и представляют серьезную угрозу экологии; в результате пожаров гибнут массивы ценных древесных пород. Поэтому прогнозирование лесных пожаров и борьба с ними экономически и экологически целесообразны.

Лесные пожары могут возникнуть почти в любое время года. Даже во время осенних дождей – от молнии. Сырой лес не будет гореть так, как сухой, но он будет гореть. Однако, интенсивность таких лесных пожаров, как правило, очень мала, такие пожары не представляют большой опасности. Ливневые осадки и грозы связаны с кучево-дождевой облачностью, поэтому прогноз наличия или отсутствия такой облачности является актуальным при диагнозе и прогнозе пожарной обстановки.

Для разработки способа прогноза наличия конвективной облачности использовался метод дискриминантного анализа [1].

Для построения прогностического уравнения для района Воронежа была составлена архивная выборка за период с 2000 по 2004 годы общим объемом 300 случаев.

В качестве исходных данных, исходя из физической сущности процесса образования конвективной облачности, использовались следующие предикторы:

T_0 – температура воздуха у поверхности земли, °C;

d_0 – дефицит точки росы у поверхности земли, °C;

T_{850} – температура воздуха на уровне 850 гПа, °C;

d_{850} – дефицит точки росы на уровне 850 гПа, °C;

T_{700} – температура воздуха на уровне 700 гПа, °C;

d_{700} – дефицит точки росы на уровне 700 гПа, °C;

$T_{h_{cl}}$ – температура на верхней границе (слоя) приземной инверсии, °C;

$d_{h_{cl}}$ – дефицит точки росы на верхней границе (слоя) приземной инверсии, °C;

H_{cl} – высота верхней границе (слоя) приземной инверсии, м;

T_{max} – ожидаемое максимальное значение температуры воздуха у поверх-

ности земли днем, °C.

При фактическом наличии облачности значению предиктанта присваиваем значение (1). При их отсутствии значение (0).

С помощью пакета программ STATISTICA, а именно анализа данных, получена дискриминантная функция для обучающей выборки вида:

$$L = 5,9 + 0,0037T_0 + 0,0631d_0 + 0,0354T_{850} - 0,2049d_{850} + 0,1058T_{700} + 0,0467d_{700} - 0,0262T_{\text{всл}} + 0,0826d_{\text{всл}} - 0,0053H_{\text{всл}} - 0,1253T_{\text{max}} \quad (1)$$

При использовании данной дискриминантной функции и обучающей выборки была произведена оценка оправдываемости данной функции. При введении указанных предикторов получают значение функции (как отрицательное, так и положительное), которое сравнивается с к нулем. Если $L > 0$, ожидается наличие облачности. При $L < 0$ – ее отсутствие.

По контрольной и обучающей выборке были составлены таблицы сопряженности вида (табл. 1):

Таблица 1. Таблица сопряженности

Осуществилось	Предсказано		Сумма
	Наличие	Отсутствие	
Наличие	n_{11}	n_{12}	n_{10}
Отсутствие	n_{21}	n_{22}	n_{20}
Сумма	n_{01}	n_{02}	N

Для оценки полученного уравнения использовались следующие критерии.

Общая оправдываемость:

$$U = \frac{n_{11} + n_{22}}{N}, \quad (2)$$

Для более обширной оценки полученной дискриминантной функции были использованы еще два критерия: Багрова и Обухова.

Критерий Багрова рассчитывался по формуле:

$$H = \frac{U - U_0}{1 - U_0}, \quad (3)$$

где

$$U_0 = \frac{(n_{01} \cdot n_{10} + n_{02} \cdot n_{20})}{N^2}. \quad (4)$$

Критерий Обухова рассчитывался по формуле:

$$Q = \frac{U - U'_0}{1 - U'_0}, \quad (5)$$

где

$$U'_0 = \frac{n_{10} \cdot n_{10} + n_{20} \cdot n_{20}}{N^2}. \quad (6)$$

Для расчета указанных критериев по обучающей и контрольной выборкам были составлены таблицы сопряженности (табл. 2 и 3).

Таблица 2. Таблица сопряженности (обучающая выборка).

Осуществилось	Предсказано		Сумма
	Наличие	Отсутствие	
Наличие	144	27	171
Отсутствие	11	16	27
Сумма	155	43	198

В результате были получены следующие значения указанных критериев для обучающей выборки:

- общая оправдываемость $U = 0,81$;
- критерий Багрова $H = 0,81$;
- критерий Обухова $Q = 0,43$.

Далее была осуществлена проверка дискриминантной функции (1) по контрольной выборке. Для этого была получена таблица сопряженности и рассчитаны критерии оценки.

Таблица 3. Таблица сопряженности (контрольная выборка).

Осуществилось	Предсказано		Сумма
	Наличие	Отсутствие	
Наличие	75	17	92
Отсутствие	2	8	10
Сумма	77	25	102

В результате были получены следующие значения критериев оправдываемости для контрольной выборки:

- общая оправдываемость $U = 0,81$;
- критерий Багрова $H = 0,79$;
- критерий Обухова $Q = 0,8$.

Анализ рассчитанных значений критериев успешности прогностической дискриминантной функции показывает, что эти значения высоки. Поэтому полученное уравнение можно использовать для прогноза факта наличия или отсутствия кучево-дождевой облачности с последующим применением полученных результатов для оценки пожарной опасности.

Литература

1. Скирда И.А., Садковский В.И., Мозиков В.А. Авиационные прогнозы погоды. – М.: Воениздат, 1995. – 422 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА СРЕДНЕГО ВЕТРА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ И КАТАСТРОФ

Вильчковский А.И., курсант

Андреев С.Н., старший преподаватель, к.т.н.

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Существенное влияние на процесс развития многих чрезвычайных ситуаций, аварий и катастроф, как природного, так и техногенного характера, оказывает ветер. При этом для прогнозирования и оценки последствий природно-техногенных аварий и катастроф, обычно используется так называемый средний ветер.

Средним называется ветер, который является средним по скорости и направлению для всех слоев атмосферы в пределах высоты подъема облака ядерного взрыва [1]. Он рассчитывается для определенных слоев атмосферы по данным вертикального зондирования либо графическим способом, либо по среднему геопотенциалу, величина которого для соответствующего слоя тропосферы вычисляется по формулам:

$$0-4 \text{ км} \quad H = \frac{1}{2}(H_{850} + H_{700}) ; \quad (1)$$

$$0-6 \text{ км} \quad H = \frac{1}{3}(H_{850} + H_{700} + H_{500}) ; \quad (2)$$

$$0-8 \text{ км} \quad H = \frac{1}{4}(H_{850} + H_{700} + H_{500} + H_{400}) ; \quad (3)$$

$$0-10 \text{ км} \quad H = \frac{1}{5}(H_{850} + H_{700} + H_{500} + H_{400} + H_{300}) ; \quad (4)$$

$$0-14 \text{ км} \quad H = \frac{1}{6}(H_{850} + H_{700} + H_{500} + H_{400} + H_{300} + H_{200}) ; \quad (5)$$

По значениям среднего геопотенциала для заданного слоя, вычисленным в пределах необходимого района по аэрологическим данным, проводятся изогипсы. Направление изогипс указывает направление среднего ветра. Скорость вычисляется с помощью градиентной линейки [2].

Однако указанные методы весьма трудоемки и не обеспечивают требуемой оперативности получения информации. В связи с этим в работе предлагается автоматизировать расчет среднего ветра в соответствии с представленной ниже методикой [3].

Вектор среднего ветра в слое от поверхности земли до заданной высоты H , определяется по формуле

$$\vec{V}_{0-H} = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H \vec{V}_i \Delta H_i , \quad (6)$$

где \vec{V}_i – вектор ветра в некотором слое атмосферы ΔH_i , отнесенный к высоте середины этого слоя; N – число слоев, для которых рассчитываются значения \vec{V}_i .

Толщина слоев ΔH_i может быть произвольной. Если толщины слоев ΔH_i , в которых определяется аэрологический ветер \vec{V} , одинаковы и укладываются по высоте H целое число (n) раз, то формула (6) приобретает вид

$$\vec{V}_{0-H} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{V}_i \quad (7)$$

Средний ветер вычисляется путем осреднения составляющих вектора ветра по двум взаимно перпендикулярным осям, по формулам:

$$x_i = V_i \cos \alpha_i, \quad (8)$$

$$y_i = V_i \sin \alpha_i, \quad (9)$$

где $i=1, 2, \dots, N$; V_i – скорость ветра на i -м уровне атмосферы; α_i – направление ветра на этом же уровне; N – количество уровней с данными о ветре. Тогда формулу (6) можно записать в следующем виде:

$$x_{cp} = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^{N-1} \frac{x_{i+1} + x_i}{2} (H_{i+1} - H_i), \quad (10)$$

$$y_{cp} = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^{N-1} \frac{y_{i+1} + y_i}{2} (H_{i+1} - H_i), \quad (11)$$

где H – толщина слоя атмосферы, для которого рассчитывается средний ветер; $(H_{i+1} - H_i)$ – величина, учитывающая толщину элементарного слоя атмосферы.

Перевод результата расчета среднего ветра в полярную систему координат осуществляется по формулам:

$$V_{cp} = \sqrt{x_{cp}^2 + y_{cp}^2}, \quad (12)$$

$$\text{если } y_{cp} \geq 0, \quad \alpha = \arccos \frac{x_{cp}}{V_{cp}}, \quad (13)$$

$$\text{если } y_{cp} < 0, \quad \alpha = 2\pi - \arccos \frac{x_{cp}}{V_{cp}}. \quad (14)$$

Блок-схема автоматизированного расчета среднего ветра представлена на рисунке 1.

Исходными данными для расчета среднего ветра являются результаты шар-пилотного зондирования или данные радиозондирования атмосферы, передаваемые по телеграфным каналам в коде КН-04.

К данным ветрового зондирования атмосферы с использованием шар-пилота относятся: α – направление ветра, град; V – скорость ветра, м/с или

км/ч; H – высота уровня с данными о ветре, км; N – количество уровней с данными о ветре; H_n и H_v – высота нижней и верхней границ слоя, для которого определяется средний ветер, км.

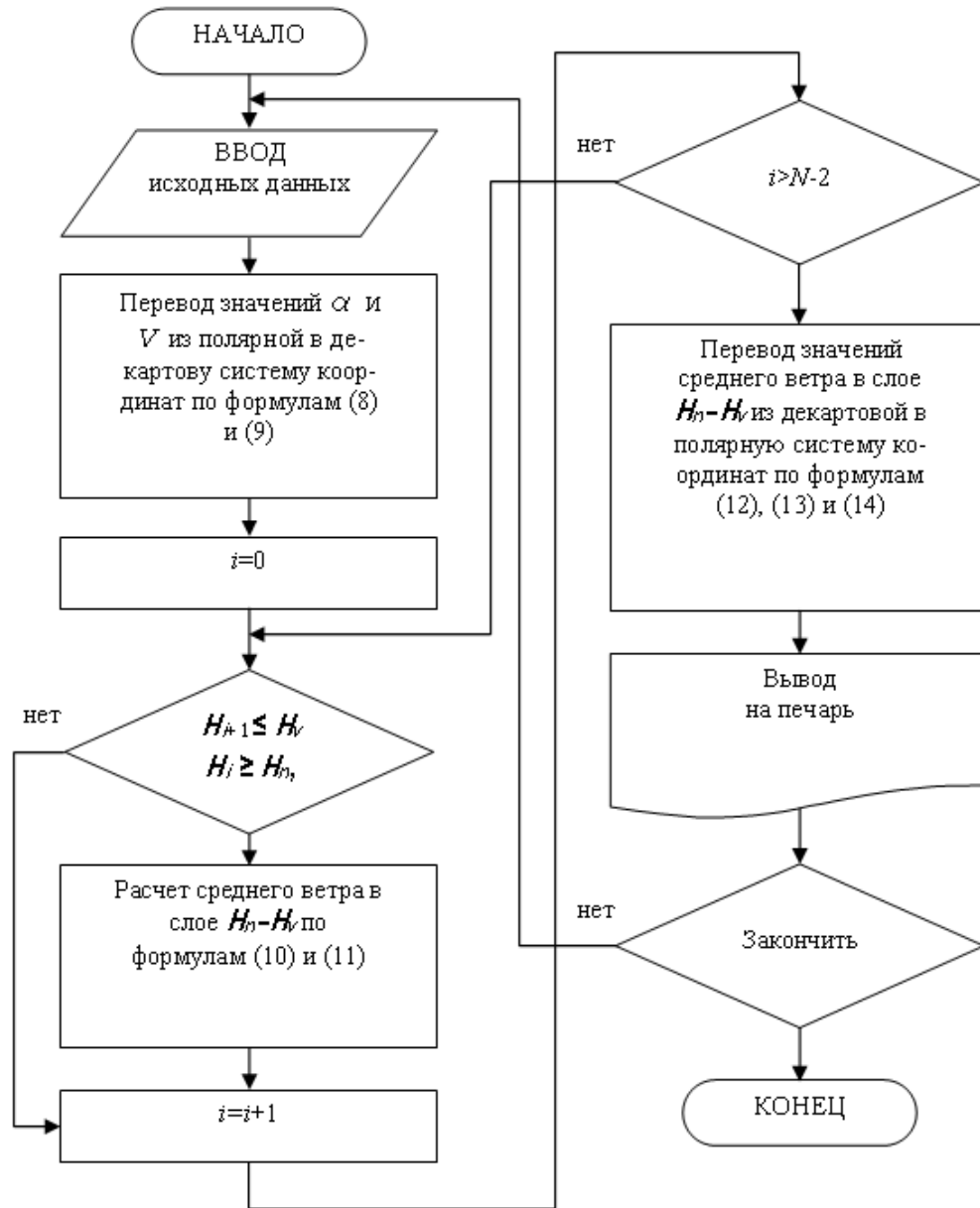


Рис. 1. Блок-схема автоматизированного расчета среднего ветра

К данным радиозондирования атмосферы относятся:

- P – давление на основных изобарических поверхностях, гПа;
- H – высота основной изобарической поверхности, км;
- α – направление ветра на данной изобарической поверхности, град;
- V – скорость ветра на данной изобарической поверхности, м/с или км/ч;
- N – число таких поверхностей с данными о ветре;

P , α , V – давление, направление и скорость ветра на уровнях максимального ветра и тропопаузы; K – число этих уровней;

P , α , V – давление, направление и скорость на уровне особых точек по ветру; M – число этих уровней;

H_n , H_v – высота нижней и верхней границ слоя, для которого будет рассчитываться средний ветер, км.

После ввода исходных данных (см. рис. 1) необходимо:

1. Рассчитать высоты поверхностей тропопаузы, максимального ветра и особых точек по формуле

$$H_j^* = H_i + \frac{H_{i+1} - H_i}{P_i - P_{i+1}} (P_i - P_j^*) \quad (15)$$

где $i=1, 2, \dots, N$; P_j^* – давление на j -м уровне с данными о ветре, для которого вычисляется его высота H_j^* ; P_i и P_{i+1} – давление на ближайших основных изобарических поверхностях, для которых выполняется условие $P_{i+1} < P_j^* \leq P_i$; H_i и H_{i+1} – соответственно высоты поверхностей с давлением P_{i+1} .

2. Объединить исходные данные в один массив в зависимости от значения высот H_i ($i=1, 2, \dots, N$) и H_j ($j=1, 2, \dots, N+K$).

После ввода и предварительной обработки исходных данных производится вычисление среднего ветра для всех последовательно введенных значений высот нижней и верхней границ слоев по формулам (8)-(14).

В результате решения задачи на печать выдается рассчитанный по слоям средний ветер в виде таблицы, представленной на рисунке.

Расчет среднего ветра <12сгв 04.9.2011>:					
станция	0-1,5 км	0-3 км	0-6 км	0-12 км	Kw
28698	247° 7<25>	236° 5<18>	197°10<36>	200°12<43>	30.9
					17.9.2011

Рис. 2. Результат автоматизированного расчета среднего ветра.

Литература

1. Калитаев А.Н., Живетьев Г.А., Желудков Э.И. и др. Защита от оружия массового поражения: Справочник / Под ред. В.В. Мясникова. – М.: Воениздат, 1984. – 270 с.
2. Иоффе М.М., Приходько М.Г. Справочник авиационного метеоролога / Под ред. А.В. Костюченко. – М., Воениздат. 1977. – 304 с.
3. Сборник алгоритмов и программ расчетных метеорологических задач для решения на ПЭВМ. – М., Воениздат. 1992. – 304 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПЕН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ

Гайнуллина Е.В., доцент, к.т.н., доцент

Кректунов А.А., преподаватель

Уральский институт ГПС службы МЧС России, Екатеринбург, РФ

Борьба с лесными пожарами в последнее время является одной из наиболее актуальных проблем, как пожаротушения, так и отраслей хозяйства, связанных с охраной и воспроизводством лесных ресурсов. По вине лесных пожаров полностью выгорают гигантские площади лесных массивов, уничтожаются уникальные экосистемы, наносится колоссальный экономический и экологический ущерб. В связи с этим, необходимы усиленные мероприятия и средства не только тушения, но и предотвращения распространения лесных и торфяных пожаров.

Для этих целей широко применяются различные огнегасящие пены. Это связано с преимуществами, которыми они обладают по сравнению с таким традиционным огнетушащим средством, как вода. Применение пен позволяет сократить время тушения пожара до 3 раз, уменьшить материальные потери от пожаров до 1,5 раз. При борьбе с лесными пожарами пены используют не только для тушения, но и для создания противопожарных заградительных полос и опорных линий [1]. При этом наиболее важными становятся такие свойства пен, как стабильность и огнестойкость, т.е. способность сохраняться длительное время без значительного разрушения. Эти качества определяются составом пенообразователя, используемого для приготовления пены [2, 3]. Особый интерес вызывает изучение возможностей увеличения устойчивости огнегасящих пен путём введения добавок - стабилизаторов.

Для изучения возможности повышения устойчивости и огнестойкости воздушно механических пен (ВМП) на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ), применяющихся в промышленности для производства пенообразователей, путём введения стабилизирующих добавок, были проведены исследования устойчивости и огнестойкости пен, полученных из водных растворов натриевых солей дигексилового, диоктилового и динонилового эфиров сульфоянтарной кислоты, а также пенообразователя ПО-6К. В качестве стабилизаторов были выбраны следующие вещества: коллоидный раствор железа, глицерин, этиленгликоль, поливиниловый спирт, бутиловый спирт, триэтанолламин.

Все исследования в лабораторных условиях по стандартным методикам согласно ГОСТ Р 50588-93 «Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний».

По результатам исследований были построены кинетические кривые изменения высоты столба пены (h , мм) во времени (τ , мин) для различных вариантов проведения эксперимента, а также зависимость устойчивости пены ($\tau_{уст}$, мин) от объёма введённого стабилизатора ($V_{ст}$, мл) (рис. 1).

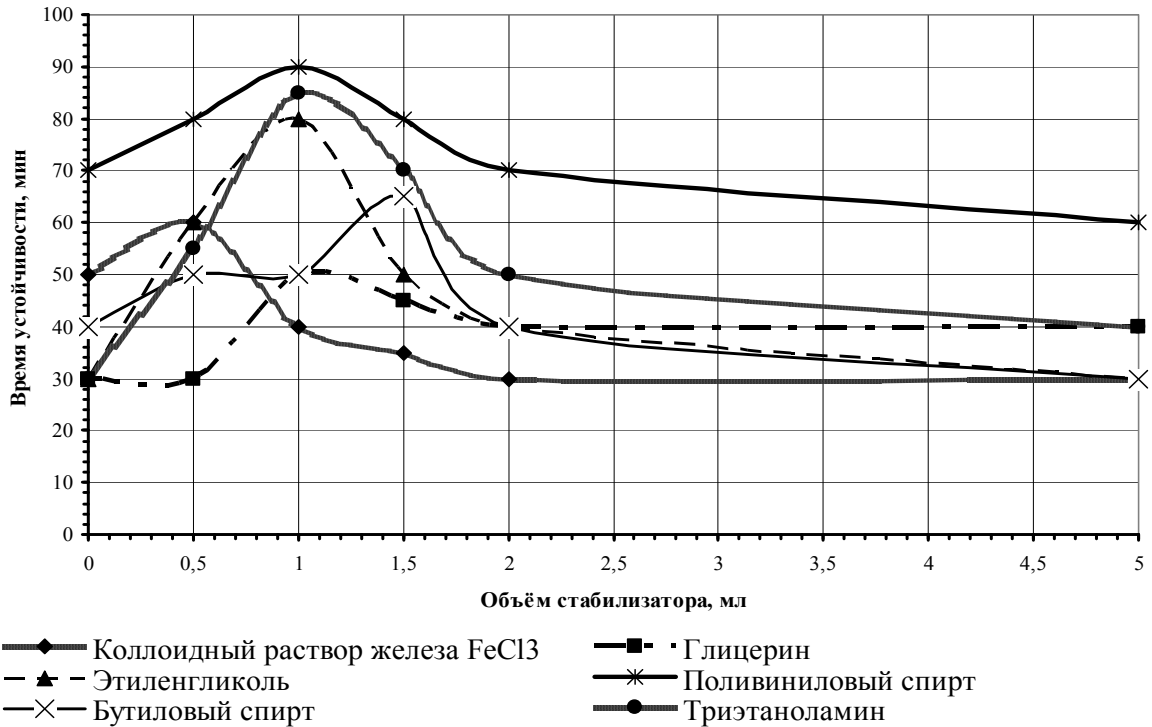


Рис. 1. Зависимость устойчивости пены от концентрации стабилизатора.

Проведенные исследования показали, что устойчивость получаемой пены при введении различных стабилизаторов увеличивается в следующей последовательности: глицерин; коллоидное железо; бутиловый спирт; этиленгликоль; триэтаноламин; поливинилловый спирт.

Наиболее эффективным стабилизатором является поливинилловый спирт в концентрации 1 %. Полученная из такого раствора пена в лабораторных условиях сохраняет устойчивость до 90 мин, т.е. около 1,5 часов, а также отличается несколько более высокой кратностью. Хорошо повышает устойчивость также добавление триэтаноламина в концентрации 1-1,5 % и этиленгликоля в концентрации 1 %, максимальная устойчивость пены при этом составляет 85 и 80 минут соответственно. Большие концентрации стабилизирующих веществ (порядка 2-5%) не только не увеличивают устойчивости пены, но и в большинстве случаев отрицательно влияют на пенообразующую способность растворов.

Очевидно, что использование глицерина и коллоидного раствора железа нецелесообразно, поскольку эти вещества менее эффективно повышают устойчивость пен, а кроме того сложны в применении в реальных

условиях: раствор железа трудоёмок в приготовлении и чувствителен к рН среды, а глицерин быстро застывает при понижении температуры.

Результаты проверки термической устойчивости пен (табл. 1), приготовленных с применением рассмотренных стабилизаторов, показали, что наибольшей огнестойкостью отличается пена, стабилизированная поливиниловым спиртом в концентрации 1% об, устойчивость которой к термическому воздействию составляет 16 мин. Также пену с достаточно высокой огнестойкостью (11-12 мин) можно получить при добавлении 1-1,5 % об. триэтаноламина. Пены, приготовленные с применением этиленгликоля, глицерина, коллоидного железа и бутилового спирта показывают более низкие результаты, их огнестойкость 7-9 минут.

Для более наглядной сравнительной оценки эффективности действия стабилизаторов для каждого случая определялся коэффициент разрушения ВМП [2-4]. Для этого на горящую поверхность подавался 1 литр пены, и с учётом площади растекания и высоты получаемого пенного слоя по формуле (1) рассчитывался K_p (табл. 1).

$$K_p = \frac{W_n^m}{h_{сл} S_p} \quad (1)$$

где W_n^m - теоретический объём полученной пены, л; $h_{сл}$ – высота слоя пены, см; S_p – площадь растекания пены по поверхности, м².

Таблица 1. Сравнительная огнестойкость пен, содержащих различные стабилизаторы.

№ п/п	Стабилизатор	Огнестойкость, мин	K_p
1	Поливиниловый спирт, 1,0%	15,0	3,17
2	Поливиниловый спирт, 1,5%	12,0	3,60
3	Триэтаноламин, 1,0%	12,0	3,70
4	Триэтаноламин, 1,5%	11,0	3,70
5	Этиленгликоль, 1,0%	8,5	4,10
6	Бутиловый спирт, 1,0%	7,0	4,50
7	Бутиловый спирт, 1,5%	8,0	4,50
8	Глицерин, 1%	9,0	4,63
9	Коллоидное железо, 0,5%	7,0	4,56

Наименьшим коэффициентом разрушения ВМП также характеризуется пена, стабилизированная поливиниловым спиртом в концентрации 1 % (об.). Достаточно небольшое время огнестойкости изучаемых пен объясняется невозможность создания в лабораторных условиях пенного слоя большой толщины. Следовательно, необходимым направлением дальнейших исследований видится исследование устойчивости и огнестойкости

пен при введении различных стабилизаторов в натуральных условиях с применением пеногенератора.

Таким образом, обобщая результаты проведённых исследований, можно сделать заключение о том, что на этапе предварительных лабораторных испытаний в качестве стабилизаторов, наиболее эффективно улучшающих устойчивость пен на основе стандартных ПАВ, выпускаемых нашей промышленностью, являются поливиниловый спирт и этиленгликоль в концентрации 1 % об. Применение пенообразующих составов на их основе позволит не только повысить эффективность тушения крупномасштабных лесных, торфяных, почвенных и иных природных пожаров, но и повысить устойчивость пен, используемых для создания пенных заградительных и опорных полос и заградительных пенонаполненных траншей, используемых для предотвращения их распространения и локализации, а также для защиты населенных пунктов от природных пожаров.

Литература

1. Залесов С.В. Лесная пирология. – Екатеринбург: Баско, 2006 – 312 с.
2. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. – М.: Химия. 1983. – 264 с.
3. Шароварников А.Ф., Салем Р.Р., Шароварников А.Ф., Шароварников С.А. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав. Свойства. Применение. – М.: Калан, 2006. – 362 с.
4. Артемьев Н.С., Подгрушный А.В., Опарин Д.Е. Коэффициент разрушения воздушно-механической пены средней кратности при тушении жидкости в резервуаре // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т. 16., № 1. – С. 79-80.

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ПРОГНОЗА ГРОЗОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ

Гедзенко Д.В., к.т.н.

Манжосов В.С., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Под грозовым положением понимается комплексное атмосферное явление. В этот комплекс явлений входят: ливневые осадки, град, электрические разряды в виде молний, шквалы, интенсивная турбулентность и вертикальные порывы ветра, сильные обледенения, смерчи. Грозовая деятельность связана с сильной неустойчивостью атмосферы при высоком ее влагосодержании [1]. Данные природные явления могут вызвать катастрофы, связанные с возникновением пожаров.

Когда напряженность электрического поля между двумя объемными зарядами достигает значения пробивного потенциала (около 30000 В/см), происходит электрический разряд в виде молнии. Температура молнии в четыре раза выше температуры на солнце. Несмотря на принимаемые меры на определенных объектах (нефтехранилищах, складах с боеприпасами и других легковоспламеняющихся объектах) по противопожарной безопасности существует вероятность возгорания из-за данного природного явления, приводящее к катастрофе с гибелью людей и нанесению большого материального ущерба.

Шквалы и смерчи также являются явлениями погоды, влияющие на пожарную безопасность. Высокая скорость ветра приводит к замыканию электропроводов, к увеличению мощности пламени, вследствие чего увеличивается вероятность возникновения пожара.

Для прогноза грозового положения в настоящее время в прогностической метеорологической практике широко используются методы Вайтинга, Фауста, Фатеева и Шоултера [2,3].

Анализ данных из метеорологической практики указывает на то, что существующие и наиболее часто используемые методы прогноза грозового положения не удовлетворяют предъявляемым требованиям по точности и оперативности. Данный факт требует разработки и применения новых подходов к решению задачи получения необходимой прогностической метеорологической информации. Указанные подходы должны основываться на использовании дополнительных данных о характеристиках состояния и движения атмосферы, полученных на базе количественной оценки и анализа фрактальных свойств атмосферы.

Модификация методов прогноза грозового положения на базе прогностической информации о характеристиках задерживающих слоев, полученная с помощью выражения (1).

$$t_g = t_n + a \sum_{i=1}^n \Delta z_i \nabla_i \text{Ri} + b \overline{\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial P_0}{\partial t} \right)} - c \nabla^2 P_0, \quad (1)$$

где t_n – температуры воздуха на нижней границе задерживающего слоя; Δz_i – вертикальная мощность задерживающего подслоя с постоянным значением вертикальной составляющей градиента числа Ричардсона $\nabla_i \text{Ri}$; n – количество задерживающих подслоев; $\overline{\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial P_0}{\partial t} \right)}$ – среднее значение локального изменения барической тенденции; $\nabla^2 P_0$ – лапласиан атмосферного давления; a, b, c – эмпирические коэффициенты.

При отсутствии задерживающих слоев состояние атмосферы было отнесено к первому классу, при наличии – ко второму.

В рамках первого класса для прогноза грозового положения и количественной оценки его интенсивности предлагается применять классические прогностические методы, в рамках второго – модифицировать указанные методы путем введения эмпирических поправок, связанных с интенсивностью задерживающих слоев. Численные значения соответствующих поправок, рассчитанные с помощью статистического анализа метеорологических данных, к примеру, для пункта Воронеж и станции Белая, Иркутская область, приведены в таблице 1.

Таким образом, применение модифицированных методов прогноза грозового положения на практике дает возможность дифференциации состояния атмосферы по степени ее устойчивости, что обеспечивает повышение качества прогностической метеорологической информации. Данный модифицированный метод позволяет увеличить оправдываемость прогноза грозового положения, тем самым уменьшить вероятность возникновения пожара. Внедрение предложенного метода в технологию обеспечения оперативно-служебной деятельности Государственной противопожарной службы позволит качественнее и с большей заблаговременностью решать актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 1. Численные значения поправок, модифицирующих классические методы прогноза грозового положения.

Метод прогноза	Δz								
	<500м			500 – 1000м			>1000м		
	Δt ($^{\circ}C$)			Δt ($^{\circ}C$)			Δt ($^{\circ}C$)		
	0	1-5	>5	0	1-5	>5	0	1-5	>5
п. Воронеж									
Вайтинга	-1	-2	-3	-3	-3	-4	-4	-5	-7
Фауста	-0,1	-0,3	-0,6	-0,3	-0,8	-1,2	-1,4	-1,8	-2,2
Фатеева	-0,8	-0,8	-1,2	-1,0	-1,4	-1,6	-1,9	-2,4	-3,1
Шоултера	0,4	0,5	0,9	0,7	1,1	1,4	1,6	2,1	2,6
ст. Белая									
Вайтинга	0	-1	-2	-3	-4	-4	-5	-6	-7
Фауста	-0,2	-0,3	-0,5	-0,4	-0,9	-1,4	-1,6	-1,8	-2,1
Фатеева	-0,9	-1,1	-1,4	-1,2	-1,6	-1,8	-1,9	-2,5	-3,3
Шоултера	0,5	0,7	0,9	1,3	1,4	1,6	1,7	2,1	2,7

Литература

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 711 с.
2. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 640 с.
3. Приходько М.Г., Смирнов В.С., Эйдельман Ю.З. Общая и синоптическая метеорология. – М.: Военное издательство МО СССР, 1970. – 512 с.

ОСОБЕННОСТИ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЙ

Герасимов С.М., курсант

Минеев Г.В., старший преподаватель

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

АксонOMETрические проекции широко используются в технике для построения наглядных изображений отдельных деталей, сборочных единиц и даже сооружений. Слово «аксонOMETрия» - греческое, состоит из двух слов: *axo* – ось, *metreo* – измеряю; в переводе означает «измерение осей» или, точнее, «измерение по осям». Для показа внешних или внутренних форм деталей, например корпусов изделий, часто применяют аксонOMETрические изображения с вырезом какой-то части. АксонOMETрические проекции применяются в качестве вспомогательных к комплексным чертежам в тех случаях, когда требуется поясняющее наглядное изображение формы детали. Отличие аксонOMETрических проекций от ортогональных заключается в том, что в аксонOMETрической проекции изображение детали вместе с осями координат получается проецированием параллельными лучами на одну аксонOMETрическую плоскость проекций [1].

В зависимости от направления проецирующих лучей аксонOMETрические проекции делятся на прямоугольные и косоугольные. Если проецирующие лучи перпендикулярны аксонOMETрической плоскости проекций, то такая проекция называется прямоугольной аксонOMETрической. К прямоугольным аксонOMETрическим проекциям относятся изOMETрическая и диметрическая. Если проецирующие лучи направлены под углом к аксонOMETрической плоскости проекций, то получается косоугольная аксонOMETрическая проекция. К косоугольным аксонOMETрическим проекциям относятся фронтальная изOMETрическая, горизонтальная изOMETрическая и фронтальная диметрическая проекции. ГОСТ 2.317-69* регламентирует особенности пяти аксонOMETрических проекций [2].

В прямоугольной изOMETрической проекции коэффициент искажения по осям x , y , z равен 0,82. Для упрощения изOMETрическую проекцию, как правило, выполняют без искажения, т.е. приняв коэффициент искажения равным 1. Углы между осями x , y и z равны 120° , линейные размеры предмета, параллельные этим осям, искажаются одинаково. Следовательно, окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, проецируются на аксонOMETрическую плоскость проекций в эллипсы. Прямоугольная диметрическая проекция отличается тем, что коэффициент искажения по оси y равен 0,47, а по осям x и z 0,94. Диметрическую проекцию выполняют, как правило, упрощенно, с коэффициентом искажения, равным 1, по осям x и z и с коэффициентом искажения 0,5 по оси y . Однако из-за взаимного расположения осей окружности, лежащие в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, так же проецируются в эллипсы. Косоуголь-

ная фронтальная изометрическая проекция характерна тем, что все линии предмета, параллельные фронтальной плоскости проекций, изображаются во фронтальной изометрической проекции без искажения. Деталь во фронтальной изометрической проекции следует располагать по отношению к осям так, чтобы сложные плоские фигуры, окружности, дуги плоских кривых находились в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций. Тогда построение их упрощается, так как они изображаются без искажений. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной и профильной плоскостям проекций, в эллипсы. В косоугольной горизонтальной изометрической проекции окружности и кривые, лежащие в плоскостях параллельных горизонтальной плоскости проекций изображаются без искажений, а коэффициент искажения по всем осям равен 1. Однако окружности лежащие в плоскостях параллельных фронтальной и профильной плоскости проецируются в эллипсы. Положение аксонометрических осей в косоугольной фронтальной диметрии такое же, как и во фронтальной изометрии, однако, в направлении, параллельном оси u , линейные размеры сокращают вдвое. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций, в окружности, а окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной или профильной плоскостям проекций, в эллипсы [3].

Анализируя описанные выше особенности аксонометрических проекций можно сделать вывод, что выбор проекции для получения наглядного изображения детали должен быть обусловлен конструкцией детали, а так же технической сложностью выполняемого изображения. В техническом черчении наибольшее применение находят прямоугольная изометрическая и косоугольная фронтальная диметрическая проекции, так как они позволяют получать наглядные изображения деталей для пояснения комплексных чертежей, и, кроме того, достаточно просты в техническом исполнении.

Литература

1. Боголюбов С.К. Курс технического черчения: учебник для машиностроительных техникумов. – М.: Машиностроение, 1973. – 304 с.
2. ГОСТ 2.317-69*. Аксонометрические проекции. – М., 2007. – 24 с.
3. Чекмарев А.А. и др. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высшая школа, 2004. – 493 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОЛН ДАВЛЕНИЯ ПРИ СГОРАНИИ ГАЗО-ПАРОВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Грибенко Д.С., курсант

Сатюков Р.С., преподаватель

Штеба Т.В., доцент, к.т.н.

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

Одной из наиболее серьезных опасностей пожаровзрывоопасных производств являются взрывы парогазовых облаков, которые могут образоваться, например, при разрушении резервуаров хранения нефтепродуктов и испарении разлитых жидкостей в неограниченном пространстве. Появление источника воспламенения, когда газопаровоздушная смесь (ГПВС) достигла опасных концентрационных пределов воспламенения, в диапазоне от верхнего предела концентрации до нижнего его значения, приводит к взрыву. Различают два основных типа взрыва ГПВС - детонационный и дефлаграционный. Детонация – разновидность процесса сгорания, в ходе которого сила распространяющейся ударной волны такова, что мгновенно начинается химическая реакция или взрыв, при котором воспламенение последующих слоев взрывчатого вещества происходит в результате сжатия и нагрева ударной волной, характеризующейся тем, что ударная волна и зона химической реакции следуют неразрывно друг за другом с постоянной сверхзвуковой скоростью. Дефлаграция – разновидность процесса сгорания облака, в ходе которого фронт реакции продвигается по горючей смеси благодаря теплопроводности и конвекции в направлении от сгоревшего газа к несгоревшему. При этом, фронт волны сжатия и фронт пламени движутся с дозвуковой скоростью. При дефлаграционном режиме сгорания, в «ближней» к эпицентру взрыва зоне избыточное давление, даже в случае околосвуковых скоростей горения, значительно (на порядок) ниже давления, создаваемого при детонации. Однако продолжительность действия избыточного давления при дефлаграции значительно больше, чем при детонации, причем период отрицательной фазы (до 100 мс и более) в 2 - 5 раз превышает период положительной фазы. При детонации скорость распространения пламени превышает скорость звука, а по данным некоторых источников, детонационный взрыв газопаровоздушной смеси происходит с видимой скоростью 500 м/с и более. При дефлаграционных взрывах, наблюдающихся в облаках ГПВС, скорость распространения пламени по веществу меньше звуковой и может изменяться в широких пределах. Рассмотрим параметры волн давления при сгорании газопаровоздушного облака в режиме детонации. При рассмотрении детонационных взрывов облаков ГПВС многие исследователи пользуются понятием тротилового эквивалента, считая эти взрывы аналогичными взрыву твердых (конденсиро-

ванных) взрывчатых веществ (ВВ). Избыточное давление взрыва может быть рассчитано по различным методикам. Уравнение М.А. Садовского, изначально описывающее характер изменения избыточного давления ΔP_{ϕ} на фронте взрывной ударной волны при взрывах твердых взрывчатых веществ, в ряде методик приспособлено для оценки последствий детонационных взрывов облаков ГПВС:

$$\Delta P_{\phi} = 100 \cdot \frac{\sqrt[3]{\alpha \cdot M_{\text{ГПВС}}}}{\Gamma} + 430 \cdot \frac{\sqrt[3]{(\alpha \cdot M_{\text{ГПВС}})^2}}{\Gamma^2} + 1400 \cdot \frac{\alpha \cdot M_{\text{ГПВС}}}{\Gamma^3}, \quad (1)$$

Для определения параметров волны давления на фронте ударной волны при взрыве газо-паровоздушного облака, в СП 12.13130.2009 [1], применяется уравнение, предложенное Б.Е. Гельфандом.

$$\Delta P = P_0 \left(\frac{0,8 m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3 m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 m_{\text{пр}}}{r^3} \right), \quad (2)$$

Уравнение, предложенное Б.Е. Гельфандом, также учитывает тротиловый эквивалент взрыва ГПВС горючих веществ. Однако, в отличие от (1) уравнение (2) позволяет учесть вид горючего вещества, участвующего во взрыве, по его удельной теплоте сгорания. Значения избыточного давления взрыва, рассчитанные по данным уравнениям, дают схожие результаты лишь на значительных расстояниях от взрыва. Недостатком обеих методик, по нашему мнению, является то, что взрыв парового облака в них сравнивается со взрывом эквивалентного количества тринитротолуола. В отличие от взрывов твердых ВВ, являющихся точечными, взрыв облака ГПВС является объемным. Взрыву парового облака не свойственно бризантное действие, характерное для конденсированных взрывчатых веществ. В непосредственной близости от места взрыва конденсированного вещества давление может превысить 1 ГПа, в то время как максимальная величина избыточного давления взрыва газо-паровоздушной смеси даже при наличии соответствующих условий не достигает и нескольких единиц МПа. Существует достаточно доказательств, согласно которым в результате детонационного взрыва парового облака уровень избыточного давления в ближней зоне не превысит 1,8-2 МПа. Методики, применяемые в нормативных документах [1-3] для расчета детонационных взрывов ГПВС используют уравнение Гельфанда, в частности при определении категории наружных установок по пожарной опасности. Можно сделать вывод, что результаты расчетов по данным методикам неадекватно отражают процесс формирования избыточного давления в детонирующем облаке и на фронте воздушной ударной волны, значительно завышая (на несколько порядков) ΔP_{ϕ} в ближней и средней зонах поражения, и только приближенно верны на больших расстояниях от центра взрыва.

Рассмотрим параметры волн давления при сгорании газопаровоздушного облака в режиме дефлаграции. Предложенная Институтом химической физики РАН и используемая в методиках [4] эмпирическая зависимость $u = k \cdot M^{1/6}$, оценивает диапазон «малых» скоростей (<100 м/с) распространения фронта пламени в облаке горючих газопаровоздушных смесей для малочувствительных к инициированию взрывных процессов веществ в слабо загроможденном или свободном пространстве.

Вместе с тем, дефлаграционные процессы приводят к появлению воздушных ударных волн, обладающих поражающим действием только при видимых скоростях фронта пламени свыше 100 м/с, что соответствует максимальному избыточному давлению на фронте воздушной ударной волны $\Delta P_{\max} > 15$ кПа. Выход на такие режимы сгорания наиболее вероятен при ограничении пространства или наличии препятствий.

При дефлаграционных взрывах максимальное избыточное давление на фронте воздушной ударной волны не зависит от количества (массы) взрывающейся ГПВС. Поэтому понятие тротилового эквивалента при дефлаграционном взрыве не имеет смысла.

Таким образом, анализ литературных источников позволяет утверждать, что в настоящее время нет апробированных математических моделей взрывного превращения газопаровоздушной смеси, позволяющих однозначно предсказать скорость распространения и избыточное давление в облаке фронта пламени, а так же отсутствует единый подход к классификации режимов сгорания газопаровоздушных облаков и определению их основных параметров.

Литература

1. СП12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
2. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
3. ГОСТ Р 12.3.047-98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
4. Приложение к приказу МЧС России от 10.07.2009 № 404 Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ РАСПОЗНАВАНИЯ ОЧАГОВ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Гуменюк А. Ю., курсант

Сахаров А. А., курсант

Андреев С. Н., старший преподаватель, к.т.н.

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Существенную помощь в решении задачи обнаружения очагов лесных пожаров оказывают спектрофотометрические данные дистанционного зондирования Земли. При этом остро встает проблема автоматизированного мониторинга обширных территорий, особенно Сибири и Дальнего востока. Перспективным направлением решения этой проблемы является применение методов распознавания образов (РО) к изображениям, полученным в тепловом и видимом диапазонах спектра.

Одним из подходов к решению задачи автоматизированного распознавания очагов пожаров является разработка методики построения искусственных нейронных сетей (НС), на основе синтеза оптических технологий и методов нечеткой логики (НЛ) [6].

При этом наличие глубоких аналогий между математическими обоснованиями искусственных НС, НЛ и Фурье-голографией открывает перспективы для реализации методов РО на базе единого нейросетевого подхода. В связи с этим, целью данной работы является разработка методики построения саморазвивающихся искусственных НС, реализующих процесс РО на основе синтеза эволюционных методов моделирования и методов цифровой голографии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, связанных с построением НС, выбором способа восприятия сетью исходных данных и внутреннего представления входного образа, а также организацией обучения этой НС.

Дальнейшие рассуждения основываются на предположении, что мозг генерирует опорные волны различной частоты $(f_1, f_2, \dots, f_k)^*$, посредством которых, с определенной периодичностью, осуществляет «опрос» нейронов, т.е. реализует анализ входного сигнала (образа, изображения) на разных частотах и сравнивает отклики на предъявляемые образы с ранее запомненными. При этом каждый нейрон, работая по принципу «вопрос – ответ», отвечает только на тот вопрос, на который «знает» ответ, как это делает, например, нейрон Гроссберга [7].

Математическим обоснованием применения искусственных НС обычно считается теорема А. Н. Колмогорова о представимости непрерывной функции n переменных в виде суперпозиции m непрерывных функций одной переменной. Применительно к НС эта теорема была сформулирова-

на Хехт-Нильсеном [7]: любую непрерывную функцию F от n переменных можно точно аппроксимировать с помощью простой трехслойной нейросети (с одним скрытым слоем), для чего достаточно подобрать $m=2n+1$ передаточных функций s_{ij} нейронов скрытого слоя:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum g_j \left(\sum s_{ij}(x_i) \right), \quad (16)$$

где s_{ij} и g_j – непрерывные функции, не зависящие от функции F .

Отметим так же, что функцию F от n переменных с достаточной точностью можно аппроксимировать с использованием n рядов Фурье в следующем виде:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m c_j \phi_j(x_i) \right) = \sum_{i=1}^n \left(\gamma_i(x_i) \right), \quad (17)$$

где $\gamma_i(x_i) = \sum_{j=1}^m c_j \phi_j(x_i)$ – ряд Фурье, ϕ_j – базисные функции, c_j – спектральные коэффициенты.

Восприятие изображений и внутреннее представление входного образа внутри НС предлагается реализовать на основе нейросетевого синтеза цифровых голограмм [8]. При этом опорный сигнал, для получения внутреннего голографического образа, должна генерировать сама НС.

За основу голографической НС взят модифицированный формальный нейрон (МФН), использующий нелинейные синаптические функции и реализующий биполярную фазификацию входных сигналов [4]. Реакция этого нейрона на входное воздействие, учетом (16) и (17), будет определяться выражением:

$$y = g \left(\mathbf{A} s_i(x_i) \right) = \left[\sum_{i=1}^n \gamma_i(x_i) \right], \quad (18)$$

где g – функция активации; \mathbf{A} – обозначает одну из используемых в конкретном нейроне операций агрегирования нечеткого вывода [4]; x_1, x_2, \dots, x_n – вектор входных сигналов, поступающих на n синапсов нейрона; s_i – синаптические функции.

Тогда, согласно [5], выражение для полносвязного нейросетевого ядра можно представить как

$$y^L = g^L \left(\mathbf{A} s_i^L \left(\dots g_i^l \left(\mathbf{A} s_i^l \left[\sum_{i=1}^{n^d} \gamma_i^d(x_i) \right] \dots \right) \right) \right), \quad (19)$$

где $l=1, 2, \dots, L$ – номер слоя нейронов сети; d – слой нейронов, лежащий ниже слоя l ; s_i^l – синаптическая функция i -го синапса нейрона слоя l ; n^l – общее число синапсов нейрона слоя l ; g^l – функции активации нейрона слоя l . Квадратными скобками выделен слой сенсорных нейронов.

Осуществив ряд преобразований, позволяющих перейти к представлению входного образа в комплексной форме $\mathbf{B}_i = |x_i| \exp\{\mathbf{i}\varphi_i\}$, где \mathbf{i} – мнимая единица, φ_i – фаза сигнала, получим уравнение сенсорного нейрона (18) в ви-

де

$$y = g\left(\sum_{i=1}^n \mathbf{A} s_i(\mathbf{B}_i)\right) = \left[\sum_{i=1}^n \gamma_i(\mathbf{B}_i)\right] = \sum_{i=1}^n \gamma_i\left(|x_i| \exp\{\mathbf{i} \varphi_i\}\right). \quad (20)$$

Не трудно заметить, что в тригонометрическом виде уравнение (20), при $\varphi_i=0$ и линейных функциях s_i и g , представляет собой нейрон Гроссберга [7].

Перейдя к двумерному представлению входного образа $\mathbf{B}_{ij} = |x_{ij}| \exp\{\mathbf{i} \varphi_{ij}^{nm}\}$, где n, m – координаты точки вышележащего слоя, в которую, со сдвигом фаз φ_{ij}^{nm} , проецируется сигнал от элемента изображения нижележащего слоя с координатами i, j . Тогда уравнение сенсорного нейрона (18) будет иметь вид:

$$y_{nm} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \mathbf{B}_{ij}^{nm} \exp\left\{\mathbf{i} \cdot 2\pi f^* + \varphi_{ij}^{nm}\right\}. \quad (21)$$

Заменив в выражении (19) ядра нейросети сенсорный слой нейронов, описываемый суммой рядов Фурье, комплексными МФН получим:

$$y^L = g^L\left(\sum_{i=1}^{n^L} \mathbf{A} s_i^L\left(\dots g_i^d\left(\sum_{i=1}^{(N \times M)^d} \mathbf{A} s_i^d[y_{nm}^d(x_{ij})]\right)\dots\right)\right), \quad (22)$$

где $N \times M$ – размер голограммы (в данном случае совпадает с размером изображения).

Очевидно, что выражение (21) представляет собой сигнал на выходе сенсорного слоя нейронов в виде дискретной или цифровой голограммы Фурье (ГФ) [8]:

$$\mathbf{\Gamma}_{nm} = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} \mathbf{B}_{ij}(f^*) \exp\left\{\mathbf{i} \cdot 2\pi f^* + \varphi(r_{ij}^{nm})\right\}, \quad (23)$$

где $\mathbf{\Gamma}_{nm}$ – голографический портрет объекта в плоскости аксонов сенсорного слоя нейронов; $f^* = \frac{n \cdot i}{N} + \frac{m \cdot j}{M}$ – частотная характеристика «рассматриваемого» нейросетью изображения; $\mathbf{B}_{ij}(f^*)$ и $\varphi(r_{ij}^{nm})$ – соответственно амплитудно-частотная и фазовая характеристики голограммы в плоскости внутреннего сенсорного слоя НС; $N \times M$ – размер сенсорного и аксонного полей; i, j – координаты элемента изображения нижележащего, а n, m – вышележащего слоя; r – расстояние между точками с координатами (i, j) и (n, m) .

Таким образом, голограммы, описываемые соотношением (23) представляют собой пространственный Фурье-спектр, и могут быть аппроксимированы комплексными МФН (21).

Нейросетевое представление входного образа (изображения) в виде голограммы, позволяет перейти от анализа комплекса отдельных параметров, к анализу амплитудно-фазовых портретов как всего изображения, так

и отдельных его частей, а также использовать оптические преобразователи входного сигнала. При этом, чтобы добиться большей стабильности распознавания трансформированных образов, на практике часто применяют предобработку входного сигнала, например, в виде дискретного преобразования Фурье (ДПФ) [6].

Применение ДПФ к полученному голографическому образу позволяет перейти от анализа пространственных амплитудно-фазовых портретов изображений, подаваемых на вход НС, к анализу их частотных спектров [8].

Использование предложенного подхода позволяет перейти от нейросетевого анализа и распознавания непосредственно двухмерных изображений реальных объектов к распознаванию внутрисетевых голографических представлений (образов) этих объектов на основе анализа их амплитудно-фазовых портретов и частотных спектров, а также осуществлять сжатие, компактное внутрисетевое хранение и использование сохраненных образов в качестве «опорных» при реализации ассоциативной памяти.

Автоматизировать процесс поиска оптимальной архитектуры и обучения НС предлагается на основе уже отработанных нейросетевых технологий с применением ГА. При этом общая структура НС должна формироваться по принципу самоподобия из набора нейросетевых ядер [5], позволяющих не только управлять процессом формирования архитектуры НС, но и осуществлять разложение изображений на различные по принципу обработки и анализа компоненты.

Таким образом, построение нейросетевой системы анализа и распознавания изображений (очагов пожаров), может быть осуществлено с применением саморазвивающихся искусственных НС, реализованных на основе синтеза эволюционных методов моделирования и методов цифровой голографии.

Литература

4. Андреев С.Н. Построение нейросетевой системы прогнозирования термогидродинамических процессов (явлений) в атмосфере // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2007. – № 9. – С. 293–315.
5. Андреев С.Н. Применение эволюционных методов моделирования для построения саморазвивающихся нейронных сетей // Кибернетика и высокие технологии XXI века (С&Т-2009): сб. научных статей по материалам X межд. научно-техн. конф. – Воронеж: ВГУ, 2009. – Т. 1. – С. 326–337.
6. Васильев В.Н., Павлов А.В. Оптические технологии искусственного интеллекта. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. – 99 с.
7. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.
8. Ярославский Л. П. Цифровая обработка сигналов в оптике и голографии: Введение в цифровую оптику. – М.: Радио и связь, 1987. – 296 с.

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО МАГНИТОЖИДКОСТНОГО УПЛОТНЕНИЯ

Дашков Д.И., курсант

Марковской А.А., слушатель

Топоров А.В., старший преподаватель, к.т.н.

Ивановский институт ГПС МЧС России, Иваново, РФ

Подшипники качения очень широко используются в различных узлах пожарной техники. Что бы повысить надежность и продлить срок службы опорного узла с подшипником качения необходимо исключить попадание в него различных загрязнений. Для решения этой задачи могут применяться различные уплотнительные устройства.

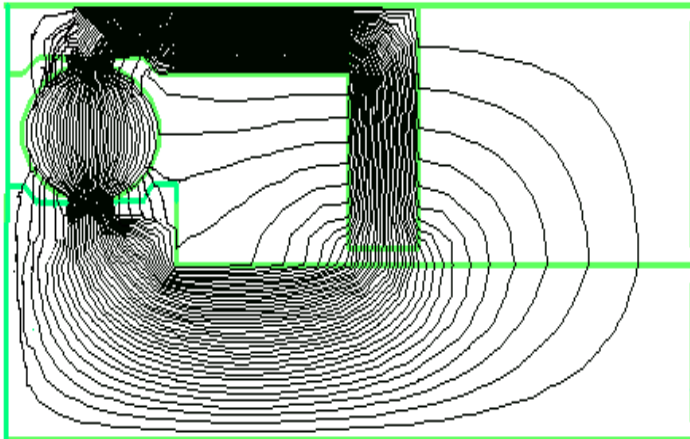
Существует ряд конструкций комбинированных уплотнительных устройств [1-3] в которых магнитожидкостное уплотнение объединено в отдельный узел с подшипниками.

Наиболее часто магнитное поле в области тел качения создается постоянным магнитом, являющийся частью магнитожидкостного уплотнения (МЖУ). При этом, в области тел качения подшипника находится магнитная жидкость (МЖ), которая либо помещается туда специально, либо притягивается магнитным полем из области рабочего зазора МЖУ. Предполагается, что магнитная жидкость, удерживаемая магнитными силами во внутренней области подшипника качения, будет обеспечивать надежное смазывание тел качения.

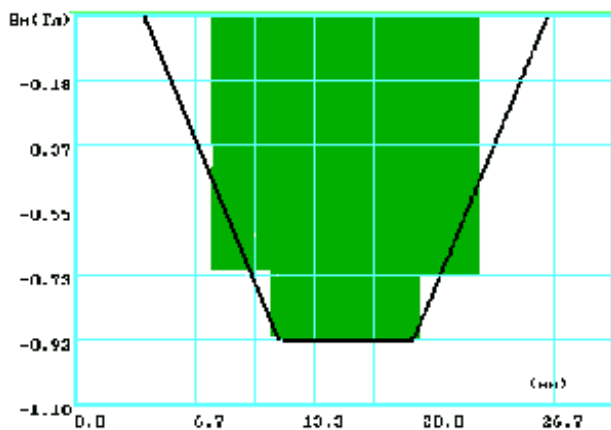
Можно предположить, что на свойства МЖ в области трения подшипника будут оказывать влияние параметры магнитного поля.

Расчет распределения магнитного поля в области контакта шариков и обоймы подшипника проводился с применением системы FEMM на примере однозубцового магнитожидкостного уплотнения, объединенного с подшипником качения. Принималось, что в качестве источника магнитного используется феррит – бариевый магнит, обоймы и шарики подшипника изготовлены из стали ШХ15, полюсная приставка магнитожидкостного уплотнения изготовлена из стали ст3, вал из стали 45.

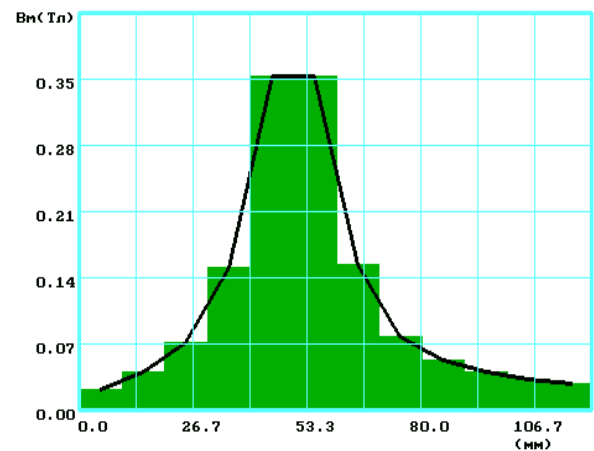
Полученные в результате картина магнитного поля распределения магнитной индукции по внутренней поверхности обоймы подшипника, показывают, что при наложении магнитного поля в этой области подшипника возникает градиент магнитного поля, направленный в точку соприкосновения шариков и обоймы. При этом, величина магнитной индукции в точке касания составляет порядка 0.7Тл, при величине индукции в рабочем зазоре уплотнения порядка 0.17Тл (см. рис. 1).



а



б



в

Рис. 1. Расчет магнитного поля в подшипнике качения.

а – картина магнитного; б, в – распределение магнитной индукции на вершине тела качения и в рабочем зазоре

Такое значительное увеличение индукции на вершине шарика обусловлено малостью зазора между телом качения и обоймой подшипника.

Негативным последствием возникновения областей с такими значительными величинами индукции может являться расслоение в них магнитной жидкости на жидкость – носитель и магнитную фазу. В данном случае магнитный материал из магнитной жидкости будет откладываться на обойме подшипника по пути качения шарика. С течением времени напрессовывание магнитного материала на обойме может привести к уменьшению тепловых зазоров между обоймой и шариками и стать причиной заклинивания подшипника и выхода из строя опорного узла агрегата.

Поэтому, в случаях, когда невозможно исключить попадание МЖ в область тел качения подшипника необходимо производить расчет магнитного поля.

При применении для смазки подшипников магнитной жидкости целе-

сообразно выбирать минимально возможную величину магнитной индукции, обеспечивающую лишь удержание МЖ в рабочей области.

В настоящее время разработана конструкция комбинированного магнитожидкостного уплотнения, устанавливаемого между внешней и внутренней обоймами подшипника. Это уплотнение позволяет добиться значительной степени герметизации узла, имеет малые габариты и исключает попадание МЖ в область тел качения [4].

Литература

1. Кондаков А.А., Голубев А.И., Овандер В.Б. и др. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Под ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. – М.: Машиностроение, 1986. – 464 с.
2. Орлов Д.В., Михалёв Ю.О., Мышкин Н.К. и др. Магнитные жидкости в машиностроении / Под ред. Д.В. Орлова, В.В. Подгоркова. – М.: Машиностроение, 1993. – 272 с.
3. Одзаки К. Магнитожидкостные уплотнения. – М.: ВУП, 1991. – С. 2-12.
4. Топоров А.В., Топорова Е.А., Пучков П.В. и др. Подшипник качения с магнитожидкостным уплотнением // Патент на полезную модель RU (11)100165.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ КУРСАНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Добрынина Н.Ю., старший преподаватель, к.х.н.
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

С каждым годом повышаются требования к специалистам пожарной безопасности. Кроме практических навыков в тушении пожаров они должны получить прочную теоретическую базу, чтобы правильно оценивать обстановку на пожаре, принять верное решение при возникновении чрезвычайных ситуаций [1]. В работе [2] показана необходимость доведения преподавателем до курсантов взаимосвязи естественно-научной дисциплины химия с общепрофессиональными (ОПД) и специальными (СД) дисциплинами, позволяющими заинтересовать курсантов в успешном освоении курса. Расширению кругозора курсантов и умению видеть перспективы применения полученных знаний также должно способствовать встраивания результатов научно-исследовательских работ в учебный процесс.

Например, при изучении ОПД «Физико-химические основы развития и тушения пожаров», в частности, тем «Закономерности процессов тепло- и газообмена на пожаре», «Динамика внутреннего пожара» преподаватель имеет возможность представить курсантам результаты научно-исследовательской работы курсантов, выполненной на кафедре химии и процессов горения.

Тема работы «Определение температуры пожара методами исследования степени термического поражения изделий из стали» является актуальной, поскольку оценка термического воздействия на стальные конструкции или изделия после пожара может использоваться при проведении пожарно-технических экспертиз с целью исследования путей его распространения и установления очага пожара. Кроме того, термическое воздействие пожара, являясь одним из факторов, наряду с фазами производства материалов, строительства и эксплуатации влияет на надежность и долговечность конструкции.

В работе поставлены задачи: определить степень термического поражения по температуре, построить поля равных температур, получить представление о распространении дымовых газов и пламени на внутреннем пожаре.

Были достигнуты следующие цели: проведен обзор литературы о последствиях теплового воздействия пожара на стальные конструкции и изделия из стали, известных методик исследования степени термического поражения стальных изделий; проанализированы примеры расследования пожаров по стальным изделиям с места пожара.

Построена физическая модель объекта – «автомастерская»; проведены огневые испытания на загородной учебной базе УрИ ГПС МЧС России в поселке Б. Сидельники; отобраны для анализа образцы стальных изделий. Для получения результатов использовался как визуальный анализ образцов из стали, так и инструментальные полевые экспресс-методы с использованием коэрцитиметров из аппаратного комплекса «Сириус» [3, 4].

Полученные в ходе обработки результатов данные были представлены в виде тепловых полей равных температур на уровне пола первого, второго этажей и крыше изучаемой модели, что позволило получить представление о распространении дымовых газов и пламени.

Литература

1. Современный пожарный – это высокообразованный специалист // Вестник МЧС России. – 2011. – июнь. – С. 58-59.
2. Добрынина Н.Ю., Русинова Е.В., Якубова Т.В. Реализация межпредметных связей при изучении дисциплин как фактор повышения эффективности подготовки инженеров пожарной безопасности // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации. IV Всероссийская научно-практическая конференция. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2010. – Ч. 1. – С. 78-89.
3. Кузнецов С.В., Трушаков С.С., Добрынина Н.Ю. Определение температуры пожара методом визуальной оценки степени термического поражения изделий из стали // Сборник материалов межвузовской научно-практической конференции курсантов, студентов и молодых ученых Уральского института ГПС МЧС России, посвященной 20-летию образования МЧС России. – Екатеринбург: УрИ ГПС, 2010. – С. 49-51.
4. Кузнецов С.В., Трушаков С.С., Добрынина Н.Ю. Определение температуры пожара инструментальными методами исследования степени термического поражения изделий из стали // Сборник материалов межвузовской научно-практической конференции курсантов, студентов и молодых ученых Уральского института ГПС МЧС России, посвященная 20-летию образования МЧС России. – Екатеринбург: УрИ ГПС, 2010. – С. 52-55.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ

Добрынина Т.В., преподаватель, к.б.н.

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Принято считать, что проблемы биологической безопасности, так же как развитие науки и технологий в целом, играют подчинённую роль по отношению к экономической безопасности и другим составляющим национальной безопасности. Однако в последнее время произошло существенное смещение акцентов с позиций традиционных представлений. Принципиально важное значение приобрела необходимость разработки концепции биологической безопасности России, её промышленной составляющей и реализации первоочередных мер по восстановлению и наращиванию защитного биопотенциала страны [1]. Предполагается, что концепция биологической безопасности должна включать определение источников биологических угроз, разработку средств и методов биологической защиты, указание на источники обеспечения биобезопасности, юридические, организационные и технико-экономические подходы и чётко сформулированные позиции научно-технической политики страны в решении этой проблемы. При этом необходимо учитывать, что существующие биологические угрозы (биопреступления, биокатастрофы, биотерроризм) приводят к разрушению социальной морали, экономической и политической стабильности, наносят и будут наносить огромный вред здравоохранению и сельскому хозяйству.

В тоже время научно-обоснованная стратегия обеспечения национальной биологической безопасности должна также включать решение задачи своевременного предупреждения об опасности возникновения биосоциальной ЧС специально для проведения последующих мероприятий по обеспечению биологической безопасности. Задача решается при постоянном эпидемиологическом, молекулярном и таксономическом мониторинге [2] с использованием экспрессных методов диагностики больных, индикации возбудителей инфекций во внешней среде и их идентификации. При этом важна высокая чувствительность анализа и возможность проведения его в автоматическом режиме одновременно по широкому спектру параметров. Множественность потенциальных источников биологической опасности диктует необходимость создания универсальных групповых средств диагностики для быстрой предварительной оценки ситуации и одновременно для разработки высокоспецифичных диагностических средств для идентификации биологических агентов [3]. В связи с этим в практическую деятельность внедряется современная весьма перспективная технология микрочипов (или биочипов), позволяющая одновременно и в сжатые сроки определять большое количество разных микроорганизмов; автома-

тическое прочтение геномов выделенных изолятов для определения факторов патогенности; генетическое типирование штаммов, позволяющее осуществить регионарное картирование их и прогнозировать возможность вспышек [4, 5]. Параллельно проводится информационный мониторинг о генетически модифицированных организмах с использованием, например, баз данных по биологической безопасности международной информационной сети и консультативной службы БИНАС (BINAS - Biosafety Information Network and Advisory Service), которая в режиме on - line (в темпе поступления информации) обеспечивает свободный доступ к информации по биологической безопасности в области биотехнологии.

Задача уменьшения масштаба биосоциальной ЧС или ее предотвращения решается путем проведения экстренной иммунопрофилактики. Для этого создаётся резерв эффективных универсальных протективных вакцин. На сегодня эта задача, пожалуй, самая сложная, требующая фундаментального исследования по выработке принципиально нового подхода к созданию средств защиты, удовлетворяющих следующим требованиям: неспецифичность, быстрое формирование защитного иммунитета, достаточная продолжительность его сохранения и безвредность. При решении поставленной задачи должны быть учтены теоретический и практический опыт вакцинологии, достижения иммунологии, инфектологии, молекулярной биологии (геномика, протеомика) и возможности генно-инженерной биотехнологии. Приоритетность данной задачи вызвана следующими обстоятельствами:

1) применяемые в медицинской практике моно- и поликомпонентные вакцинные препараты для специфической иммунопрофилактики не всегда эффективны и безопасны, требуют, как правило ревакцинации и за редким исключением по ряду причин не способны повлиять на общий уровень заболеваемости [6, 7];

2) несмотря на прилагаемые усилия, получить специфические иммуно-профилактические препараты против широкого спектра вирусных, бактериальных и паразитарных патогенов не удается [8];

3) ожидаемое в соответствии с рекомендациями ВОЗ в ближайшие два десятилетия внедрение в практику здравоохранения новых вакцин против 25-30 болезней проблему не решает, если учесть стремительное появление новых или измененных возбудителей инфекций;

4) поскольку в соответствии с национальным календарем профилактических прививок и календарем профилактических прививок по эпидемическим показаниям в Российской Федерации с 1 января 2002 г. предусмотрена вакцинация в общей сложности против 22 вирусных и бактериальных инфекций, вызывает озабоченность допустимости увеличения чужеродной антигенной нагрузки на организм человека и возникновения проблемы вакцинозависимости, тем более, что вопрос о неблагоприятных последствиях в связи с генотоксичностью вакцин остается открытым [9].

Актуальная государственно-значимая проблема биологической безопасности, имеющая судьбоносное значение для Российской Федерации, не может быть решена без проведения целенаправленных фундаментальных и прикладных исследований, обозначенных настоящей концепцией. Неотложность разработки принципиально новых решений в области защиты населения и его жизнеобеспечения от биологической опасности, диктуемая необходимостью сохранения государственного суверенитета, означает, что реализация концепции должна быть начата в виде федеральной целевой научно - исследовательской программы немедленно. Фундаментальные и прикладные исследования, направленные на создание совершенной системы национальной биологической безопасности, относятся к «критическим приоритетам в том смысле, что если их не осуществлять, то под вопрос ставится само существование страны» [10].

Существующая проблема национальной биологической безопасности является чрезвычайно сложной научно-практической проблемой, не имеющей простых решений. Ее сложность обусловлена прежде всего огромным разнообразием микроорганизмов, быстро эволюционирующих в сторону агрессивности по отношению к человеку, животным и растениям, вызывая сотни различных заболеваний, с которыми практическая медицина не в состоянии справиться традиционными методами. Перспективы увеличения масштабов биотехнологических производств в мире и подъем терроризма многократно повышают риск биологического заражения, распространения опасных вирусов, бактерий и других микроорганизмов с неизвестными и высокопатогенными свойствами. Многообразие биологических агентов, которые могут служить потенциальным оружием в руках террористов, внезапность их использования, охват больших территорий за короткий промежуток времени, поражение людей, животных и урожая сельскохозяйственных растений, контаминация пищевых продуктов, питьевой воды и окружающей среды затрудняют оперативную идентификацию опасных патогенов и соответственно выбор методов защиты. Поэтому на повестке дня стоят задачи разработки диагностических, профилактических, терапевтических и других средств и методов с максимально возможной чувствительностью, избирательностью и, одновременно, универсальностью применения. Поставленные в концепции задачи могут быть достигнуты с привлечением широкого круга специалистов в области эпидемиологии, биомедицины, иммунологии, молекулярной биологии, инфектологии, вакцинологии, геной инженерии, биотехнологии и информатики.

Таким образом, для обеспечения НТБ, в том числе биобезопасности, необходима разработка долгосрочной программы развития и Концепции национальной безопасности, частичным обоснованием которой можно рассматривать материалы, изложенные в данной публикации.

Литература

1. Мельниченко П.И. Биотерроризм и биокатастрофы: проблемы защиты и безопасности // Бюлл. Вакцинация. – 2002. – Том 21, №3. – С. 12-14.
2. Степанов А.В., Старицын Н.А. Концепция мониторинга инфекций бактериальной природы и выбор проектов для сотрудничества // Международный симпозиум «Особо опасные инфекционные заболевания: эпидемиология, экспресс-диагностика и профилактика». – Киров, 1997. – С. 264-267.
3. Калинин Ю.Т., Злобин В.Н., Храмов КН., Осин Н.С. Проблемы биологической безопасности на пороге XXI века // II Вести. РАМН. – 1999. – №8. – С. 3-8.
4. Смирнов Ф. Инфекционные заболевания: вызов принят // Мед. газета. – 2001. – №94. – С. 11.
5. Мирзабеков А.Д. Биочипы в медицинской диагностике и мониторинге окружающей среды // Российские мед. вести. – 2001. – №4. – С. 56-59.
6. Медуницын Н.В. Вакцинология. – М.: Триада-Х, 1999. – 272 с.
7. Семенов Т.А. Эпидемиологические аспекты неспецифической профилактики инфекционных заболеваний // Вести. РАМН. – 2001. – №11. – С.25-29.
8. Guido Grandi. Antibacterial vaccine design using genomics and proteomics // Trends in Biotechnology. – 2001. – Vol. 19, № 5. – P. 185-188.
9. Волгарева Г.М. Генотоксичность вакцин: эколого-генетическая проблема с незавершенным решением // Генетика. – 1995. – Том 31, №4. – С. 437-457.
10. Леонтьев Л., Кулагин А. Чтобы льгота работала. Как стимулировать активность участников инновационного процесса // Поиск. – 2000. – №5. – С. 110.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Дорофеев В.В., профессор, д.г.н, профессор

Рыбалкин А.И., курсант

Степанов А.В., доцент, к.г.н.

Суховольская В.В., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

В настоящее время возникновение стихийных бедствий чаще всего связано с чрезвычайными ситуациями природного происхождения (ЧСП). По характеру происхождения они подразделяются на геологические, метеорологические, гидрологические, природные пожары, биологические, космические [1].

Для Центрального и Центрально-Черноземного региона РФ наибольшую повторяемость и опасность представляют чрезвычайные ситуации (ЧС) метеорологического характера, которые могут быть вызваны следующими явлениями погоды:

- грозой;
- сильным дождем (при количестве осадков 50 мм и более в течении 12 часов);
- крупным градом (диаметр градин 20 мм и более);
- обложным снегом;
- сильными метелями;
- ледяным дождем.

Все эти явления относятся к опасным. В 2011 г. зимой ледяной шторм (дождь) в Московской области оставил без света десятки населенных пунктов в течение месяца, смерч в Благовещенске в июле привел к огромным разрушениям жилья, летние наводнения на Северном Кавказе, в Украине и Западной Европе, вызванные сильным дождем, привели не только к огромному материальному ущербу, но и человеческим жертвам.

Одним из путей повышения эффективности обнаружения опасных явлений погоды (ОЯП), обуславливающих ЧС, и оповещения населения является привлечение для наблюдений за ними не только специальных (метеорологических) радиолокационных станций, которых на территории РФ недостаточно, но и штатных радиолокационных станций (РЛС) аэродромов.

Поэтому, целью статьи является разработка методических основ применения штатных РЛС аэродромов для обеспечения информацией ситуационных центров единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС [2,3].

Штатные радиолокационные станции, аэродрома – это РЛС обнаружения и поведения (П-37), диспетчерские РЛС (ДРЛ-6, ДРЛ-7, ДРЛ-8, ДРЛ-10, ДРЛ-11) [2,3] позволяют определять и уточнять ОЯП:

- зоны грозовой деятельности, ливневых и облачных осадков, кучево-дождевых, мощных кучевых и слоисто-дождевых облаков, высота их нижней и верхней границ;
- местоположения (координат) и размеров обнаруженных зон;
- направления и скорости их перемещения;
- интенсивность и тенденции развития обнаруженных явлений.

Возможность обнаружения опасных явлений погоды РЛС различных типов представлена в таблице 1 [2].

Таблица 1. Предельная дальность надежного (95%) обнаружения опасных метеоцелей, км.

Опасные явления погоды	Специальные РЛС		Штатные РЛС аэродромов	
	Метеорологический радиолокатор (МРЛ-5)	Автономный грозопеленгатор дальномер (АГПД)	РЛС обнаружения и наведения (П-35, П-37)	Диспетчерские РЛС (ДРЛ-6, ДРЛ-7, ДРЛ-8, ДРЛ-10, ДРЛ-11)
Гроза	300	420	250	50
Ливневой дождь	250	-	200	40
Обложной дождь	150	-	150	30
Обложной снег	70	-	50	25

Из таблицы 1 видно, что штатные РЛС аэродромов, как и специальные РЛС, позволяют эффективно обнаруживать ОЯП.

Методические основы применения штатным РЛС аэродрома для оценки возможных ЧСПП состоит в строгом соблюдении методик проведения радиолокационной разведки погоды, обнаружения и оценки опасных явлений погоды в зонах ответственности воздушного пространства РФ.

Для эффективного использования штатных РЛС, для каждой из них с учетом тактико-технических данных определяются зоны (секторы) ответственности по обнаружению ОЯП [2,3].

Радиолокационные наблюдения состоят из двух этапов: поиска ОЯП (метеоцелей) и наблюдения за ними.

Поиск метеоцелей производится при работе РЛС в режиме кругового

обзора. Начинать поиск следует с наименьшего масштаба развертки, последовательно переходя на более крупные масштабы. Максимальный масштаб развертки целесообразно использовать при наблюдении за метеоцелями вблизи РЛС. Поиск метеоцелей с помощью РЛС типа П-35, П-37 и др. рекомендуется начинать при угле места антенны 0° с последующим его увеличением.

Наблюдения за обнаруженными метеоцелями состоят из выполнения ряда последовательных операций, заключающихся в определении [2,3]:

- координат метеоцелей (азимут и угол места);
- направления и скорости перемещения;
- тенденции развития.

По форме засветок, полученных на экране индикатора кругового обзора (ИКО), делается заключение, какие обнаружены ОЯП – фронтального или внутримассового происхождения [2,3].

При определении скорости и направления перемещения засветки от ОЯП целесообразно учитывать следующее:

1. Траектории перемещения засветок от конвективных облаков (грозы, ливни, град) зависят от скорости ветра на высотах, размеров метеоцелей, орографических особенностей района, интенсивности конвективных процессов и т. д.

Скорость и направление перемещения ОЯП отдельных конвективных облаков часто не совпадают со скоростью и направлением перемещения облачной системы. Отмечаются случаи, когда отдельные засветки перемещаются под углом до 90° к направлению перемещения всей системы.

2. При наблюдениях за обложным снегом, ледяным дождем, метелями, обледенениями, слоистыми и слоисто-дождевыми облаками оператору следует проявлять особую внимательность, так как засветки от этих облаков имеют размытые контуры, что существенно затрудняет точное определение скорости и направления их перемещения.

3. В случаях, когда засветки от ОЯП на экране ИКО РЛС изображены в виде вытянутых полос, скорость и направление их перемещения определяются по переднему фронту засветок.

Для определения интенсивности ОЯП необходимо учитывать следующее [2,3]:

- засветки от ОЯП, обнаруживаемых РЛС на удалении 100 км и более, относятся к сильным засветкам. Вне зависимости от дальности обнаружения к сильным засветкам относятся и те, которые имеют резко очерченные границы и яркое свечение;

- засветки от ОЯП, обнаруживаемых на удалении 50 – 100 км, при умеренной яркости свечения и отсутствии резко очерченных границ относятся к ОЯП средней интенсивности;

- засветки от ОЯП, наблюдаемых на удалении до 50 км, имеющие размытые очертания и слабое свечение, относятся к ОЯП слабой интен-

сивности. Если температура воздуха на высоте верхней границ облачности (засветки) ниже -14° , то это грозы с ливнем, градом и шквалом, если температура воздуха выше -14° , то следует ожидать ливни. Верхние границы облаков (засветок) определяется по номограмме (рисунок 1), а температура по данным вертикального зондирования атмосферы.

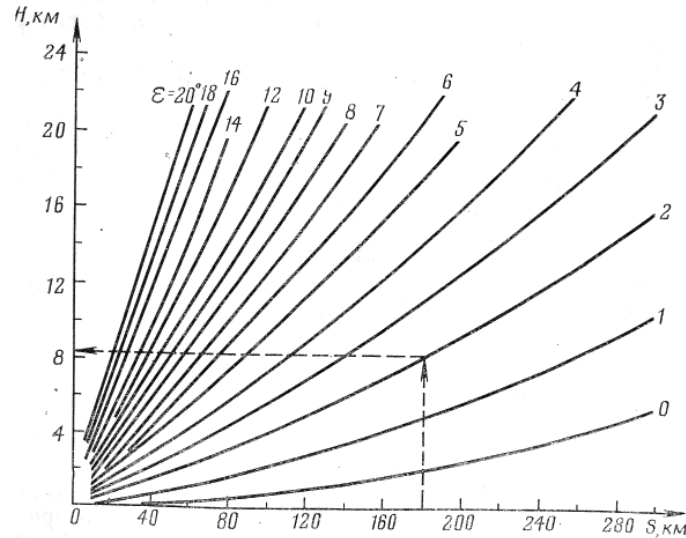


Рис. 1. – Номограмма для определения верхней границы метеоцелей по данным РЛС.

Диспетчерские радиолокаторы позволяют обнаруживать ОЯП. Наилучшие результаты они дают при работе в масштабе 45 – 90 км.

К оценке возможных техногенных и природных катастроф, связанных с опасными явлениями погоды (гроза, град, ливневой дождь, обложной дождь и обложной снег) необходимо проводить радиолокационные наблюдения через каждые 3 часа, а при обнаружении ОЯП – ежечасно, оценивать интенсивность, скорость перемещения и через ситуационные центры МЧС предупреждать население, определять и рассчитывать силы и средства для борьбы с последствиями и возможных техногенных и природных катастроф.

Литература

1. Арустамов Э.А. «Безопасность жизнедеятельности». – М., 2008. – 453 с.
2. «Организация и ведение разведки погоды и орнитологической обстановки». – М.: Воениздат, 1984. – С. 3-16.
3. Билетов М.В., Кузнецов И.Е. «Радиолокационная метеорология». Часть 1 «Основы радиолокационной метеорологии». – М.: Воениздат, 2008. – 335 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

Дорофеев В.В., профессор, д.г.н, профессор

Рыбалкин А.И., курсант

Степанов А.В. – доцент, к.г.н.

Суховольская В.В.

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Природные стихийные бедствия наносят самый большой материальный ущерб и сопровождаются огромными человеческими жертвами. На территории Российской Федерации наибольший материальный ущерб жизнедеятельности наносят природные пожары [1].

В понятие "природные пожары" входят лесные пожары, пожары степных и хлебных массивов, торфяные и подземные пожары горючих ископаемых.

Лесные пожары – это неконтролируемое горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории. Явление совсем не редкое. Такие бедствия происходят, к сожалению, ежегодно и во многом зависят от человека [1,2].

При сухой погоде и ветре они охватывают значительные пространства. Если при жаркой погоде дождей не бывает в течение 15-18 дней, лес становится настолько сухим, что любое неосторожное обращение с огнем вызывает пожар, быстро распространяющийся по лесной территории.

Лесные пожары классифицируются по характеру возгорания, скорости распространения и размеру площади, охваченной огнем.

В зависимости от характера возгорания и состава леса пожары подразделяются на низовые, верховые, почвенные (подземные). Почти все пожары в начале развития носят характер низовых и, если создаются определенные условия, переходят в верховые или почвенные [1].

Важнейшими характеристиками пожаров являются скорость распространения низовых и верховых пожаров, глубина прогорания подземных, поэтому они подразделяются на слабые, средние и сильные. По скорости распространения огня низовые и верховые подразделяются на устойчивые и беглые. Скорость распространения слабого низового пожара не превышает 1 м/мин, среднего – от 1 до 3 м/мин, сильного – свыше 3 м/мин. Слабый верховой пожар имеет скорость до 3 м/мин, средний – до 100 м/мин, сильный – свыше 100 м/мин. Слабым подземным считается такой пожар, у которого глубина прогорания не превышает 25 см, средним – от 25 до 50 см, сильным – более 50 см [1].

Интенсивность горения зависит от состояния запаса горючих материалов, уклона местности, времени суток и, особенно, силы ветра. Поэто-

му при одном и том же пожаре скорость распространения огня на лесной территории может сильно меняться.

Крупные лесные пожары развиваются в период чрезвычайной пожарной опасности в лесу, при длительной и сильной засухе. Их развитию способствует ветреная погода и захламленность лесов.

Поэтому целью статьи является разработка методических основ оценки возможности возникновения природных пожаров.

Методические основы оценки возможности возникновения природных пожаров представляют собой комплексный метод оценки возникновения засух, суховеев и расчетов коэффициента горимости леса по фактическим и прогностическим значениям метеорологических величин: средняя суточная, максимальная и минимальная температуры воздуха за каждый день декады, количество осадков, влажность воздуха и почвы, скорость ветра.

Возникновение и развитие засухи определяется по количеству осадков и сумме температур воздуха за какой-либо период. Для этой цели используется гидротермический коэффициент Селянинова:

$$\text{ГТК} = (\sum r) / 0,1 \sum t > 10, \quad (1)$$

где $\sum r$ - сумма осадков за период с температурой воздуха выше 10°C , выраженная в мм; $\sum t > 10$ - сумма температур воздуха за тот же период, $^\circ\text{C}$.

Таблица 1. Значение гидротермического коэффициента Селянинова при различных засухах.

Засуха	ГТК	Засуха	ГТК
Слабая	0,9-0,6	Сильная	0,5-0,4
Средняя	0,6-0,5	Очень сильная	<0,4

Периоды засух вычисляются по коэффициенту увлажнения или показателю засушливости [2]:

$$K = [10 (W_{\text{пр}} + r)] / \sum t, \quad (2)$$

где K – показатель засушливости, $W_{\text{пр}}$ – запас продуктивной влаги весной в слое почвы 0-100см, r – количество осадков, выпавших от начала весны до момента расчета, $\sum t$ – сумма средних суточных температур воздуха от даты перехода температур воздуха через 0°C .

Началом засухи является достижение показателем K величины 1,5.

В зависимости от времени наступления различают три типа засух: весеннюю, летнюю и осеннюю. Метеорологические показатели интенсивности суховея учитывают испаряемость, относительную влажность и температуру воздуха или дефицит влажности воздуха, а также скорость ветра. Слабый суховея начинается при дефиците упругости водяного пара 20 мб и выше (см. табл. 2).

Ветер является усиливающим фактором в суховежном комплексе, так как даже умеренный ветер (3-7 м/с) непрерывно продувает травостой и усиливает воздухообмен среди растений, следовательно, увеличивает расход влаги посевом.

Таблица 2. Значения метеорологических величин при различных типах суховеев.

Типы суховеев	Испаряемость (мм/сут)	Дефицит упругости водяного пара в 13ч при скорости ветра	
		<10	>10
Слабые	3-5	20-32	13-27
Средние	5-6	33-39	28-32
Интенсивные	6-8	40-52	33-45
Очень интенсивные	>8	>53	>46

Для оценки возможности возникновения пожара в лесных массивах при соответствующих метеоусловиях вводится понятие «горимость» леса, ее определяют за различный период времени по формуле В.Г. Нестерова:

$$\Gamma = \sum T d, \quad (3)$$

где Γ – показатель «горимости»; T – температура воздуха в 13 часов; d – дефицит упругости.

Для практического использования представленной формулы при составлении прогноза используется шкала «горимости» леса (см. табл. 3).

Таблица 3. Значения показателей горимости для различных классов пожарной опасности и степеней горимости леса.

Класс «горимости»	«Горимость»	Показатели «горимости»
I	малая	0-300
II	средняя	301 - 1000
III	высокая	1001 -4000
IV ОЯП	особоопасная	4001 - 10000
V ОЯП	чрезвычайная	> 10001

Таким образом, оценка возможности возникновения природных пожаров заключается в определении периодов засух, суховеев и классов пожарной опасности лесов по фактическим и прогностическим значениям метеорологических величин.

Литература

1. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности. – М., 2008. – 453 с.
2. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология. – М.: Колос, 2001. – 335 с.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ В СПЕЦИАЛЬНОМ ВУЗЕ

Дульцев С.Н., преподаватель

Истомин А.М., курсант

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

В настоящее время в связи с возросшими требованиями к подготовке высококвалифицированных рабочих возникла необходимость кардинальных изменений в системе профессионального образования. Это привело к созданию федеральных государственных образовательных стандартов 3-го поколения, при внедрении которых результатом профессионального образования становится не владение определенным набором знаний, умений и навыков, а владение определенным набором профессиональных компетенций.

Для инженера пожарной безопасности одной из важнейших компетенций выделена проектно-конструкторская деятельность, согласно которой выпускник должен владеть:

- знаниями принципов построения проекционных изображений объекта в виде чертежно-конструкторской документации профессионального назначения;
- навыками и умениями эффективного использования современных компьютерных информационных технологий для решения конкретных профессиональных задач.

Одним из наиболее перспективных способов достижения поставленных целей представляется широкое внедрение систем автоматизированного проектирования в образовательный процесс, в частности при курсовом проектировании.

Процесс реализации системы автоматизированного проектирования подразумевает, что обучаемый должен решать задачи творческого характера, а ЭВМ – задачи, решение которых возможно через алгоритмизацию. В качестве основных целей автоматизации курсового проектирования выступают: повышение качества проектирования, закрепление, углубление и систематизация теоретических знаний и практических навыков, привитие навыков самостоятельной работы, совершенствование владением электронно-вычислительной техники, формирование навыков выполнения курсовых, дипломных проектов и будущей профессиональной деятельности.

В рамках данного направления на базе Уральского института Государственной противопожарной службы МЧС России разработана и внедрена программа «Reduktor», позволяющая адаптировать достаточно сложную систему автоматизированного проектирования AutoCAD компании Autodesk для использования в учебном процессе, в частности при кур-

совом проектировании по дисциплине «Механика» разделу 4 «Детали машин и основы конструирования».

Данная программа представляет собой расширенный интерфейс системы автоматизированного проектирования AutoCAD, связанный с электронной таблицей Microsoft Excel и библиотеку стандартных изделий, используемых при проектировании редуктора. Расчетная часть проекта выполняется в программе Microsoft Excel в соответствии с заранее прописанным алгоритмом. Затем поэтапно выполняется графическое построение редуктора в AutoCAD.

Весь процесс выполнения курсового проекта условно можно разделить на четыре стадии: стадия научно-исследовательской работы, стадия опытно-конструкторской работы, стадия технического проекта, стадия рабочего проекта.

На стадии научно-исследовательской работы обучаемыми исследуются физические, информационные, конструктивные и технологические принципы построения изделий и возможности реализации этих принципов, прогнозируются значения характеристик и параметров объектов. Результатом является формулировка технического задания на разработку объекта. Оно включает цель создания и назначение объекта, технические требования, режимы и условия работы и сравнительную оценку технического уровня. С целью изучения основных методов расчета и анализа результатов стадия научно-исследовательской работы выполняется обучаемыми самостоятельно, без использования информационных средств обучения.

На стадии опытно-конструкторских работ создается эскизный проект изделия, представляющий собой совокупность графической и текстовой документации, на основании которой можно получить общее представление об устройстве, принципе работы, назначении, основных параметрах и габаритных размерах проектируемого изделия. При разработке эскизного проекта проверяются, конкретизируются и корректируются принципы и положения, установленные на стадии научно-исследовательских работ. Основной особенностью данной стадии является то, что процесс проектирования здесь происходит в системе автоматизированного проектирования в обучающем режиме, т.е. программа постоянно контролирует действия обучаемых, выдавая сообщения в случае неправильных действий обучаемых. Также система с помощью командной строки постоянно предлагает указать определенные параметры и точки вставки объектов, тем самым, активизируя мыслительную деятельность обучающихся.

На стадии технического проекта разрабатывается более детализированная графическая и текстовая документация, дающая полное и окончательное представление об устройстве, компоновке машины и всех ее узлов. На стадии рабочего проекта создается полный комплект конструкторско-технологической документации, достаточный для изготовления объекта. Особенностью стадий технического и рабочего проектов является плавный

переход программы от обучающего режима к рабочему режиму, т.е. завершение выполнения курсового проекта происходит только с использованием стандартной системы автоматизированного проектирования Auto Cad.

Одним из главных преимуществ использования системы автоматизированного проектирования Auto Cad совместно с программой «Reduktor» в учебном процессе является кардинальное перераспределение времени по видам работ. Значительное сокращение времени на многократные сложные расчеты, производимые с целью оптимизации и рационализации параметров, построение сложных графических объектов, многократное построение стандартных изделий, используемых при сборке редуктора, позволяет многократно увеличить время на более глубокий и детальный анализ каждой стадии проектирования, а также самостоятельную творческую часть проекта.

Другим, не менее важным, преимуществом использования системы автоматизированного проектирования является то, что она помогает обучающимся перейти от глубокого теоретического понимания задач к практике реального проектирования (оптимального и рационального) механических систем и конструкций, что позволяет подготовить конкурентоспособных специалистов ориентированных на производственно-инновационную деятельность.

Неотъемлемым достоинством системы «Reduktor» является возможность ее использования не только при выполнении курсового проекта по дисциплине «Детали машин», но и при выполнении курсовых проектов по специальным техническим дисциплинам, а также при выполнении дипломного проекта.

Литература

1. Иванов М.Н. Детали машин. Учеб. для студентов вузов / Под ред. В.А. Финогенова. – М.: Высшая школа, 2000.
2. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие. – Калининград: Янтар. сказ, 2004. – 454 с.
3. Бурцев А.В., Дульцев С.Н.. Механика. Детали машин и основы конструирования. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта с использованием системы автоматизированного проектирования редуктора. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2010. – 156 с.

ВЛИЯНИЕ АНТИПИРЕНА НА ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исмаилов Р.И., доцент, к.т.н.

Усманов М.Х. доцент, к.ф.-м.н.

Атабаев Ш., к.ф.-м.н.

Курбанбаев Ш., с.н.с., к.х.н.

Литяга А.В., н.с.

Муллаянов Ш.Р., н.с.

Высшая техническая школа ПБ МВД РУз, Ташкент, РУз

Институт текстильной и легкой промышленности, Ташкент, РУз

Известно, что при горении модифицированных текстильных материалов на основе химических и природных волокон, обработанных олигомерными антипиренами образуются ингибиторы воспламенения горения, а также защитные пленки на поверхности текстильных материалов. Придание текстильным материалам, широко применяемым в автомобильной промышленности, в мебельной промышленности и в строительстве, труднгорючести является актуальной проблемой повышения пожарной безопасности. Эффективным методом снижения горючести текстильных материалов является обработка их олигомерными антипиренами [1, 2].

В данной работе приведены сравнительные испытания по определению степени горючести исходных и модифицированных текстильных материалов олигомерным антипиреном на основе 3-хлор-2-оксипропана (ХОП) с 2, 4, 6-триамино-1, 3,5-триазином (ТАТА) [3]. Огневые испытания проводились в научно исследовательском центре по проблемам пожарной безопасности Высшей технической школы пожарной безопасности МВД Республики Узбекистан.

Так, образцы текстильных тканей, обработанных на основе олигомерных антипиренов, испытывались на лабораторной установке, изготовленной согласно ГОСТа 28157-89 «Методы определения стойкости к горению». При испытании материалов на лабораторной установке по методу №2 степень горючести оценивается потерей в массе испытываемых образцов (таблица 1). Как видно из данных таблицы, пропитка текстильных материалов раствором антипиренового олигомера замедляет горение текстильного материала.

Следует отметить, что наибольшее внимание в настоящее время уделяется огнезащитной поверхностной или объемной обработке готового волокна, ткани или изделия. Нанесение огнезащитных составов – весьма доступная и простая операция. Этот метод предоставляет более широкие возможности по огнезащитной обработке тканей на основе целлюлозы и синтетических волокон. Процесс может быть реализован на оборудовании красильно-отделочного производства, что обеспечивает более широкое

распространение данного способа получения огнезащитных текстильных материалов.

Таблица 1. Результаты исследований текстильных материалов на основе целлюлозы по ГОСТ 28157-89.

№ образца	Масса образца, г			Потеря массы, Δm					
	До испытания ±0,02	После испытания		г			%		
		I	II	I	II	средн.	I	II	средн.
1	0,20	0,10	0,03	0,10	0,17	0,13	50	85	67
2	0,20	0,09	0,12	0,11	0,08	0,09	55	40	47
3	0,20	0,02	0,01	0,18	0,19	0,19	90	95	92,5
4	0,20	0,11	0,09	0,09	0,11	0,10	45	55	50
5	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	50	50	50
6	0,20	0,13	0,05	0,07	0,15	0,11	46	75	55
7	0,20	0,02	0,02	0,18	0,18	0,18	90	90	90
8	0,20	0,04	0,04	0,16	0,16	0,16	80	80	80
9	0,20	0,10	0,18	0,10	0,02	0,06	50	10	30
10	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	50	50	50

К числу широко известных материалов, используемых для бытовых и технических целей, относятся ткани и материалы на основе химических и природных волокон. Это обусловлено их хорошими физико-механическими и гигиеническими свойствами. Однако применение химических волокон, в частности полиакрилонитрильных (ПАН) и материалов на их основе ограничено, из-за их повышенной горючести, дымообразующей способности. Температура самовозгорания этих материалов низка. Поэтому пламя, возникнув, быстро распространяется по всему материалу вплоть до его полного выгорания. Поэтому проблема снижения горючести текстильных полиакрилонитрильных волокон и материалов на их основе является актуальной задачей.

Для понижения горючести материалов обычно проводят их обработку различными огнезащитными соединениями, т.е. олигомерными композициями на основе 3-хлор-2-оксипропана с 2,4,6-триамино-1,3,5- триазином. Основная масса разработанных огнезащитных композиций на основе низкомолекулярных соединений, придавая материалу определенный огнезащитный эффект, вызывает ухудшение его физико-механических свойств. Огнезащитные свойства, получаемые при обработке материалов известными составами, снижаются после стирки материала. В результате материал переходит из категории трудногорючих в категорию горючих. В этой связи представляло интерес проведение исследований по разработке новых способов огнезащитной обработки, используя азот и галогенсодержащих замедлителей горения. Указанные соединения достаточно эффективны и доступны.

Разработка способа огнезащиты различных волокон и материалов на основе полиакрилонитрила с использованием олигомерных композиций

антипиренов на основе 3-хлор-2-оксипропана с 2,4,6-триамино-1,3,5- триазином, позволяет получать материалы с высокими огнезащитными свойствами и улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Полиакрилонитрильные волокна и материалы были обработаны растворами олигомерного антипирена на основе 3-хлор-2-оксипропана с 2,4,6-триамино-1,3,5- триазином и проведены сравнительные испытания на определение степени горючести огнезащитных волокон и тканей на основе полиакрилонитрила (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость потери массы от природы испытываемых материалов.

№	Масса образца, г		время воздействия источника пламени на образец, с	время самостоятельного горения образцов после удаления ИЗ, с	Потеря массы, Δm	
	до испытания	после испытания			г	%
Исходный немодифицированный ПАН материал						
1	3,1	1,5	15	32	1,6	54,2
2	3,35	1,67	10	31	1,68	50,1
3	3,15	1,51	15	30	1,64	52,3
ПАН материал, модифицированный олигомерным антипиреном ХОП ТАТА						
1	8,71	8,20	60	0	0,51	5,8
2	8,65	8,07	60	0	0,58	6,7
3	8,50	8,00	60	0	0,50	6,1

Таким образом, проведение огнезащитной обработки текстильного материала как на основе натуральных (хлопковых), так и синтетических (полиакрилонитрильных) волокон олигомерным антипиреном на основе 3-хлор-2-оксипропана с 2,4,6-триамино-1,3,5- триазином позволяет получить текстильные материалы пониженной пожарной опасности.

Литература

1. Усманов М.Х., Исмаилов Р.И, Махматкулова З.Х., Брушлинский Н.Н., Атабаев Ш. Огнезащитные полимерные и олигомерные антипирены для модификации полиакрилонитрильных волокон // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20. – № 5.
2. Исмаилов Р.И, Абдуллаев Ш., Мирзаев Б.А., Хамракулов Г., Литяга А.В., Усманов М.Х. Создание антипиреновых композиции на основе эпихлоргидрина с меламинам для модификации химических и природных волокон // Пожарная безопасность (Ташкент). – 2010. – № 1. – С. 36-37.
3. Исмаилов Р.И., Азизов Т.А., Хасанов Б.Б., Усманов М.Х. Изучение механизма синтеза олигомерного антипирена на основе 3-хлор-2-оксипропана с 2,4,6-триамино-1,3,5-триазином // Проблемы текстиля (Ташкент). – 2010. – № 1. – С. 45-49.

АНАЛОГИ ИНДЕКСА ДОУ-ДЖОНСА В СТАТИСТИКЕ ПОЖАРОВ

Кайбичев И.А., профессор, д. ф.-м.н., доцент
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

Индекс DJIA (Dow Jones Industrial Average) представляет собой современный вариант первого в мире фондового индекса [1].

История современного техническо или графического анализа восходит к работам и теории Чарльза Генри Доу (1851-1902).

Изучая цены закрытия торгов по акциям, Доу пришел к выводу возможности создания некоего "барометра", или фондового индекса, который позволял бы инвесторам количественно характеризовать состояние рынка. Первый индекс, рассчитанный 3 июля 1884 года, представлял собой среднюю цену 11 акций.

Он получил название "железнодорожный индекс" (Dow Jones Railroad Average), поскольку 9 из 11 акций были выпущены железнодорожными компаниями.

К 1896 году Доу ввел средний промышленный индекс, который определялся как среднее арифметическое цен из 12 акций.

Значение индекса на закрытие первого дня составляло 69,93 пункта (суммарная стоимость входящих в него акций на тот момент составляла 769,23).

В 1928 году число акций, используемых для расчета индекса, было увеличено до 30, таким оно остается и в настоящее время.

Нью-Йоркская биржа (New York Stock Exchange) обновляет и публикует индекс Доу-Джонса каждые 30 минут в течение всего биржевого дня.

В 1928 году в методику расчета индекса было введено изменение: вводился специальный множитель (текущий делитель — current divisor), призванный предотвратить искажения значений, вызванные дроблением акций (stock split), выплатой дивидендов, изменением в составе его листинга.

Фондовый индекс может характеризовать как рынок в целом, так и отдельную отрасль экономики (промышленность, транспорт и т.д.).

В настоящее время существует четыре индекса Доу-Джонса.

Промышленный индекс Доу-Джонса (The Dow Jones Industrial Average — DJIA).

Рассчитывается как простой средний показатель движения курсов акций 30 крупнейших промышленных корпораций (исключениями являются American Express и AT&T, которые нельзя считать чисто промышленными корпорациями).

Акции, используемые в данном индексе, котируются на Нью-Йоркской фондовой бирже (NYSE) и составляют порядка 15-20 процентов общей рыночной стоимости акций NYSE.

Состав промышленного индекса Доу-Джонса не является неизменным: компоненты этого индекса могут изменяться в зависимости от позиций крупнейших промышленных корпораций в экономике США и на рынке. Изначально этот индекс рассчитывался по 12 компаниям, теперь — по 30.

В начале своей истории индекс Доу-Джонса исчислялся как простая средняя арифметическая величина по ценам акций компаний, входящих в листинг.

Однако периодически возникали искажения значений индекса, происходящие вследствие того, что индекс Доу-Джонса не является взвешенным на число акций, обращающихся на рынке.

Поэтому с 10 сентября 1928 года был принят "метод расчета постоянного делителя".

Сейчас промышленный индекс Доу-Джонса вычисляется путем сложения цен всех включенных в него акций на момент закрытия биржи и деления полученной суммы на "постоянный делитель", который корректируется на величину дробления акций и дивидендов в форме акций, составляющих свыше 10 процентов рыночной стоимости выпусков, а также на замещение компонентов, входящих в листинг, их слияние и поглощение.

Стоит также обратить внимание на интенсивность роста индекса. Первый 1000-й порог индекс преодолел только в 1972 году, то есть за 88 лет!

В то время как за 2006-2008 он поднялся примерно на 2000 пунктов.

Транспортный индекс Доу-Джонса (The Dow Jones Transportation Average — DJTA)

Это средний показатель, характеризующий движение цен на акции транспортных корпораций (авиакомпаний, железнодорожных и автодорожных компаний).

Коммунальный индекс Доу-Джонса (The Dow Jones Utility Average — DJUA)

Представляет собой средний показатель движения курсов акций 15 компаний, занимающихся газом и электроснабжением.

Составной индекс Доу-Джонсона (The Dow Jones Composite Average — DJCA)

Показатель, формируемый на базе промышленного, транспортного и коммунального индексов Доу-Джонсона (всего 65 компаний).

В настоящее время индекс Доу-Джонса является основным показателем состояния экономики США.

Ввиду популярности индекса Доу-Джонса рассмотрим возможности введения его аналогов в статистике пожаров.

Основные показатели статистики пожаров на текущий момент времени:

- количество пожаров (единиц);

- прямой материальный ущерб (тыс. руб.);
- число погибших (чел.), в том числе детей (чел.);
- число травмированных (чел.);
- число уничтоженных строений (единиц);
- число уничтоженной техники (единиц);
- число спасенных людей (чел.);
- спасенные материальные ценности (тыс. руб.);
- количество загораний (единиц).

Имеющиеся статистические данные [2] дают представление об обстановке с пожарами (Табл. 1).

Таблица 1. Статистические данные о пожарах в РФ в 2010 г.

Показатели	Данные		+ или - в % к показателю за 2009 г.
	2009 г.	2010 г.	
Количество пожаров (ед.)	187571	179098	- 4,5
Прямой материальный ущерб (тыс. руб)	11193949	14097869	25,9
Погибло людей при пожарах, чел.	13946	12963	- 6,9
в том числе детей, чел.	598	562	- 7,7
Травмировано людей, чел.	13269	13067	- 1,5
Уничтожено строений (ед.)	53947	59390	10,1
Уничтожено техники (ед.)	10413	8609	- 17,3
Спасено людей, чел.	86767	84548	- 2,5
Спасено материальных ценностей (тыс. руб)	46921275	44644653	-4,9
Количество загораний (ед.)	332265	415904	25,2

Недостаток сегодняшнего состояния статистики пожаров состоит в отсутствии единого показателя, который давал бы представление о ситуации с пожарами на территории РФ. Такой индекс можно ввести, используя подход Доу-Джонса. В первую очередь целесообразно ввести индекс по числу пожаров и индекс по гибели людей. Роль промышленных корпораций будут играть субъекты РФ (Табл. 2). В основу методики расчета индексов положим отбор 30 субъектов РФ с максимальными числами пожаров и гибели людей.

Таблица 2. Данные о пожарах в 2010 г. по субъектам РФ.

Субъекты РФ	Число пожаров		Гибель людей	
	Кол-во, ед.	Место	Кол-во, чел.	Место
Республика Адыгея	366	78	29	74
Республика Алтай	347	80	31	71
Республика Башкортостан	4777	6	337	6
Республика Бурятия	1389	49	104	52

Республика Дагестан	893	65	31	71
Республика Ингушетия	205	82	2	84
Кабардино-Балкарская Республика	686	71	20	76
Республика Калмыкия	248	81	11	81
Карачаево-Черкесская Республика	359	79	12	78
Республика Карелия	1530	44	105	51
Республика Коми	1426	46	108	50
Республика Марий Эл	1069	62	88	59
Республика Мордовия	1097	60	88	59
Республика Саха (Якутия)	1681	40	94	55
Республика Северная Осетия-Алания	376	77	12	78
Республика Татарстан	3622	19	271	13
Республика Тыва	467	75	12	78
Удмуртская Республика	1520	45	165	35
Республика Хакасия	733	70	49	65
Чеченская Республика	525	74	16	77
Чувашская Республика	1301	52	110	48
Алтайский край	3979	14	264	15
Забайкальский край	2004	31	114	47
Камчатский край	650	72	34	70
Краснодарский край	4222	8	343	4
Красноярский край	4699	7	332	7
Пермский край	2733	23	316	8
Приморский край	6162	3	232	22
Ставропольский край	1752	37	134	41
Хабаровский край	4130	10	171	32
Амурская область	1811	35	127	43
Архангельская область	2134	28	185	27
Астраханская область	1067	63	77	62
Белгородская область	1209	56	91	57
Брянская область	2035	29	180	29
Владимирская область	1989	32	197	25
Волгоградская область	3238	20	260	16
Вологодская область	1576	43	168	33
Воронежская область	2954	21	236	20
Ивановская область	1285	54	110	48
Иркутская область	3892	17	309	10
Калининградская область	1716	38	96	54
Калужская область	1202	57	140	39
Кемеровская область	4087	13	294	11
Кировская область	2141	27	266	14
Костромская область	830	66	72	64
Курганская область	1584	42	148	37
Курская область	796	68	48	67
Ленинградская область	3911	16	285	12
Липецкая область	1320	51	120	46
Магаданская область	423	76	21	75

Московская область	9931	1	646	1
Мурманская область	1198	58	49	65
Нижегородская область	4098	12	419	3
Новгородская область	1354	50	143	38
Новосибирская область	3883	18	247	17
Омская область	2943	22	222	23
Оренбургская область	2346	26	177	30
Орловская область	799	67	84	61
Пензенская область	1774	36	167	34
Псковская область	1299	53	193	26
Ростовская область	3943	15	309	9
Рязанская область	1410	48	126	44
Самарская область	4112	11	237	19
Саратовская область	2579	25	239	18
Сахалинская область	1072	61	74	63
Свердловская область	4867	4	460	2
Смоленская область	1638	41	139	40
Тамбовская область	1183	59	99	53
Тверская область	1842	34	214	24
Томская область	1259	55	90	58
Тульская область	1690	39	132	42
Тюменская область	2020	30	176	31
Ульяновская область	1423	47	93	56
Челябинская область	4796	5	342	5
Ярославская область	1950	33	165	35
г. Москва	8246	2	235	21
г. Санкт-Петербург	4217	9	180	28
Еврейская автономная область	537	73	31	71
Ненецкий автономный округ	49	84	6	83
Ханты-Мансийский автономный округ-Югра	2638	24	125	45
Чукотский автономный округ	60	83	10	82
Ямало-Ненецкий автономный округ	792	69	41	69
Закрытые административно-территориальные образования	1002	64	48	67
Российская Федерация	179098		12983	

Индекс числа пожаров или индекс гибели людей определим как среднее из 30 максимальных чисел пожаров или числа погибших среди субъектов РФ. При этом полученные значения целесообразно округлить до целого числа. Для 2010 года расчет дал для индекса числа пожаров величину 3978, а для индекса гибели людей получили величину 281. Заметим, что при расчетах индекса числа пожаров и индекса гибели людей в предложенную схему расчета попадают разные регионы РФ (Табл. 3).

Таблица 3. Субъекты РФ, на основе которых рассчитаны индексы.

№	Индекс пожаров	Индекс гибели людей
1	Московская область	Московская область
2	г. Москва	Свердловская область
3	Приморский край	Нижегородская область
4	Свердловская область	Краснодарский край
5	Челябинская область	Челябинская область
6	Республика Башкортостан	Республика Башкортостан
7	Красноярский край	Красноярский край
8	Краснодарский край	Пермский край
9	г. Санкт-Петербург	Ростовская область
10	Хабаровский край	Иркутская область
11	Самарская область	Кемеровская область
12	Нижегородская область	Ленинградская область
13	Кемеровская область	Республика Татарстан
14	Алтайский край	Кировская область
15	Ростовская область	Алтайский край
16	Ленинградская область	Волгоградская область
17	Иркутская область	Новосибирская область
18	Новосибирская область	Саратовская область
19	Республика Татарстан	Самарская область
20	Волгоградская область	Воронежская область
21	Воронежская область	г. Москва
22	Омская область	Приморский край
23	Пермский край	Омская область
24	Ханты-Мансийский автономный округ-Югра	Тверская область
25	Саратовская область	Владимирская область
26	Оренбургская область	Псковская область
27	Кировская область	Архангельская область
28	Архангельская область	г. Санкт-Петербург
29	Брянская область	Брянская область
30	Тюменская область	Оренбургская область

При изменении обстановки можно предполагать изменения в составе субъектов РФ, попадающих в число 30, на основе данных по которым производится расчет индексов.

Предложенные индексы числа пожаров и гибели людей могут оказаться полезными для объективной оценки обстановки с пожарами.

Литература

1. Индекс Доу-Джонса: история появления и методика расчета. [Электронный ресурс] URL: [//www.ereport.ru](http://www.ereport.ru) (дата обращения 20.07.2011). Обстановка с пожарами в Российской Федерации // Пожарная безопасность. – 2011. – № 1. – С. 148-163.

РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАДИЦИОННОЙ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ г. АЛАТЫРЬ

Кедяров С.Н., курсант

Штеба Т.В., доцент, к.т.н.

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

На долю автомобильного транспорта приходится до 80% перевозимых грузов, что занимает особое место в общей транспортной системе. Хранение и выдача светлых нефтепродуктов осуществляется на автозаправочных станциях. Автозаправочная станция является взрывопожароопасным объектом, так как на ней производятся различные операции с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями (слив и налив в резервуары и баки автомобилей, хранение в резервуарах и т.д.); возможно появление источников зажигания (удары молнии, искровые разряды статического электричества, искры при работе со стальным инструментом и т.д.), а также имеются благоприятные условия для распространения пожара. Пожары на АЗС, происходят как в нашей стране, так и за рубежом, обычно принимают большие масштабы и наносят значительный материальный ущерб. Целью нашего исследования явилось на основе оценки пожарной опасности разработать инженерно-технические мероприятия по противопожарной защите АЗС № 40, расположенной в г. Алатырь Чувашская Республика. Проведенный нами анализ пожарной опасности показал возможность образования взрывоопасных концентраций на АЗС в периоды нормальной работы (например, при производстве сливо-наливных операций) и в случае аварийной ситуации при повреждении технологического оборудования. Так, при нормальной работе оборудования возможно образование горючей среды как внутри резервуаров хранения топлива, так и снаружи в результате «больших» дыханий. Как показали расчеты, при одном цикле «большого» дыхания резервуара с бензином АИ-92 объем взрывоопасной зоны может достигнуть в зависимости от условий значения 1409 м^3 . Следует отметить, что выброс паров при «большом» дыхании приводит к неоправданному расходу бензина (нефтепродуктов) и к ухудшению экологической обстановки на объекте. Для снижения пожарной и экологической опасности исследуемого объекта предлагаем оборудовать резервуары системой улавливания и рекуперации паров. Суть работы установки заключается в следующем: паровоздушная смесь (ПВС), вытесняемая из резервуара, посту-

пает в теплообменник, в котором происходит частичная конденсация легких фракций (до 50%), а также до 95% осаждение влаги, содержащейся в ПВС. Далее, предохлажденная ПВС поступает на вторую ступень охлаждения, где происходит окончательная конденсация (финишная очистка) углеводородов. Не сконденсировавшаяся часть паров выходит в атмосферу через дыхательный клапан. Конструкция теплообменников ПВС: пластинчато-ребристые и противоточным движением потоков. Образующийся конденсат по трубопроводу поступает в бак-накопитель конденсата. По мере его заполнения происходит слив жидкости в резервуар. Одной из особенностей развития аварийной ситуации, связанной с испарением в окружающее пространство жидкого моторного топлива с поверхности разлива, является разгерметизация сливного рукава или разрушение патрубка АЦ. Розлив топлива сопровождается его испарением. При этом воспламенение паров приводит к быстрому переносу опасных факторов пожара по растекающемуся топливу на большие расстояния, часто с выходом за территорию АЗС. Бензовоз нередко оказывается непосредственно в очаге пожара, что может привести к взрыву автоцистерны с образованием «огненного шара» с последующим интенсивным тепловым излучением. На основе проведенного анализа пожарной опасности нами составлена модель развития аварийной ситуации с переходом в пожар при разгерметизации автоцистерны. Расчетами показано, что при реализации сценария «огненный шар» интенсивность теплового излучения на расстоянии 300 м от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара» составит $4,05 \text{ кВт/м}^2$, что считается безопасным лишь для человека в брезентовой одежде. Проверка соответствия мероприятий противопожарной защиты на АЗС требованиям нормативных документов показала, что на объекте отсутствуют технические решения по предотвращению растекания топлива. Для предотвращения распространения возможного пожара предлагаем отделить площадку для автоцистерны от территории АЗС отбортовкой и предусмотреть технологическую систему аварийного слива топлива. Предлагается оборудовать АЗС резервуаром аварийного слива объемом 10 м^3 , диаметр сливного трубопровода принять 108 мм. Внедрение предложенных нами мероприятий позволит улучшить пожарную и экологическую обстановку на рассматриваемом объекте, и получить дополнительную прибыль от возврата уловленного бензина в товарооборот.

СПОСОБ ПРОГНОЗА НИЗКОЙ ОБЛАЧНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА

Кирносов С.Л.,¹ докторант, к.т.н.

Бадмацыренова С.В.,¹ курсант

Валуйский В.Е.,² преподаватель

¹Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

²Воронежский институт государственной противопожарной службы,
Воронеж, РФ

Повышение эффективности и безопасности производства полетов авиации МЧС России в метеорологическом отношении является, безусловно, одной из важнейших задач, решение которой требует применения новых технологий прогнозирования погодных условий.

Среди прочих метеорологических величин и явлений погоды, оказывающих значительное влияние на взлет, посадку, полет по маршруту, необходимо выделить облачность.

Облака и связанные с ними такие метеорологические явления, как грозы, ливни, град и т.п., существенно осложняют полеты, а в ряде случаев совсем исключают их возможность. Низкие слоистообразные облака являются серьезной помехой для правильных действий экипажа и не исключают возможности ошибок пилотирования воздушного судна [1, 2, 5].

Качественное метеорологическое обеспечение авиации МЧС России требует наличия точной и надежной прогностической информации о высоте нижней границы облаков (ВНГО). Однако ВНГО является одной из наиболее трудно прогнозируемых метеорологических величин. Обусловлено это тем, что исследуемая величина сильно изменяется в пространстве и во времени, значительно зависит от типа господствующей синоптической ситуации в районе проведения полетов [1, 5].

С целью повышения точности прогностической информации о ВНГО в работе предлагается способ прогноза наличия или отсутствия низкой облачности (ВНГО меньше 300 метров), разработка которого основана на использовании процедуры дискриминантного анализа. В частности, предлагается использовать один из наиболее распространенных непараметрических методов данного анализа – метод эталонов [3, 4, 6].

В качестве исходного материала использовались кольцевые карты и соответствующие им аэрологические диаграммы по пункту Воронеж за сентябрь-ноябрь 2006-2010 гг.

В качестве предикторов выбраны: скорость ветра у поверхности земли (V), дефицит точки росы у поверхности земли (D), давление на станции (P), относительная влажность воздуха (F), метеорологическая дальность видимости (IV) за 21.00 и 03.00 часов. В качестве предиктанта с кольцевых карт использовалось наличие (+) или отсутствие (–) явления

(облачность ниже 300 м).

При построении прогностических методик, основанных на дискриминантных методах, в качестве критерия эффективности предикторов используется критерий Махаланобиса (Δ^2), показывающий степень разделенности генеральной совокупности на отдельные классы [6].

По обучающей выборке ($N=200$) рассчитаны значения математического ожидания предикторов в разных классах погоды ($M_x(+)$, $M_x(-)$) и среднее квадратическое отклонение (G_x) для предикторов (таблица 1).

Таблица 1. Значения математического ожидания и среднего квадратического отклонения для предикторов.

Стат-ая хар-ка	Метеорологические предикторы									
	V_{21}	P_{21}	F_{21}	VV_{21}	D_{21}	V_{03}	P_{03}	F_{03}	VV_{03}	D_{03}
$M_x(+)$	3,026	998,1	89,63	8,63	1,56	2,65	994,6	90,84	8,05	1,32
$M_x(-)$	3,07	997,24	89,43	8,27	1,58	2,85	996,69	88,06	8,67	1,8
G_x	1,42	7,90	7,79	3,11	1,23	1,59	8,87	8,19	3,37	1,34

Для каждого предиктора рассчитаны расстояние Махаланобиса (таблица 2) с использованием выражения:

$$\Delta^2 = \left(\frac{M_x(+)-M_x(-)}{G_x} \right)^2, \quad (1)$$

где $M_x(+)$ и $M_x(-)$ – средние значения предиктора в первом и во втором классах, соответственно; G_x – среднее квадратическое отклонение предиктора x .

Таблица 2. Расстояние Махаланобиса для предикторов.

Пре-дик-тор	V_{21}	P_{21}	F_{21}	VV_{21}	D_{21}	V_{03}	P_{03}	F_{03}	VV_{03}	D_{03}
Δ^2	0,001	0,01	0,001	0,013	0,001	0,015	0,055	0,115	0,034	0,127

Для определения наилучших метеорологических предикторов, входящих в предварительный перечень строится матрица коэффициентов парной корреляции (таблица 3). В данной матрице рассматриваются отдельные блоки, в которых коэффициенты парной корреляции являются очень высокими ($R > 0,6$) [6].

Таблица 3. Матрица коэффициентов парной корреляции.

Пр-р	V_{21}	P_{21}	F_{21}	VV_{21}	D_{21}	V_{03}	P_{03}	F_{03}	VV_{03}	D_{03}
V_{21}	1	-0,30	-0,24	0,29	0,26	-0,02	-0,08	0,13	-0,03	-0,11
P_{21}		1	-0,06	-0,15	0,04	0,12	0,50	-0,20	-0,20	0,16
F_{21}			1	-0,31	-0,99	-0,16	-0,02	0,13	-0,12	-0,09
VV_{21}				1	0,30	0,11	-0,05	-0,09	0,14	0,09
D_{21}					1	0,14	0,01	-0,12	0,13	0,10
V_{03}						1	-0,27	-0,11	0,20	0,09
P_{03}							1	-0,18	-0,07	0,16
F_{03}								1	-0,35	-0,99
VV_{03}									1	0,34
D_{03}										1

Из блока, сильно коррелируемых предикторов, выбирается тот предиктор, который имеет критерий Махаланобиса максимальный.

Анализируя корреляционную матрицу, выбираются из блоков сильно коррелируемых предикторов наилучшие предикторы для разработки способа прогноза: V_{21} , P_{21} , F_{21} , VV_{21} , V_{03} , P_{03} , VV_{03} , D_{03} . Остальные предикторы для расчетов не используются.

Проделаем процедуру просеивания предикторов. По обучающей выборке для каждого предиктора находим эталонные центры каждого из классов, рассчитываем расстояние от каждой точки до этих центров. По результатам расчетов составляем матрицу сопряженности. Критериями успешности прогноза являются общий показатель согласованности, критерий Багрова и критерий Обухова, рассчитанных по формулам [6]:

1. Общая оправдываемость:

$$U = \frac{n_{11} + n_{22}}{N}, \quad (2)$$

где N – объем обучающей выборки.

2. Критерий Багрова:

$$H = (U - U_0)/(1 - U_0), \quad (3)$$

где $U_0 = (n_{01} \cdot n_{10} + n_{02} \cdot n_{20})/N^2$.

3. Критерий Обухова:

$$Q = (U - U_0'')/(1 - U_0''), \quad (4)$$

где $U_0'' = (n_{10} \cdot n_{10} + n_{20} \cdot n_{20})/N^2$.

Для наилучших прогностических способов каждого этапа по контрольной выборке ($n=100$) строятся матрицы сопряженности и рассчитываются значения общей согласованности и критериев Обухова и Багрова.

Анализ матриц сопряженности позволяет сделать вывод, что наилучшим

прогностическим способом является способ, содержащий использование трех предикторов VV_{03}, VV_{21}, V_{03} ($U = 0,8; H = 0,2; Q = 0,23$).

Матрица сопряженности для прогностического способа с тремя предикторами VV_{03}, VV_{21}, V_{03} представлена в таблице 4.

Таблица 4. Матрица сопряженности.

Фактическая погода	Прогноз	
	Облачность ниже 300 м	Облачность выше 300 м
Облачность ниже 300 м	11	11
Облачность выше 300 м	21	57
$U = 0,8$	$H = 0,2$	$Q = 0,23$

Таким образом, проверка разработанного способа прогноза низкой облачности на независимом архивном материале (контрольной выборке) показала, что величина общей оправдываемости $U = 0,8$, критерия надежности Багрова $H = 0,2$, критерия Обухова $Q = 0,23$.

Результаты, полученные в работе, могут использоваться в повседневной практической деятельности при обеспечении полетов и перелетов авиации МЧС России в метеорологическом отношении.

Литература

1. Вдовин В.М., Давыдов И.С., Михайлов В.В. Анализ влияния облачности на гидрометеорологическое обеспечение авиации // Совершенствование наземного обеспечения авиации. Межвуз. сб. научно-метод. трудов. – Воронеж: ВВАИИ, 2000. – Ч. 4. – С. 35-42.
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 540 с.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: 1977. – 450 с.
4. Дегтярев А.С., Михайлов В.В. К вопросу о постановке задачи оптимального использования метеоинформации потребителем // Сб. научных трудов ВВВАИУ. – Воронеж: ВВВАИУ, 1994. – Вып. 15. – С. 9-13.
5. Камзолов С.Б. Обеспечение безопасности полетов в сложных метеословиях // Межвуз. сб. научных трудов. – М.: МГТУ ГА, 1996. – С. 57-65.
6. Кудашкин А.С., Кудрявая К.И. Теория вероятностей и математическая статистика в метеорологии. – М.: Военное издательство, 1985. – 324 с.

МАКРОСИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ КАРЬЕРОВ

Климова Е.В., доцент, к.т.н., доцент
Рыбка О.А., старший преподаватель
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, Белгород, РФ

На территории Белгородской области в настоящее время эксплуатируется около 50 малых карьеров. Согласно Федеральному закону №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» открытые горные работы являются опасными производственными объектами, требующими повышенного внимания. Как показывает статистика, практически 5 % несчастных случаев на карьерах происходят в результате оползневых процессов бортов и уступов карьеров и ярусов отвалов. Установлено, что одной из основных причин обрушения грунта, являются обрушения, вызванные необоснованными параметрами откосов.

Расчет предельно-допустимых параметров откосов базируется на выборе геомеханической модели массива грунтов. Разработка геомеханической модели массива грунтов основывается на изучении физико-механических свойств грунтов, как составных частей геолого-структурной модели.

Массивы пород малых карьеров соответствуют моделям сплошной среды, которые полностью абстрагируются от дискретного строения вещества.

Стремление к такой схематизации массивов пород обусловлено желанием эффективно использовать хорошо разработанный математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления.

С физической точки зрения, использование модели сплошной среды оправдано, если наименьший из рассматриваемых объемов материала сохраняет «представительность» его механических свойств как интегрального эффекта многих микрочастиц, т. е. должно выполняться неравенство [3]:

$$\sqrt[3]{\Delta V} \gg d_m, \quad (1)$$

где ΔV - объем материала;

d_m - характерный размер элементов микроструктуры.

Исследование механического поведения массивов с помощью модели сплошной среды предусматривает операцию интегрирования по объему рассматриваемого массива. С этой точки зрения, объем материала ΔV геометрически рассматривается как бесконечно малый объект. На практике это должно сводиться к выполнению неравенства:

$$\sqrt[3]{\Delta V} \ll L, \quad (2)$$

где L - характерный размер изучаемого массива.

Неравенство (1) можно трактовать как условие физической, а неравенство (2) - математической корректности применения модели сплошной среды при выборе безопасных параметров откосов.

Размеры частиц соизмеримо малы по сравнению с размерами изучаемых участков, которые достигают десятков и сотен метров, что обуславливает выполнение неравенств (1) и (2). Следовательно, массивы малых карьеров являются однородными.

В результате проведенных исследований, нами было установлено, что для однородных массивов рекомендуется использовать круглоцилиндрическую поверхность скольжения, которая является наиболее опасной.

При разработке грунтов для расчета коэффициента запаса устойчивости откосов положение потенциальной поверхности скольжения в однородном откосе определяется исходя из законов статики сыпучей среды [2,4,5]. Схема к расчету коэффициента запаса устойчивости откоса представлена на рисунке 1

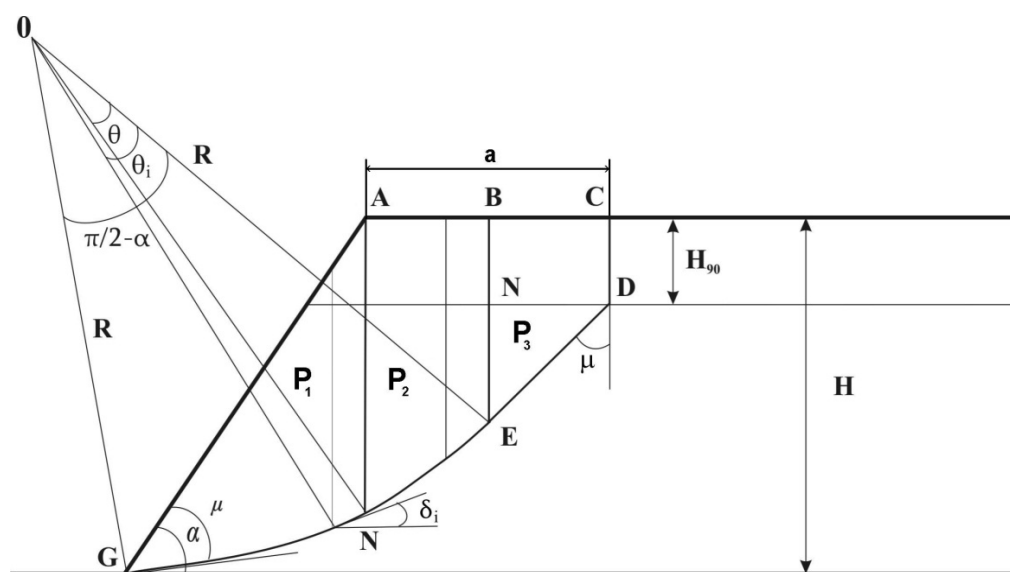


Рис.1. Схема к расчету коэффициента запаса устойчивости откоса

Коэффициент запаса устойчивости однородного откоса с учетом разложения сил, обусловленных действием собственного веса грунта, на удерживающие и сдвигающие, определяется с помощью следующего аналитического выражения:

$$n = \frac{tg\varphi[\sum P_i \cos \delta_i + P_1 \sin(\mu + \frac{\theta}{2}) + P_2 \sin \mu] + c(l_1 + l_2 + l_3)}{\sum P_i \sin \theta_i + P_1 \cos(\mu + \frac{\theta}{2}) + P_2 \cos \mu}, \quad (3)$$

где φ - угол внутреннего трения грунта;

P_i - вес элементарного столбика грунта в i -ой точке криволинейного участка линии скольжения;

δ_i - угол наклона касательной в i точке криволинейного участка линии скольжения;

P_1, P_2 - вес призмы опорного давления $ABEN$ и вес призмы активного давления $BCDE$ соответственно;

$$\mu = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}, \quad (4)$$

θ - угол, стягиваемый хордой NE ;

c - сцепление грунта, слагающего откос;

l_1 - длина участка круглоцилиндрической поверхности скольжения GN ;

l_2, l_3 - длины двух прямолинейных участков NE и ED соответственно.

Исходя из схемы, представленной на рисунке 1, радиус поверхности скольжения призмы возможного обрушения равен:

$$R = \frac{(H - H_{90}) \cdot tg\mu + H \cdot ctg\alpha}{\cos \mu - \sin(\alpha - \mu) + tg\mu \cdot \{\cos(\alpha - \mu) - \sin \mu\}}; \quad (5)$$

$$H_{90} = \frac{2c \cdot ctg\mu}{\gamma}; \quad (6)$$

где H - высота откоса уступа;

α - угол откоса уступа;

H_{90} - высота упругого слоя грунта;

γ - плотность грунта.

Ширина призмы возможного обрушения AC на верхней площадке определяется из следующего выражения:

$$a = 2\{ R[\cos \mu - \sin(\alpha - \mu)] - Hctg\alpha \}. \quad (7)$$

Проведя ряд математических преобразований, мы получили аналитические выражения для более точного определения коэффициента запаса устойчивости откоса, на основании которых была создана программа для расчета безопасных параметров откосов на ПК *Otkos1*. Данная программа позволяет в течение нескольких секунд рассчитать безопасные параметры

откосов при заданном коэффициенте запаса устойчивости. Данные расчеты явились основой построения графиков зависимости условной высоты откоса H' от угла наклона откоса α и условной ширины призмы возможного обрушения B_0' , которые позволяют повысить достоверность расчета коэффициент запаса устойчивости на 20% по сравнению с графическим методом, разработанным ВНИМИ [4,1] и соответственно снизить риск обрушения откосов на 20%.

Литература

1. Теоретические основы инженерной геологии. Механико-математические основы / Под ред. Е.М. Сергеева. – М.: Недра, 1986. – 254 с.
2. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды. – М.: Фитматгиз, 1960. – 244 с.
3. Фисенко Г.Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. – М.: Недра, 1965. – 378 с.
4. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М.: Высшая школа, 1983. – 288 с.
5. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. –Л.: ВНИМИ, 1972. – 164 с.

МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ ОЧАГОВ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК С ПРИМЕНЕНИЕМ АВИАЦИИ

Ковалёв В.И., преподаватель, к.г.н.

Атрошенко А.И., курсант

Бондаренко А.Ю., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Последнее время огромную опасность для населения и окружающей природы представляют пожары, возникающие в засушливое время суток.

Лесные пожары представляют наивысшую опасность, что связано с высокой скоростью их распространения, огромными потерями, связанными с ними и большой трудностью их ликвидации.

За последнее десятилетия огромное распространение приобрело применение авиации для тушения пожаров и что самое необходимое обнаружение первоначальных очагов пожаров. Примитивные меры будут способствовать тушению пожаров в первоначальной стадии их появлению и не дадут им перерасти в стихийное бедствие.

Для мониторинга пожаров при высших степенях пожароопасности рекомендуется проводить специальные мероприятия основополагающей, которых должна выступать авиация с ее огромными возможностями по поиску и уничтожению очагов возгорания.

Особенно эффективно применение авиации в темное время суток, это связано с тем, что ночью очаги от пожаров гораздо более детально оконтурены и дальность их видимости гораздо превосходит светлое время суток. Но возникает проблема в пилотирование ночью, это связано со сложностью определения параметров воздушной навигации, да и пилотирование в темных условиях более опасно, чем днем.

Одним из критериев возможности безопасного выполнения полетов является полетная дальность видимости в районе и ли по маршруты выполнения задачи. Она очень сильно отличается от видимости в светлое время суток, так как зависит в первую очередь от естественной освещенности (ЕО). Проблема также связана с возможностью получения данных с неосвещенной или мало освещенной территории. На помощь приходят радиолокационные средства позволяющие производить метеорологические наблюдения (МРЛ).

Исходя из этого, целью нашей работы является разработка методики оценки параметров воздушной навигации и оценка полетной дальности видимости в районе выполнения задачи с использованием метеорологических радиолокационных станций (МРЛ «Метеоячейка»).

Естественная освещенность в темное время суток складывается [1,2]:

1 из фазы Луны, которая определяется по данным из астрологического ежегодника;

2 оптической плотности облаков (которая тесно связана с формой облаков). В связи с тем, что по данным МРЛ определить форму облаков очень сложно - высока вероятность ошибки (необходим огромный опыт наблюдателя, а автоматически практически невозможно) предлагаем перейти к понятию плотности облаков;

3 количества баллов облачности различной оптической плотности. Для оптимизации наблюдений количество определяли в градациях. Как показали данные проведенного эксперимента в пределах данных градаций, градации ЕО постоянны.

Исходные данные:

- для оценки дальности видимости: данные наземных наблюдений с одновременным производством замеров ЕО прибором «ФОН», данные о дальности видимости у земли и с борта;

- для оценки ЕО: данные об облачности, снятые с кольцевых карт погоды и с комплекса «Метеоячейка» за 2006-2010 г.

Для оценки естественной освещенности проанализированы данные об облачности, снятые с кольцевых карт погоды и с комплекса «Метеоячейка» за 2006-2010 г.

Процесс получения радиолокационной метеорологической информации состоит из ряда этапов:

1. Получения первичных данных. К ним относятся:

- качественная картина и дальность-высота распределения радиоэхо на экранах индикаторов кругового обзора;

- высоты верхних и нижних границ радиоэхо наблюдаемых облаков;

- значения логарифмов отражаемости $\lg Z$ радиоэхо, измеренные на высоте 1 км, высоте нулевой изотермы и высоте, превышающей высоту нулевой изотермы на 2-2,5 км;

- положение границ радиоэхо в два момента времени при угле места антенны 0.5° (для определения скорости и направления перемещения радиоэхо).

2. Анализа и метеорологической интерпретации первичных данных, кодирования и передачи метеорологической радиолокационной информации [1].

Получение первичных радиолокационных данных производится в основные (синоптические) сроки, ежедневные и дополнительные сроки (при штормовом оповещении). Методика получения первичных данных зависит от периода года (теплый, переходный, холодный), срока наблюдения (синоптический, ежедневный, дополнительный) и зоны наблюдения (дальняя, ближняя).

Для получения первичных радиолокационных данных используются шаблоны, представляющие собой прозрачные круги из плексигласа, на который нанесена сетка квадратов (ячеек). Радиус круга содержит 10 ячеек [1].

Для оценки естественной освещенности по МРК «Метеоячейка» необходимым условием является количество баллов облачности, опре-

деленной оптической плотности. На основе наблюдений и исследований, проводимых другими авторами [1, 2] было определено, что естественная освещенность над объектом формируют облака нижнего яруса в радиусе 4-8 км среднего яруса в радиусе 8-12 км и верхнего яруса в радиусе 12-16 км. Поэтому на основе данных, полученных от МРК «Метеоячейка», возможно оценить количество баллов облачности в градациях 0-2, 3-5, 6-8, 9-10 баллов с высокой долей достоверности [3].

На основе этих данных оцениваются значения естественной освещенности в районе полетов.

МРЛ «Метеоячейка» выдает данные об облачности с разрешением 4 на 4 километра, поэтому на основе этого была разработана методика, позволяющая оценить количество баллов облачности определенной оптической плотности. На экран накладывается специальная палетка и по степени наполняемости пикселей на ней можно судить о количестве облачности в данной точке. Размер одного пикселя на палетке 4 на 4 км.

Таким же способом можно определить количество облачности по маршруту полета.

Для этого необходимо последовательно накладывать палетку по фиксированным точкам маршрута, как показано на рисунках 4-6. Для примера был выбран полет по маршруту Сочи-Кореновск 09.05.2010 г время полета 22:00 (фаза Луны – полнолуние). Расчеты производились следующим образом:

1. Произведено разделение маршрута на участки, в зависимости от оптической плотности облаков: для облаков нижнего яруса на квадраты 8 на 8 км, среднего 12 на 12 км и верхнего 20 на 20 км. Оценка оптической плотности необходимо проводить по методике указанной выше (рисунок 1).

2. Произведена оценка количества баллов в каждом из квадратов. Оценка производится по методике предложенной выше, согласно градациям количества баллов облаков.

3. Определена фаза Луны и время нахождения Луны на небосводе. Информация получается из астрономического ежегодника.

4. На основе данных, полученных в пунктах 1,2,3 для каждого района на заданном маршруте, производится оценка градаций естественной освещенности [2, 3].

5. На основе данных о МОДВ и естественной освещенности оцениваем видимость по маршруту на основе методики, представленной в работе [2]. Пример представлен на рисунке 1.

Для оценки представленного метода использовались данные по пунктам Анапа, Краснодар, Сочи за 21, 24, 03, 06 часов. После сравнения и обработки данных была построена таблица сопряженности для различных градаций баллов облаков сильной, средней и слабой оптической плотности.

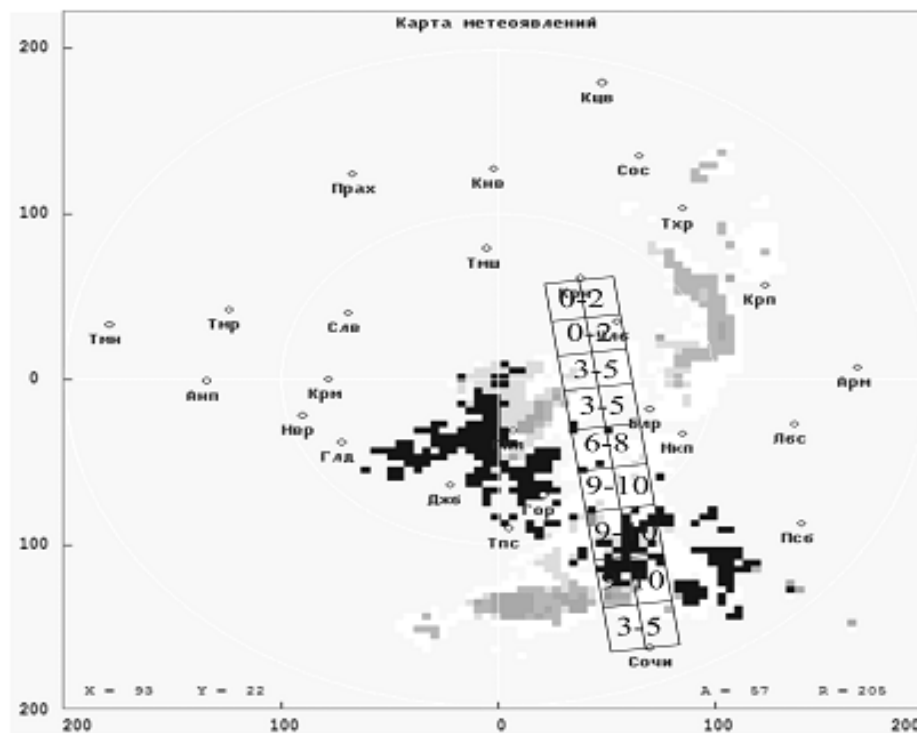


Рис. 1 - Оценка градаций количества баллов облачности по маршруту.

Оценка производилась отдельно для количества баллов и оптической плотности облаков на основе данных, снятых с кольцевых и микрокольцевых карт с одновременными данными МРК «Метеоячейка» по критериям достоверности

Как показала практика оценка формы облаков по данным радиолокатора очень не надежна, а вот оценка оптической плотности показала высокую оправдываемость.

В результате получены удовлетворительные значения оправдываемости, что позволяет утверждать, что данный способ является успешным. Достоверность показывает на возможность применения данного метода при производстве визуальных полётов в тёмное время суток для оценки естественной освещенности на основе данных МРК «Метеоячейка».

Предложенный метод позволит оценивать параметры воздушной навигации и производить оценку полетной дальности видимости в районе выполнения задачи с использованием метеорологических радиолокационных станций (МРЛ «Метеоячейка»).

Литература

1. Билетов М.В., Тищенко А.И., Кузнецов И.Е. Основы радиолокационной метеорологии: учебник. – М.: Воениздат: 2008. – 332 с.
2. Дорофеев В.В., Нахмансон Г.С., Ковалев В.И. Видимость в атмосфере для авиационных целей: монография. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 252 с.
3. Шаронов В.В. Свет и цвет. – М.: Гос. изд-е физ.-мат. лит-ры, 1961. – 311 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ПОИСКА ПОСТРАДАВШИХ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Ковалёв В.И., преподаватель, к.г.н.

Атрошенко А.И., курсант

Юрина А.Ю., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

В настоящее время количество чрезвычайных ситуаций резко увеличилось. В связи с этим количество пострадавших растёт год от года в геометрической прогрессии. В нашей стране огромное внимание уделяется проблеме ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. На первом месте стоит вопрос о спасении жизни и здоровья людей попавших в опасные для жизни ситуации.

Авиация становится универсальным, а порой даже и единственным средством для выполнения любых задач в различное время суток при любых погодных условиях.

Все службы и подразделения стараются иметь парк авиационной техники, это связано с её высокой маневренностью, эффективностью и незаменимостью.

Очень часто авиации приходится выполнять задачи, ночью так как перенос на светлое время суток будет связан с большими материальными и людскими потерями. Навигация ночью очень сильно отличается от навигации днём. Это связано с естественной освещенностью и резким ухудшением видимости ночью.

Особое внимание необходимо уделить спасению людей из очагов пожара. При этом возникают трудности с вязанные с их обнаружением из-за высокой задымленности. Применение специальных средств резко сужается, возможно, применять только приборов ночного видения (ПНВ), тепловизоры практически становятся малоэффективны.

Поэтому целью работы является разработка метода оценка возможности применения приборов ночного видения в зависимости от различных метеорологических условий, значения естественной освещенности и задымленности атмосферы в темное время суток для обнаружения терпящих бедствия.

Первые аналоги ПНВ были довольно массивные и не отличались выдающимися характеристиками, но с течением времени основные недостатки были устранены. Этого удалось добиться за счет комплектации приборов современными электронно-оптическими преобразованиями. На данный момент существует три поколения [1].

Поскольку оптические элементы приборов ночного видения давно и хорошо отработаны, основные параметры и их стоимость во многом опре-

деляются применяемыми в них электронно-оптическими преобразователями. В большинстве отечественных приборов ночного видения применяются: однокамерные электронно-оптические преобразователи, имеющие стеклянный вакуумный корпус с плоскими входным и выходным окнами. Такие электронно-оптические преобразователи обеспечивают усиление яркости до 1000 раз при высокой чёткости (разрешающей способности) только в центре поля зрения до 20 град. По мере удаления от центра чёткость резко падает, что снижает информативность наблюдения. Однако невысокая цена таких электронно-оптических преобразователей делает их предпочтительными для производителей недорогих, массовых приборов ночного видения [2].

Если в окружающем пространстве не присутствует свет в видимом человеческому глазу диапазоне, или в примыкающей к нему области инфракрасного света (например наглухо закрыто помещение), то ни через один, пусть даже самый дорогой прибор ничего не увидишь. Каждый прибор работает по принципу многократного усиления уже существующего света, до величины достаточных для восприятия невооруженным глазом.

Основным фактором, влияющим на эффективность работы ПНВ, будет являться прозрачность атмосферы, выраженная через метеорологическую дальность видимости (МОДВ). МОДВ является универсальной величиной, которая не зависит от частиц в атмосфере и их свойств, времени суток и наблюдателя.

Данные написанные в тактико-технических характеристиках прибора предполагают производство наблюдений при МОДВ более 10 км, что встречается при необходимости производства работ крайне редко.

Вторым важным фактором, который вносит равный с первым вклад, является естественная освещенность, которая сильно зависит от фазы Луны, количества и формы облаков.

При очень высоких и очень малых значениях естественной освещенности прибор «закрывается» и разобрать изображение практически не возможно. Все приборы приспособлены к работе при средних значениях естественной освещенности даже небольшие ее отклонения как показала практика, приводят к очень существенным изменениям в видимости.

Третьим фактором, влияющим на возможности обнаружения с применением ПНВ являются контраст и свойства объекта. Для обнаружения терпящих бедствия необходимо и используют наиболее контрастные цвета. Необходимо учесть что контраст с изменением времени суток не изменяется меняется только контрастная чувствительность глаза (растет) [2].

Все эти факторы необходимо учитывать в совокупности.

На основе этого была разработана формула позволяющая производить оценку дальности видимости с применением ПНВ.при различной естественной освещенности и при учете контраста объекта на фоне местно-

сти, МОДВ изменяется в зависимости от величины коэффициента контрастности объекта:

$$S = k * E * S_{\text{модв}} / 10000 \quad (1)$$

где: S – дальность видимости с применением прибора ночного видения, м; k – контраст объекта на фоне местности (от 0 до 1); E – значение видимости в зависимости от прибора наблюдения и естественной освещенности, м; $S_{\text{модв}}$ – метеорологическая оптическая дальность видимости, м.

Самой сложной при вычислении является величина E , она определяется опытным путем на основе производства визуальных наблюдений с одновременным измерением значений естественной освещенности.

Для оптимизации расчетов предлагаем в данной работе номограмму (см. рис. 1), построенную по данной формуле, позволяющую оперативно производить расчет, что является особо необходимо при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и поиске пострадавших. Данный способ может применяться в любых условиях.

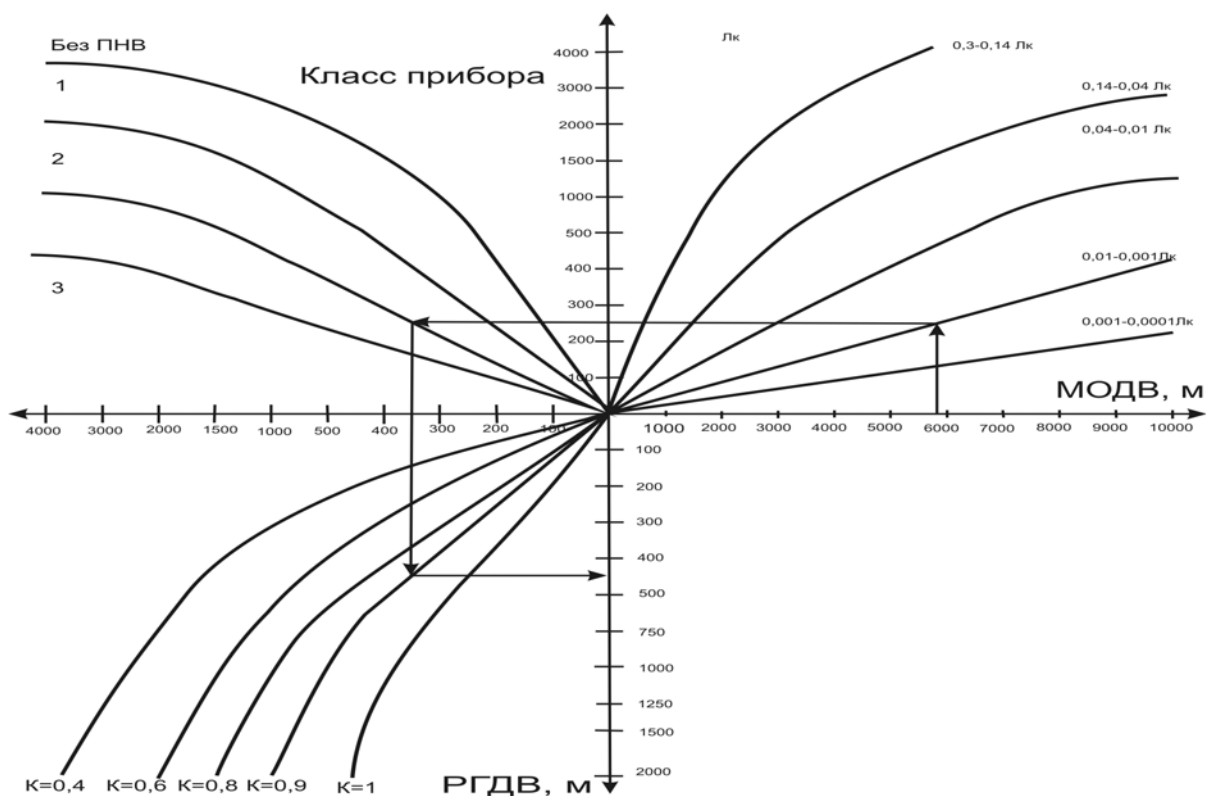


Рис. 1 – Номограмма для оценки видимости с применением прибора ночного видения в темное время суток.

Номографирование подразумевает под собой построение номограмм. Номограммы подразделяются на элементарные и составные. В элементарной номограмме ответ находится в результате одной одной геометрической операции. Простейший пример элементарной номограммы - график функций. В нашем же случае составная номограмма, она состоит из элементарных номограмм одного или разных типов и связаны собой общими шкалами или семейством линий.

В первой четверти номограммы производится оценка влияние естественной освещенности на метеорологическую оптическую дальность видимости.

Во второй части номограммы мы оцениваем изменения связанные с выбором прибора ночного видения. Определены три класса приборов.

В третьей части оценка производится при различных контрастах объекта на фоне местности.

Оценка достоверности применения данной методики производилась на основе одновременных визуальных наблюдений с применением приборов ночного видения и метеорологических наблюдений и замером значений естественной освещенности прибором «Фон».

Оценка достоверности показала на возможность применения данной методики для оценки эффективности и возможности применения приборов ночного видения в зависимости от различных параметров атмосферы и контраста объекта на фоне местности.

Она доказывает что приборы ночного видения не являются универсальным и всепогодным средством для обнаружения объектов и ориентиров и при планировании их работы необходимо учитывать параметры атмосферы такие как МОДВ, количество и форму облаков.

Литература

1. Дорофеев В.В., Нахмансон Г.С., Ковалев В.И. Видимость в атмосфере для авиационных целей: монография. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 252 с.
2. Шаронов В.В. Свет и цвет. – М.: Гос. изд-е физ.-мат. лит-ры, 1961. – 311 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АМИНОКИСЛОТ В КАЧЕСТВЕ ФЛОКУЛЯНТА ДЛЯ УДАЛЕНИЯ Cd(II) ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Кожевникова Н.С.,¹ с.н.с., к.х.н., доцент

Урицкая А.А.,^{2,3} доцент, к.х.н., доцент

Пазникова С.Н.³ начальник кафедры, к.т.н.

¹ Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург, РФ

² Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, РФ

³ Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

Кадмий (Cd) относится к высокотоксичным, канцерогенным элементам, антропогенный вклад которого в глобальное загрязнение окружающей среды в 3 раза выше вклада естественных источников поступления его в биосферу [1]. Кадмий может быть токсичным при очень низком уровне экспозиции и оказывают острое и хроническое воздействие на здоровье человека и окружающую среду [2]. Кадмий токсичен для растений, животных и микроорганизмов. Кадмий, как и все металлы, является устойчивым веществом. Он биоаккумулируется, главным образом, в почках и печени позвоночных, а также биоаккумулируется в организме водных беспозвоночных и в водорослях, которые являются наиболее чувствительными к кадмию организмами. Аккумуляция кадмия растениями приводит к тому, что эти загрязнители попадают в пищевую цепь человека [3-6]. Экспозиция к кадмию проявляется в широком разнообразии острых и хронических последствий для организма человека, приводящих к накоплению кадмия в почках, что может вызвать почечную болезнь. У лиц некурящих наиболее значительным источником экспозиции обычно являются продукты питания [7, 8].

В докладе, подготовленном Международной кадмиевой ассоциацией в 2005 году, отмечаются продолжение роста внутреннего рынка кадмия в Китае и экспортного рынка, а также потенциальный рост других вновь возникающих и переходных рынков, таких как Индия, Россия и Бразилия. Кадмий, как и свинец, является компонентом электронных отходов и присутствует в резисторных микросхемах, инфракрасных детекторах и полупроводниках [9, 10].

Согласно [2], никакое из существующих в мире соглашений не обеспечивает всеобъемлющую схему предупреждения, уменьшения или минимизации риска ущерба, связанного с экспозицией к кадмию в течение его «жизненного» цикла. В этой связи актуальным остается любое исследование, касающееся способов очистки воды от ионов тяжелых металлов, в том числе и очистке сточных вод.

Известны способы очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов при их совместном присутствии путем их связывания в трудно-

растворимые соединения, где в качестве осадителей применяют оксиды, гидроксиды, соли щелочных, щелочно-земельных и переходных металлов [11]. Осаждение щелочными агентами такими как гашеная и негашеная известь, сода, карбидное молоко, не решает в целом проблему очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов. Согласно [12], такой способ обработки позволяет снизить концентрации ионов тяжелых металлов в обработанном растворе до 5-7 мг/л. Существенным недостатком способа [12] известкования является высокая стоимость реагентов и образование пересыщенного раствора CaSO_4 при очистке сульфатных растворов, что приводит к порче трубопроводов и аппаратуры. Глубокая очистка от катионов тяжелых металлов возможна путем их осаждения в виде труднорастворимых сульфидов. Однако широкое практическое применение предложенного ранее [13] осадителя сероводорода ограничено его высокой токсичностью и образованием ультрамикрорегетерогенных осадков, которые легко проходят через фильтры и медленно оседают.

В связи с этим в данной работе осаждение сульфида кадмия проводили с использованием в качестве сульфидизатора сульфида натрия, а для получения крупных агломератов, задерживаемых даже бумажными фильтрами, были использованы представители алифатических и гетероциклических α -аминокислот, а именно, моноаминодикарбоновые кислоты – аспаргиновая и глутаминовая, диаминомонокарбоновая кислота – лизин, и иминокислота, входящая также в группу гетероциклических аминокислот, – пролин.

Методика проведения основных экспериментов заключалась в следующем. Для получения сульфида кадмия методом химической конденсации и для его коагуляции были взяты вещества: сульфид натрия Na_2S , хлорид кадмия CdCl_2 и α -аминокислоты. Реакционные смеси готовились на основе водных 0.05 М растворов Na_2S и CdCl_2 и аминокислоты. Заданные объемы растворов CdCl_2 , Na_2S и аминокислоты смешивались при комнатной температуре и непрерывном перемешивании. Начальные концентрации ионов Cd^{2+} и S^{2-} в реакционных смесях находились в пределах 0.01-0.03 М. Концентрация NaCl , образующегося в ходе реакции обмена и играющего по окончании реакции роль индифферентного электролита, была равна 0.02-0.06 М. Соотношение концентраций Cd^{2+} : S^{2-} было равно 1.3:1 и 1:2.4, т.е. были получены золи CdS с положительным и отрицательным зарядом коллоидных частиц. Знак заряда коллоидных частиц оценивали качественно методом капиллярного анализа. Размер коагулятов в гидрофобном золе CdS определяли в течение первых 10 минут жизни золя методами оптической и сканирующей электронной микроскопии, а также методом фотонно-корреляционной спектроскопии с точностью 10 %. Кристаллическую структуру, фазовый

состав и размер наночастиц CdS, формирующих коагулят, определяли дифракционным методом.

В исходных золях, полученных без добавления аминокислот, размер коагулятов составил 40 ± 5 мкм вне зависимости от знака заряда коллоидной частицы. Введение в реакционную смесь лизина и пролина, которые имеют константы основности [14] $K_b = 8.9 \cdot 10^{-6}$ и $8.95 \cdot 10^{-13}$, соответственно, и в водных растворах ведут себя как слабые основания, не меняет размер коагулятов по сравнению с исходным золем. Аспаргиновая и глутаминовая кислоты (константы кислотности по первой ступени и полные равны [14] $K_a^I = 1.26 \cdot 10^{-4}$ и $K_a^{II} = 1 \cdot 10^{-10}$; $3.09 \cdot 10^{-5}$ и $1.12 \cdot 10^{-10}$, соответственно) в изученном интервале pH = 4-9 преимущественно существуют в форме анионов Asp^- и $Glut^-$. Впервые обнаружено, что в присутствии этих ионов степень агломерации частиц золя CdS с отрицательно заряженными частицами повышается более, чем 1.5 раза, т.е. наблюдается явление сенсбилизации. Такая сенсбилизация объясняется тем, что различные участки одного и того же аниона кислоты адсорбируются на поверхности разных коллоидных частиц и таким образом «склеивают» частицы, образуя из них агломераты. Сенсбилизующее действие анионов Asp^- и $Glut^-$ подтверждается также увеличением размера монокристаллических частиц CdS в агломератах более, чем в 50 раз, и изменением кристаллической структуры CdS.

Таким образом, введение моноаминодикарбоновых кислот – аспаргиновой и глутаминовой в ультрамикрорегетерогенную систему «CdS – H₂O» повышает степень агломерации коллоидных частиц CdS, а, следовательно, может найти применение в качестве флокулянта и использоваться как дополнение к имеющимся реагентным системам очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Молодежного проекта Президиума УрО РАН № М-2-К.

Литература

1. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрель-2000, 1999. – 768 с.
2. Токсичность и экотоксичность. Кадмий / Первоначальный комплект документов «Международная транспортировка свинца и кадмия в торговле: международная проблема» Межправительственного форума по химической безопасности. Форум VI. Шестая сессия. Дакар-Сенегал, 15-19 сентября 2008 г.
3. Piasek M., Laskey J.W. Effects of in vitro cadmium exposure on ovarian steroidogenesis in rats // J. Appl. Toxicology. – 1999. – Vol. 19, №. 3. – P. 211-217.
4. Johnson M.D., Johnson M.D., Kenney N., Stoica A., Hilakivi-Clarke L., Singh B., Chepko G., Clarke R., Sholler P.F., A Lirio A., Foss C., Reiter R., Trock B., Paik S., Martin M.B. Cadmium mimics the in vivo effects of

- estrogen in the uterus and mammary gland // *Nature Medicine*. – 2003. – Vol. 9, № 8. – P. 1081-1084.
5. Fréry N., Nessmann C., Girard F., Lafond J., Moreau T., Blot P., Lellouch J., Huel G. Environmental exposure to cadmium and human birthweight // *Toxicology*. – 1993. – Vol.79, № 3. – P. 109-118.
 6. Schoeters G., Den Hond E., Zuurbier M., Naginiene R., Van den Hazel P., Stilianakis N., Ronchetti R., Koppe J.G. Cadmium and children: Exposure and health effects // *Acta Paediatrica*. – 2006. – Vol. 95, № S453. – P. 50-54.
 7. Cuypers A., Plusquin M., Remans T., Jozefczak M., Keunen E., Gielen H., Opdenakker K., Nair A.R., Munters E., Artois T.J., Nawrot T., Vangronsveld J., Smeets K. Cadmium stress: an oxidative challenge // *Bio-metals*. – 2010. – Vol. 23, № 5. – P. 927-940.
 8. Thevenod F. Catch me if you can! Novel aspects of cadmium transport in mammalian cells // *Biometals*. 2010. V. 23. No. 5. P.857-875.
 9. Morrow H. Cadmium Markets and Trends // *International Cadmium Association*, Sept. 2005. URL: http://www.chem.unep.ch/pb_and_cd/SR/Files/Submission%20NGO/ICdA/MARKET%20Review%20Sept2005-1.pdf.
 10. Fairclough G. China: Lead Toxins Take a Global Round Trip // *The Wall Street Journal*. – 2007. № July 12th.
 11. Баймаханов М.Т., Лебедев К.Б., Антонов В.Н., Озеров А.И. Очистка и контроль сточных вод предприятий цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1983. – 192 с.
 12. Зильберман М.В., Налимова Е.Г., Тиньгаева Е.А. Способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов // Патент РФ № RU2125972 от 27.07.97.
 13. Фишман Г.И., Литник А.А. Водоснабжение и очистка сточных вод предприятий химических волокон. – М.: Химия, 1971. – 160 с.
 14. Справочник химика. / Под ред. Б.П.Никольского. – М.-Л.: Химия, 1965. – Т. 3. – 1008 с.

КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД И ФОРМИРОВАНИЕ РИСКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

Кононенко Е.В., доцент, к.ф-м.н. доцент

Воробьева Е.П., доцент, к.т.н. доцент

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

Совокупность требований к компетентности выпускников вуза, согласно действующей концепции, включает инструментальные, межличностные и системные компетенции. Новый федеральный государственный образовательный стандарт основан на формировании инструментальных и системных компетенций, которые выделены как общекультурные и общепрофессиональные.

Инструментальные компетенции включают способность к анализу и синтезу, способность к организации и планированию, базовые общие и профессиональные знания, коммуникативные навыки в родном языке, компьютерные навыки, навыки управления информацией, способность решать проблемы и принимать ответственность за решения.

Системные компетенции – это способность к обучению и применению знаний на практике, а также исследовательские способности.

Степень владения выпускников перечисленными способностями, которые проявляются в их деятельности, характеризует качество образовательных услуг, оказываемых вузом.

Практическое формирование компетенций осуществляется путем выстраивания систем сквозной подготовки по различным направлениям, поддержания междисциплинарных связей, эффективной организации практик, участия курсантов и слушателей в учебно-исследовательской работе. Задача преподавания дисциплин – естественнонаучных, гуманитарных, общетехнических, специальных – формирование целостного представления о мире и профессиональной деятельности с учетом, как современных достижений, так и существующих проблем.

Руководствуясь новыми образовательными стандартами, преподаватель активно участвует в формировании содержания курса, в разработке и применении педагогических технологий, наиболее эффективных для данной дисциплины и активизирующих познавательную деятельность обучающихся.

В рамках реализации изложенного подхода в процессе преподавания дисциплины МСС формируются объемные представления об инженерной деятельности. С целью реализации положения компетентностного подхода разработана программа сквозной метрологической подготовки, которая начинается на первом курсе при изучении дисциплины «Физика». На этом

этапе вводятся метрологические определения физических величин, методов и средств измерений, требований к представлению результатов измерений и расчетов. В настоящее время проблемы разностороннего анализа в курсе МСС является представлением о различных видах рисков. Внимание к этой проблеме обусловлено активным развитием новых подходов к анализу рисков, а также тем, что понятия «безопасность» и «риск» являются ключевыми в действующих законодательных и нормативных документах. Так в области обеспечения пожарной безопасности нормированы значения индивидуальных и социальных рисков, закрепленные в Федеральном законе «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и сопровождающих его нормативных документах.

Дисциплина МСС позволяет проанализировать понятие риска с разных сторон, поскольку в ней изучаются вопросы метрологического обеспечения, измерений, испытаний, контроля, а также оценки и подтверждения соответствия, применения нормативных документов и некоторых аспектов управления качеством.

Наряду с этим при рассмотрении практических видов деятельности, связанных с измерениями, формируется понятие о случайном характере отдельных результатов, способах оценки неопределенности (погрешности) и влиянии ее на решения, принимаемые на основе измерений. Четко выделяются понятия доверительной вероятности, доверительного интервала для результатов измерений; рассматриваются и сравниваются существующие в документах подходы к расчету суммарной погрешности. Формируется представление о том, что итоги сертификационных испытаний, в том числе и в области пожарной безопасности, близких по смыслу к контролю, который должен дать ответ на вопрос «соответствует или не соответствует» («годен или брак») всегда должны оцениваться с учетом допустимых рисков принятия решения.

Дается краткое представление о квалиметрии, то есть об измерении качества продукции, экспертизе и алгоритмах принятия решений на основе оценок отдельных показателей качества. Таким образом, к моменту изучения вопросов оценки и подтверждения соответствия на современном этапе уже заложена основа для понимания того, что сертификация и декларирование соответствия являются инструментами управления риском выпуска некачественной потенциально опасной продукции.

Вместе с тем, развивается представление о том, что повсеместное применение нормативных документов несет в себе определенный риск принятия ошибочных решений. Причиной этого может быть неадекватный выбор документа при ошибочной идентификации объекта и его состояния (характеристик), а также закрепление на нормативном уровне не вполне обоснованных рекомендаций. Такая постановка вопроса, с одной стороны, приводит к пониманию необходимости анализа и актуализации нормативного фонда по своему направлению инженерной деятельности. С другой

стороны, подчеркивается необходимость владения знаниями о современном состоянии технического регулирования в целом и в области пожарной безопасности и обоснованного применения технических решений.

Все виды деятельности по оценке соответствия рассматриваются в дисциплине МСС во взаимосвязи с другими дисциплинами рабочей учебной программы, в том числе «Здания, сооружения и их устойчивость при ЧС», «Пожарная безопасность технологических процессов», «Расследование и экспертиза пожаров», «Государственный надзор в области пожарной безопасности», «Пожарная техника». При изложении материала делается акцент на предупреждение возникновения недопустимых рисков, дается информация о системе независимой оценки рисков, ее задачах и структуре.

Экономические аспекты деятельности по оценке и управлению рисками увязываются с применением адекватных видов и схем подтверждения соответствия, развитием современного подхода к построению и деятельности систем менеджмента качества на основе международных стандартов ИСО 9000. В этой части курса дается представление о том, что риск может рассматриваться не только как возможность ущерба, но как вероятность получения незапланированных результатов. В качестве примера предлагается оценка рисков инновационных проектов, к которым относится и построение систем менеджмента качества, являющихся объектами сертификации, в том числе и в системе добровольной сертификации в области пожарной безопасности.

Таким образом, при включении актуальной проблемы анализа рисков в содержание дисциплины МСС реализуется компетентностный подход и вносится вклад в формирование как инструментальных, так и межличностных и системных компетенций. Выделение подобных проблем в междисциплинарные блоки способствует согласованной разработке курсов и развития инженерного мышления выпускников.

СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ ИЗУЧЕНИЯ ФЕНОМЕНА БЕЗОПАСНОСТИ

Кружков А.П., доцент, к.ф.н.

Ивановский институт ГПС МЧС России, Иваново, РФ

Безопасность – это, прежде всего, одна из основополагающих потребностей человека, всех живых существ и сообществ. Поэтому вопросы безопасности являются насущной проблемой, стоящей перед всем человечеством, так как от её состояния непосредственным образом зависит эволюция всех сфер общественной жизни.

Применительно к социальным системам различного ранга феномен безопасности предстает как явление эксклюзивное для каждого конкретного образования. Для любого уровня и масштаба системы (глобального, национального, межрегионального, регионального и локального) он имеет собственный набор доминантных и рецессивных признаков. Эгоистическое стремление элит отдельных стран к военно-политическому, экономическому, культурному доминированию, навязыванию собственного образа жизни другим обществам привело к резкому снижению уровня безопасности во всем мире. Над человечеством нависла угроза глобальных катастроф военного, экономического, технологического, экологического характера.

В России проблемы организации безопасности состоят в тесной связи с общим состоянием комплекса общественных отношений. Коммерциализация всех сфер жизни, снижение профессиональной компетентности, поиск своего места в системе международных отношений, дисбаланс в развитии экономики, технологическая отсталость, экологические проблемы, кризис межнациональных и межконфессиональных отношений вызвали к жизни вполне обоснованное мнение о несовершенстве национальной парадигмы обеспечения безопасности.

Угрозы безопасности развитию России становятся многофакторными, взаимно влияют друг на друга, приобретают комплексный характер и требуют для своей локализации и нейтрализации такого же осознанного, комплексного и системного подхода. Наличие и масштабы реально существующих вызовов и угроз диктуют необходимость совершенствования научного обеспечения безопасности населения страны.

Современный период развития общества характеризуется интенсивным становлением научных исследований в области безопасности и представляет этап формирования комплексного знания о безопасности. Основу данного знания составляют теоретические выводы, гипотезы, предложения различных наук, занимающихся изучением опасностей, угроз, анализом рисков, разработкой механизмов обеспечения безопасности в различных сферах деятельности.

Слово «безопасность» сегодня широко употребляемо, однако из-за многоаспектности проблемы трудно дать его общую исчерпывающую формулировку.

Понятие «безопасность» можно рассматривать как в широком, так и в узком смысле. В узком смысле оно было достаточно четко сформулировано как отсутствие различного рода опасностей. Это определение пришло из обывденной речи и сложилось в результате столкновения человека с опасностями повседневной жизни. Новое содержание, обусловленное глобальными проблемами, «изменило характер опасностей и ставит под сомнение достаточность классического подхода к безопасности» [3]. Оно потребовало понимания безопасности в более широком смысле.

Возникновение тех или иных исследовательских подходов к изучению феномена безопасности можно рассматривать как попытку осмысления опасностей, угроз, рисков и вызовов для жизни человека, функционирования семьи, общества, государства, самой цивилизации, - поскольку в основе феномена безопасности лежат исторически сложившиеся различные формы и виды социокультурной деятельности по защите и обеспечению людьми, социальными группами, семьей, обществом, государством своих целей, идеалов, ценностей, интересов .

В связи с этим наиболее подходящим может быть следующее определение: «безопасность» – это сетевая устойчивая совокупность необходимых и достаточных факторов, надёжно обеспечивающих достойную жизнь каждого человека; защищённость всех структур жизнеспособности семьи, общества и государства; их цели, идеалы, ценности и интересы, их культуру и образ жизни, традиции от неприемлемых рисков, от внутренних и внешних вызовов и угроз, способность эффективно предотвращать формирующиеся опасности на основе культуры компромисса по поводу благополучия и справедливости для всех [2]. Данное определение позволяет характеризовать безопасность не только в плане непосредственной значимости, но и как феномен культуры социума в целом.

Нормальная жизнедеятельность человека определяется совокупностью условий, в которых она осуществляется. В общем виде безопасность представляет собой «систему внутренних и внешних условий (экономических, политических, социальных, экологических, юридических, техногенных и иного характера), предотвращающих угрозу определенному кругу лиц, в целях обеспечения их жизненно важных прав, свобод, интересов, реализуемую во взаимодействии с общественными объединениями» [4].

Социально-философские осмысление феномена безопасности всегда пользовалось неизменным интересом специалистов разного профиля в разных временных ситуациях. О безопасности нередко говорится в политических и юридических документах, в социально-экономической, экологической, медицинской научной и учебной литературе, не говоря уже о

безопасности и надежности технических систем, государства и многих других сферах жизнедеятельности человека и общества.

В связи с этим проблему безопасности, так или иначе, затрагивают многие науки, которые проводят исследования в различных сферах человеческой деятельности (государственной, политической, религиозной, международной, технической, экологической, социальной) и, насколько возможно в собственных рамках исследуют ее отдельные аспекты, используя различные подходы, каждый из которых имеет свою специфику. В зависимости от проблемного поля исследований можно выделить ряд научных направлений, изучающих проблему безопасности: техническое, экологическое, юридическое, гуманитарное, социальное и др. Знания о безопасности, накопленные различными науками, находятся во взаимной связи и пересекаются в различных сферах общественной деятельности.

Технические науки содержат комплекс знаний о безопасности в технологической, геоэкологической и социально-экономической системах и занимаются теорией и практикой по выявлению негативных факторов, связанных с интенсивным развитием техногенной сферы. В рамках технических наук изучаются методы повышения безопасности технических систем и технологических процессов, проводятся разработки технологий повышения устойчивого функционирования объектов, выявляются возможности прогнозирования и предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций.

Становление и развитие *экологических наук*, изучающих вопросы безопасного взаимодействия живых организмов с окружающей средой, обусловлено необходимостью изучения увеличивающихся негативных проявлений в системе «человек (общество) - природа». Обострившаяся проблема глобальной экологической безопасности потребовала интенсивного исследования рисков и угроз, развивающихся в первую очередь в результате преобразующей деятельности общества (загрязнение и истощение почвы, воды, атмосферы). На современном этапе решение проблем экологической безопасности возможно на основе концепции устойчивого развития, предполагающей биосферно-экологический подход к организации и обеспечению глобальной безопасности. [6].

Процессы глобализации XX - XXI века, активно влияя на положение граждан отдельных стран, состояние общества и международных отношений, обусловили широкий интерес к политике национальной безопасности во всем мире. В России это привело к изучению безопасности в рамках *юридических наук*, которые занимаются разработкой и внедрением законодательных документов, регулирующих вопросы обеспечения безопасности в различных сферах деятельности. Систему безопасности страны образуют органы законодательной, исполнительной и судебной властей, государственные, общественные и иные организации и объединения, граждане, принимающие участие в обеспечении безопасности в соответствии с законом, а

также законодательство, регламентирующее отношения в сфере безопасности. Важнейшие направления государственной политики нашей страны сформулированы в концепции национальной безопасности Российской Федерации.

В соответствии с Законом РФ «О безопасности» *«безопасность – состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз* Жизненно важные интересы определяются как совокупность потребностей, удовлетворение которых надёжно обеспечивает существование и возможности прогрессивного развития личности, общества и государства. К основным объектам безопасности относятся следующие: личность - ее права и свободы; общество - его материальные и духовные ценности; государство - его конституционный строй, суверенитет и территориальная целостность. Основным субъектом обеспечения безопасности является государство, осуществляющее функции в этой области через органы законодательной, исполнительной и судебной властей. Граждане, общественные и иные организации, объединения также являются субъектами безопасности и обладают правами, обязанностями по участию в обеспечении безопасности [1].

Изучением безопасности человека в контексте общественных отношений занимаются гуманитарные науки, затрагивающие отдельные стороны личностного и общественного бытия: экономическую, продовольственную, здоровьесберегающую, политическую, общественную и культурную. В рамках гуманитарных наук безопасность личности рассматривается во взаимосвязи с вопросами организации нормальной жизнедеятельности отдельных общественных групп (семьи, коллектива, этноса), к которым она принадлежит. Она понимается как состояние общественных отношений, гарантирующее жизнеспособность и нормальное сосуществование, реализацию основных прав личности, таких как право на жизнь, свободу, неограниченное развитие индивидуальных качеств и способностей, достойный уровень жизни.

Изучая безопасность в рамках социальных наук, многие исследователи значительное внимание уделяют социальной безопасности, считая ее составной частью национальной безопасности, к формам которой относят политическую, экономическую, финансовую, продовольственную, информационную, этнокультурную безопасность. Социально содержательная составляющая безопасности достаточно широка, и безопасность предстает в трех формах: социальная цель, социальная норма и социальное состояние. Социальная цель безопасности совпадает с целью устойчивого развития общества, которое направлено на обеспечение безопасного существования всех составляющих его социальных субъектов. В качестве социальной нормы безопасность выступает как социальная ценность, интегрированная в личностное и массовое сознание, общественные и государственные институты в виде основных норм (социально-регулятивных, этических, культур-

ных и т.п.), определяющих и организующих все виды деятельности по ее обеспечению. Социальное состояние, - дает возможность количественной оценки реального уровня безопасности на основании уже выработанных качественных критериев, определяющих основные параметры допустимых пределов безопасности.

Исследования безопасности в рамках различных наук позволяют полноценно объяснить явление безопасности и расширяют возможности решения проблем безопасности. Названные научные направления, по-своему изучая безопасность, объединены между собой логическими связями, общими понятиями и категориями и поэтому представляют некую систему, которая может выступать матрицей комплексного знания о безопасности. [7].

Современные подходы к исследованию безопасности говорят о многоаспектности проблемы, и несмотря на значительные знания о безопасности, накопленные исторически, предметная область исследований безопасности пока не обрела четких границ и не до конца оформилась. Необходимы дополнительные исследования в рамках комплексной науки о безопасности, которая находится в стадии формирования. Новое научное направление должно содержать комплексные знания о безопасности и быть ориентированным на создание общества с устойчивым развитием, основным составляющим которого и является безопасность.

Литература

1. Закон Российской Федерации от 05.03.1992 г. № 24446-1 «О безопасности».
2. Кузнецов В.Н. Социология безопасности. – М.: 2007. – 423 с.
3. Биктимирова З.З. Безопасность в концепции развития человека // ОНС: Обществ, науки и современность. – 2002. – № 6. – С. 135-142.
4. Канищева Ж.Н. Внутренняя безопасность общества: дис...канд. фил. наук. – М., 2001. – 134 с.
5. Муравых А.М. Экологическая безопасность России. – М.: РАГС, 1999. – 62 с.
6. Хомякова В.С. Безопасность как фактор устойчивого развития (социально - философский аспект): дис.. канд. филос. наук – М., 2007. – 157 с.
7. Ильин М.В. Философия безопасности - основа нового политического мышления. Экология: пути выживания и развития человечества: позиция ученых. – М.: Внешторг. издат., 1988.

ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И СРОКА СЛУЖБЫ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИХ ПРИСАДОК

Кузмичева К.А., студент

Шонов К.Л., студент

Акулов А.Е., студент

Киселев В.В., доцент, к.т.н.

Ивановский институт ГПС МЧС России, Иваново, РФ

Повышение надежности автотранспортных средств, используемых в системе МЧС, является важной стратегической задачей. Результаты анализа эксплуатационных испытаний, например, грузовых пожарных автомобилей на пробегах, близких к капитальному ремонту, в качестве основной причины отказов указывают на преждевременный износ трущихся поверхностей. При этом 45% отказов двигателя, 83% сцепления, 98% карданной передачи, 73 % заднего моста, 58% переднего моста и 79% рулевого управления происходят вследствие износа ограниченного количества быстроизнашивающихся деталей. Поэтому общая задача повышения долговечности пожарного автомобиля в большинстве случаев сводится к увеличению износостойкости отдельных деталей, лимитирующих надежность узлов, систем и всего агрегата в целом.

Наиболее действенным и эффективным методом борьбы с износом является использование в узлах трения качественных смазочных материалов. Стоимость смазки ничтожно мала по отношению к стоимости узлов, а вот польза, которую можно получить при использовании хорошей смазки, может быть огромна.

Для решения вопроса улучшения применяемых масел была разработана и исследована металлоплакирующая присадка. Присадка представляет собой стеараты меди и олова насыщенных и ненасыщенных жирных кислот растительных масел. Медь и олово в стеарате находятся в виде комплекса, который разрушается с выделением химически чистой меди и олова только в зоне трения, где присутствуют нормальные и сдвигающие нагрузки и повышение температуры. Химически чистые медь и олово очень активны и практически мгновенно восстанавливаются на металлических поверхностях деталей узлов трения, предотвращая непосредственный контакт пары трения.

Разработанная присадка хорошо растворима в минеральных и полусинтетических маслах, не выпадает в осадок и не задерживается фильтрами. Эффект безызносности в узлах трения достигается благодаря вводу в зону трения масел с присадками, содержащими металлические компоненты.

Действие разработанной присадки основано на явлении избирательного переноса, связанного с формированием на поверхности металла тончайших пленок меди и других мягких металлов, которое позволяет в некоторых случаях добиться минимального износа. Избирательный перенос при трении (эффект безызносности) – явление, по своему характеру противоположное изнашиванию: если при изнашивании во время трения все процессы в зоне контакта сводятся к разрушению поверхности, то процессы при избирательном переносе носят созидательный характер: они необратимы и относятся к самоорганизующимся процессам неживой природы.

Образующаяся пленка мягкого металла на поверхности трения заполняет микронеровности и резко увеличивает фактическую площадь контакта, что приводит к такому же резкому снижению давления, что влечет за собой снижение температуры в зоне контакта. Прочно сцепленная с поверхностью металла пленка меди легко подвижна, пластична и имеет квазикристаллическую структуру, напоминающую расплав. Она пропускает микронеровности трущихся поверхностей и смыкается после прохода этих микронеровностей. Поскольку толщина медной пленки превышает высоту микронеровностей, то процесс трения локализуется в этой пленке. Это приводит к снижению износа в десятки раз, а коэффициента трения в сотни раз.

Вводимая 1,5% концентрация разработанной присадки в масло И-40 позволила качественно улучшить его основные триботехнические характеристики (рис. 1).

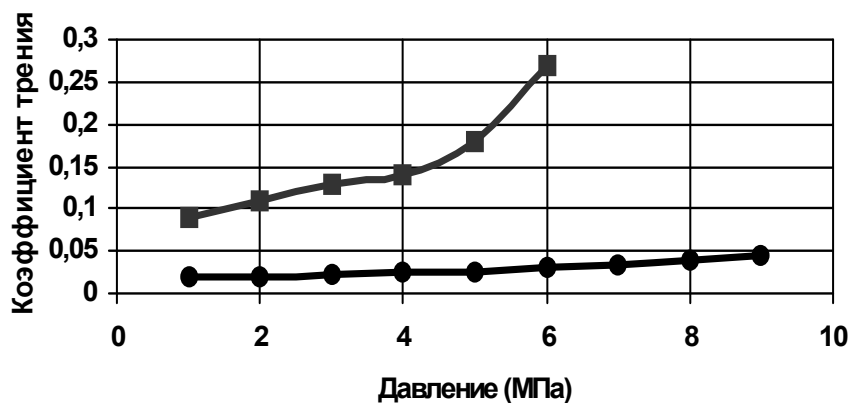


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от давления базового масла И-40 и того же масла, модифицированного разработанной присадкой.

Можно заметить на представленном рисунке, что модифицированное масло позволило резко снизить коэффициент трения, а значит и износ трущихся поверхностей. Кроме этого в достаточной степени увеличился и показатель нагрузочной способности в контактирующей паре. Такие результаты были получены, благодаря образованию на поверхности трения химически чистых, постоянно возобновляемых слоев антифрикционных металлов, а именно меди и олова. Причем концентрации меди и олова в

стеарате были подобраны таким образом, чтобы на поверхности трения можно было наблюдать некоторое подобие бронзы.

Наличие меди и олова на контактирующих поверхностях показали электронограммы, полученные на электронном микроскопе ЭМВ 100Л в режиме микродифракции (ускоряющее напряжение $U=75\text{кВ}$).

При вычислении межплоскостных расстояний d от электронограмм, полученных в режиме микродифракции, необходимо было получить электронограмму от эталона с известными значениями межплоскостных расстояний. В качестве эталона использовался хлорид талия TaCl .

Измерив радиусы колец R на электронограмме от эталона, была построена калибровочная кривая – зависимость периодов d от R .

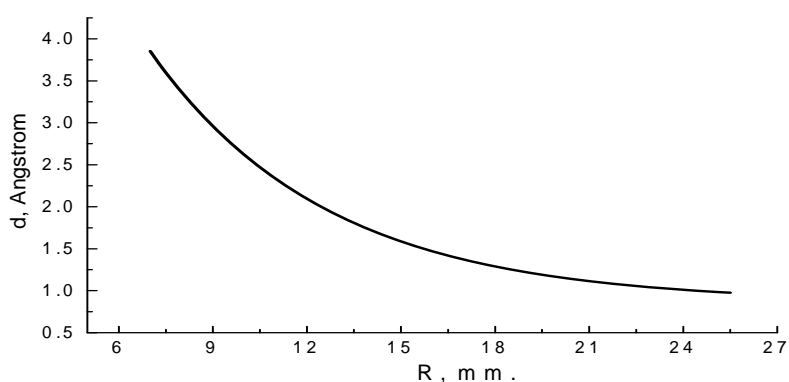
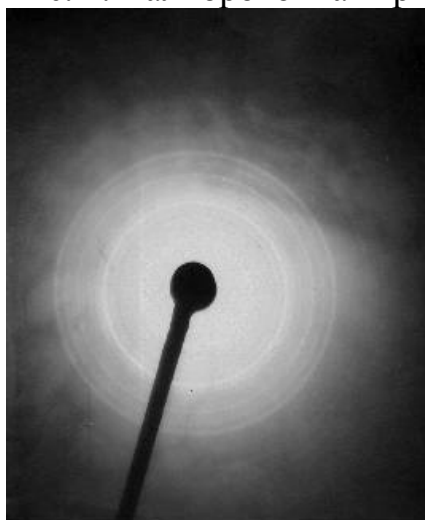
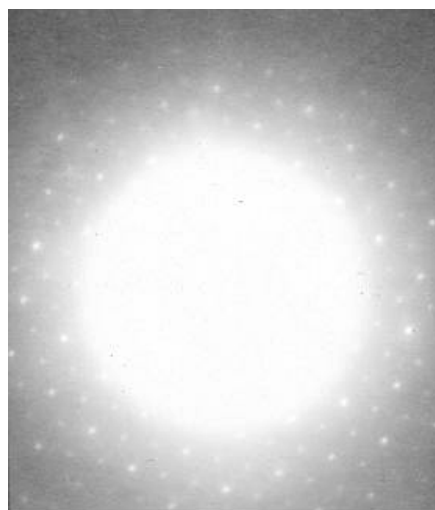


Рис. 2. Калибровочная кривая.



а)



б)

Рис. 3. Электронограммы эталона (а) и исследуемого образца (б).

Измерив радиусы колец (в случае кольцевой электронограммы) или расстояния между рефлексами (в случае точечной электронограммы), используя калибровочную кривую, определили межплоскостные расстояния.

В-во	Sn	Sn	Cu	Cu	Cu
$d_{\text{эксп.}}, \text{Å}$	2.69	2.01	1.78	1.28	1.08

Используя справочные данные и периоды, рассчитанные с помощью калибровочной кривой, было установлено, что исследуемые соединения являются двухкомпонентной системой состоящей из Cu (медь) и Sn (олово).

Разработанная присадка может найти широкий круг применения. Выявленные в ходе экспериментов некоторые качественные показатели, значительно превосходят показатели других аналогичных присадок. Не последним достоинством присадки является простота в применении и относительная дешевизна в изготовлении.

Литература

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. – М.: Издательство МСХА, 2001. – 616 с.
2. Киселев В.В., Мельников В.Г. Исследование свойств разработанных присадок на основе солей мягких металлов // Эффект безызносности и триботехнологии. – 2004. – № 1. – С. 16-20.

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗРЫВНЫХ И ДЕТОНАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПО ТЕОРИИ ПЕРЕХОДНОГО СОСТОЯНИЯ

Лопанов А.Н., зав. каф. «Безопасность жизнедеятельности», д.т.н., проф., Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Белгород, РФ

Одним из важных параметров взрыва, детонации является скорость процесса, обусловленная природой взрывчатого вещества. Теоретические аспекты детонации рассмотрены достаточно подробно [1-3], но в методологическом плане моделирование взрывных процессов с позиций теории переходного состояния не исследовано, поэтому работа является актуальной.

Моделируя процесс распада вещества в виде распространения фронта детонационной волны по веществу с определенной температурой границы раздела, с помощью теории переходного состояния можно провести расчет константы скорости процесса [4,5]. Расчет проводят при условии, если известны энтропия ΔS^* и энтальпия ΔH^* образования переходного комплекса:

$$k = \chi \frac{kT}{h} \cdot e^{\frac{\Delta S^*}{R}} \cdot e^{\frac{-\Delta H^*}{RT}} \quad (1)$$

Здесь k – константа скорости реакции, с^{-1} ; χ – трансмиссионный коэффициент, равный 0... 1; k – постоянная Больцмана, равная $1,38 \cdot 10^{-21}$ Дж/град; T – температура, K ; h – постоянная Планка, равная $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж/с.

Отметим, что моделирование взрыва, детонации можно провести и для химических реакций, развитие которых происходит в небольших локальных объемах, которые получили название «горячих» точек.

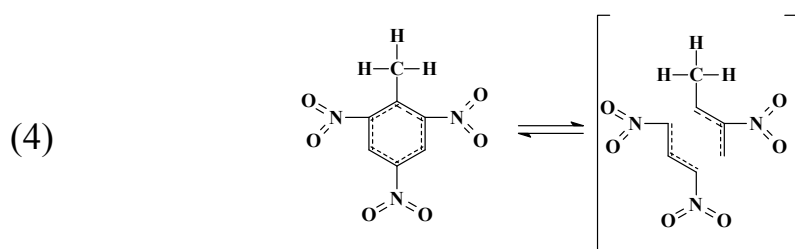
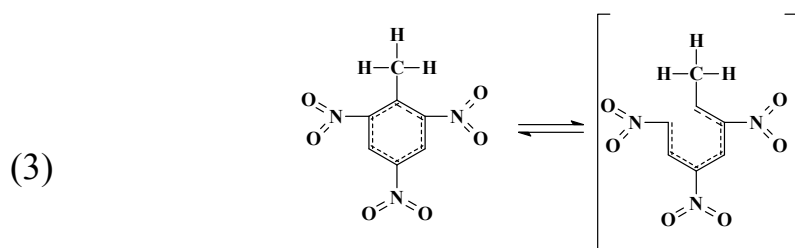
Основная проблема теории переходного состояния – определение структуры переходного комплекса, распад которого приводит к образованию продуктов реакции. Указанная задача решается путем определения времени жизни молекулы на фронте детонационной волны. Выделяя фрагмент детонационной волны или «горячую точку» с линейными размерами a (ребро куба), получим скорость распространения детонационной волны по веществу:

$$\tau = \frac{1}{N_0} \int_0^{\infty} t dN; \quad dN = \kappa N dT; \quad dN = \kappa N_0 e^{-\kappa t}; \quad \tau = \frac{1}{\kappa}. \quad v = \frac{1}{10\tau^3 \sqrt{d \frac{N_A}{M}}} \quad (2)$$

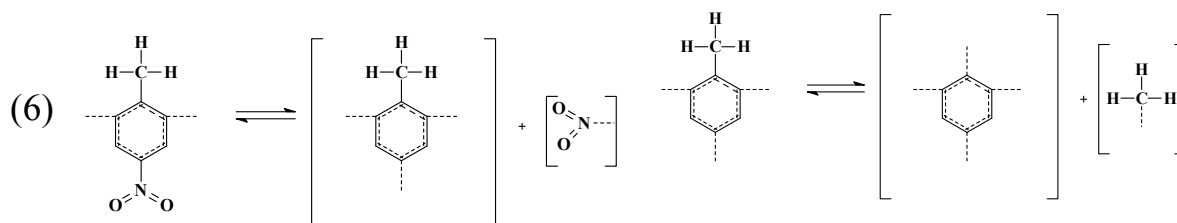
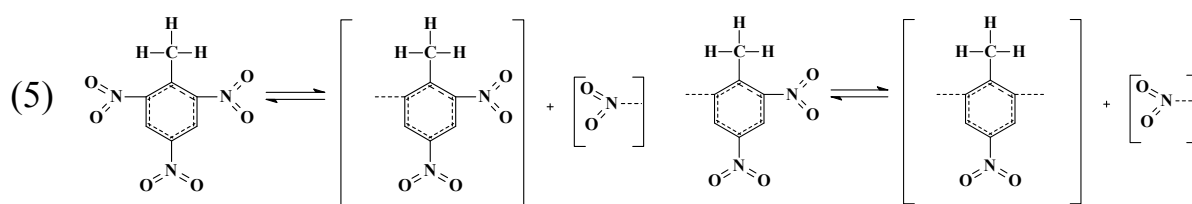
Здесь N_0 – общее число молекул; τ , t – время жизни молекулы, текущее время, с; v – скорость детонационной волны, м/с; N_A – число Авогадро,

$6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹; d – плотность вещества, кг/м³; M – молярная масса, г/моль.

Так, для молекулы 2,4,6-тринитротолуола (ТНТ) образование продуктов реакции при детонации происходит путем последовательного разрыва химических связей, а не одновременно. Поясним это положение путем расчета константы скорости разрыва ароматической связи в бензольном кольце молекулы ТНТ, используя табл. 1. Данные по энтропиям и энергиям разрыва связей взяты из литературных источников [6]. Составим формальные схемы разрыва одной и двух связей (3,4).



Выделим лимитирующие стадии распада и определим время жизни молекулы ТНТ при температуре фронта детонационной волны, равной 4000 К, табл. 1. Формальные схемы представлены уравнениями (5-6).



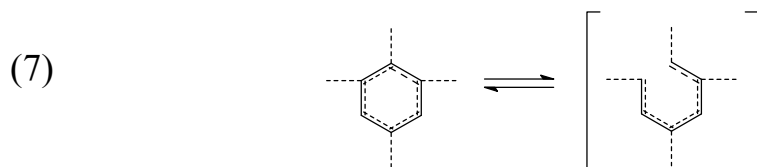
Определим (уравнение 1), что константа скорости разрыва одной ароматической связи молекулы ТНТ (3) равна $8,427 \cdot 10^{13}$ с⁻¹ (время процесса $1,187 \cdot 10^{-14}$ с). Если предположить, что происходит одновременный разрыв двух ароматических связей (4), расчетное значение константы скорости

равно $1,70 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1}$ (время процесса $5,88 \cdot 10^{-10} \text{ с}$). Сравнивая расчеты, можно отметить, что одновременный разрыв двух связей маловероятен – константа скорости разрыва двух связей на пять порядков меньше константы скорости разрыва одной связи. Поэтому разрыв связей в молекуле происходит через ряд последовательных реакций, сопровождающихся образованием переходных комплексов различной структуры.

Таблица 1. Параметры детонации 2,4,6-тринитротолуола.

Наименование параметра	Энергетические и кинетические характеристики распада молекулы ТНТ				
	Энергия разрыва связи, кДж/моль	Энтропия разрыва связи, Дж/мольград	Расчетное время распада связей, молекулы (с) при температуре T , К; скорость детонации, м/с		
			3500	4000	4500
Связь $\text{C}=\text{C}=\text{C}$ в бензольном кольце	487,4	44,9	$9,63 \cdot 10^{-14}$	$1,19 \cdot 10^{-14}$	$2,33 \cdot 10^{-15}$
Связь $\text{N}=\text{O}$	435,0	43,4	$1,91 \cdot 10^{-14}$	$2,94 \cdot 10^{-15}$	$6,85 \cdot 10^{-16}$
Связь $\text{Ar}-\text{H}$	421,6	43,0	$1,26 \cdot 10^{-14}$	$2,06 \cdot 10^{-15}$	$5,05 \cdot 10^{-16}$
Связь $\text{C}-\text{H}$ в метильной группе	413,2	46,6	$6,13 \cdot 10^{-15}$	$1,04 \cdot 10^{-15}$	$2,61 \cdot 10^{-16}$
Связь $\text{Ar}-\text{CH}_3$	332,0	47,8	$2,71 \cdot 10^{-14}$	$7,83 \cdot 10^{-17}$	$2,58 \cdot 10^{-17}$
Связь $\text{C}-\text{N}$	275,9	46,2	$5,75 \cdot 10^{-17}$	$1,76 \cdot 10^{-17}$	$6,99 \cdot 10^{-18}$
Время жизни молекулы			$6,17 \cdot 10^{-13}$	$7,46 \cdot 10^{-14}$	$1,50 \cdot 10^{-14}$
Скорость детонации			1000	8178	41109

Таким образом, распад молекулы ТНТ можно представить в виде реакций, представленных схемами (5-7). Вначале происходят наиболее быстрые процессы – отрыв от бензольного кольца нитрогрупп, метильной группы – константы скоростей равны соответственно $5,697 \cdot 10^{16}$; $1,278 \cdot 10^{16} \text{ с}^{-1}$. Далее происходит последовательный отрыв двух протонов и разрыв связей бензольного кольца.



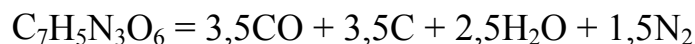
Одновременно разрываются связи метильной и нитрогрупп. Расчетное время жизни молекулы ТНТ равно:

$$\tau = 6 \cdot 1,187 \cdot 10^{-14} + 2 \cdot 2,062 \cdot 10^{-15} + 3 \cdot 1,755 \cdot 10^{-17} + 7,825 \cdot 10^{-17} = 7,458 \cdot 10^{-14} \text{ с.}$$

Скорость распространения детонационной волны ТНТ (уравнение 2) при температуре 4000 К (плотность 1604 кг/м³) равна 8178 м/с.

Представленная модель имеет существенные преимущества перед другими моделями. Моделирование позволяет установить соответствие между молекулярной структурой взрывчатого вещества, условиями проведения процесса и скоростью распространения детонационной волны. Моделирование определяет маршруты процесса – разрыв связей в молекуле ТНТ происходит не одновременно, а последовательно с образованием промежуточных комплексов различной структуры

Расчет констант скоростей различных маршрутов является основой для установления качественного и количественного состава продуктов взрыва. Так в зависимости от условий взрыва ТНТ выделяется несколько сотен веществ, но основные стадии процесса можно представить следующей формальной схемой:



Расчет энтальпии указанного процесса, выполненный по энергиям разрыва химических связей, соответствует энергии взрыва, равной 961,55 кДж/моль (4,236 мДж/кг), что близко к экспериментальным значениям, равным 4,1-4,3 мДж/кг [5].

Основным фактором, влияющим на скорость детонационного процесса, является температура на фронте детонационной волны. Как правило, температура на фронте детонационной волны ТНТ не превышает 3800 – 4000 К, поэтому расчетная скорость детонации вещества лежит в пределах от 7 000 – 8 000 м/с, что хорошо согласуется с экспериментальными значениями.

Литература

1. Зельдович Я.Б., Компанеец А.С. Теория детонации. – М.: Техтеорг, 1955. – С. 63-101.
 2. Юхансон К. Персон П. Детонация взрывчатых веществ. – М.: Мир, 1973. – С. 35-78.
 3. Шевцов Н.Р. Таранов П.Я., Левит В.В., Гудзь А.Г. Разрушение горных пород взрывом. – Донецк: «ООО Лебедь», 2003. – 279 с.
 4. Лопанов А.Н. Критические процессы: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 210 с.
 5. Лопанов А.Н. Взрывы и взрывчатые вещества: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 516 с.
- Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. – М: Химия. – 1975. – 584 с.

СПОСОБ ПРОГНОЗА ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАКОВ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЛЕТОВ АВИАЦИИ МЧС РОССИИ

Михайлов В.В., начальник факультета, д.т.н., профессор

Кирносков С.Л., докторант, к.т.н.

Селиванов В.О., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

В настоящее время авиация МЧС России, образованная в 1995 году, выполняет широкий круг задач, главная из которых – авиационное обеспечение экстренного реагирования сил при возникновении крупномасштабных аварий и катастроф природного и техногенного характера. В рамках этой задачи на место чрезвычайных ситуаций доставляются спасатели, медики, снаряжение, оборудование и др.

Несмотря на повышение ресурсной оснащенности и научно-технического уровня авиационных подразделений МЧС России, метеорологические факторы продолжают оказывать существенное влияние на эффективность и безопасность выполнения полетов.

Одной из важнейших метеорологических величин, оказывающих значительное влияние на выполнение полетных заданий, является высота нижней границы облаков (ВНГО).

Существует ряд способов прогноза ВНГО, точность и надежность которых не всегда в полной мере удовлетворяет требованиям руководящих документов к подобному роду прогностической информации.

С целью повышения качества метеорологического обеспечения полетов авиации МЧС России, в работе предложен способ прогноза ВНГО, основанный на факторизации пространства исходных метеопредикторов и последующем использовании аппарата регрессионного анализа в рамках нового абстрактного пространства общих факторов.

При построении прогностической модели ВНГО в качестве предикторов рассматривались фактические значения температуры воздуха T_{03} , дефицита температуры точки росы D_{03} , скорости ветра V_{03} за 03 часа местного времени, соответствующие прогностические значения T_{np} , D_{np} , V_{np} на 15 часов местного времени, а также адвективные изменения температуры воздуха ΔT_{adv} и дефицита температуры точки росы ΔD_{adv} за период времени 12 часов. При этом исследовалась архивная выборка, составленная по пункту Москва с 2005 по 2010 год. Объем обучающей выборки составил 800 элементов, а объем контрольной выборки – 400 элементов.

Наличие в работе восьми исходных метеопризнаков затрудняет выявление значимости каждого из них на прогностические значения ВНГО. Кроме того, некоторые используемые признаки находятся в значительной зависимости друг относительно друга, о чем свидетельствуют результаты

корреляционного анализа этих признаков, представленные в таблице 1. Данный факт ведет к нарушению основополагающей гипотезы методов статистического анализа о независимости предикторов [1, 2].

Таблица 1. Корреляционная матрица исходных признаков

Признаки	T_{03}	D_{03}	V_{03}	T_{np}	D_{np}	V_{np}	$\Delta T_{адв}$	$\Delta D_{адв}$
T_{03}	1	0,35	-0,28	0,96	0,27	-0,13	-0,04	0,04
D_{03}		1	-0,06	0,35	0,67	0,09	0,04	-0,05
V_{03}			1	-0,31	0,06	0,45	-0,08	0,04
T_{np}				1	0,41	-0,17	0,25	0,23
D_{np}					1	0,11	0,51	0,73
V_{np}						1	-0,16	0,06
$\Delta T_{адв}$							1	0,65
$\Delta D_{адв}$								1

Выход из сложившейся ситуации в работе найден путем перехода от пространства восьми исходных метеорологических признаков к ортогональному факторному пространству трех общих факторов с последующим использованием аппарата регрессионного анализа в рамках этого нового абстрактного пространства [2, 3].

Решение данной задачи осуществлено с помощью процедуры факторного анализа. Доля объясняемой суммарной дисперсии первыми тремя общими факторами составляет 0,89-0,90.

Данные о физической интерпретации общих факторов F_1 , F_2 , F_3 , полученные с помощью «повернутой» матрицы факторных нагрузок [2, 3], представлены в таблице 2.

Таблица 2. Данные о физической интерпретации общих факторов

Общий фактор	F_1	F_2	F_3
Физическая интерпретация	T_{03}	$\Delta D_{адв}$	V_{np}

Анализ этой таблицы указывает на то, что данные о физической интерпретации полученных ортогональных общих факторов хорошо согласуются с физическими представлениями о влиянии исследуемых метеорологических признаков на процессы возникновения и эволюции низкой облачности.

На следующем этапе в работе решена задача аппроксимации рассматриваемых зависимостей, осуществленная в ортогональном пространстве общих факторов с использованием аппарата регрессионного анализа.

Выражение (1) представляет собой прогностическое уравнение

ВНГО, построенное в пространстве трех общих факторов F_1, F_2, F_3 .

$$H_{np}^* = 0,34 + 0,41F_1 + 0,42F_2 - 0,24F_1F_2 - 0,18F_2^2 - 0,12F_2F_3^2. \quad (1)$$

В этом выражении прогностическое значение ВНГО H_{np}^* представлено безразмерной величиной в центрированном относительно оценки математического ожидания и нормированном по оценке среднего квадратического отклонения виде.

Средние значения общих факторов F_1, F_2, F_3 , определяются с помощью выражения (2) [1-3].

$$F_j = \sum_{i=1}^n \frac{l_{ij}}{\sqrt{\lambda_j}} Z_i^*, \quad \forall j = \overline{1, L}, \quad (2)$$

где l_{ij} – i -ое значение собственного вектора, соответствующее собственному числу λ_j ковариационной (корреляционной) матрицы результатов наблюдений; Z_i^* – центрированное, относительно математического ожидания, и нормированное по среднеквадратическому отклонению значение i -го исходного признака; n – число исходных признаков; L – количество используемых общих факторов [3].

Анализ критериев успешности прогностического выражения (1) позволяет сделать заключение о возможности его использования в практике повседневного обеспечения полетов авиации МЧС России, что будет обеспечивать получение точной прогностической информации о ВНГО в пространстве трех ортогональных общих факторов, полученных на базе восьми исходных метеорологических признаков.

Литература

1. Колемаев В.А., Староверов О.В., Турундаевский В.Б. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.
2. Матвеев М.Г., Михайлов В.В. Управление организационно-технической системой в условиях метеорологической неопределенности. Монография. – Воронеж: ВВВАИУ (ВИ), 2006. – 128 с.
3. Михайлов В.В., Лубенцов А.В., Чаплыгин А.В. Факторный анализ в задаче повышения качества исходной метеоинформации // Сб. научных трудов ВВВАИУ. – Воронеж: ВВВАИУ, 1994. – Вып. 15. – С. 54-59.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВИДИМОСТИ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕТЕООБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИИ МЧС

Мищенко М.Е., курсант

Круссер И.В., доцент кафедры, к.г.н., доцент

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Авиация Министерства выполняет широкий круг задач, главная из которых – обеспечение экстренного реагирования сил ведомства при возникновении крупномасштабных аварий и катастроф природного и техногенного характера. В рамках этой задачи на место ЧС доставляются спасатели, медики, снаряжение и оборудование. Другая важная задача – участие авиации в поисково-спасательных работах, включающих в себя воздушную разведку местности, наведение поисково-спасательных групп на объекты поиска, десантирование спасателей, эвакуацию пострадавших из районов ЧС. Кроме того, авиация МЧС доставляет гуманитарную помощь, участвует в тушении пожаров с воздуха и др. Обеспечение безопасности полетов авиации является приоритетной задачей различных служб. Безопасность полетов зависит от многих факторов, в том числе и от погодных условий, среди которых значительную роль играет ограниченная видимость. По данным статистики, наибольшее число авиационных происшествий, обусловлено недостаточной дальностью видимости. С ограниченной видимостью связано порядка 70% авиационных катастроф, происшедших по метеорологическим условиям [1]. В этой связи весьма актуальным является разработка простого и эффективного способа прогноза видимости. С оснащением метеорологических подразделений радиолокационными комплексами появилась возможность определения видимости с использованием радиолокационных данных. Прогноз видимости при этом будет строиться на измеренных значениях интенсивности осадков, что существенно повышает его точность.

Один из таких способов базируется на соотношениях Маршалла-Пальмера, полученных эмпирическим путем [2].

$$Z = 15.6 I^{1.6} \quad (1)$$

$$S = 0.94 I^{0.91} \quad (2)$$

где:

Z – радиолокационная отражательная способность, в $\text{мм}^6/\text{м}^3$;

I – интенсивность осадков, в $\text{мм}/\text{час}$;

S – метеорологическая дальность видимости в снеге.

Эти выражения позволяют связать интенсивность осадков с радиолокационной отражательной способностью и метеорологическую дальность видимости с интенсивностью. Достоинством метода является высокая оперативность вычисления дальности видимости при выпадении осадков. Однако, данный способ обладает большими ошибками прогноза и низкой оправдываемостью из-за того, что в нем не учтены влияние синоптической обстановки и значения метеорологических величин, оказывающих наибольшее влияние на видимость

Исходя из изложенного выше, целью данной работы является получение прогностического уравнения для расчета метеорологической дальности видимости при выпадении осадков, позволяющего наряду с их интенсивностью учитывать влияние на видимость других метеорологических факторов.

Исследования показали, что качественный прогноз видимости при выпадении осадков кроме значений радиолокационной отражаемости требует учета их интенсивности, а также температурно-влажностных и иных параметров пограничного слоя атмосферы. Поэтому для построения прогностического уравнения были использованы архивные данные следующих метеорологических величин: видимость на станции до выпадения осадков (VD), логарифм радиолокационной отражательной способности (LZ), температура (TV), влажность воздуха (R) и скорость ветра (SV) у поверхности земли, а также высота верхней границы облаков (HV). Наиболее тесную связь с предиктантом имеют (не считая видимости до явления) предикторы, определяемые при помощи радиолокационного зондирования – радиолокационная отражаемость и высота верхней границы облаков (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты парной корреляции между предикторами и видимостью в осадках.

VD	HV	LZ	TV	R	SV
0.81	-0.50	-0.65	-0.35	-0.39	0.12

На основе архивного материала был получен ряд прогностических уравнений для расчета видимости (с привлечением различных предикторов). В результате анализа прогностических уравнений был отобран оптимальный состав предикторов. Привлечение для разработки прогностических уравнений дополнительных метеорологических величин равно как и дальнейшее усложнение прогностической модели, не повышало существенно эффективность прогноза, зато заметно усложняло процесс расчета видимости по этим уравнениям. Таким образом, полученное прогностическое уравнение в конечном итоге имеет следующий вид:

$$VP=2.57+0.36(VD)-0.21(HV)-0.64(LZ)-(-0.03(TV)-0.03(SV)-0.91(R)) \quad (3)$$

Для оценки эффективности прогностического уравнения были рассчитаны следующие статистические характеристики: средняя абсолютная ошибка прогноза (a), средняя относительная ошибка прогноза (ε), средняя арифметическая ошибка прогноза (α), средняя квадратическая ошибка прогноза (σ) (табл. 2).

Таблица 2. Статистические характеристики прогностического уравнения.

а, км	ε, км	α, км	σ, км
0.25	0.16	0.18	0.55

Из анализа данных, приведенных в таблице 2, видно, что полученное уравнение обладает достаточной степенью точности, отличается простотой, что позволяет рекомендовать его в качестве прогностического при метеорологическом обеспечении полетов авиации МЧС.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

разработан новый способ прогноза видимости при выпадении осадков с использованием радиолокационных и синоптических данных, который отличается простотой и высокой оправдываемостью, соответствующей требованиям руководящих документов;

полученное прогностическое уравнение позволяет значительно повысить качество прогноза видимости, разработанный способ прогноза видимости является сверхкраткосрочным (с заблаговременностью до 3-х часов) и его использование при обеспечении безопасности полетов авиации МЧС будет весьма эффективным, поскольку он основывается на измеренных значениях метеорологических величин.

Литература

1. Баранов А.М. Видимость в атмосфере и безопасность полетов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 207 с.
2. Билетов М.В., Золоторев В.Н., Круссер И.В. Разработка методики прогноза видимости в снеге при комплексном использовании радиолокационных и аэросиноптических данных //Мат. тезисов доклада Всероссийской научной конференции. – Казань, 1996. – С. 71.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Музычка П.С. курсант

Вох Е.П., доцент, к.п.н.

Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

Современный человек живет в окружении различных предметов: автомобилей, техники, предметы интерьера, а также здания, сооружения сложной конструкции, состоящие из пересекающихся геометрических тел. Поэтому важным этапом конструирования таких деталей является определение границ исходных поверхностей, которыми и являются линии их взаимного пересечения. В местах сопряжения поверхностей литых и штампованных деталей нет четкой линии пересечения, которая называется линией перехода и условно изображается сплошной тонкой линией.

Из двух поверхностей только одна пересекает другую, одна из которых сохраняется, а на другой, пересекаемой, возникают отверстия, т.е. может быть: *проницание* – получаются две отдельные линии или одна линия с узловым точкой; *врезка*, когда получается одна линия.

При построении точек линии пересечения сначала следует найти те точки, которые обычно называют характерными, отделяющие видимую часть проекции линии пересечения от невидимой; проекции точек линии пересечения, наивысших и наинизших по отношению к горизонтальной; ближайших и наиболее удаленных по отношению к зрителю; крайних слева и справа на проекциях линий пересечения. Промежуточные точки находят с помощью способа вспомогательных параллельных секущих плоскостей или способа вспомогательных секущих сфер [1]. Пересекающиеся поверхности деталей можно разбить на три группы: пересечение многогранников; пересечение тел вращения; пересечение многогранника и тела вращения.

В случае **пересечения многогранников**, в частности двух призм, ребра которых перпендикулярны друг другу, а горизонтальная и профильная проекции линии пересечения совпадают с горизонтальной проекцией пятиугольного основания вертикальной призмы и с профильной проекцией части основания четырехугольной призмы, то фронтальную проекцию ломаной линии пересечения строят по точкам пересечения ребер одной призмы с гранями другой. Например, взяв горизонтальную и профильную проекции точки 1 пересечения ребра пятигранной призмы и гранью четырехгранной, с помощью линии связи можно легко найти фронтальную проекцию этой точки, принадлежащей линии пересечения призм. Остальные точки можно найти аналогично. Т.е. линия пересечения многогранников представляет собой ломаную линию [1].

При пересечении тел вращения, в частности конуса и цилиндра, вначале находят характерные точки: наивысшую, которую находят по

имеющейся горизонтальной проекции, и точки пересечения оснований конуса и цилиндра. Промежуточные точки линии пересечения находят с помощью вспомогательных горизонтальных параллельных секущих плоскостей, т.к. они пересекают тела вращения по простым линиям. Для определения промежуточной точки линии пересечения проводится горизонтальная плоскость уровня, при рассечении которой в сечении конуса получается окружность, а в сечении цилиндра – прямоугольник, горизонтальные проекции которых пересекаясь, определяют горизонтальные проекции точек. Фронтальная проекция точек определяется с помощью построения линий связи уровня фронтального следа проведенной горизонтальной плоскости уровня, а профильную проекцию этих точек находят на профильном следе этой же плоскости. Аналогично определяют остальные промежуточные точки линии пересечения, равномерно располагая параллельные секущие плоскости.

При пересечении тела вращения и многогранника, в частности конуса и четырехгранной призмы поступают так же, как в предыдущем случае. Для построения проекций всех точек необходимы сечения. Каждая горизонтальная секущая плоскость пересекает конус по окружности – параллели, радиус которой равен расстоянию от оси до образующей. Горизонтальные проекции конуса являются окружностями, и на их пересечении с проекциями ребер призмы находим проекции опорных точек. В сечении призмы горизонтальными секущими плоскостями получаем прямоугольники, проекции которых дают при пересечении с соответствующей окружностью на данном уровне проекции промежуточных точек. По фронтальной и горизонтальной проекциям находим профильные проекции точек с помощью координат Y [2].

Например, представлено изображение бункера, который состоит из цилиндрической поверхности, пересекающийся с конической и поверхностью пирамиды.

Более сложен корпус крана, имеющий коническую форму. Поверхности – конусы. Линию их пересечения почти не строят, проводя участки ее проекций приближенно. Внутри приливы корпуса ограничены также конусами, усеченными плоскостями, с пересечением по эллипсам.

Если пересекающиеся поверхности являются поверхностями вращения с пересекающимися осями, которые параллельны одной из плоскостей проекций, то для построения линии пересечения следует применять способ вспомогательных секущих сфер (например, пересекающиеся вертикальный цилиндр и наклонный конус). Этот способ состоит в том, что из общего центра – точки пересечения осей тел вращения проводится ряд сфер, которые пересекают по окружностям каждую из заданных поверхностей. Любое тело вращения с поверхностью сферы пересекается по окружности, если её центр находится на оси этого тела вращения. Окружность, лежащая в плоскости, перпендикулярной плоскости проекций, проецируется на нее в

виде прямой линии. Следовательно, проекция пересечения сферы с телом вращения будет прямой, если ось тела вращения параллельна плоскости проекций. Точки пересечения этих окружностей принадлежат искомой линии пересечения поверхностей.

Порядок построения линии пересечения тел вращения с помощью способа вспомогательных концентрических секущих сфер:

1. Определить точку пересечения осей тел вращения, т.е. центр концентрических секущих сфер.

2. Определить явные точки пересечения тел вращения – наиболее удаленную от точки пересечения осей и наименее удаленную.

3. Определить наиболее глубокую точку линии пересечения с помощью вписания сферы в большее по диаметру тело вращения, а другое пересекает

4. Определить промежуточные точки линии пересечения с помощью 2-3 сфер диаметров между наименее и наиболее удаленной точками.

Если в два прямых круговых цилиндра с пересекающимися осями вписывается окружность, то линии пересечения этих цилиндров представляют собой эллипсы, фронтальные проекции которых изображаются в виде прямых линий.

Пересечение поверхностей встречаются в технике и архитектуре очень часто: в цистерне для перевозки жидкостей линия пересечения образуется при соединении колпака к цилиндрическим барабанам котла, конструктивным частям пожарной цистерны, при выполнении чертежей трубопроводов, вентиляционных устройств, резервуаров, кожухов машин станков и другого оборудования. Понимание, например, что конструкция зданий, крыш представляет собой форму пересекающихся геометрических тел дает возможность выбрать рациональную тактику ведения пожаро-спасательной операции, выбрать спецтехнику и оборудование.

Литература

1. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Черчение: Учебник. – М.: Машиностроение, 1989. – 303 с.
2. Романычева Э.Т., Иванов А.К., Куликов А.С. и др. Черчение: Учеб пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – 272 с.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УСПЕШНОСТИ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Неижмак А.Н., преподаватель, к.т.н.

Коротаев А.А., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

С целью оценки качества вновь разработанного прогностического алгоритма, а также для сравнения с уже существующими способами прогноза, осуществляют оценивание его успешности на независимом материале или непосредственно на практике.

Для оценки альтернативных прогностических способов используется, как правило, таблица сопряженности прогностических заключений с реальными наблюдениями, общий вид которой представлен ниже. Эта таблица используется в качестве исходных данных для расчета показателей успешности альтернативных способов прогноза.

Таблица. Таблица сопряженности.

Осуществилось	Предсказано		Σ
	\mathcal{E}_1	\mathcal{E}_2	
\mathcal{E}_1	n_{11}	n_{12}	n_{10}
\mathcal{E}_2	n_{21}	n_{22}	n_{20}
Σ	n_{01}	n_{02}	N

В метеорологической практике для оценки альтернативных способов прогноза в качестве показателей успешности используются следующие основные критерии [1]:

1. Повторяемость оправдавшихся прогнозов (общая оправдываемость прогнозов), которая рассчитывается по формуле (1).

$$U = \frac{n_{11} + n_{22}}{N} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где U – повторяемость оправдавшихся прогнозов; n_{11} – число случаев, когда предсказанной фазе \mathcal{E}_1 соответствовала фактическая фаза \mathcal{E}_1 ; n_{22} – число случаев, когда предсказанной фазе \mathcal{E}_2 соответствовала фактическая фаза \mathcal{E}_2 ; N – общее число прогнозов.

Эта величина для методически правильных прогнозов всегда больше 0,5. Также используется повторяемость оправдавшихся прогнозов на наличие и отсутствие явления по отношению к общему числу фактически на-

блюдавшихся случаев наличия и отсутствия явления, представленная формулами (2) и (3) соответственно.

Оправдываемость прогнозов на наличие явления:

$$U_+ = \frac{n_{11}}{n_{10}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где U_+ – повторяемость оправдавшихся прогнозов на наличие явления по отношению к общему числу фактически наблюдавшихся случаев наличия явления; n_{10} – число случаев, в которых в период прогноза фактически наблюдалась фаза \mathcal{E}_1 (наличие явления).

Оправдываемость прогнозов на отсутствие явления:

$$U_- = \frac{n_{22}}{n_{20}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где U_- – повторяемость оправдавшихся прогнозов на отсутствие явления по отношению к общему числу фактически наблюдавшихся случаев отсутствия явления; n_{20} – число случаев, в которых в период прогноза фактически наблюдалась фаза \mathcal{E}_2 (отсутствие явления).

Кроме того, рассчитывается предупреденность о случаях с явлением и без явления по формулам (4) и (5) соответственно.

$$\Pi_+ = \frac{n_{11}}{n_{01}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где Π_+ – предупреденность о случаях с явлением; n_{01} – число формулировок прогнозов, в которых ожидалось осуществление фазы \mathcal{E}_1 .

$$\Pi_- = \frac{n_{22}}{n_{02}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где Π_- – предупреденность о случаях без явления; n_{02} – число формулировок прогнозов, в которых ожидалось осуществление фазы \mathcal{E}_2 .

В решении вопроса оценки надежности прогностических методик эффективным является суммарный показатель $(U_+ + \Pi_+)$. По данным [1], величина $(U_+ + \Pi_+) \geq 130\%$ характеризует удовлетворительное качество про-

гнозов. Чем больше каждый из показателей, тем выше качество прогнозов и успешность проверяемой методики в целом.

2. Критерий надежности А.Н. Багрова, который определяется по формуле (6).

$$H = \frac{U - U_0}{1 - U_0}, \quad (6)$$

где H – критерий надежности А.Н. Багрова; U_0 – повторяемость оправдавшихся случайных прогнозов при условии, что число таких прогнозов с формулировкой \mathcal{E}_1 равно n_{01} , а с формулировкой \mathcal{E}_2 – n_{02} (определяется выражением (7)).

$$U_0 = \frac{n_{01}n_{10} + n_{02}n_{20}}{N^2}. \quad (7)$$

Для случайных прогнозов $H = 0$, а для идеальных прогнозов $H = 1$, и способ считается тем совершеннее, чем H ближе к единице. Если все прогнозы оказались ошибочными, то $H = -1$. Установлено, что прогнозы являются надежными при $H > 0,33$.

3. Критерий точности А.М. Обухова, который рассчитывается по формуле (8).

$$Q = \frac{U - U'_0}{1 - U'_0}, \quad (8)$$

где Q – критерий точности А.М. Обухова; U'_0 – повторяемость оправдавшихся случайных прогнозов при условии, что число таких прогнозов с формулировкой \mathcal{E}_1 равно n_{10} , а с формулировкой \mathcal{E}_2 – n_{20} (определяется выражением (9)).

$$U'_0 = \frac{n_{10}n_{10} + n_{20}n_{20}}{N^2}. \quad (9)$$

Таким образом, критерий А.М. Обухова определяет отношение разности качества методического и случайного прогнозов к разности качества идеального и случайного климатологического прогнозов. Очевидно, что для случайных прогнозов $Q = 0$, а для идеальных прогнозов $Q = 1$. При всех ошибочных прогнозах $Q = -1$.

При анализе оправдываемости прогнозов критерий Q является более показательным, чем H и тем более U .

4. Критерий качества Пирси–Обухова (формула (10)).

$$T = \frac{n_{11}}{n_{01}} - \frac{n_{12}}{n_{02}}, \quad (10)$$

где T – критерий качества Пирси–Обухова; n_{12} – число случаев, когда предсказанной фазе \mathcal{E}_2 соответствовала фактическая фаза \mathcal{E}_1 .

Величина T изменяется в пределах от -1 до 1. Значения $T > 0$ говорят о том, что предупреденность о случаях с явлением (Π_+) превышает отношение ошибочных прогнозов явления к числу дней без явления. При идеальном прогнозе $T = 1$.

Окончательный выбор показателя успешности, который будет использоваться при оценке альтернативного прогностического метода, осуществляется потребителем в зависимости от степени важности решаемых задач. Однако по рекомендации [1], при оценке надежности прогностических способов, предназначенных для прогнозирования опасных явлений, вес «ошибок пропуска» которых по оценке экспертов выше «ошибок ложной тревоги», целесообразно использовать суммарный показатель качества ($U_+ + \Pi_+$). Он оказывается наиболее эффективным в данном случае и при превышении критериального значения, равного 130, характеризует удовлетворительное качество прогнозов.

Литература

1. РД 52.27.284–91. Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. – СПб.: Гидрометеоздат, 1991. – 150 с.

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Неижмак А.Н., преподаватель, к.т.н.

Навозников С.С., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

В настоящее время вследствие различных причин увеличилась опасность возникновения природных катастроф, обусловленных опасными природными явлениями. Согласно Поправке №21-ФЗ от 02.02.2006 к федеральному закону «О гидрометеорологической службе» №113-ФЗ от 19.07.1998 опасное природное явление – это гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб [2].

В Наставлении по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения опасные метеорологические явления (ОЯ) определяют как природные процессы и явления, возникающие в атмосфере, которые по своей интенсивности (силе), масштабу распространения и продолжительности оказывают, или могут оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду [1].

С целью определения повторяемостей возникновения ОЯ был проведен статистический анализ их пространственно-временного распределения на европейской территории Российской Федерации (ЕТР). Район исследования ограничен: с севера шестидесятью градусами северной широты, с юга – предгорьями Кавказа, с запада – государственной границей РФ, с востока – пятидесяти пятью градусами восточной долготы и государственной границей РФ.

По данным из донесений (из журнала «Метеорология и гидрология») о наблюдении ОЯ в период с 2002 по 2005 год на ЕТР было зафиксировано 659 опасных метеорологических явлений.

К их числу относятся: смерчи, шквалы, град, гололедно-изморозевые явления, продолжительные и интенсивные осадки, грозы, сильный ветер, экстремальные значения температуры, налипание снега, метель, сильный туман, резкое понижение температуры, а также их сочетания в комплексах (рис. 1).

На следующей диаграмме (рис. 2) показано распределение метеорологических явлений, приведших к экономическим и экологическим последствиям, по Федеральным Округам.

Наибольшая повторяемость ОЯ наблюдается в Южном Федеральном Округе (ЮФО). За редким исключением, в ЮФО как в течение всего года,

так и по отдельным месяцам наблюдается значительное превышение повторяемости анализируемых явлений, несущих в себе угрозу безопасности жизнедеятельности и сохранности имущества, по сравнению с другими регионами.

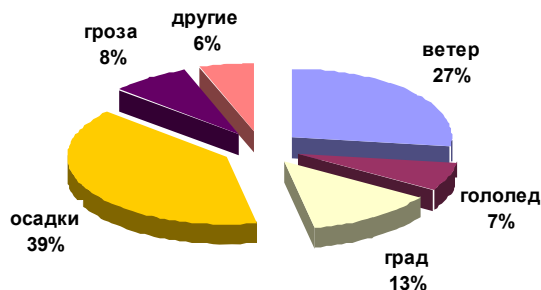


Рис. 1 – Повторяемость ОЯ на ЕТР в 2002-2005 годах

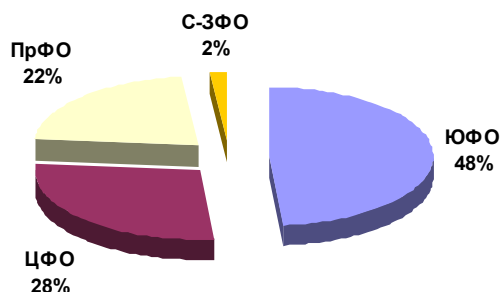


Рис. 2 – Распределение ОЯ по Федеральным Округам

Нанесенный ущерб исчисляется миллиардами рублей. Помимо материальных потерь стихийные бедствия унесли человеческие жизни. Наибольшую опасность представляют случаи с одновременным возникновением нескольких опасных явлений – образование комплексов опасных метеорологических явлений.

В большинстве случаев причинами гибели людей явились сильные порывы ветра, приведшие к падению деревьев, рекламных щитов и обрыву линий электропередач (ЛЭП), а также разряды грозового электричества.

Редкое для ЕТР, но наиболее опасное метеорологическое явление, смерч, имело место за рассматриваемый период 11 раз. Большинство смерчей было зафиксировано на Черноморском побережье. Однако в двух случаях смерчи наблюдались на суше – в Орловской и Курской областях.

Из местных ветров наибольшую повторяемость имеет Новороссийская бора. Все случаи были отмечены в зимний период с октября по февраль. Ущерб выразился в обрыве ЛЭП, сорванных крышах, прекращении работ в порту, простое судов. Несколько небольших судов в результате воздействия боры были безвозвратно утеряны.

Штормовые скорости ветра наблюдаются в течение всего года на всей рассматриваемой территории как в комплексах с другими ОЯ, так и само-

стоятельно. Общее число случаев с сильным ветром составило 169, из них в комплексах 122. В летние месяцы повторяемость сильных ветров больше ввиду широкого распространения комплексов погодных условий с кучево-дождевой облачностью, сопровождаемых шквалистыми усилениями ветра (рис. 3).

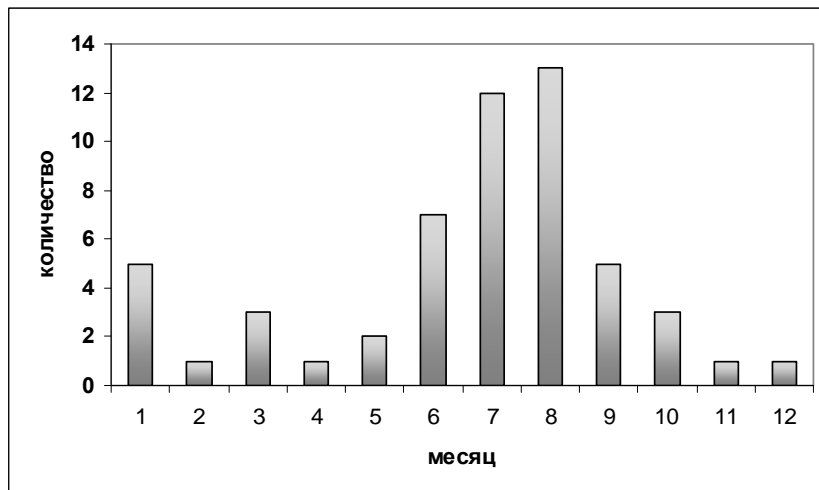


Рис. 3 – Среднее количество комплексов ОЯ по месяцам

Территориально данное ОЯ распространено повсеместно, но в ЮФО количество его наблюдений больше вследствие наличия благоприятных условий для развития конвективных явлений.

Осадки в жидкой и твердой фазах (за исключением града), относящиеся по интенсивности и количеству к ОЯ, фиксировались в 244 случаях, из них дождь - в 179, снег - в 65 реализациях.

В зимнее и летнее время большинство наблюдений этих явлений связано в комплексах с другими, в переходные периоды комплексов меньше. География распространения – по всей рассматриваемой территории. Ущерб выражается в виде затопления автодорог, подтопления нижних этажей, в зимнее время в виде снежных заносов на дорогах, налипания снега на провода и другие поверхности.

Град наблюдался в 81 случае, то есть 20-30 раз за год. Это явление имеет место в период с апреля по сентябрь. По рассматриваемой территории распространено повсеместно, однако в ЮФО частота возникновения максимальна по причинам, связанным, в основном, с физико-географическими особенностями местности. Самостоятельно практически не наблюдается, обязательные спутники – гроза, ливень, шквалистый ветер или одно из этих явлений. Ущерб приносит в виде повреждения материалов кровли, остекления зданий, не укрытой техники. Очень крупный град, часто наблюдаемый в предгорьях ЮФО, неоднократно приводил к травмированию людей и значительному материальному ущербу.

Гололедно-изморозевые явления наблюдались за рассматриваемый период в 42 случаях. В год в среднем регистрируется 10-15 дней по ука-

занной территории с наличием значительных отложений. По месяцам случаи распределяются с октября по февраль с преобладанием в январе. Подавляющее большинство случаев с данными явлениями наблюдалось в ЮФО. Наиболее типичной синоптической ситуацией для возникновения гололедно-изморозевых явлений является выход южных циклонов, несущих теплую и влажную воздушную массу, на подстилающую поверхность с отрицательной температурой. Разница температур между выхожденной Сибирским антициклоном подстилающей поверхностью и наступающим теплым влажным морским воздухом может достигать 10°C, что приводит к продолжительному и интенсивному образованию гололедных отложений. При этом наблюдаются обрывы ЛЭП, линий связи, деревьев под тяжестью нарастающего льда.

Таким образом, в результате анализа пространственно-временного распределения ОЯ на ЕТР за 2002-2005 годы, оказывающих влияние на безопасность жизнедеятельности, можно сделать следующие выводы:

- наиболее погодоопасным регионом практически во все сезоны является ЮФО;

- наибольшая повторяемость ОЯ наблюдается летом;

- большая часть опасных и неблагоприятных явлений погоды наблюдается в комплексах;

- самые разрушительные гидрометеорологические явления – шквалистый ветер и интенсивные (обильные) осадки.

Результаты анализа также позволяют определить, что наибольшим потенциалом генерации ОЯ обладает кучево-дождевая облачность в критическом состоянии. Она генерирует явления, достаточно часто достигающие в своем развитии интенсивности, опасной практически для всех сфер жизнедеятельности общества. Выявление параметров облачности, характеризующих это состояние, позволит предупреждать и прогнозировать реализацию конвективного ОЯ. Эта информация позволит осуществлять мониторинг указанных явлений в целях предупреждения неблагоприятных последствий ими обусловленных.

Литература

1. РД 52.88.629–02. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 30 с.
2. Сёмка В.В. Синоптико-статистический анализ и прогноз опасных явлений и неблагоприятных погодных условий в циклонах умеренных широт: дис. ... канд. геогр. наук. – Воронеж, 2007. – 186 с.

УЧЕТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В ЗАДАЧЕ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРООПАСНЫХ СИТУАЦИЙ

Ножкин В.С., командир отделения

Якушев В.С., курсант

Драбо А.И., преподаватель, к.т.н.

Пигарев А.Е., доцент, к.г.н., доцент

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Погодные условия оказывают большое влияние как на возникновение пожароопасных ситуаций, так и на ликвидацию их последствий. Так, например, экстремально высокие температуры воздуха в теплый период года способствуют созданию пожароопасных ситуаций, а продолжительные ливневые дожди, с одной стороны, могут вызвать повышение уровня воды в реках и связанные с этим наводнения, а с другой – оказать благоприятное влияние на ликвидацию последствий пожароопасной обстановки.

С целью наиболее полного учета влияния погодных условий на ликвидацию последствий пожароопасной обстановки в работе предлагается способ прогноза формы конвективной облачности и связанных с ней опасных явлений погоды.

Реализация разработанного способа осуществляется следующим образом.

1. По данным радиозондирования атмосферы за 03.00 для выбранного пункта строится аэрологическая диаграмма, на которой определяется уровень конденсации и его высота z_k , величина массовой доли водяного пара на уровне конденсации s_{mk} , температура окружающего воздуха $T_{ек}$.

2. Определяется стратификация атмосферы любым из возможных способов [1].

3. Если атмосфера устойчива, то для определения вертикальной мощности используется уравнение

$$\Delta z_1 = \frac{\Delta T_k}{\gamma_{ва_k} - \gamma}. \quad (1)$$

4. Если атмосфера неустойчива, то для определения вертикальной мощности используется уравнение

$$\Delta z_2 = \frac{\gamma - \gamma_{\text{ва}_k}}{\varepsilon} \cdot \left(2 + \frac{\varepsilon \Delta T_k}{(\gamma - \gamma_{\text{ва}_k})^2} \right). \quad (2)$$

где $\varepsilon = \frac{b}{c^2}$, ΔT_k – перегрев на уровне конденсации, γ – градиент температуры окружающей среды, $\gamma_{\text{ва}_k}$ – влажноадиабатический градиент.

При разработке методики в качестве исходных данных были использованы данные температурно-ветрового зондирования атмосферы по станции Воронеж и синхронные им данные приземных наблюдений. Были рассмотрены внутримассовые синоптические ситуации (тыловая часть циклона, западная и северо-западная периферия антициклона), характерные для образования конвективной облачности.

На основе указанного аэросиноптического материала была составлена выборка исходных данных (обучающая и контрольная в соотношении 2:1), состоящая из телеграмм в коде КН-04, на основе которых были построены аэрологические диаграммы и определены значения всех необходимых величин, указанных в формулах (1) – (2)

Используя полученную методику прогноза вертикальной мощности конвективной облачности Δz , был разработан прогноз формы облаков, исходя из следующего:

- при $\Delta z = 2-3$ км – кучевые облака;
- при $\Delta z = 4-5$ км – мощные кучевые облака;
- при $\Delta z = 6-8$ км – кучево-дождевые облака с ливневым дождем;
- при $\Delta z \geq 8$ км – кучево-дождевые облака с ливневым дождем и грозой.

Полученный способ сравнивался со способом прогноза формы конвективной облачности с использованием аэрологической диаграммы.

По обучающей и контрольной выборкам были рассчитаны следующие стандартные критерии оценки многофазовых качественных прогнозов погоды для разработанного и существующего способов прогноза формы конвективной облачности [2].

1. Климатическая энтропия H_0 :

$$H_0 = -\sum_{i=1}^k P_{i0} \cdot \log P_{i0} \quad (\text{дит}), \quad (3)$$

где P_{i0} – климатическая повторяемость, k – количество градаций (фаз) предиктанта.

2. Полная или средняя энтропия (апостериорная) энтропия всей совокупности прогнозов H . Она определяется как средняя взвешенная из значений частной энтропии:

$$H = \sum_{j=1}^k P_{0j} \cdot H_{0j} \text{ (дит)}, \quad (4)$$

где P_{0j} – общая повторяемость градаций (фаз) предиктанта;

$$H_{0j} = -\sum_{i=1}^k P_{ij} \cdot \log P_{ij} \text{ – частная (статистическая) энтропия.}$$

Чем меньше значение характеристик H_0 и H , тем меньший элемент случайности имеет рассматриваемый прогностический способ.

3. Количество прогностической информации I :

$$I = H_0 - H \text{ (дит)}. \quad (5)$$

4. Удельное количество прогностической информации I_0 :

$$I_0 = \frac{I}{H_0}. \quad (6)$$

Величины I и I_0 характеризуют уменьшение неопределенности сведений о будущем состоянии атмосферы, содержащейся в методических прогнозах, по сравнению с климатологическими. Чем больше эта величина, тем лучше прогностический способ.

Для расчета перечисленных критериев по обучающей и контрольной выборкам были построены таблицы сопряженности для разработанного способа и способа прогноза формы конвективной облачности на основе анализа энергии неустойчивости по аэрологической диаграмме.

По таблицам сопряженности были вычислены перечисленные критерии по формулам (3) – (6). Результаты расчетов представлены в табл.

Таблица. Сравнение прогностических способов.

Критерий оценки	Обучающая выборка		Контрольная выборка	
	разработанный способ	существующий способ	разработанный способ	существующий способ
Климатическая энтропия H_0	0,5809	0,5857	0,5863	0,5929
Полная энтропия H	0,2730	0,2914	0,2853	0,2964
Количество прогностической информации I	0,3078	0,2944	0,3010	0,2965
Удельное количество прогностической информации I_0	0,5299	0,5025	0,5134	0,5000

Результаты сравнения двух способов показывают.

1. Климатическая энтропия для разработанного способа составляет 0,5863 дит, для существующего – 0,5929 дит; полная энтропия для разработанного способа составляет 0,2853 дит, для существующего – 0,2964 дит.

2. Количество прогностической информации для разработанного способа составляет 0,3010 дит, для существующего – 0,2965 дит; удельное количество прогностической информации для разработанного способа составляет 0,5134, для существующего – 0,5000.

Полученные результаты свидетельствуют, что прогнозы, составленные разработанным способом, содержат меньший элемент случайности и несут большую информацию о будущем состоянии атмосферы по сравнению со способом прогноза формы конвективной облачности с использованием аэрологической диаграммы. Кроме того, разработанный способ прогноза требует меньшего количества времени на его разработку и меньшего количества первичного исходного материала по сравнению с существующими способами.

Таким образом, предлагаемый способ можно использовать при решении задач диагноза и прогноза пожароопасной обстановки.

Литература

1. Лайхтман Д.Л. Динамическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 602 с.
2. Скирда И.А., Садковский В.И., Мозиков В.А. Авиационные прогнозы погоды. – М.: Воениздат, 1995. – 422 с.

ИНФРАКРАСНАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Носатова Е.А.,¹ доц., к.т.н.

Носатов В.В.,² нач. СДОиПЭА

¹ Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, Белгород, РФ

² ОАО «Белгородэнергоремонт», Белгород, РФ

Вследствие нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, по данным МЧС России, ежегодно в стране происходит около 20 % пожаров от общего количества. По статистике, от вводно-распределительных устройств и электрощитовых шкафов возникает около 3000 пожаров в год. Поэтому, контроль за состоянием контактных соединений и электрооборудования в них является важной и актуальной задачей.

Инфракрасная диагностика контактных соединений и электрооборудования вводных распределительных устройств и электрощитовых шкафов в зданиях является в настоящее время единственным способом, позволяющем наглядно судить о состоянии электрооборудования, находящегося под напряжением, на расстоянии без отключения потребителя и без прикосновения к токоведущим частям по температурам на поверхности оборудования.

Согласно РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» контактное соединение признается дефектным, если избыточная температура (превышение температуры данного контактного соединения над аналогичным, находящимся в тех же условиях) более 5 °С. Если превышение температуры составляет 5-10 °С – начальная стадия развития дефекта (требует устранения, во время проведения ремонта, запланированного по графику); 10-30 °С – развившийся дефект (требует устранения при ближайшем выводе оборудования из работы); более 30 °С – аварийный дефект (требует немедленного устранения).

С целью выявления состояния контактных соединений и электрооборудования вводных распределительных устройств и электрощитовых шкафов в государственных учреждениях в г. Белгороде была проведена инфракрасная диагностика в произвольно выбранных гимназии, детском саду и городской больнице. В качестве диагностического оборудования применялся тепловизор NEC TH-9100 (Япония). В результате обследования были обнаружены следующие дефекты: в гимназии – 9 в начальной стадии, 15 развившихся, 5 аварийных (2 дефекта с температурой более 80 °С); в детском саду – 2 в начальной стадии, 6 развившихся, 6 аварийных (5 дефектов с температурой более 100 °С); в городской больнице – 10 в начальной стадии, 19 развившихся, 4 аварийных. Из четырех последних 3 дефекта с тем-

пературой более 100 °С. На рисунке 1 показана фотография одного из диагностируемого электрощитового шкафа и его термограмма с обнаруженными типовыми дефектами.

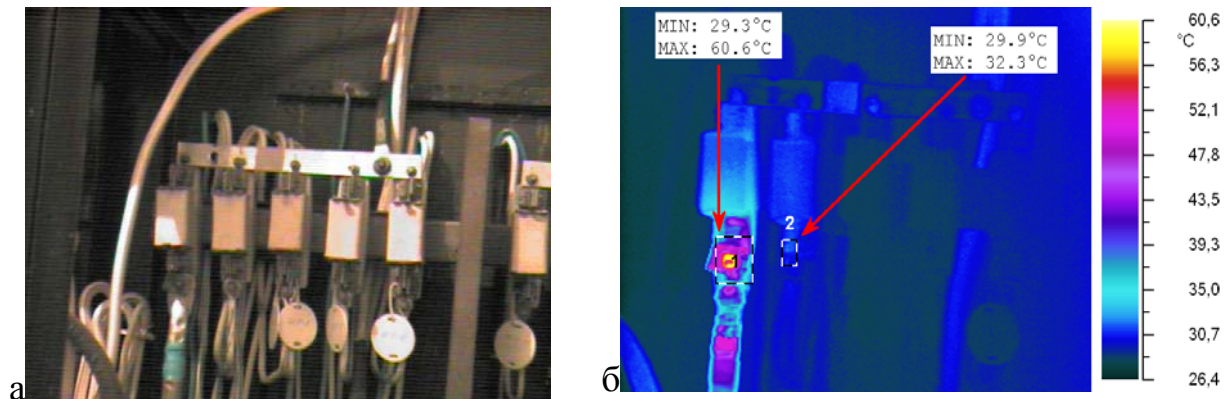


Рис. 1. Общий вид электрощитового шкафа (а) и его термограмма (б)

Следует отметить, что измерения проводились летом. В холодный период года, с увеличением нагрузки, температуры возрастут в пропорции:

$$\frac{I_x^2}{I_T^2} = \frac{T_x}{T_T}$$

где I_x, I_T – силовая нагрузка в холодный и теплый период года соответственно, А; T_x, T_T – температура контактного соединения в холодный и теплый период года соответственно, К.

Из этого выражения следует, что увеличение нагрузки в холодный период года в 2 раза по сравнению с теплым приведет к увеличению температуры контактного соединения в 4 раза. А это значит, что дефектные соединения с температурой выше 80 °С – отгорят, с возможным возникновением пожара.

Кроме того, с поверхности перегретых контактных соединений происходит диссипация энергии, что ведет к нерациональным потерям электроэнергии.

Таким образом, с целью повышения пожарной безопасности и уменьшения энергетических потерь рекомендуется организациям, проводящим как обязательное, так и добровольное энергетическое обследование, во время проведения энергетического обследования обязательно проводить инфракрасную диагностику контактных соединений и электрооборудования вводных распределительных устройств и электрощитовых шкафов с отражением выявленных дефектов в отчетах, а контролирующим организациям - проверять их устранение.

НАНЕСЕНИЕ ЭКРАНИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА, ПРИБОРОВ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Останина Т.Н.,^{1,2} профессор, д.х.н., профессор

Урицкая А.А., доцент, к.х.н.,^{1,2} профессор

Никитина И.А.,² аспирант

Кнауб Т.С.,² студент

¹ Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, РФ

² Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, РФ

Электромагнитные излучения оказывают отрицательное воздействие на человека, живые организмы, приводят к возникновению помех при работе технических устройств. Источниками излучений являются не только мощные промышленные установки, но и системы связи, навигационное, медицинское оборудование, а также природные явления. Поглощение электромагнитных излучений является одним из самых действенных средств обеспечения бесперебойной работы оборудования и защиты от несанкционированного доступа к информации по техническим каналам. Для получения высокой эффективности экранирования в широком частотном диапазоне применяют многослойные экраны, состоящие из последовательно чередующихся немагнитных (медь, алюминий, латунь) и магнитных (сталь, пермаллой, никель) слоёв.

Большую проблему представляет нанесение защитных покрытий на поверхность корпусов приборов, выполненных из пластмассы. В предыдущих исследованиях нами был предложен способ формирования экранирующих покрытий [1], состоящий в электроосаждении сверхтонких металлических покрытий на поверхность медьнаполненных композиционных слоев. Нанесение медьнаполненной краски на пластмассы в технологическом отношении проще и дешевле, чем напыление металлических слоев.

После предварительной активации медьнаполненные слои имеют достаточно высокую электропроводность, что позволяет наносить на их поверхность металлические покрытия гальваническим методом. Большой интерес представляет электроосаждение слоистых покрытий, обладающих эффектом гигантского магнитного сопротивления [2], методом одной ванны.

Целью данной работы являлось исследование катодных процессов восстановления меди и никеля на основы из медьнаполненного композита (МНК) и получение полислойных покрытий, состоящих из чередующихся слоев меди и никеля.

Для получения «методом одной ванны» слоистых покрытий, состоящих из нанослегов с минимальным содержанием немагнитного компонента

(меди) в магнитном слое (никель) необходимо использовать электролит, в котором немагнитный металл должен находиться в форме анионных комплексов, разряжающихся при более положительных потенциалах, чем катионы металла магнитного слоя. При этом комплексообразование магнитного металла нежелательно из-за увеличения количества выделяющегося газообразного водорода [2]. В качестве такого лиганда был выбран ацетат-анион.

Для исследований использовали ацетатные электролиты 0,03 моль/л $CuAc_2$ и 1,66 моль/л HAc ; и 0,3 моль/л $NiAc_2$ и 1,66 моль/л HAc , а также электролит, содержащий катионы двух металлов 0,03 моль/л $CuAc_2$, 0,3 моль/л $NiAc_2$ и 1,66 моль/л HAc .

Для подтверждения возможности образования ацетатных комплексов меди в растворе 0,03 моль/л $CuAc_2$ и 1,66 моль/л HAc был проведен расчет состава комплексов по методике Батлера [3, с.221-225]. В системе $CuAc_2 - HAc$ возможно образование 4 форм комплексов: $CuAc^+$, $CuAc_2$, $CuAc_3^-$, $CuAc_4^{2-}$, константы устойчивости (β) которых приведены в справочной литературе [4, с. 150].

Доля свободных ионов меди, несвязанных в комплексы,

$$\alpha_{Cu^{2+}} = \left\{ 1 + \beta_1 [Ac^-] + \beta_{1,2} [Ac^-]^2 + \beta_{1,2,3} [Ac^-]^3 + \beta_{1,2,3,4} [Ac^-]^4 \right\}^{-1}, \quad (1)$$

и доли комплексных ионов меди

$$\alpha_{CuAc^+} = \beta_1 [Ac^-] \cdot \alpha_{Cu^{2+}}, \quad (2)$$

$$\alpha_{Cu(Ac)_2} = \beta_{1,2} [Ac^-]^2 \cdot \alpha_{Cu^{2+}}, \quad (3)$$

$$\alpha_{Cu(Ac)_3^-} = \beta_{1,2,3} [Ac^-]^3 \cdot \alpha_{Cu^{2+}}, \quad (4)$$

$$\alpha_{Cu(Ac)_4^{2-}} = \beta_{1,2,3,4} [Ac^-]^4 \cdot \alpha_{Cu^{2+}} \quad (5)$$

зависят от равновесной концентрации свободных ионов $[Ac^-]$ в растворе, которую определяли с учетом измеренной величины рН раствора и константы диссоциации уксусной кислоты [4, с.95]. В результате расчетов установлено, что при рН=4 в исследуемом растворе преобладает молекулярная форма комплекса $\alpha_{Cu(Ac)_2}$ (см. табл. 1).

Таблица 1. Доли комплексных форм ионов меди в растворе 0,03 моль/л $CuAc_2$ и 1,66 моль/л HAc .

$\alpha_{Cu^{2+}}$	α_{CuAc^+}	$\alpha_{Cu(Ac)_2}$	$\alpha_{Cu(Ac)_3^-}$	$\alpha_{Cu(Ac)_4^{2-}}$
0,0257	0,241	0,459	0,242	0,03

Для изучения кинетики процесса восстановления ионов меди и никеля из ацетатных растворов были проведены поляризационные исследования. Катодные и анодные поляризационные кривые снимали на потенциостате Solartron 1280С в потенциодинамическом режиме при скорости задания потенциала 1 мВ/с относительно хлоридсеребряного электрода сравнения с последующим пересчетом потенциалов в водородную шкалу. Математическая обработка полученных кривых позволила определить кинетические параметры электродных процессов (таблица 2).

Сравнение токов обмена (i_0), коэффициентов переноса (α и β) и кажущихся гетерогенных скоростей электродных реакций ($k_{изм}^S$) свидетельствуют о том, что в ацетатных растворах процесс восстановления ионов меди характеризуется меньшей скоростью по сравнению с восстановлением ионов никеля. Известно [4, с.833], что в простых электролитах наблюдается обратная картина. Полученные результаты могут быть объяснены тем, что в электродном процессе участвует комплексный ион меди, а никель восстанавливается из иона Ni^{2+} .

Таблица 2. Кинетические параметры процессов разряда-ионизации ионов меди и никеля из ацетатных электролитов.

Параметр	Состав раствора	
	0,03 моль/л $CuAc_2$ и 1,66 моль/л HAc	0,3 моль/л $NiAc_2$ и 1,66 моль/л HAc
Катодные кривые		
$i_0, A/m^2$	0,0175	0,76
α	0,28	0,10
$k_{изм}^S, м/с$	$1,14 \cdot 10^{-9}$	$1,17 \cdot 10^{-8}$
Анодные кривые		
β	0,30	0,43
$k_{изм}^S, м/с$	$1,08 \cdot 10^{-8}$	$1,48 \cdot 10^{-7}$

Слоистые осадки, состоящие из чередующихся слоев меди и никеля, получали в импульсном режиме на медном электроде ($S=0,04 \text{ см}^2$) и на образце с медьнаполненным покрытием ($S=0,25 \text{ см}^2$) из электролита 0,03 моль/л $CuAc_2$, 0,3 моль/л $NiAc_2$ и 1,66 моль/л HAc .

Импульсный режим получения осадков представлял собой чередование импульсов потенциалов осаждения меди и никеля. Значения потенциалов определяли по катодной поляризационной кривой, полученной из электролита, содержащего катионы обоих металлов.

Установлено, что при получении слоистых осадков в режиме задания чередующихся импульсов потенциалов, в процессе электроосаждения уменьшается ток, что приводит к снижению толщины слоев металлов. В

ходе экспериментов была выбрана длительность импульсов для получения слоистых осадков. Показано, что при нанесении покрытий на медьнаполненный подслоем необходимо учитывать долю активной поверхности основы.

Полученные осадки обладают высоким коэффициентом поглощения электромагнитных волн, поэтому предложенная методика может быть использована для формирования экранирующих покрытий на пластмассах.

Литература

1. Рудой В.М., Останина Т.Н., Даринцева А.Б. и др. Электролитическое осаждение меди на плохопроводящие основы // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2009. – Т. XVII, № 2. – С. 17-23.
2. Овчинникова С.Н., Поддубный Н.П., Маслий А.И. и др. Закономерности взаимовлияния электродных процессов при электроосаждении слоистых структур «методом одной ванны». Влияние выделения Ni и H₂ на перенос ионов меди в ацетатном и сульфатном электролитах // Электрохимия. – 2002. – Т. 38, № 11. – С. 1339.
3. Батлер Дж. Н. Ионные равновесия. – Л.: Химия, 1973. – 400 с.
4. Справочник химика. – М.-Л.: Химия, 1964. – Т. 3. – 1008 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАКЕТОВ АНАЛИЗА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ДАННЫХ

Петросян Я.В., преподаватель, к.г.н.

Касаткин Д.В., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

При построении моделей расчёта природных рисков используют данные наблюдений распределённых на какой-либо территории за определённый интервал времени. Почти всегда эти данные носят нерегулярный характер, то есть совокупность географических мест наблюдений не представляет собой упорядоченную структуру и временные моменты измерений могут быть не синхронизированы.

При проведении обработке таких данных приходится решать три типа задач: агрегирование, поэлементное преобразование и поэлементное преобразование со смещением, которые описаны в статье «Технические аспекты согласования наблюдений при анализе природных и техногенных рисков» этого сборника. Показано, что при обработке большого объёма нерегулярных пространственно-распределённых данных (ПРД) решение этих задач может вызывать значительные трудности вычислительного характера. В этом случае необходимо применение пакетов анализа данных. Рассмотрим существующие математические и статистические пакеты анализа и их возможности по обработке нерегулярных ПРД: MatLab, Mathcad, MS Excel, MS SQL Server 2005 Analysis Services.

Любые данные можно обрабатывать с использованием универсальных языков программирования, таких как Pascal, C, Fortran и т.д. Однако для использования этих языков программирования нужны навыки, которые есть не у всех. Поэтому основной причиной создания пакетов обработки и анализа данных является упрощение процесса обработки данных до уровня, который доступен обычному пользователю. Основным критерием, по которому можно судить об эффективности какого-либо пакета программ это – упрощает ли он решение задач в своей проблемной области по сравнению с использованием универсальных языков программирования. Если да, то он оправдывает своё назначение.

MatLab

MatLab – это высокопроизводительный язык для технических расчётов. Он включает в себя вычисления, визуализацию и программирование в удобной среде, где задачи и решения выражаются в форме, близкой к математической. Типичное использование MatLab – это:

- математические вычисления;
- создание алгоритмов;
- моделирование;

- анализ данных, исследования и визуализация;
- научная и инженерная графика;
- разработка приложений, включая создание графического интерфейса.

Основным элементом данных в MatLab является массив. Действия с массивами и инструментарий определены таким образом, чтобы описывать вычисления с массивами в несколько раз быстрее, чем на языках программирования, таких как C или Fortran.

В MatLab определены операции агрегирования и поэлементного преобразования для регулярных данных. Обработка нерегулярных данных вызывает серьёзные затруднения.

Mathcad

Mathcad является математическим редактором, позволяющим производить разнообразные научные и инженерные расчёты, начиная от элементарной арифметики и заканчивая сложными реализациями численных методов [1]. Mathcad обладает:

- методами символьной алгебры и позволяет производить упрощения выражений, разложение на множители, интегрирование, дифференцирование, решение уравнений и т.д.;
- численными методами интегрирования и дифференцирования, решения уравнений, поиска экстремумов;
- матричными вычислениями подобно MatLab;
- методами математической статистики.

Однако обработка массивов нерегулярных данных там отсутствует. Не утверждается, что её проводить нельзя, но для обработки нерегулярных данных требуются специальные приёмы, то есть сложность будет сравнима с использованием языков C и Fortran. Поэтому использование MatLab и Mathcad для обработки нерегулярных данных не приносит никаких положительных моментов по сравнению с универсальными языками программирования.

Для того чтобы была возможность обрабатывать нерегулярные данные на уровне простых операций с массивами необходим новый тип данных, который описывает как один объект множество элементов поля и координаты каждого элемента. Такого типа данных нет ни в MatLab, ни в Mathcad.

MS Excel

MS Excel – это электронная таблица, которая позволяет производить арифметические, логические и символьные операции с числами, строками, датами и другими типами данных.

Данные в таблицах MS Excel можно размещать как угодно, конечно соблюдая разумные принципы, и проводить вычисления не над отдельными ячейками, а над их множествами. MS Excel имеет инструмент «Сводные таблицы», который выполняет некоторые функции агрегирования.

В MS Excel можно производить решение задач поэлементного преобразования и поэлементного преобразования со смещением, но для этого массивы данных должны быть соответствующим образом согласованы в таблицах и это вызывает основные затруднения. Используя фильтры и функции работы с массивами можно согласовать наборы данных, но решение этой задачи выглядит сложнее, чем при использовании языков программирования.

Существенные сложности при использовании MS Excel возникают, если в середине алгоритма обработки данных нужно добавить новые операции. Так как последовательность преобразования данных представлена в виде таблиц готовых значений, то чаще всего для добавления новых операций обработки приходится перерабатывать большую часть вычислений вручную.

Получается, что среди рассмотренных приложений нет подходящих для обработки нерегулярных данных. Наверное, это и подвигло разработчиков на создание MS SQL Server 2005 Analysis Services.

MS SQL Server 2005 Analysis Services

MS SQL Server 2005 Analysis Services является базовой платформой для развития систем бизнес-анализа [2]. Основным отличием данной системы является новый подход к хранению и поиску информации, который учитывает существование измерений в многомерном пространстве. Данные можно получать из различных баз данных с использованием SQL запросов. Полученные данные размещаются в хранилище, пространство которого может описывать физическое пространство.

В пакете реализованы операции агрегирования и поэлементного преобразования, а также есть возможность проводить поэлементное преобразование со смещением.

На первый взгляд это наиболее близкий по задачам пакет анализа. Однако в нём предусмотрены функции бизнес-анализа, а вопросы научных и инженерных вычислений опускаются.

Необходимость размещать данные в специальном хранилище заставляет очень аккуратно относиться к вопросам первоначального определения параметров пространства, так как переопределение пространства хранилища может вызвать множество затруднений особенно на поздних этапах исследований. Как известно, во время исследований могут привлекаться всё новые и новые данные, поэтому необходимость переопределения хранилища весьма вероятна.

Таким образом, MS SQL Server 2005 Analysis Services близкий по духу, но не ориентированный на научные исследования и инженерные вычисления пакет анализа.

Выводы:

- для обработки регулярных и нерегулярных данных в целях научных исследований и инженерных вычислений требуется специализированный

инструментарий, так как ни один из пакетов обработки и анализа данных не даёт преимуществ по сравнению с универсальными языками программирования;

- для описания нерегулярных данных требуется специальный тип данных, описывающий как единый объект совокупность измерений и координаты каждого измерения, с которым можно проводить математические операции;

- алгоритм вычислений должен записываться на языке близком к математическому для возможности внесения изменений в любую часть алгоритма и повтора вычислений;

- привлечение новых данных должно быть простым, без использования хранилища.

Сегодня авторами статьи ведётся работа над созданием пакета анализа, позволяющего проводить вычисления с нерегулярными ПРД. Данный пакет предусматривает специальный тип данных: «спраед», описывающий поле нерегулярных данных, а также операции над ними. Задачи согласования нерегулярных данных решаются автоматически при производстве операций над спраедами. Это позволяет значительно упростить написание алгоритмов обработки нерегулярных ПРД.

Литература

1. Кирьянов Д.В. Самоучитель Mathcad 11. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.
2. Бегер А.Б. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services. OLAP и многомерный анализ данных. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 928 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОГЛАСОВАНИЯ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

Петросян Я.В., преподаватель, к.г.н.

Павлов М.А., курсант

Середняк П.А., курсант

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

Развитие систем экологического мониторинга, систем связи и накопления информации, а также доступность гидрометеорологических баз данных приводит к возможности интеграции данных из различных источников для их совместного анализа. Анализ может проводиться в различных целях, в том числе и для выработки методик расчётов рисков природного и техногенного характера. В этом случае вместе данными техногенных рисков используются метеорологические данные, которые позволяют проследить развитие и распространение техногенных рисков в пространстве и во времени. Это может быть распространение выбросов в атмосферу веществ угрожающих жизни и здоровью населения, либо работа оборудования в неподходящих климатических условиях.

Очевидно, что применение статистических методов для анализа большого объёма информации требует согласования пространственно-распределённых данных (ПРД) по месту и времени наблюдения. При условии, что анализ проводится по некоторой территории и за большой интервал времени задача согласования данных может представлять значительные трудности.

Рассмотрим задачи, которые могут возникать при обработке ПРД.

ПРД представляют собой множество измерений какой-либо величины, где каждое измерение (элемент поля) имеет пространственно-временные координаты. Причём данные могут быть распределены в пространстве регулярно и нерегулярно.

Регулярное пространственное распределение данных представляет собой множество значений величины расположенных в узлах сетки точек, организованной по какому-либо принципу. Как правило, работают с сетками, где шаг по каждому измерению постоянный. Их примером могут служить данные в формате NetCDF, служащим для распространения данных об атмосфере и океане планетарного масштаба.

Нерегулярное пространственное распределение данных не имеет какого-либо принципа расположения точек измерения. Такое распределение почти всегда имеют данные измеренные в пространстве планеты. Их примером могут служить любые таблицы и базы данных.

Регулярные данные получают путём преобразования нерегулярных данных различными математическими методами. Однако следует заметить, что не все нерегулярные данные могут быть преобразованы в регу-

лярные.

Так, например, если говорить о давлении и температуре воздуха, то можно показать, что поля этих величин являются дифференцируемыми и могут быть преобразованы в регулярные данные с достаточной степенью достоверности. Однако благодаря наличию местных климатообразующих факторов в различных частях планеты (озёра, реки, заливы, горные хребты, а также местный рельеф) достоверность регулярных данных снижается.

Некоторые величины, такие как явления погоды, количество и высота облачности, коэффициент пожароопасности, загрязнения некоторыми веществами не могут быть преобразованы в регулярные данные. Это связано с локальностью их характера, определяемым рельефом, наличием водных бассейнов, а также хозяйственной деятельностью человека. Также не могут быть преобразованы в регулярные данные экономического и социального характера, поскольку они могут быть обусловлены законодательными актами, распространяющимися на определённую территорию.

Задачи, решаемые с ПРД можно разбить на три большие класса: агрегирование, поэлементное преобразование и поэлементное преобразование со смещением.

Агрегирование – это вычисление характеристик по каким-либо подмножествам элементов поля. Например, имея поле температуры в один момент времени, где элементы имеют координаты широты и долготы, можно подсчитать описательные статистики всего поля или, например, по широтам. В любом случае агрегирование приводит к сокращению количества измерений поля. В первом случае результатом является число, а во втором: распределение средних температур по широтам (поле с одной осью координат: широтой).

Пусть существует поле температуры $T(\alpha, \beta)$, где α – широта, β – долгота. Если работа проводится с регулярными данными, то для того чтобы подсчитать средние значения T по широте необходимо подсчитать среднее для каждого подмножества T с уникальным α . Таким образом, получим новое поле $T_{cp}(\alpha)$.

Если поле T представлено в виде таблицы, где в строках представлены данные по широте, а в столбцах по долготе, то для решения задачи необходимо найти среднее по каждой строке.

Если работа проводится с нерегулярными данными, то данные будут представлены в виде таблицы со столбцами: α , β , t , а каждая строка будет представлять собой значение с указанием координат и температуры. В этом случае необходимо разбить T на подмножества по диапазонам (градациям) α и рассчитать среднее для каждого подмножества. Результатом будет то же поле $T_{cp}(\alpha)$.

В данном случае техническое затруднение может представить деление множества T на подмножества по α и тем больше, чем больше значе-

ний в поле данных. Кроме того, подмножества могут оказаться разной величины.

Поэлементное преобразование – это преобразование каждого элемента одного или нескольких полей по одному и тому же алгоритму, результатом которого является новое поле с тем же количеством измерений.

Для примера рассмотрим простой случай. Пусть существуют абстрактные поля A и B действительных данных заданных на плоскости широты и долготы. Необходимо рассчитать поле $C=A+B$.

Если речь идёт о регулярных данных, то сетки полей A и B должны совпадать по размеру, а узлы с одинаковыми координатами принадлежать одной и той же точке пространства. Тогда для получения элементов поля C необходимо сложить соответствующие элементы полей A и B .

Если же речь идёт о нерегулярных данных, то необходимо предварительное согласование полей. В самом плохом случае поля A и B могут быть получены из разных источников, а это значит, что они могут иметь пропуски данных и быть упорядочены по разному принципу или неупорядочены вообще. Это приводит к более сложному алгоритму вычисления C . А именно, для расчёта элемента $c(\alpha, \beta)$ необходимо взять очередной элемент поля A ; найти для него элемент поля B с теми же координатами и произвести сложение, а если его нет, то пропустить действие и перейти к следующему элементу поля A .

Несмотря на простоту словесного описания алгоритма при большом количестве исходных данных для его вычисления на ЭВМ может потребоваться значительное время благодаря постоянному поиску подходящих элементов. Но главное заключается в том, что при его решении с использованием существующих пакетов анализа данных это трудно реализуемо.

Поэлементное преобразование со смещением - это поэлементное преобразование, для расчёта которого необходимо производить поиск элементов смещённых в пространстве по какому-либо принципу.

Примером может служить вычисление адвективного изменения температуры. Оно заключается в том, чтобы для каждой точки измерения поля T найти значение $T_a=T+T'$, где T' – температура в исходном районе (приходящая из района по ветру (ведущему потоку)) через некоторый интервал времени Δt .

Очевидно, что для вычисления T_a необходимо для каждой точки измерения T вычислять смещение с привлечением данных о ветре, а затем по смещению находить значение температуры в исходном районе, координаты которого не совпадут ни с одним измерением поля T . То есть, потребуется интерполяция.

Здесь приведён достаточно сложный пример, хотя существуют и более простые, где смещение задано. Например, найти поле изменения давления за три часа (барическую тенденцию).

Из рассмотрения этого класса задач нужно сделать существенный вывод о том, что координаты точки измерения используются не только для поиска, но и сами участвуют в вычислениях, то есть являются данными.

Как правило, практические задачи состоят из комбинации этих трёх классов задач. Например, необходимо получить поле отклонения температуры от среднего значения по широтам (аномалии температуры).

Если работа ведётся с регулярными данными, то от каждого элемента таблицы T необходимо отнять среднее значение T , рассчитанного для соответствующей строки.

Если работа ведётся с нерегулярными данными, то необходимо вернуться к подмножествам по градациям α и для каждого элемента подмножества отнять среднее значение, полученное для него. Здесь прослеживается задача агрегирования с поэлементным преобразованием.

Несмотря на порой кажущуюся простоту описания задач, возникают большие сложности при производстве вычислений, особенно при наличии большого количества данных.

Сложность имеет как объективный, так и субъективный характер. Объективный характер заключается в том, что вычисления нужно производить на ЭВМ и не всегда инструментальный подход для решения поставленной задачи. В этом случае требуется программирование на универсальных языках или макроязыках встроенных в пакеты анализа данных, а это могут делать не все.

Субъективный характер заключается в том, что при большом объёме данных нет возможности их просмотреть, убедиться, что они корректны, а при производстве расчётов быть полностью уверенным, что в алгоритме вычислений нет нигде ошибок.

Значительно упрощает научные исследования использование математических пакетов анализа данных. Например, язык технических вычислений MatLab и пакет математического анализа Mathcad производят вычисления с матрицами. Обработка регулярных данных может быть существенно упрощена благодаря специальным инструментам заложенными в него. Благодаря этому алгоритмы обработки таблиц данных выглядят компактно и естественно, что уменьшает сложность как объективного, так и субъективного характера. Однако для работы с нерегулярными данными они не подходят. Это вызывает значительные трудности при анализе большого объёма ПРД и желательно иметь понятный и надёжный инструментальный, позволяющий обрабатывать нерегулярные ПРД оперируя полями величин так, как это производит MatLab и Mathcad с матрицами. При этом согласование полей должно производиться автоматически.

МОНИТОРИНГ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ КОНВЕКТИВНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ РАДИОЛОКАЦИОННЫМИ СТАНЦИЯМИ

Пивоваров А.С., курсант

Кузнецов И.Е., докторант, к.г.н.

Горбачев В.Д., соискатель

Билетов М.В. ст. преподаватель, к.т.н.

Военный авиационный инженерный университет, Воронеж, РФ

В последнее время наметился значительный рост особо опасных явлений погоды (ООЯП) конвективного характера, которые служат причиной возникновения катастроф природного происхождения. Например, события в Москве в 1997 и 2011 годах, Благовещенске и Новороссийске в 2011 году показали насколько важно своевременно обнаружить и распознать ООЯП с максимальной заблаговременностью и предупредить соответствующие службы. Мониторинг ООЯП, как известно [1], осуществляется различными метеорологическими системами, такими как наземная сеть метеорологических станций, космическая метеорологическая система и радиолокационная система метеорологических наблюдений.

Первые две системы обладают рядом существенных недостатков, главным из которых является низкая дискретность пространственно-временных наблюдений. Радиолокационная система позволяет в режиме оперативного времени отслеживать процессы возникновения, эволюции и перемещения ОЯП. Радиолокационная система метеорологических наблюдений является единственным способом обнаружения, распознавания и оценки эволюции ОЯП, который соответствует предъявляемым требованиям. Распознавание ОЯП можно осуществлять как неметеорологическими РЛС, например П-37, 1Л118 («Лира-1»), так и специализированными метеорологическими радиолокационными станциями, типа МРЛ-5.

Существующие методы радиолокационного распознавания ОЯП имеют ряд недостатков: низкая точность распознавания в районах образования радиотени; невозможность их использования для неметеорологических РЛС; использование таких комплексов радиолокационных параметров, на основе которых невозможно точно оценить эволюцию ОЯП в целом; в существующих алгоритмах отсутствует возможность адаптации радиолокационных моделей к изменению текущей информации об ОЯП.

Поэтому задача повышения эффективности радиолокационного мониторинга ООЯП остается актуальной.

Ее решение предполагается осуществить на основе анализа текстурных характеристик радиолокационных изображений.

Использование текстурных признаков для распознавания ОЯП по данным радиолокационных изображений обусловлено связью радиолокационных характеристик облаков с их микрофизическими параметрами.

Эта зависимость определяется формулой [1]:

$$Z_r = N_0 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 1} \right|^2 \int_0^\infty f(r) r^6 dr, \quad (1)$$

где Z_r – радиолокационная отражаемость, N_0 – концентрация частиц, $f(r)$ – дифференциальный закон распределения частиц по размерам, m – комплексный коэффициент преломления электромагнитных волн веществом частицы.

Микрофизические характеристики облаков и осадков неоднородны в пространстве. Они меняются случайным образом и зависят от характера процессов, приводящих к образованию той или иной формы облаков или явлений погоды (ЯП), что отражается в текстуре радиолокационных изображений. Под текстурой будем понимать фрагмент пространственных свойств изображений с однотипными статистическими характеристиками [2].

Несмотря на повсеместное присутствие текстур в изображениях и их важность для получения информации, формального подхода к их описанию пока не существует. Методы различения текстур, как правило, разрабатываются отдельно для каждого конкретного случая. Для анализа радиолокационных изображений на предмет распознавания облаков и связанных с ними ОЯП предлагается следующий алгоритм: формируется система текстурных радиолокационных признаков; проводится отбор наиболее информативных текстурных признаков; используя методы искусственного интеллекта, распознается все изображение.

Анализ физики образования облаков и связанных с ними ОЯП, а также анализ формулы (1) позволил сформировать следующую систему текстурных признаков:

$$T_1 = \frac{1}{N_i N_j} \left(\sum_{i=0}^{N_i} \sum_{j=0}^{N_j} Z_{i,j} \right), \quad (2)$$

$$T_2 = Z_{\max} - Z_{\min}, \quad (3)$$

$$T_3 = \sum_{i=0}^{N_i} \sum_{j=0}^{N_j} (Z_{i,j} - m)^2, \quad (4)$$

$$T_4 = \sigma_x^{-1} \sigma_y^{-1} N_i^{-1} N_j^{-1} \sum_{i=0}^{N_i} \sum_{j=0}^{N_j} (Z_{i,j} - m_x)(Z_{i,j} - m_y), \quad (5)$$

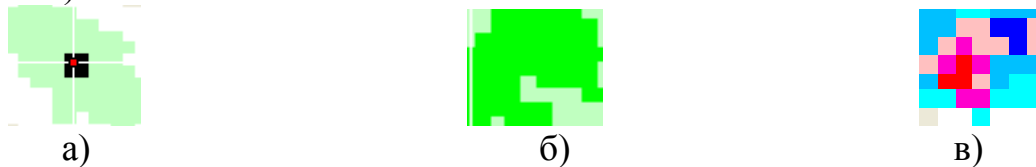
где T_1 – средняя радиолокационная отражаемость, T_2 – контраст, T_3 – дисперсия, T_4 – коэффициент корреляции, N_i – размер изображения по горизонтали, N_j – размер изображения по вертикали, $Z_{i,j}$ – матрица радиолокационных отражаемостей, m – математическое ожидание радиолокационной отражаемости в матрице, σ_x, σ_y – среднеквадратичные отклонения $Z_{i,j}$ по вертикали и горизонтали.

Каждый из представленных признаков характеризует физические процессы, обуславливающие формирование той или иной формы облаков и связанных с ними ОЯП. Средняя радиолокационная отражаемость характеризует распределение облачных капель по размерам и учитывает их концентрацию. Контраст показывает величину максимальной вариации радиолокационной отражаемости. Дисперсия учитывает вариации радиолокационной отражаемости относительно среднего значения и характеризует изменчивость облачной среды. Коэффициент корреляции показывает степень линейной зависимости между элементами радиолокационной отражаемости на радиолокационном изображении, определяет степень хаотичности процессов, протекающих в облаке. Таким образом, представленные текстурные признаки полностью характеризуют состояние облака в момент зарождения и эволюции ОЯП с ними связанные.

Практическая апробация предлагаемого подхода была проведена по данным радиолокационных и аэросиноптических наблюдений в районе города Хабаровск.

Полученные результаты оценки текстурных признаков позволили выявить характерные особенности у облаков различных форм (см. рис. 1).

Дальнейший анализ материалов с учетом характера подстилающей поверхности на основе кластерного анализа позволил выявить следующие закономерности. Максимум повторяемости при различных синоптических процессах приходится на следующие территории: озеро Болонь (кластер А), район Буриинского хребта (кластеры В, С), город Хабаровск (кластер D), пойма реки Сунгари (кластер Е), район Сихотэ-Алинь (кластер F) (см. рис. 2).



а)

б)

в)

а – слоистообразного облака, б – слоисто-дождевого облака,
в – облака вертикального развития

Рис. 1. – Фрагменты текстуры различных классов облаков.

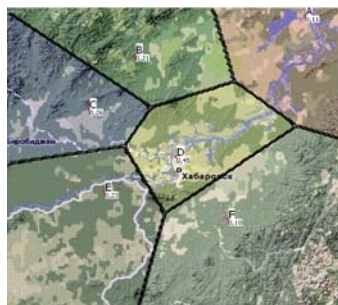


Рис. 2. – Районирование территории Хабаровского края по частоте появления ОЯП.

В связи с особенностями образования различного рода облаков в различных районах Хабаровского края и изменчивостью их текстурных признаков для распознавания ОЯП был применен аппарат нейронных сетей.

Оптимальной топологией сети стала сеть с 1 скрытым слоем и 4-мя нейронами.

Реализация нейросетевой модели для решения задачи распознавания ОЯП по данным текстурных характеристик позволяет адаптивно учитывать влияние подстилающей поверхности на микрофизические процессы, протекающие в атмосфере и приводящие к формированию того или иного опасного явления погоды.

Для данных территорий с использованием аппарата нейросетей получены функции, позволяющие проводить распознавание ОЯП по текстурным признакам.

На основе полученных алгоритмов создана компьютерная программа «Текстурный и структурный анализ радиолокационных изображений», фрагмент которой представлен на рисунке 3.

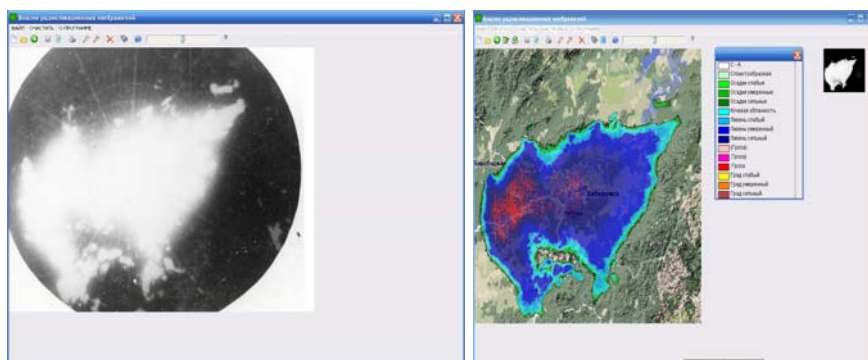


Рис. 3. Фрагмент компьютерной программы «Текстурный и структурный анализ радиолокационных изображений».

Оценка эффективности предлагаемого подхода, проведенная по критериям общей оправдываемости, Багрова, Обухова, показала, что по сравнению с существующими методами предлагаемый способ улучшил результаты распознавания на 5-10 %.

Литература

1. Билетов М.В., Тищенко А.И., Кузнецов И.Е. Радиолокационная метеорология. – М.: Воениздат, 2008. – Ч. 1.
2. Харалик Р.М. Статистический и структурный подходы к описанию текстур // ТИИЭР. – 1979. – Т. 67. – № 5.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Половов Б.Д., профессор, д.т.н., профессор

Корнилков М.В., заведующий кафедрой, д.т.н., профессор

Волков М.Н., заместитель декана, к.т.н., доцент

Канков Е.В., горный инженер

Михайлов Д.И., аспирант

Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, РФ

Современная геомеханика базируется на огромном практическом опыте, большом объеме экспериментальных материалов, аналитических и численных исследованиях авторитетных ученых и научных организаций. В настоящее время методики геомеханического анализа в контексте обеспечения геомеханической безопасности регламентированы в общероссийских и отраслевых нормативных документах. Несмотря на многолетнюю практику реализации и совершенствования действующих нормативных документов, включающих систему страхующих коэффициентов безопасности, перегрузки, условий, значимости объекта и т. п., травматизм, аварии и катастрофы геомеханического характера не исключаются и, отнюдь, не прекратились. Главная причина сложившейся ситуации – случайная природа исходной информации о вмещающих массивах горных пород. В этой связи необходима разработка новых решений, позволяющих в своей совокупности откорректировать и пересмотреть подходы к обеспечению геомеханической безопасности.

Основные положения исследований, проводимых в УГГУ с 1996 г. по указанной проблеме, состоят в следующем.

1. Действующий нормативный документ ГОСТ 20522-96 [1] реализует классические статистические методы, предполагающие нормальность распределения. Между тем «неоднократно публиковались экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что распределения реально наблюдаемых случайных величин, в частности, ошибок измерения, в подавляющем большинстве случаев отличны от нормальных (гауссовских). Тем не менее теоретики продолжают строить и изучать статистические модели, основанные на гауссовости, а практики – применять подобные методы и модели. Другими словами, “ищут под фонарем, а не там, где потеряли”» [2, с. 626]. Радикальный путь совершенствования и коррекции устаревших методик статистического оценивания массива горных пород и их свойств заключается в реализации *непараметрических методов*, позволяющих проверять гипотезы о принадлежности выборок к одной и той же генеральной совокупности независимо от вида распределения случайных характеристик пород, объективно устанавливая закономерности распреде-

ления характеристик, реализовать выборки любых размеров, тиражировать и обновлять выборочные данные.

2. *Формирование номенклатуры геомеханических рисков* по типам горнотехнических объектов, осуществляемое методом групповой экспертизы с определением степени согласованности экспертов и весовых показателей значимости рисков упорядочивает и конкретизирует разработку моделей выбора безопасных и эффективных технических решений.

3. *Комплексный геомеханический анализ*, предусматривающий дополнение детерминированных методов анализа имитационным методом Монте-Карло (с получением количественных оценок геомеханических рисков), является важнейшим обязательным компонентом обоснования безопасных и эффективных решений. Без количественных оценок рисков нельзя считать результаты, полученные традиционным детерминированным путем, истинно социально и экономически безопасными.

4. *Обеспечение высокой адекватности имитационного моделирования геомеханических рисков* за счет: увеличения числа генераций случайных чисел (до 10000 – 15000, а с использованием технологий «cloud computing» [3] до 200000 – 300000); оценок чувствительности (значимости) входных случайных параметров; серийных имитационных испытаний; генерации универсальных распределений случайных чисел, непараметрической и физической отбраковки грубых погрешностей.

5. *Синтез методов конечных элементов и имитационного моделирования* (МКЭ+ММК). Сущность такого синтеза состоит в дополнении детерминированных методов численного решения сложных двухмерных и трехмерных геотехнических задач вероятностными оценками геомеханических рисков.

6. *Экономическое и социальное обоснование цены рисков*. Отличительной особенностью этой компоненты общего подхода к геомеханическому анализу является использование количественных значений геомеханических рисков и положений современной концепции «приемлемых рисков», фактических максимальных выплат предприятий по регрессным искам [4], стоимости единицы риска для здоровья и жизни [5].

7. *Оценка качества и результативности мониторинга*. Комплексным количественным показателем качества может служить надежность контроля, под которым понимается произведение трех вероятностей обнаружения заданных пороговых уровней: функции от точности измерений, функции от периодичности измерений, функции от числа контрольных пунктов. Наличие показателя надежности позволяет приступить к формализации мониторинга, очевидной базой чего являются взаимосвязи затрат на получение информации с надежностью и значимостью контролируемых объектов. Последняя может быть определена при анализе природных и технических условий в том случае, если природные и технические факторы будут увязаны с экономическими и социальными особенностями объ-

ектов. Таким образом, оценка значимости должна определяться по экономическим показателям и социальным параметрам, устанавливающим уровни травмоопасности и аварийности. Принцип формализации дает возможность оптимизировать параметры комплексного мониторинга и установить его результативность, связать результативность с геомеханическими рисками и значимостью объектов.

8. *Принципы формирования критериев и моделей обоснования безопасных и эффективных технических решений в условиях риска* заключается в системном анализе многочисленных факторов, оказывающих как непосредственное, так и косвенное влияние на эффективность горностроительных работ и последующую эксплуатацию горнотехнических сооружений. Таким образом, базой для формирования моделей обоснования безопасных и эффективных решений являются взаимосвязи финансовых поступлений, затрат на получение исходной информации о состоянии техно-природной среды, горно-строительные и эксплуатационные работы, защиту городской среды, научно-техническое сопровождение (мониторинг) и цены значимых рисков, рассматриваемые в динамике с учетом фактора времени. В качестве оценочных показателей предусматривается использование рыночных критериев (максимумы чистого дисконтированного дохода и внутренней нормы доходности, минимумы срока окупаемости или суммарных дисконтированных затрат), дифференцированных по категориям бюджетного и внебюджетного финансирования.

Завершая краткое изложение существа новых подходов к оценке геомеханической безопасности, отметим затруднения, возникающие у широкого круга пользователей, не имеющих подготовки в области математической статистики и теории вероятностей, в освоении предлагаемых разработок. Существенную помощь в этом плане может оказать разрабатываемое машинно-ориентированное «Методическое руководство по анализу геомеханических ситуаций с количественной оценкой геомеханических рисков и моделированию безопасных и эффективных технических решений». Содержание методического руководства в аналитической, инженерной и численной постановке (МКЭ) и, соответственно, пакета прикладных программ включает разделы:

- оценка свойств и особенностей вмещающих массивов, в т. ч. непараметрическая статистика;
- устойчивость обнажений и забоев подземных выработок мелкого и глубокого заложения;
- устойчивость откосов и подпорных стен открытых выработок подземных сооружений;
- оценка времени разгрузки массива;
- определение нагрузок на подземные сооружения и конструкции;

- расчет обделок и конструкций (монолитных, сборных бетонных и железобетонных, набрызгбетонных, анкерных и др.) подземных выработок;

- расчет удерживающих и ограждающих конструкций открытых горных выработок подземных сооружений;

- сдвигание и деформации на земной поверхности и сооружений во вмещающем массиве;

- водопритоки в подземные сооружения;

- специальные технологии строительства;

- прогноз состояния подземных объектов;

- социально-экономическая оценка проектируемых и строящихся объектов;

- примеры реализации типичных моделей выбора безопасных и экономических решений.

Особенности программ пакета:

- единая структура, определяемая имитационным конструктором;

- проведение расчетов детерминированным и вероятностным методами;

- доступный язык программирования;

- две версии: исследовательско-демонстрационная и рабочая;

- формирование текстового файла, отражающего ход вычислений и итоги расчета.

Литература

1. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов измерений. – М.: МНТКС, 1996. – 23 с.
2. Орлов А. И. Прикладная статистика. – М.: изд-во «Экзамен», 2006. – С. 626.
3. Guide to Cloud Computing // Ресурсы интернета.
4. Катков Н.Н. Затраты предприятия на один несчастный случай с летальным исходом на рудниках Норильска (по методике ВостНИИ) // Горный информационно–аналитический бюллетень. – 2002. – № 7. – С. 28, 29.
5. Быков А.А., Фалеев М.И. К проблеме оценки социально-экономического ущерба с использованием показателя цены риска // Проблемы анализа риска: Цена риска. – 2005. – Т. 2, № 2. – С. 114-131.

Актуальные проблемы обеспечения безопасности
в Российской Федерации
V Всероссийская научно-практическая конференция
(26 октября 2011 года)
Часть 1

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 20.10.2011. Тираж 200 экз.
Объем 10,0 учет.-изд. л. Печать термография. Бумага писчая

Отпечатано в копировально-множительном бюро
Уральского института ГПС МЧС России

620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22