

ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ВИНИТИ)

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Научный информационный сборник

Издается с 1990 г.

№ 5

Москва 2017

Сборник включен в Перечень ведущих научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, публикующих статьи по материалам выполняемых научных исследований, в т.ч. на соискание ученой степени кандидатов и докторов наук.

Полнотекстовую электронную версию с отставанием на один год можно посмотреть на сайте ВИНТИ РАН <http://www.viniti.ru>

Библиографии, аннотации и ключевые слова на русском и английском языках размещены на сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU

СОДЕРЖАНИЕ

Научно-теоретические и инженерно-технические разработки

<i>Козлова А.В., Афанасьева Е.В.</i> Синтезированная сеть ПЕТРИ системы мониторинга и прогнозирования муниципального уровня	3
<i>Седнев В.А., Смуров А.В.</i> Теоретические основы оценки устойчивости электроэнергетического обеспечения объектов оборонно-промышленного комплекса	11
<i>Гузий А.Г., Лушкин А.М., Майорова Ю.А.</i> Методология логико-вероятностного подхода к апостериорному оцениванию вероятности авиакатастрофы с «человеческим фактором»	26
<i>Фокин А.В., Майорова Ю.А.</i> Использование критерия "результат/стоимость" в коммерческой авиации для регулирования уровня безопасности полетов	35
<i>Логинов Е.Л., Шкута А.А.</i> Прогнозирование сейсмической активности на основе дистанционного мониторингового зондирования системы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера»: многопараметрический подход.....	40

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

<i>Курличенко И.В., Колеганов С.В., Барышкова Д.А.</i> Применение МЧС России метода программно-целевого планирования в области развития системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях. Методические подходы, исходные данные, ограничения и допущения при оценке эффективности программных мероприятий	48
<i>Подрезов Ю.В.</i> Особенности формирования и предупреждения опасных вихревых процессов в атмосфере земли, основные характеристики опасных вихревых процессов	54
<i>Бондарев В.А., Ермаков С.В.</i> Управление риском чрезвычайных ситуаций на основе прогнозирования и минимизации влияния человеческого фактора на навигационную безопасность плавания судна	66

<i>Ерицов А.М.</i> Совершенствование парашютно-десантного имущества и технологий создания опорных полос для тушения лесных пожаров в зонах лесоавиационных работ	74
<i>Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Донцова О.С., Тимошенко З.В.</i> Физические основы и перспективные способы, средства и технологии борьбы с лесными пожарами - источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций	81
Информационная безопасность	
<i>Абеннова Ж.С., Петров М.Н.</i> Графовые модели несанкционированного доступа в систему интегрированной среды информационного взаимодействия	92
Подготовка и переподготовка кадров	
<i>Топольский Н.Г., Блудчий Н.П., Буцынская Т.А., Тимошенко З.В.</i> О профессиональном языке специалистов по технологиям техносферной безопасности	101

Contents

<i>Kozlova A.V., Afanaseva E.V.</i> The synthesized PETRI net system monitoring and forecasting at the municipal level.....	3
<i>Sednev V.A., Smurov A.V.</i> Theoretical foundations for estimation of the stability of electric power supply of objects of the defense and industrial complex.....	11
<i>Guziy A.G., Lushkin A.M., Mayorova J.A.</i> The methodology of probabilistic-logic approach to a posteriori estimation of the probability of the crash with the "human factor".....	26
<i>Fokin A.V., Mayorova J.A.</i> The criterion "result/cost" in commercial aviation for the regulation of safety	35
<i>Loginov E.L., Shkuta A.A.</i> Forecasting seismic activity based on remote monitoring sounding of the "lithosphere-atmosphere-ionosphere-magnetosphere" system: a multi-parameter approach.....	40
<i>Kurlichenko I.V., Koleganov S.V., Baryshkova D.A.</i> The use of Emercom of Russia the method of program-target planning of development of the system for rescuing victims in traffic accidents methodological approaches, data source, limitations and assumptions when evaluating the effectiveness of program activities	48
<i>Podrezov J.V.</i> Features of formation and prevention of dangerous eddies in the earth's atmosphere, the main characteristics of the dangerous eddies	54
<i>Bondarev V.A., Ermakov S.V.</i> Risk management of emergencies based on prediction and minimization of the influence of the human factor on navigational safety of the vessel.....	66
<i>Eritsov A.M.</i> Development of technologies on creation of forest fire barriers and delivery equipment from the aviation in the aerial firefighting zones.....	74
<i>Ageev S.V., Podrezov J.V., Romanov A.S., Dontsova O.S., Timoshenko Z.V.</i> The physical basis and future methods, tools, and technologies for fighting forest fires - sources lesopozharnykh emergency situations	81
<i>Abenova Zh.S., Petrov M.N.</i> Graph models of unauthorized access to the system of integrated environment of information cooperation	92
<i>Topolsky N.G., Bludchiy N.P., Butcinskaya T.A., Timoshenko Z.V.</i> About professional language of specialists to technologies of techno sphere safety	101

Научный редактор – заслуженный деятель науки и техники РФ, академик РАТ,
доктор технических наук, профессор Резер С.М.

Выпускающий редактор: Тимошенко З.В.

Адрес редакции: ВИНТИ: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20.

Тел.: (499) 155-44-26

Факс: (495) 943-00-60, **E-mail:** tranbez@viniti.ru

Адрес сайта: www2.viniti.ru

Отдел подписки: Тел: (499) 155-45-25, (499) 155-44-61

УДК: 004.942

СИНТЕЗИРОВАННАЯ СЕТЬ ПЕТРИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО УРОВНЯ

А.В. Козлова

ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России

Е.В. Афанасьева

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Моделирование структурно неоднородных систем прогнозирования и мониторинга приводит к ряду трудностей и росту энтропии системы. С целью их преодоления предлагается рассмотреть многоверсионный подход к моделированию для разрешения конфликта между уровнем адекватности и степенью сложности модели. Для построения моделей рассматривается аппарат сетей Петри с дальнейшим моделированием в среде AnyLogic.

Ключевые слова: многоверсионное моделирование, мониторинг, прогноз, адекватность, имитационное моделирование, сети Петри, энтропия.

THE SYNTHESIZED PETRI NET SYSTEM MONITORING AND FORECASTING AT THE MUNICIPAL LEVEL

A.V. Kozlova

Federal state institution Center "Antistikhiya" Emercom of Russia

E.V. Afanaseva

FC VNII GOChS Emercom of Russia

Modeling of structurally heterogeneous systems of forecasting and monitoring of motion to a number of difficulties and development of system entropy. In order to overcome them, it is proposed to consider a multi-version approach to modeling to resolve the conflict between the level of adequacy and the degree of complexity. To construct models of the Petri nets under consideration with further modeling in the AnyLogic environment.

Keywords: multiversion modeling, monitoring, forecast, adequacy, simulation modeling, petri nets, entropy.

Зависимость заблаговременности и точности прогнозирования чрезвычайной ситуации определяется качественными характеристиками показателей рабочих процессов. Необходимым условием развитием систем мониторинга и прогнозирования является создание автоматизированного управления информационными процессами в системе МЧС России. При рациональном использовании современных информационных технологий есть возможность существенно повысить качество работы систем управления. На современном этапе имеются условия для перехода от автоматизации отдельно поставленных задач к созданию целостных автоматизированных информационно-управляющих систем. Такие системы являются основой для информационного обеспечения поддержки управ-

ленческих решений. Эффективность использования автоматизированной информационно-управляющей системой (АИУС РСЧС) можно значительно повысить путем выбора оптимальных решений по ее применению. На текущий момент времени результатом теоретических исследований в области принятия решений являются методики, имеющие частный характер, жесткие ограничения к входящей информации, и не удовлетворяют в полной мере потребностям практики. Таким образом, актуальной научной задачей является дальнейшее развитие теории, методов и способов эффективного управления системами мониторинга и прогнозирования на основе информационных технологий и моделей принятия решений, которые позволяют создавать интегрированные системы инструментальной поддержки оперативно-диспетчерских решений.

Рассмотрим поэтапную разработку прогноза развития чрезвычайных ситуаций (далее ЧС) и организацию выполнения плана их ликвидации.

Сообщение о ЧС поступает в ОДС МЧС России немедленно по телефонным каналам связи. ЧС классифицируется по масштабу и типу. ЧС территориального и местного уровней учитываются, а информация о них доводится Руководству по телефону немедленно в соответствии со списками оповещения. Для других пользователей МЧС России информация доступна в 8.00 утра в обобщенной справке. Циклограмма принятия решения для ЧС федерального или регионального уровня условно может быть разбита на три этапа реагирования. В зависимости от типа ЧС содержание этапов может отличаться от приведенного ниже.

Этап 1. Получение первичной информации о ЧС. Продолжительность этого этапа составляет, как правило, **не более 30 минут** от момента поступления первичной информации о факте ЧС.

Этап 2. Подготовка и организация мероприятий по аварийно-спасательным работам и развертывание ОШ по ликвидации последствий данной ЧС. Продолжительность этапа составляет **примерно 3 часа** от момента поступления первичной информации о факте ЧС. На этом этапе производится:

- отработка предварительных указаний и распоряжений руководства Министерства;
- прием и обработка формализованных донесений от РЦ, штабов ГО по формам 2/ЧС, 3/ЧС, 4/ЧС и неформализованной информации о ЧС, формализованная информация после проверки записывается в базу данных по ЧС;

- оперативный прогноз обстановки в районе ЧС делается по экспертной информации ВНИИ ГОЧС, а также на месте ЧС как правило без использования средств автоматизации. Кроме того может использоваться соответствующая архивная информация, на основе справок об имевших место в прошлом аналогичных ЧС;

- подготовка информационных документов о ЧС (докладов, справок, карт и пояснительных записок к ним), а также прием, обработка и отображение видеоинформации на основе поступившей по каналам связи информации о ЧС, информации из БД, результатов оперативного прогноза обстановки;

- оперативная оценка необходимых объемов аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ с подготовкой документов об этом, а также о силах, средствах МЧС и РСЧС, расположенных на территории пострадавшего и соседних регионов, о состоянии готовности мобильных отрядов (по составу, укомплектованности личным составом, техникой), об объемах и номенклатуре резерва Министра, возможности их доставки;

- подготовка проекта плана ликвидации ЧС, проекта распоряжения на развертывание ОШ;

Этап 3. Организация выполнения плана ликвидации ЧС (проведения аварийно-восстановительных работ). Продолжительность этого этапа жестко не регламентирована и определяется типом и масштабом ЧС, от которых зависит необходимый объем аварийно-восстановительных работ, а также располагаемыми силами и средствами. На этом

этапе ОДС в составе ОШ, либо самостоятельно (после завершения функционирования ОШ), производит:

подготовку информационных материалов (в том числе и картографических) о текущей обстановке в районе ЧС. Эти материалы включают в себя результаты обработки текущих документов (справки, формализованные типовые сообщения) по ЧС от выездных оперативных групп, от РЦ а также из других департаментов МЧС;

подготовку проектов документов (приказов, распоряжений) по корректировке плана ликвидации ЧС, включая планы организации перевозок;

контроль исполнения приказов и распоряжений о задействовании сил и средств, в том числе контроль перевозок в район ЧС и, по завершении аварийно-восстановительных работ;

обеспечение информационного взаимодействия с заинтересованными Министерствами, Ведомствами, а также с компетентными международными организациями и правительственными органами других стран.

Обмен информацией между федеральными органами исполнительной власти в рамках системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера осуществляется в порядке, установленном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 марта 1997 г. № 334 «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», с учетом Положения о предоставлении информации о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении и чрезвычайных ситуациях техногенного характера, которые оказали, оказывают, могут оказать негативное воздействие на окружающую природную среду, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2000 г. № 128, а также на основании соглашений, в которых определяется порядок и объем предоставляемых данных, необходимых для функционирования системы мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

На сегодняшний день имитационное моделирование является ведущим средством прогнозирования событий, в частности, известны три основные схемы моделирования: событийная, автоматная и непрерывно-временная. Каждая из этих схем имеет свое целевое назначение и обеспечивает определенные функции. В силу этого, необходимо комбинированное использование данных схем, так как каждая из них по отдельности отвечает только частным требованиям. Но совместное использование описанных выше схем порождает системные конфликты, вызванные:

1. Языковыми трудностями описания организации транспортных потоков.
2. Специфическими нюансами между трансляторами при переходе от схемы к схеме.
3. Отсутствием гибких интерфейсных средств взаимосвязи модулей в режиме реального времени, реализованных на основе различных подходов.

Другой сферой проблем является необходимость решения задач обеспечения, требующих надежного двухуровневого интерфейса. Первый уровень представляет собой уровень заказчика – системного аналитика, второй уровень – уровень системного оператора. Взаимодействие этих уровней затруднено ввиду нарастающей общей сложности системы и невозможности создания списка спецификаций и классификаторов, отображающих все возможные в системе ситуации.

В научных источниках сформулировано следующее правило: если существует множество возможных результатов и *лицо, принимающее решение, не приняло никакого решения, то с подавляющей вероятностью произойдет худшее из возможных событий*.

Там же предложена *энтропийная модель для управления риском* в сложных ситуациях. Определено количество информации в системе $I_p = -\sum \psi(p) \ln \psi(p)$, которое совпадает

с энтропией $\mathcal{E}$ множества G . Величина $\psi(p)$ - вероятностная мера в пространстве состояний системы.

На первом этапе рассматривают планирование разработки системы в классическом представлении (*PERT*, *WBS* и т.д.). На втором этапе для вычисления энтропии $\mathcal{E}_{ID}$ работы определяют множество неблагоприятных событий.

На третьем этапе множество неблагоприятных событий E_u в случае отрицательного резерва времени определяется как а) $E_u = 0$, если неопределенность отсутствует;

б) $E_u = [LF, EF + (d_u - d)]$ если $LF > EF > + (d_i - d)$;

с) $E_u = [EF + (d_i - d), EF + (d_u + d)]$, если $LF < EF + (d_i - d)$.

На четвертом этапе множество неблагоприятных событий E_u разбивается по времени на множество элементарных событий, последовательно идущих через выбранный интервал времени δt , т.е. надо сначала выбрать этот интервал времени δt , чтобы по нему разбить множество неблагоприятных событий E_u на элементарные состояния (события).

На пятом этапе оценивается возможный диапазон распределения длительности работы $d_i < d < d_u$. В простейшем случае длительность δt равномерно распределена в интервале (d_i, d_u) . Вероятность P_i того, что длительность работы принимает значение $(d_i, d_i + \delta t)$ равно $P_i = \delta t(d_u - d_i)$, и энтропия работы определяется согласно формуле $I_p = -\sum \Psi(P) \ln \Psi(P)$.

На шестом этапе определяется индивидуальная энтропия:

$$\mathcal{E}_{ID} = -\sum_{E_u} P_i \ln P_i = -N_{E_u} \cdot P_i \ln P_i = E_u / (d_u - d_i) \ln P,$$

где P_i - вероятностная мера работы для принятия i -го состояния по данному параметру, а формула для полной энтропии мероприятий по созданию системы, являющаяся суммой индивидуальных энтропий, имеет вид:

$$\mathcal{E}_Z = \sum_{ID_u} \mathcal{E}_{ID} = \sum_{ID} E_u / (d_u - d_i) \ln P = \sum_{ID} E_u / (d_u - d_i) x \ln \left[\frac{d_u - d_i}{\delta t} \right],$$

где множество неблагоприятных событий (E_u) равно

$$E_u = [EF + (d_u - d) - LF] = [(d_u - d) - TF], TF = LF - EF - \text{полный резерв.}$$

На седьмом этапе по вышеприведенной формуле может быть рассчитан шанс, противоположный риску, при условии, что множество неблагоприятных событий E_u заменяется множеством благоприятных событий E_f (лучший возможный финиш, поздний финиш), т.е. те события, которые дают работе положительный запас времени и выводят работу с критического пути. Для определения множества благоприятных событий необходимо использовать критический индекс работы *CRIT* (вероятность работы попасть на критический путь).

При разработке системы необходимо достичь баланса между риском и шансом.

При моделировании структурно неоднородных систем существенные трудности вызывает поиск оптимального решения между уровнем адекватности и сложностью модели. Простую модель целесообразно использовать на начальных этапах моделирования для промежуточных опорных исследовательских значений. Её достоинствами являются простота и малое время, затрачиваемое на моделирование, а недостатком – неудовлетворительная степень адекватности. Повышение адекватности модели ведёт, к существенному увеличению сложности. Обозначим структурно неоднородную систему как S . Входящие в ее

состав подсистемы S_i просты и однородны: $S = (S_1, S_2, S_3, \dots, S_n)$. Введем количественные меры адекватности ($W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$) и меры точности ($L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$) для каждой из подсистем $S_i, i = 1, n$. Тогда степени адекватности и сложности структурно неоднородной системы S можно оценить как $W \leq \min W_i, L \geq \max L_i$. [1].

Осуществим декомпозицию общей задачи: $\max \min W_i, \min \max L_i$. Для разрешения противоречия между уровнем адекватности и сложностью модели рассмотрим следующие сочетания необходимости и достаточности условий: обеспечение необходимого уровня адекватности модели и достаточного уровня сложности, обеспечение достаточного уровня адекватности модели и необходимого уровня сложности. Процесс моделирования является изменяемым, т.е. экспериментатор имеет дело с семействами имитационных моделей, каждое из которых в той или иной мере реализует одно из указанных сочетаний. Введем граничные значения W_0 и L_0 . Основное требование к модели будет соответствовать введенным граничным значениям. Оптимальное целевое требование к модели ограничено условиями $W > W_0, L < L_0, Q \rightarrow \max \square$. [2]

При моделировании сложных систем достижение оптимального уровня адекватности и сложности модели практически невозможно. Поиск адекватных требований представляет собой решение многокритериальной задачи по оптимизации. В соответствии с идеей Парето, можно отказаться от заведомо бесперспективной области целевых требований, описываемую как $W > W_0, L < L_0$. [3].

Дальнейший поиск решений в данной области не будет удовлетворительным, так как ведет к увеличению сложности модели без роста ее адекватности. Для достижения адекватных результатов, поиск дальнейших решений в системе должен удовлетворять условиям $W > W_0, Q \rightarrow \max \square, R \rightarrow \min \square$. [4]

Зададим наращивание сложности модели шагом ΔL , а повышение адекватности модели – шагом ΔW . При этом необходимо отслеживать, чтобы увеличение сложности $L + \Delta L$ удовлетворяло условию $W + \Delta W > W$, иначе последующий поиск решений при выбранном ΔL не будет иметь смысла.

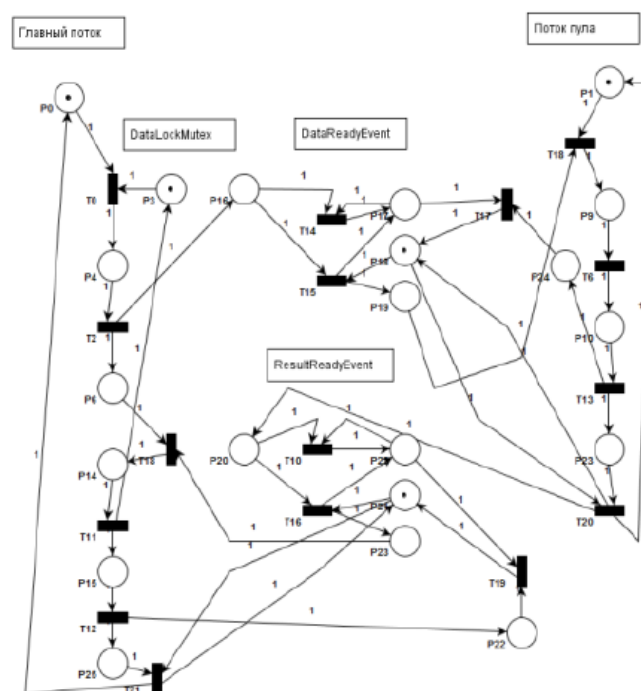


Рис. 1. Конечная модель рабочего процесса мониторинга и прогнозирования

Рассмотрим теперь одну весьма общую меру – меру накопления информации в системах управления – так называемую естественную функцию неопределенности.

Поиски формализации, которая адекватно описывала бы наиболее общие свойства понятия неопределенности с точки зрения задач теории адаптивных систем управления, привели к построению модели, проясняющей вопрос о соотношении мер количества информации и ценности информации для задач управления.

Цель функционирования системы – минимизировать функцию потерь выбором управляющих воздействий $u_1, \dots, u_n$ (u_t – управляющее воздействие в момент t): $R(v, u_1, \dots, u_n) \rightarrow \min$, где параметр v характеризует устройство объекта управления и имеет следующую интерпретацию: он включает в себя все то, что существенно для цели управления, но неизвестно нам. Однако распределение вероятности параметра v может быть известным. Поэтому предлагается рассматривать распределение $\nu(\Theta)$ на пространстве Θ всех возможных значений параметра v . Вводимая ниже функция φ является функцией распределения ν на Θ :

$$\varphi: M(\Theta) \rightarrow R,$$

где $M(\Theta)$ – множество всех вероятных мер на Θ ; R – множество действительных чисел.

В моменты $t=1, \dots, n$ на объект управления подается воздействие u_t из множества U_t всех допустимых в момент t воздействий. В результате получаем информацию об объекте – сообщение $y_t \in Y_t$ (где Y_t – множество всех допустимых в момент t сообщений о состоянии объекта управления), причем это сообщение случайным образом зависит от воздействий $u_1, \dots, u_t$, подавшихся в моменты $1, 2, \dots, t$.

Опишем заданием отображений

$$\mu_t: \Theta \times U_1 \times \dots \times U_t \rightarrow M(Y_t),$$

где $M(Y_t)$ – множество всех вероятностных мер на пространстве Y_t ($t=1, 2, \dots, n-1$).

Желание сохранить соответствие вводимого понятия с интуитивным смыслом термина «неопределенность» заставляет наложить на функцию неопределенности $\varphi: M(\Theta) \rightarrow R$ следующие ограничения:

- 1) $\forall \nu \in M(\Theta) [\varphi(\nu) \geq 0]$ (неопределенность не может быть отрицательной ни для какого определения ν параметра N);
- 2) $\varphi(\nu) = 0$, если мера ν сосредоточена в одной точке $N \in \Theta$ (неопределенность равна нулю, если значение N известно точно);
- 3) для любого действительного α из отрезка $[0,1]$ должно быть выполнено $\varphi(\alpha\nu_1 + (1-\alpha)\nu_2) \geq \alpha\varphi(\nu_1) + (1-\alpha)\varphi(\nu_2)$ (функция неопределенности должна быть вогнутой).

Пусть $W(\nu)$ – наименьшие потери в этих условиях.

Предположим, что каждый раз, когда производится случайный выбор параметра N (в соответствии с распределением ν), это значение становится точно известным. В этих условиях наименьшие потери (для каждого отдельного акта выбора N и последующей процедуры управления) будут равны $q(N) = \inf_{u_1, \dots, u_n} R(N, u_1, \dots, u_n)$ и остается усреднить эту величину по мере ν , чтобы вычислить наименьшие средние потери в условиях, когда значение всегда точно известно (хотя и случайно выбрано):

$$Q(\nu) = \int_{\Theta} q(N) d\nu(N).$$

Разность $D(\nu) = W(\nu) - Q(\nu)$ (всегда неотрицательная величина из-за вогнутости операции нижней грани) и определяет собой штраф, обусловленный незнанием точного значения N .

Теперь четвертое условие, накладываемое на функцию неопределенности φ , можно сформулировать так:

4) $\varphi(\nu_1) < \varphi(\nu_2)$ тогда и только тогда, когда $D(\nu_1) < D(\nu_2)$.

Так как шенноновская энтропия удовлетворяет условиям 1-3, то она оказывается естественной функцией неопределенности некоторой вполне определенной управляемой системы (а именно, системы, целью которой является минимизация логарифма среднего числа попыток до успешного угадывания параметра класса A_j , в который попал элемент m_i при распределении $p = \{p_1, \dots, p_n\}$ вероятностей попадания в классы $A_j (j = 1, \dots, n)$.

При этом, очевидно, Θ есть $\langle 1, 2, \dots, n \rangle$; $U_t = \Theta$ для всех t ; $Y_t = \{0, 1\}$; $\mu(N, u_1, \dots, u_t)$ распределение, при котором вероятность единицы равна единице («сосредоточенное на 1»), если среди чисел $i = 1, 2, \dots, t$ найдется хотя бы одно такое, что $u_i = N$, и распределение, «сосредоточенное на 0», если не так ($t = 1, \dots, n-1$); $R(N, u_1, \dots, u_n) = \log s$, где s – наименьшее из чисел, таких, что $u_s = N$; роль ν играет распределение $p = \{p_1, \dots, p_n\}$.

Средством моделирования сети Петри была выбрана среда AnyLogic и встроенная библиотека элементов Enterprise Library, которая позволяет моделировать системы с точки зрения заявок, процессов и ресурсов. Элемент Source имитирует появление метки в начальном состоянии p1. Моделирование состояния сети Петри происходит посредством очередей Queue, длина которых зависит от допустимого числа меток в одном состоянии. Блок, имеющий элемент Source1, обеспечивает первоначальную расстановку меток в сети. При помощи элементов копирования заявок и объединения реализуются переходы с несколькими входными и несколькими выходными дугами, а также элементами, обеспечивающими задержку при переходе на заданное время. Для получения статистических параметров сети в процессе моделирования ее работы имеется ряд переменных.

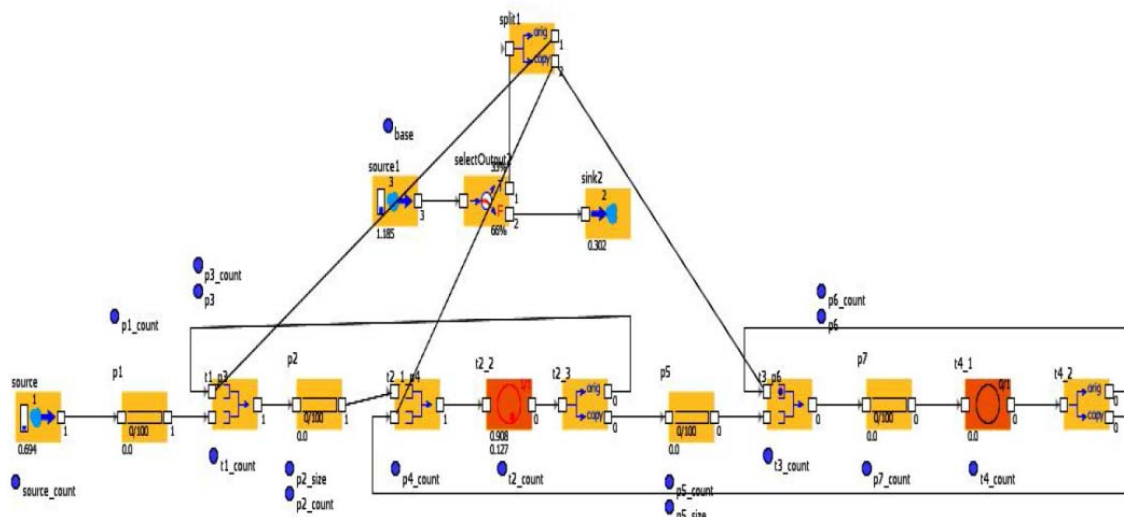


Рис. 2. Модель рабочего процесса мониторинга и прогнозирования в среде AnyLogic

Для создания наиболее эффективной модели работы подразделений мониторинга и прогнозирования наиболее оправданным является многоверсионный подход к моделированию процессов.

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 марта 1997 г. № 334 «О порядке сбора и обмена в Российской Федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2000 г. № 128 «Об утверждении Положения о предоставлении информации о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении и чрезвычайных ситуациях техногенного характера, которые оказали, оказывают, могут оказать негативное воздействие на окружающую среду».
3. Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS WoLld [Текст]: учеб.пособие / В.Д. Боев. – СПб.: БХВ-Петербург. - 2004. –368 с.
4. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем [Текст]: пер. с англ. / Дж. Питерсон. – М.: Мир. - 1984. – 264 с.
5. Petri Net Kernel (www.informatik.hu-berlin.de/top/pnk/index.html).
6. Petri Nets Tools Database (www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/Petri_Nets/tools/db.html).
7. Гросс М., Лантен А. Теория формальных грамматик. – М.: Мир. - 1971. – 296 с.
8. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. У 2 т. Т. 1. — М.: Мир. - 1978. — 614 с.

Сведения об авторах

Козлова Анастасия Валерьевна, начальник отдела мониторинга и прогнозирования ЧС техногенного характера ФКУ Центр «Антистихия», 115516, г. Москва, ул. Весёлая, д. 33, корп. 3, 8-926-366-59-17, nastasia-ro@yandex.ru.

Афанасьева Евгения Валерьевна, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7, ком. 612, 8 (499) 233-25-74 (доб. 166), Afanaseva@vniigochs.ru

УДК 351.86

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Доктор техн. наук *В.А. Седнев*, кандидат техн. наук *А.В. Смуров*
ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы МЧС России»

Разработаны основные положения по оценке и обеспечению электроэнергетической безопасности объектов и отраслей оборонно-промышленного комплекса и субъектов Российской Федерации, рассмотрены особенности структуры региональной системы электроэнергетики, обоснованы методы и показатели оценки устойчивости функционирования региональной системы электроэнергетики и электроэнергетического обеспечения потребителей, основные направления его обеспечения и методы реализации.

Представлена методика оценки устойчивости электроэнергетического обеспечения объектов оборонно-промышленного комплекса, имеющая существенное значение для их электроэнергетической безопасности, и рассмотрен научно-методический подход оптимизации структуры источников электрической энергии, используемых для электропитания объектов.

Ключевые слова: региональная система электроэнергетики, электроэнергетическое обеспечение, устойчивость функционирования.

THEORETICAL FOUNDATIONS FOR ESTIMATION OF THE STABILITY OF ELECTRIC POWER SUPPLY OF OBJECTS OF THE DEFENSE AND INDUSTRIAL COMPLEX

Dr. (Tech.) *V.A. Sednev*, Ph.D. (Tech.) *A.V. Smurov*,
State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow

The main provisions for the assessment and provision of electricity and energy security for the facilities and branches of the defense industry complex and the constituent entities of the Russian Federation have been worked out; the specifics of the structure of the regional electric power system have been examined; the methods and indicators for assessing the sustainability of the regional electric power system and the electric power supply to consumers, Methods of implementation.

The methodology for assessing the stability of power supply for military-industrial complex facilities, which is of great importance for their electric power safety, is presented, and the scientific and methodological approach to optimizing the structure of electric power sources used for power supply of facilities is considered.

Keywords: regional system of electric power industry, electric power supply, stability of functioning.

Известно, что ни одна из сторон деятельности человека не может осуществляться без качественного обеспечения электроэнергией (ЭЭ). В регионах с дефицитом электроэнергии недоотпуск ее не позволяет объектам оборонно-промышленного комплекса и другим объектам инфраструктуры выполнять задачи по предназначению в полной мере. Кроме

того, аварии на объектах энергетики наносят значительный ущерб экономике страны. Так, авария в Москве 23-26 мая 2005 г. принесла убытки до 2 млрд. руб., остановились предприятия в Московской, Рязанской, Калужской и Тульской областях, ущерб от нарушения электроснабжения намного превышал затраты на их предотвращение. Причем электроэнергетические системы (ЭЭС) регионов характеризуются недостаточной надежностью, низким уровнем резервирования генерирующих мощностей и не обеспечивают устойчивое электроэнергетическое обеспечение (ЭЭО) территорий, а износ основных производственных фондов региональных систем электроэнергетики (РСЭЭ) увеличивает вероятность аварий.

Независимо от того, произошла авария в ЭЭС или нет, в ряде субъектов Российской Федерации наблюдается недостаточность ЭЭО их территорий. Ограниченность традиционных энергоресурсов, неравномерность и неконтролируемый рост электропотребления объектов и потребителей населения на фоне старения электросетевых и генерирующих объектов создали дефицит мощности в ряде энергосистем.

Мероприятия по повышению устойчивости функционирования (ПУФ) на объектах РСЭЭ [1] сводятся к соблюдению требований нормативных документов, что недостаточно для обеспечения надежного электроснабжения потребителей, и только у 1% потребителей имеются свои энергетические службы, отвечающие за бесперебойное электроснабжение, в то время как последствия чрезвычайных ситуаций всегда связаны с недостаточностью ЭЭО на длительное время. При этом имеются исследования, посвященные реализации отдельных требований к уровням ЭЭС, однако этого недостаточно для обеспечения электроэнергетической безопасности объектов оборонно-промышленного комплекса и других потребителей.

Анализ последствий аварий на объектах РСЭЭ, невозможность восстановить работу источников электрической энергии (ИЭЭ) в короткие сроки в случае аварии и недостаточность ЭЭО территорий показывают необходимость разработки научно-методического аппарата обоснования и прогнозирования потребностей объектов и территорий в ЭЭО, который будет являться основой информационно-аналитической поддержки принятия должностными лицами решений на организацию устойчивого ЭЭО, на обоснование, организацию и реализацию мероприятий по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации. Предлагаемый научно-методический подход прогнозирования параметров ЭЭО объектов и территорий позволяет оценивать его устойчивость, определять параметры и требуемые объемы электропотребления объектов, не допустить возникновения ситуации, связанной с недостаточностью ЭЭО и обосновывать мероприятия по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации.

Устойчивое функционирование региональных систем электроэнергетики, состоящих из одной или нескольких электроэнергетических систем, определяет электроэнергетическую безопасность и надежное электроэнергетическое обеспечение территорий. При этом наука и практика рассматривает электропотребление потребителей на уровне крупных (0,1 % всех объектов), средних (0,9 %) и малых (9 %) объектов, остальные 90 %, питающихся на напряжении 0,4 кВ, остаются без внимания, причем существующие методы расчета электрических нагрузок требуют учета режимов работы и мощности каждого электроприемника (ЭП) и приводят к большим ошибкам [1-3]. Поэтому определение параметров электропотребления на уровнях ЭЭС, обоснование состава систем электроснабжения (СЭС) и численности электротехнических средств (ЭТС) на уровне напряжения 0,4 кВ требуют разработки новых подходов к контролю электропотребления объектов.

Анализ состава РСЭЭ выявил, что устойчивость их ЭЭС включает устойчивость [1]: структуры, СЭС отдельных объектов и функционирования объектов материально-технического обеспечения (рис. 1), при этом:

под устойчивостью структуры понимается ее способность удовлетворять потребности объектов инфраструктуры в ЭЭ на уровне, обеспечивающем решение задач государства и поддержание жизнедеятельности населения;

под устойчивостью СЭС отдельных объектов понимается их способность обеспечивать потребители ЭЭ требуемого количества и качества и поддерживать жизнедеятельность населения на соответствующих территориях;

под устойчивостью функционирования объектов материально-технического обеспечения понимается их способность выполнять свои функции.

Под устойчивостью ЭЭС понимается ее способность реагировать на внешние и внутренние воздействия без выхода в критическое состояние.

Оценка устойчивости должна производиться на основе анализа функционирования отдельных СЭС и наличия у них источников электрической энергии, при этом условием устойчивости СЭС является наличие инфраструктуры и соответствие мощностей элементов инфраструктуры решаемым задачам. В зависимости от выполняемых задач потребители ЭЭ могут объединяться в группы однотипных потребителей, под которыми понимается часть сил и средств СЭС, в состав которой входят источники питания, устройства для преобразования, распределения и передачи ЭЭ, аппаратура контроля и защиты, а также объекты инфраструктуры, обеспечивающие функционирование СЭС.

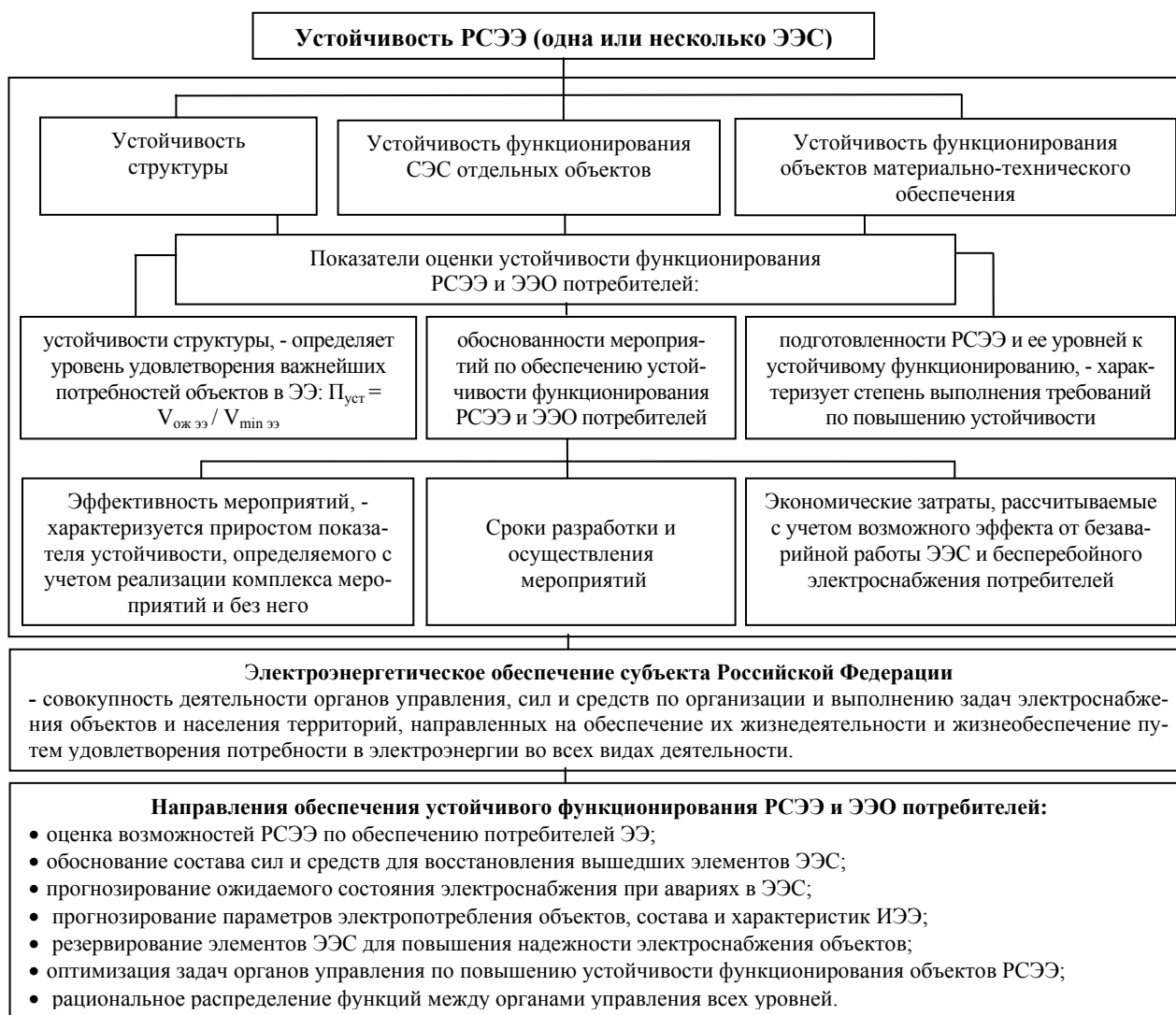


Рис. 1. Показатели оценки устойчивости функционирования РСЭЭ и ЭЭО потребителей

Оценка устойчивости функционирования РСЭЭ и ЭЭО потребителей может быть выполнена с использованием показателей:

устойчивости структуры, определяющего уровень удовлетворения потребностей объектов в ЭЭ;

подготовленности системы к устойчивому функционированию, характеризующего степень выполнения требований по повышению устойчивости;

обоснованности мероприятий по обеспечению устойчивости функционирования РСЭЭ и ЭЭО потребителей.

Показатель устойчивости характеризуется отношением ожидаемого объема производства ЭЭ к минимально необходимому объему. Значение его зависит от сценария ситуации и варианта воздействия по объектам РСЭЭ и потребителям. Рассчитанные для определенных условий значения показателя следует рассматривать как прогноз характеристик устойчивости ЭЭО потребителей.

Показатели подготовленности РСЭЭ и ее уровней к устойчивому функционированию характеризуют степень выполнения требований по обеспечению устойчивого ЭЭО потребителей. Показатели используются при планировании и контроле реализации мероприятий по повышению устойчивого функционирования РСЭЭ и ЭЭО потребителей.

К основным направлениям обеспечения устойчивого функционирования РСЭЭ и ЭЭО потребителей относятся: анализ событий, приведших к выходу из строя элементов РСЭЭ, связанных с недоотпуском ЭЭ для потребителей; оценка возможностей РСЭЭ по обеспечению потребителей ЭЭ; обоснование состава сил и средств для восстановления ЭЭС; резервирование элементов ЭЭС для повышения надежности электроснабжения объектов; прогнозирование состояния электроснабжения при авариях в ЭЭС, параметров электропотребления объектов, состава ИЭЭ; оптимизация задач органов управления, предназначенных для планирования и организации выполнения мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов РСЭЭ; рациональное распределение функций между органами управления всех уровней и др.

Мероприятия по их реализации разрабатываются и осуществляются заблаговременно, исходя из требований по обеспечению устойчивого электроснабжения ответственных потребителей. Характер, объемы и сроки проведения мероприятий определяются с учетом их значения для поддержания требуемого уровня жизнедеятельности территорий, а также имеющихся ресурсов. В этих целях следует предусматривать обоснование и накопление резервных электростанций или других автономных ИЭЭ, а для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей - готовить РСЭЭ к работе в специальных режимах.

Для каждого уровня РСЭЭ характерны свои цели и методы определения параметров электропотребления (рис. 2) и подходы к принятию решения на ЭЭО, при этом противоречие между ростом электропотребления объектов инфраструктуры региона, необходимостью решения задач их ЭЭО и отсутствием для уровня 0,4 кВ, осуществляющего обеспечение ЭЭ 90 % объектов, рациональной структуры ИЭЭ, определяют тенденции развития теории и практики обеспечения электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации.

Исходя из этого, под ЭЭО субъектов Российской Федерации предлагается понимать совокупность деятельности органов управления, сил и средств по организации и выполнению задач электроснабжения объектов и территорий, направленных на обеспечение их жизнедеятельности и жизнеобеспечение путем удовлетворения потребности в ЭЭ во всех видах деятельности. Для реализации целей ЭЭО территорий необходимо (рис. 3):

1. Оценить устойчивость ЭЭО крупных потребителей или комплексов объектов инфраструктуры на основе определения их объемов электропотребления. Для обоснования параметров электропотребления могут использоваться положения теории систем и аппарат устойчивых законов предельных теорем теории вероятности, положения аппарата математической статистики, теории множеств и математической логики. Определение и прогнозирование объемов электропотребления объектов позволит уточнить или обосно-

вать состав ИЭЭ и решить задачу ЭЭО территорий. При этом на одну ЭС мощностью 10 тыс. МВт должно быть 10 ЭС по 1000 МВт или 100 по 100 МВт или 10 млн. ЭС мощностью по 1 кВт каждая;

2. Обосновать структуру и состав СЭС важнейших объектов жизнеобеспечения и населения, предполагающих создание для них резервного комплекса электротехнических средств. Критерием оценки надежности создаваемых систем выступает быстрота ввода их в эксплуатацию, так как задержка ввода в эксплуатацию для жизнедеятельности территорий наносит ущерб куда больше, чем стоимость самой СЭС. Обоснование характеристик резервных ИЭЭ позволит решить задачу электроснабжения жизнеобеспечения населения на уровне минимальной достаточности с учетом сложившейся ситуации. Для решения этой задачи могут применяться технический и профессионально-логический анализ, методы и положения расчета электрических нагрузок, теории вероятностей, теории надежности и математической статистики.

Региональная система электроэнергетики [4] - сложный электротехнический комплекс с множеством взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем, включающий совокупность установленных и резервных электроустановок; электрических и неэлектрических изделий, не являющихся частью электрической сети системы, но обеспечивающих ее функционирование; электротехнических и других помещений, зданий и сооружений, эксплуатируемых электротехническим или подчиненным ему персоналом, а также людские, вещественные и энергетические ресурсы и соответствующее им технологическое, организационное и информационное обеспечение.

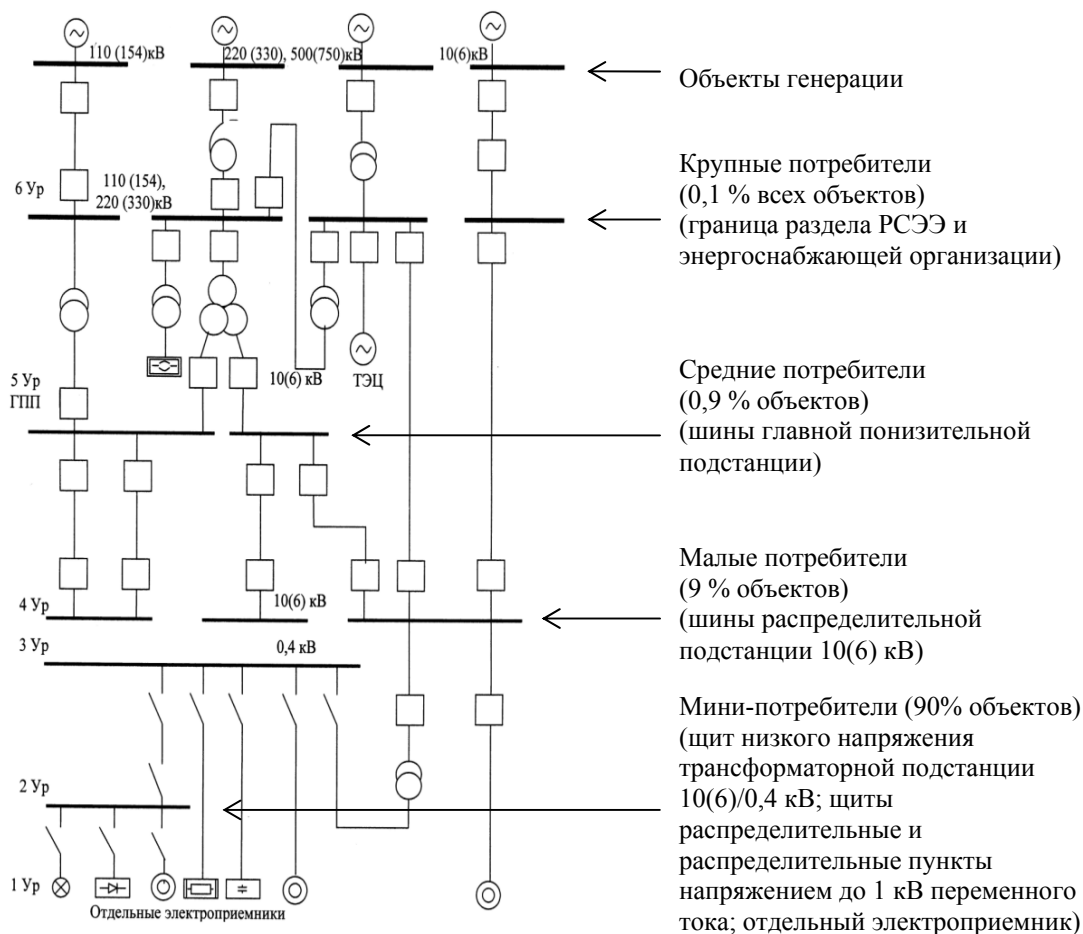


Рис. 2. Структурная схема электроэнергетической системы [1]



Рис. 3. Методы и особенности оценки устойчивости электроэнергетического обеспечения субъектов Российской Федерации

Предлагаемый подход, в основе которого лежит взгляд на РСЭЭ как на взаимосвязанную совокупность технических систем, позволяет оценить ее устойчивость, оптимальность предложений по составу систем и электропотреблению объектов и обосновать мероприятия по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации. Таким образом, в основу обоснования мероприятий по обеспечению устойчивого функционирования РСЭЭ и ЭЭО потребителей, и, в целом, электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации, положен подход, синтезирующий и упорядочивающий применение существующих методов, позволяющий оценивать и обосновывать параметры электропотребления объектов на уровнях РСЭЭ.

Для оценки устойчивости электроэнергетического обеспечения территорий и объектов оборонно-промышленного комплекса и обоснования, на этой основе, мероприятий по повышению устойчивости функционирования региональных систем электроэнергетики и по обеспечению электроэнергетической безопасности территорий и объектов оборонно-промышленного комплекса разработана методика. Применение методики позволяет максимизировать эффективность ЭЭО объектов в условиях ресурсных ограничений и минимизировать влияние фактора неопределенности при планировании их электропотребления, а также разработать рекомендации по оптимизации структур видового состава электротехнических средств отдельных объектов и систем электроснабжения и электроэнергетических систем субъектов Российской Федерации.

Методика предполагает применение одного из трех видов гиперболических H -распределений (табл. 1) [1,4].

Учитывая, что величина электропотребления непрерывна, исследование проводится в ранговой форме и заключается в использовании данных по электропотреблению объектов, их обработке математическими методами, получении зависимости, связывающей

указанные характеристики со временем, и прогнозировании объемов электропотребления на заданный момент времени.

Основные этапы методики включают (рис. 4) [1]: сбор и обработку данных по электропотреблению; выбор и обоснование для объекта статических моделей; обработку информации об объекте исследования, ее уточнение и факторов, влияющих на устойчивость развития объекта по электропотреблению; непосредственно прогнозирование, то есть получение характеристик объекта на заданный момент времени; обоснование мероприятий по повышению устойчивости функционирования РСЭЭ и по обеспечению электроэнергетической безопасности объектов оборонно-промышленного комплекса.

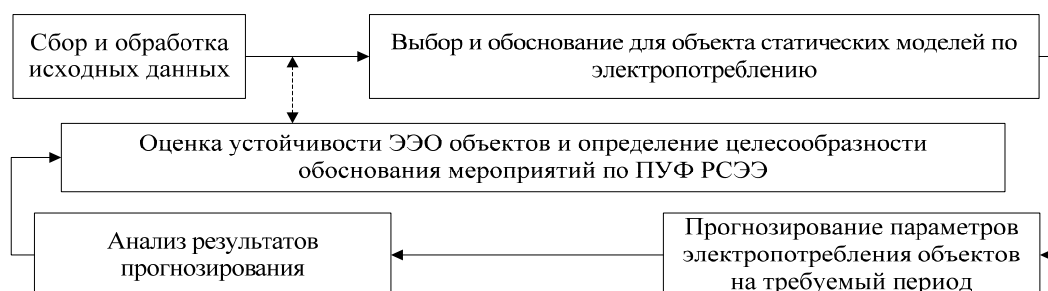


Рис. 4. Обобщенный алгоритм оценки устойчивости и прогнозирования параметров электропотребления объектов оборонно-промышленного комплекса

Таблица 1

Математическое представление H -распределения

Распределение	Ось абсцисс	Ось ординат	Форма записи
Видовое	Число изделий в виде. Дискретно	Количество видов с одинаковым количеством изделий. Дискретно	$\Omega(x) = \frac{W_0}{x^{1+\alpha}}$
Ранговое видовое	Ранг. Дискретно	Количество изделий в виде. Дискретно	$\Lambda(r) = \frac{B}{r^\beta}$
Ранговое по параметру		Значение параметра. Непрерывно	$W(r) = \frac{W_1}{r^\beta}$

Первым этапом является сбор и обработка исходных данных по электропотреблению объектов, предполагающий одновременно:

собственно сбор данных по ЭЭО объектов и табличное отображение данных по электропотреблению за выбранный временной период;

оценку устойчивости ЭЭО объектов и определение целесообразности обоснования мероприятий по повышению устойчивости функционирования РСЭЭ и по обеспечению электроэнергетической безопасности объектов оборонно-промышленного комплекса, используя показатели:

- устойчивости структуры РСЭЭ, определяющего уровень удовлетворения потребностей объектов в электроэнергии;
- подготовленности системы к устойчивому функционированию, характеризующего степень выполнения требований по повышению устойчивости;
- обоснованности мероприятий по повышению устойчивости функционирования системы, опирающегося на эффективность мероприятий, характеризуемую приростом показателя

теля устойчивости, где ожидаемый прирост определяется с учетом реализации предполагаемого комплекса мероприятий и без него, и на затраты, рассчитываемые с учетом возможного эффекта от безаварийной работы системы электроснабжения и бесперебойного электроснабжения потребителей, а также сроки разработки и осуществления мероприятий.

При принятии решения о необходимости разработки мероприятий по повышению устойчивости функционирования РСЭЭ и по обеспечению электроэнергетической безопасности объектов оборонно-промышленного комплекса осуществляется уточнение их данных по электропотреблению, выявление и исключение некорректных значений, замена их истинными или расчетными;

выделение исследуемой электроэнергетической системы и ее потребителей. Выделяется региональная система электроэнергетики, состоящая из одной или нескольких электроэнергетических систем; выделяются потребители и соответствующий им исследуемый параметр - месячное (годовое) электропотребление;

ранжирование объектов по электропотреблению, под которым понимается присваивание каждому из них ранга r – целого числа в порядке убывания исследуемого параметра электропотребления W_r , при этом объект-потребитель, имеющий максимальное электропотребление $W_{\max}$, получает ранг $r = 1$, ранг $r = 2$ получает объект, имеющий максимальное электропотребление из оставшихся, а объекту-потребителю, имеющему минимальное электропотребление, будет присвоен ранг, где n - количество исследуемых объектов. Если объекты имеют одинаковые ранги, им предлагается присваивать ранги подряд, так как чем больше коэффициентов распределения, тем точнее результаты его оценки. Общая сумма рангов должна совпадать с расчетной. В результате формируется ранговое распределение объектов по электропотреблению.

Следующим этапом методики является выбор и обоснование для объекта моделей по электропотреблению, при этом распределение значений подчиняется гиперболическому H -распределению, опирающемуся на бесконечно делимые распределения [5]. Практика статистического анализа показывает, что встречаются и другие зависимости, близкие к гиперболическим: степенная; логарифмическая; полиномиальная; экспоненциальная. Подбор зависимости выполняет аппроксимация эмпирических ранговых распределений, по результатам которой выбирается наиболее корректный. В качестве аппроксимационной модели предлагается использовать двухпараметрическую гиперболическую зависимость (табл. 1), основанную на применении рангового анализа - метода исследования больших технических систем-объектов, имеющего целью их статистический анализ, а также оптимизацию, и полагающего в качестве основного критерия форму видовых и ранговых распределений.

Ранговое H -распределение объемов электропотребления объектов является ранговым H -распределением по параметру, т.к. определено (табл. 1): если фигурирует какой-либо видообразующий параметр, то распределение является ранговым параметрическим, а если в качестве параметра рассматривается мощность (численность), то распределение называется ранговым видовым, где ранжируются виды, а в параметрическом - параметры объектов исследования.

При построении рангового по параметру H -распределения по оси абсцисс откладывается ранговая мощность объектов в порядке возрастания, по оси ординат - значения их электропотребления. Описание структуры является восходящим к ранговым распределениям Ципфа-Мандельброта [6] и принимает вид:

$$W(r) = \frac{W_1}{r^\beta}, \quad (1)$$

где $W(r)$ – значение электропотребления; r - ранг конкретного объекта; W_1 - максимальное значение параметра, которому соответствует первый ранг; β - ранговый коэффициент, задающий форму аппроксимирующей кривой.

Оценить значимость расхождения между фактическим и теоретическим распределениями позволяют критерии согласия, сводящиеся к проверке гипотезы о подчинении нормальному закону распределения, для чего целесообразно применение [1] критерия Колмогорова А.Н., заключающегося в принятии в качестве меры расхождения максимального значения абсолютной величины разности между эмпирической функцией распределения и соответствующей теоретической функцией. Оценить тесноту связи между признаками ранжированных объектов позволяет коэффициент ранговой корреляции Спирмена; если совокупность объектов характеризуется не двумя, а несколькими последовательностями рангов, и необходимо установить связь между несколькими переменными и меру их согласованности, тогда используется коэффициент конкордации рангов Кендалла.

Исследование β и W_1 сводится к оценке данных параметров, при этом для их определения могут быть применены различные методы, однако минимальная ошибка получена для метода наименьших квадратов. Практика применения H -распределений свидетельствует, что система устойчива, если

$$0,5 < \beta < 2, \quad (2)$$

при этом оптимальное состояние достигается при β , близком к единице.

На основе результатов исследования моделей, оценивающих устойчивость электроэнергетического обеспечения объектов, осуществляется переход к прогнозированию их параметров на требуемый период. Анализ моделей позволяет также выделить аномальные значения и определить отдельные объекты (подразделения, цеха и т.п.), влияющие на устойчивость электроэнергетического обеспечения объекта в целом. Сравнение прогнозных результатов с фактическими данными позволяет для каждого из объектов определить наиболее эффективный метод. Прогноз W_1 и β позволяет осуществить прогноз электропотребления по объекту и системе в целом. Статистический анализ может быть представлен в виде поэтапного исследования: показателей β и W_1 - динамики 1-го рода; и структурно-топологической динамики - динамики 2-го рода [4]. Прогнозирование на основе динамики 1-го рода включает следующие шаги:

рассчитываются показатели β и W_1 за известный период времени и за последний, перед прогнозным, период, определяется расчетный ранг, равный значению проекции рангового H -распределения на ось времени:

$$r = \left(\frac{W_{1_{i+1}}}{W_{j_{i+1}}} \right)^{\frac{1}{\beta_{i+1}}}, \quad (3)$$

где $W_{1_{i+1}}$ - фактическое значение первой точки (объекта с рангом $r = 1$) на последний интервал предыстории; $W_{j_{i+1}}$ - фактическое значение электропотребления остальных объектов на известный последний год предыстории; β_{i+1} - ранговый коэффициент на известный последний интервал предыстории;

принимая расчетный ранг неизменным, прогнозируется значение электропотребления на заданное число периодов вперед:

$$W_{(i+1)n} = \frac{W_{1_{(i+1)n}}}{r_{i+1}^{\beta_n}}, \quad (4)$$

где $W_{l_{(i+1)n}}$ - прогнозное значение аппроксимирующего коэффициента кривой H -распределения; β_n - прогнозное значение рангового коэффициента; $W_{(i+1)n}$ - прогнозное значение электропотребления;

оценивается ошибка прогноза, и разрабатываются мероприятия по ее устранению либо уменьшению.

Использование динамики основано на неизменности ранга объекта в структуре общего электропотребления объектов и позволяет упорядочить применение существующих методов прогнозирования к траекториям объектов.

Недостатком существующих методов прогнозирования является короткий горизонт прогнозирования (1-2 года), что можно устранить при создании динамической модели, отражающей процесс электропотребления объектов (на среднесрочную перспективу - 5-7 лет и более), и построении системы моделей рангового H -распределения объектов по электропотреблению.

Структурно-топологическая динамика предполагает прогноз параметра рангового H -распределения по системе моделей и построение его по прогнозным значениям. Суммарная величина электропотребления объектов, полученная путем прогнозирования ранговой поверхности (динамика 1-го рода), должна быть равна величине электропотребления, полученной по прогнозам отдельных объектов. Это позволяет оценить устойчивость электроэнергетического обеспечения объектов, уточнить потребности в электроэнергии классическими способами прогноза и выделить три группы объектов, требующих различного подхода: первая точка H -распределения; средние и малые объекты.

Первую точку формирует электропотребление одного или группы объектов [1,4]. Для получения моделей электропотребления следует применить классический метод технического анализа - экстраполяцию, учитывающий тенденцию развития электропотребления объектов. Параметры зависимостей между прогнозируемыми величинами определяют по их значениям с применением метода наименьших квадратов, а их уравнения - основа модели динамики электропотребления. Для регистрации изменений параметров и структуры тренда используют сглаживание с помощью скользящей средней.

Группа объектов с электропотреблением, ряд которого определяет значение рангового показателя β , называется пойнтер-кастой (средние объекты H -распределения), - структуру ее исследуют на основе анализа изменений рангов объектов по годам, при этом модели электропотребления и преобладающие факторы индивидуальны для объектов. Выбор моделей рекомендуется осуществлять с помощью индикатора выбора моделей прогнозирования [1]:

$$A_k = \sum_{i=1}^r A(r, t) - \sum_{i=1}^r [A_i(t) - A_k(t)], \quad (5)$$

где A_k - электропотребление расчетного объекта.

Первая сумма получается моделированием траектории суммарного электропотребления объектов и прогнозированием поверхности по динамике 1-го рода, для чего необходимы первая точка траектории и ранговый показатель; вторая сумма - электропотребление объектов без искомой траектории. Разность между прогнозами даст величину электропотребления объекта.

Учитывая, что для малых потребителей количество необходимой электроэнергии определяют, опираясь на мощность единичных электроприемников, величина их электропотребления определяется как разность между отпущенной электроэнергией $W_{\text{ЭЭС}}$ и учтенной W_r - суммой годового электропотребления объектов учета:

$$W_B = W_{\text{ЭЭС}} - \sum_1^n W_r. \quad (6)$$

Для оценки точности и проверки достоверности результатов прогнозирования параметров электроэнергетического обеспечения объектов рекомендуется использовать метод поверочной статистики.

Упорядочивание применения методов прогнозирования параметров электропотребления позволяет уточнить расчеты, рационально использовать электроэнергию, снизить вероятность принятия неправильного решения по повышению устойчивости электроэнергетического обеспечения объектов и вероятность возникновения ситуации, связанной с недостаточностью электроэнергетического обеспечения для объектов, за счет выявления резерва мощности.

При этом необходимо проводить мероприятия, обеспечивающие контроль потребления электроэнергии объектами и позволяющие перевести их в категорию объектов с применением моделей прогнозирования, для чего требуется построить H -распределение их видов деятельности по повторяемости, определить многочисленные и уникальные виды деятельности и развернуть видовое распределение в ранговое. Предлагаемый подход оценки устойчивости электроэнергетического обеспечения объектов позволяет уточнить потребности в электроэнергии для различных объектов и обосновать мероприятия по повышению устойчивости функционирования региональных систем электроэнергетики и по обеспечению электроэнергетической безопасности территорий и объектов оборонно-промышленного комплекса.

Оценка устойчивости электроэнергетического обеспечения объектов позволяет, одновременно, обосновывать и прогнозировать параметры их электропотребления, уточнить состав систем электроснабжения на разных уровнях иерархических систем, основываясь на представлении о региональной системе электроэнергетики как системе, имеющей устойчивую структуру.

Для электроснабжения объектов могут использоваться различные источники электрической энергии, при этом большие возможности по повышению эффективности использования ИЭЭ заложены в качественно организованной их эксплуатации.

Технико-экономические показатели, оказывающие влияние на выбор ИЭЭ, можно разделить на два класса: показатели, характеризующие свойства внешней среды, с которой связаны элементы ЭЭС (те, которые характеризуют режим электропотребления), и показатели используемых энергоресурсов; а также показатели, отражающие свойства ИЭЭ как элементов ЭЭС, которые целесообразно разделить на показатели, определяющие внешние связи ИЭЭ (с другими системами), и показатели, определяющие преимущественно внутренние связи (между ИЭЭ в пределах ЭЭС). Показатели первой группы формируют ограничения по оптимизации структуры электростанций, а, с другой стороны, влияют на приведенные затраты; показатели второй группы определяют приведенные затраты – показатель эффективности управления. При этом для ЭЭС характерны: множественность целей, сложность связей, иерархичность, вероятностный характер поведения, непрерывность развития, вследствие чего управление ими усложнилось. Поэтому требуется разработка более совершенных методов технико-экономической оптимизации структуры ИЭЭ, как одного из условий управления развитием региональных систем электроэнергетики.

Для решения этой задачи предлагается использовать модели H -распределения (таблица 1), описывающие статику системы и позволяющие исследовать движение видов электротехнических средств и их численности. При этом изменение численности любого из видов не меняет форму распределения, сколько ЭТС ни поступало бы в эксплуатацию и ни списывалось, – форма кривой не изменится, а может лишь колебаться в пределах границы коэффициента видового разнообразия α .

Синтез видовой структуры состоит из прогноза численности видов ЭТС по системе моделей и построения видового распределения по прогнозным значениям. Общим пока-

зателем является площадь под кривой рангового H -распределения; обобщенным, характеризующим разнообразие объектов, – ранговый показатель β ; показателем, характеризующим структуру множества ЭТС, – α . Данный подход рассмотрен на примере Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2020 года (Генсхема), которая содержит перечень типов энергоблоков (табл. 2, рис. 5), планируемых к строительству. В качестве объекта выделена Генсхема; семейство элементарных объектов – типы энергоблоков; вид – паровые конденсационные турбины (табл. 3, рис. 6).

В каждой системе существует одна редкая группа, где каждый вид представлен одним ЭТС (число видов W_1), и часто встречающиеся группы ЭТС, каждое из которых содержит по одному виду, численность которых велика.

Таблица 2

Ранговое видовое распределение типов энергоблоков, планируемых к строительству по Генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2020 г.

Ранг	Наименование турбины	Кол-во турбин в виде	Ранг	Наименование турбины	Кол-во турбин в виде
1	Газовая турбина 270 МВт	96	34	Паровая теплофикационная турбина 35 МВт	4
2	Паровая конденсационная турбина 130 МВт	55	35	Гидравлическая турбина 333 МВт	4
3	Паровая конденсационная турбина 660 МВт	36	36	Гидравлическая турбина 325 МВт	4
4	Паровая конденсационная турбина 330 МВт	35	37	Гидравлическая турбина 210 МВт	4
5	Газовая турбина 160 МВт	34	38	Паровая конденсационная турбина 800 МВт (ССКП)	3
6	Паровая теплофикационная турбина 24 МВт	24	39	Паровая теплофикационная турбина 60 МВт	3
7	Паровая турбина для атомных станций 1200 МВт	23	40	Паровая теплофикационная турбина 25 МВт	3
8	Газовая турбина 110 МВт	22	41	Газовая турбина 150 МВт	3
9	Газовая турбина 77 МВт	22	42	Гидравлическая турбина 155 МВт	3
10	Паровая конденсационная турбина 300 МВт	17	43	Гидравлическая турбина 107 МВт	3
11	Гидравлическая турбина 200 МВт	13	44	Паровая конденсационная турбина 800 МВт	2
12	Паровая теплофикационная турбина 160 МВт	12	45	Паровая конденсационная турбина 600 МВт (ССКП)	2
13	Паровая теплофикационная турбина 53 МВт	11	46	Паровая конденсационная турбина 110 МВт	2
14	Паровая теплофикационная турбина 180 МВт	11	47	Паровая конденсационная турбина 60 МВт	2
15	Газовая турбина 65 МВт	11	48	Паровая теплофикационная турбина 300 МВт	2
16	Паровая конденсационная турбина 225 МВт	9	49	Паровая теплофикационная турбина 105 МВт	2
17	Паровая теплофикационная турбина 110 МВт	9	50	Паровая теплофикационная турбина 40 МВт	2

Ранг	Наименование турбины	Кол-во турбин в виде	Ранг	Наименование турбины	Кол-во турбин в виде
18	Паровая конденсационная турбина 900 МВт (ССКП)	8	51	Газовая турбина 45 МВт	2
19	Газовая турбина 75 МВт	8	52	Гидравлическая турбина 215 МВт	2
20	Газовая турбина 70 МВт	8	53	Гидравлическая турбина 170 МВт	2
21	Гидравлическая турбина 195 МВт	8	54	Гидравлическая турбина 165 МВт	2
22	Гидравлическая турбина 1000 МВт	8	55	Гидравлическая турбина 150 МВт	2
23	Паровая теплофикационная турбина 130 МВт	7	56	Гидравлическая турбина 110 МВт	2
24	Паровая теплофикационная турбина 100 МВт	7	57	Паровая конденсационная турбина 215 МВт	1
25	Паровая турбина для атомных станций 300 МВт	6	58	Паровая конденсационная турбина 210 МВт	1
26	Гидравлическая турбина 220 МВт	6	59	Паровая конденсационная турбина 160 МВт	1
27	Паровая теплофикационная турбина 208 МВт	5	60	Паровая конденсационная турбина 100 МВт	1
28	Паровая теплофикационная турбина 185 МВт	5	61	Паровая конденсационная турбина 53 МВт	1
29	Газовая турбина 200 МВт	5	62	Паровая теплофикационная турбина 250 МВт	1
30	Гидравлическая турбина 300 МВт	5	63	Паровая теплофикационная турбина 65 МВт	1
31	Гидравлическая турбина 100 МВт	5	64	Газовая турбина 265 МВт	1
32	Паровая конденсационная турбина 75 МВт	4	65	Паровая турбина для атомных станций 1000 МВт	1
33	Паровая теплофикационная турбина 80 МВт	4	66	Паровая турбина для атомных станций 800 МВт	1

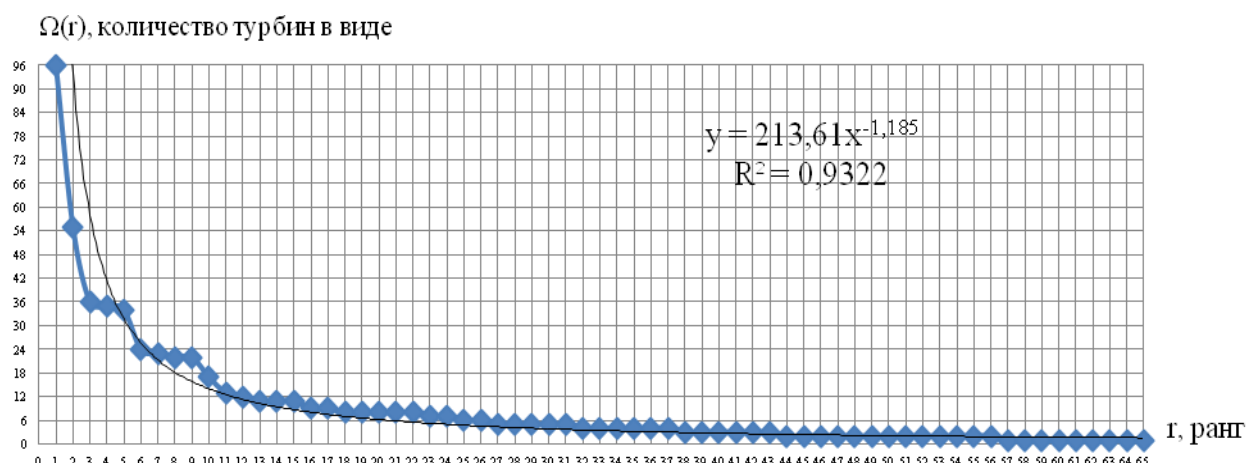


Рис. 5. Ранговое видовое H -распределение типов энергоблоков

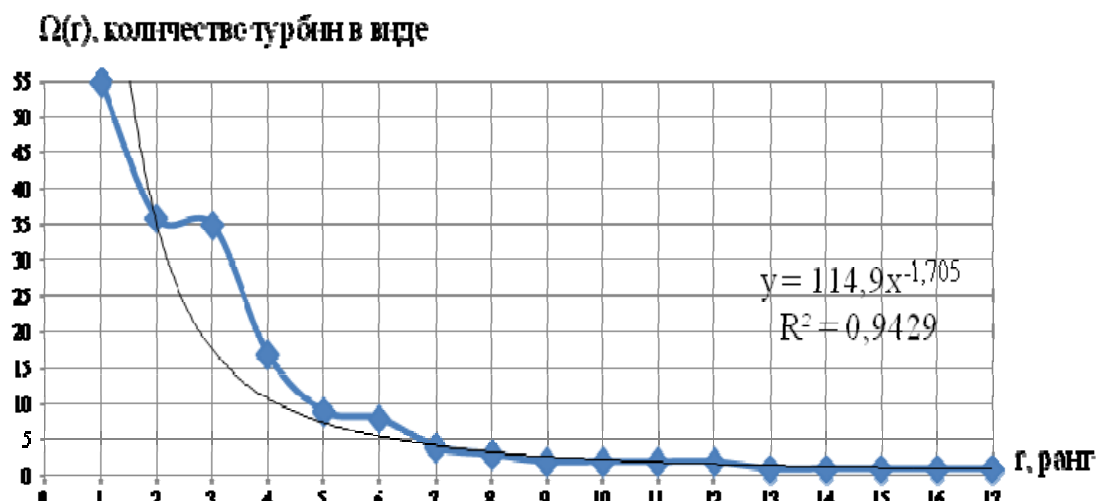


Рис. 6. Ранговое видовое H -распределение ПКТ

Таблица 3

Исходные данные для построения рангового видового распределения паровых конденсационных турбин (ПКТ)

Ранг	Наименование турбин	Количество турбин в виде	Ранг	Наименование турбин	Количество турбин в виде
1	ПКТ 130 МВт	55	10	ПКТ 600 МВт (ССКП)	2
2	ПКТ 660 МВт	36	11	ПКТ 110 МВт	2
3	ПКТ 330 МВт	35	12	ПКТ 60 МВт	2
4	ПКТ 300 МВт	17	13	ПКТ 215 МВт	1
5	ПКТ 225 МВт	9	14	ПКТ 210 МВт	1
6	ПКТ 900 МВт (ССКП)	8	15	ПКТ 160 МВт	1
7	ПКТ 75 МВт	4	16	ПКТ 100 МВт	1
8	ПКТ 800 МВт (ССКП)	3	17	ПКТ 53 МВт	1
9	ПКТ 800 МВт	2			

Как видно, Генсхема предполагает использование 66 типов турбин, из них 46 - для тепловых станций; газовых турбин мощностью 65 МВт и более предусмотрено 10 типов, хотя ведущие производители (Siemens, General Electric и др.) имеют 3-4 типа. Высокое разнообразие означает значительный уровень затрат на всех стадиях жизненного цикла энергоблока, при том, что типовые проекты позволяют осуществлять серийное производство оборудования и увеличивать надежность СЭС.

Методика может быть использована для разработки рекомендаций по оптимизации структур ЭТС, а результаты ее могут быть положены в основу прогнозирования потребностей объектов в ЭТС для обеспечения электроэнергетической безопасности территорий и объектов оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации.

Литература

1. Седнев В.А. Методология оптимального управления и прогнозирования параметров электропотребления объектов // В сборнике «Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2009». Труды третьей международной конференции. Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. - 2009. - С. 250-268.
2. Седнев В.А., Смуров А.В. Научно-методический подход поддержки принятия должностными лицами РСЧС решений на реализацию мероприятий по обеспечению электроэнергетической безопасности субъектов Российской Федерации в условиях чрезвычайных ситуаций // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2014. - №6. – С. 24-43.
3. Седнев В.А., Кудрин Б.И. Техноценологическая теория и ее применение для обеспечения электроэнергетической безопасности и устойчивого и эффективного экономического развития страны / Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2015. - №6. – С. 86-101.
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат. - 1995. - 416 с.
5. Гнеденко Б.В., Колмогоров А.Н. Предельные распределения для сумм независимых случайных величин. - М.: Гос. изд-во техн. лит. - 1949. - 264 с.
6. Mandelbrot B. Les objets fractals: forme, hazard et dimension. – Paris: Flammarion. -1975. – 192 p.

Сведения об авторах

Седнев Владимир Анатольевич, ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы МЧС России» (Академия ГПС МЧС России), профессор кафедры защиты населения и территорий, профессор, sednev70@yandex.ru, моб. тел. 89265312924, 84956172683. г. Москва, ул. Бориса Галушкина, инд.129366.

Смуров Артем Владимирович, ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы МЧС России», старший преподаватель кафедры гражданской защиты, smur_36@bk.ru, моб. тел. 89269518243, 84956172669. г. Москва, ул. Бориса Галушкина, инд.129366.

УДК 629.735.067

МЕТОДОЛОГИЯ ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА К АПОСТЕРИОРНОМУ ОЦЕНИВАНИЮ ВЕРОЯТНОСТИ АВИАКАТАСТРОФЫ С «ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ФАКТОРОМ»

Доктор техн. наук *А.Г. Гузий*, кандидат техн. наук *А.М. Лушкин*
ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр»

кандидат пед. наук *Ю.А. Майорова*
Московский психолого-социальный университет

Приведена технология апостериорного количественного оценивания риска авиационного происшествия на основе системного анализа априори оцениваемых вероятностных параметров. На примере катастрофы самолета Boeing-747-200F доказана необходимость и показана результативность логико-вероятностного подхода к идентификации и количественному оцениванию степени влияния факторов опасности. Показана возможность реализации прогностического метода управления уровнем безопасности полетов коммерческой авиации через априорное оценивания вероятности катастрофы в предстоящих полетах по накопленным статистическим и получаемым экспертным данным.

Ключевые слова: авиационные происшествия, риск, человеческий фактор, организационный фактор, фактор опасности, безопасность полетов.

THE METHODOLOGY OF PROBABILISTIC-LOGIC APPROACH TO A POSTERIORI ESTIMATION OF THE PROBABILITY OF THE CRASH WITH THE "HUMAN FACTOR"

Dr. (Tech.) *A.G. Guziy*, Ph. Dr. (Tech.) *A.M. Lushkin*,
«UTair» Airlines

Ph.D (Ped.) *J.A. Mayorova*
Moscow Psychological and Social studies University

The technology posteriori quantitative assessment of the aviation incident risk on the basis of a systematic analysis of the a priori estimate of the probabilistic parameters. On the example of the crash of Boeing-747-200F the necessity and shown the performance of probabilistic-logic approach to identification and amount assessment of the degree of the risk factors influence. The possibility of realization of predictive control methods level of safety in commercial aviation using an a priori estimation of the probability of disaster in the upcoming flights on the accumulated statistical and expert data get.

Keywords: accident, risk, human factor, organizational factor, the danger factor, safety.

Практика – критерий истины, поэтому любое авиационное происшествие (АП) является незаменимым источником знаний для безопасности полетов (БП), как направления авиационной науки, следовательно, каждое АП подлежит тщательному расследованию, глубокому анализу и детальному изучению причин и причинно-следственных связей.

Глубина анализа должна не только обеспечить однозначное выявление причины (причин) АП, но и способствовать идентификации всех факторов опасности (ФО), как способствующих, так и препятствующих развитию АП, и оцениванию значимости (степень влияния) и вероятности (частоты) проявления этих ФО [1, 2].

Международные стандарты и рекомендуемая практика [3-5] предписывают эксплуатантам воздушных судов (ВС) реализовывать реактивные, проактивные и прогнозные методы управления БП, при этом выявлять, анализировать и регистрировать ФО. В России такое требование распространено на всех поставщиков авиационных услуг [5]. Накопление исчерпывающей информации о всех АП дает возможность априори оценивать вероятность любой авиакатастрофы по совокупности взаимосвязанных причинных факторов. В авиационной отрасли бытует мнение о том, что авиакатастрофа – «неблагоприятное случайное стечение совокупности неблагоприятных обстоятельств». Но известна и другая точка зрения: случайность – непознанная закономерность. Известен миф о неповторяемости АП, как практически невероятного события («снаряд не попадает в воронку от снаряда»), тем не менее, расследователям авиационных происшествий известно такое явление, как «ксерокопирование авиационных событий».

Методология оценивания вероятности авиакатастрофы по априорной информации апробирована на катастрофе, произошедшей 22.12.1999 в 18:38 местного времени с грузовым самолетом Boeing-747-200F, борт HL-7451, авиакомпании Korean Air, сразу после взлета из Стенстеда (севернее Лондона) [6, 7]. Самолет разрушился и полностью сгорел, экипаж (4 человека) погиб. По версии Английского комитета по расследованию, наиболее вероятной причиной АП явилась искаженное восприятие пространственного положения командиром воздушного судна (КВС), обусловленное неисправностью инерциальной навигационной системы (ИНС) №1. Обстоятельства катастрофы окончательно были опубликованы только через пять лет, когда российские авиакомпании уже эксплуатировали Boeing-747-200 не только на грузовых, но и на пассажирских авиалиниях (авиакомпания «ТРАНСАЭРО»).

Для борта HL-7451 трагический полет 22.12.1999 был вторым в этот день, причем в обоих полетах изначально имело место искажение индикации пространственного положения (ИПП) самолета, с одинаковым проявлением, - на взлете. Первый полет завершился без осложнений, поэтому не был классифицирован даже инцидентом, а второй полет закончился катастрофой, хотя первопричина – одна, общая для обоих полетов (отказ ИНС №1).

В первом вылете из Ташкента сразу после взлета сработал компаратор сигналов, поступающих на указатели пространственного положения Attitude Direction Indicator (ADI) КВС и второго пилота (рассогласование по крену более 4 градусов). Включилась звуковая и световая сигнализация с загоранием красного табло INST WARN (ВНИМАНИЕ ПРИБОРЫ) и оранжевых сигналов ATT на табло Central Instrument Warning System. КВС сравнил показания своего ADI с показаниями ADI второго пилота и с показаниями резервного индикатора, обнаружил ошибку в индикации крена своего ADI и передал управление второму пилоту, а по окончании взлета переключил свой указатель на резервную ИНС №3. Разница в показаниях крена устранилась. После посадки КВС вернул переключатель в положение NORM, а бортинженер (БИ) сделал запись в журнале о неправильной индикации крена на ADI командира (согласно нормативным требованиям).

Во время стоянки в Стенстеде инженеры фирмы FLS Aerospace, выполняющей обслуживание самолетов авиакомпании Korean Air в Стенстеде, провели оперативное техническое обслуживание (ТО). Действуя, согласно личной логике (как оказалось, ложной) и вопреки требованиям справочника по устранению неисправностей (FIM), инженеры вместо требующейся замены ИНС №1 провели чистку контактов и тестирование исправного ADI командира. А справочник FIM предписывает в данном случае менять ИНС или переключить ADI с искаженной информацией на резервную ИНС.

В 16:30 прибыл сменный экипаж, пилоты которого имели существенную разницу в возрасте и летном стаже: командир - 57 лет, налет 13500 часов; второй пилот – 33 года, налет 1400 часов. О неисправности ИНС №1 сменный экипаж не знал, т.к. прибыл на самолет, когда неисправность считалась устраненной.

Разрешение на руление получено только в 18:25 (с наступлением темноты). Записи переговоров свидетельствуют о накоплении нервного напряжения, даже раздражительности у членов экипажа, особенно у КВС. Результат: экипаж воздерживался от общения с командиром в полете.

Взлет до входа в облачность (нижняя кромка – 130 м) прошел нормально. Но, как и в предыдущем полете, на 17-й секунде, на высоте 200 м, по команде с компаратора о рассогласовании показаний на индикаторах ADI включилась сигнализация. На высоте 400 м сигнализация сработала еще раз, но внимание экипажа, предположительно, было сконцентрировано на развороте в зоне мониторинга звуковой эмиссии. БИ несколько раз пытался привлечь внимание пилотов словами: «Указатель крена не работает». Пилоты, занятые пилотированием и радиопереговорами, не придали значения этой информации. От второго пилота докладов не поступало: либо был занят решением других задач и не обратил внимания на предупреждения, либо сознавал ситуацию, но, пребывая в подавленном состоянии после придинок командира, воздержался от обращения к нему. Есть основания и для третьей гипотезы (авт.): второй пилот информацию о неправильных показаниях на ADI воспринял, но, не установив, к которому из двух ADI она относится (поскольку сигнализация обезличена), считал неправильными показания на своем индикаторе и, положившись на опыт и авторитет командира, хранил молчание, не предпринимая никаких действий без указаний командира.

На высоте 650 м сигнализация включилась в третий раз, когда штурвал был отклонен на 30 градусов влево, самолет вошел в левый разворот, из которого уже не вышел. ADI командира показывал отсутствие крена. Столкновение с землей произошло с креном 90 градусов на 43-й секунде полета. Сигнализация отключалась принудительно, как минимум, дважды.

Авиакомпания Korean еще до трагедии начала избавляться от старых самолетов Boeing-747-200, поэтому к расследованию отнеслась без должной заинтересованности [7].

При первоначальном ознакомлении с материалами расследования создается мнение о данной катастрофе, как о некоторой практически невероятной совокупности проследовавших друг за другом крайне неблагоприятных событий, происхождение которых имеет случайный характер [8]. Но и случайные события подлежат оцениванию, тем более, по заведомо доступной для анализа информации.

Если рассматривать авиационно-транспортную систему «Человек – воздушное судно - среда», то системным анализом обстоятельств катастрофы выявляется закономерность ее развития в результате формирования соответствующих особых ситуаций (ОС) [3]:

- А - усложнение условий полета (УУП);
- В – сложная ситуация (СС);
- С – аварийная ситуация (АС);
- К – катастрофическая ситуация (КС).

Каждое из ОС с некоторой вероятностью формируется по соответствующей определенной совокупности количественно оцениваемых ФО из трех групп причинных факторов («Воздушное судно», «Среда», «Человек»).

1. «Воздушное судно». Техническая неисправность обусловила искажение индикации пространственного положения самолета по каналу крена на ADI командира, как результат повышенного ухода ИНС №1 по крену при отключенной маятниковой коррекции (отключается при выполнении маневра по скорости или в пространстве во избежание прихода ИНС к «ложному горизонту»).

Инженерным анализом обстоятельств катастрофы выявлен серьезный эргономический недостаток Boeing-747-200F [1]. Встроенный контроль синхронности индикации крена на ADI, реализованный на компараторе, не выявляет неисправную ИНС, а лишь требует от пилотов внимания к приборам загоранием обоих оранжевых сигналов АТТ (и у КВС, и у второго пилота одновременно). Не предусмотрена сигнализация канала (параметра), по которому фиксируется несоответствие показаний: по крену или по тангажу. Функции по предварительному распознаванию неправильно индицирующего ADI, выявлению отказавшего канала, принятию решения и переключению ADI с неисправной ИНС на резервную не автоматизированы, а возложены в полном объеме на члена экипажа. Это увеличивает функциональную нагрузку, отвлекает пилота от штатной деятельности, что крайне нежелательно на сложных этапах полета, к которым относится взлет. На последующих сериях Boeing-747 такой эргономический недостаток к 1999 году был устранен и эксплуатанты ВС, зная об этом, могли и должны были учитывать при организации авиационных перевозок. В дальнейшем Korean Air отказалась от эксплуатации Boeing-747-200F, но в рассматриваемой авиакатастрофе проявился, так называемый, «организационный фактор».

Технической особенностью рассматриваемого отказа ИПП является его проявление именно на взлете, когда коррекционные механизмы ИНС отключаются и погрешность измерения углов линейно возрастает в результате «ухода» гироскопов. В прямолинейном равномерном полете, как и при работе на земле, «уходы» автоматически компенсируются коррекционными механизмами.

При сложившейся практике оценки соответствия типа ВС нормам летной годности следует отметить, что не корректно оценивать вероятность развития ОС из-за отказов функциональных систем самолета, принимая при этом функциональную надежность экипажа за абсолютную, не оценивая степень снижения функциональной надежности в результате дополнительной нагрузки и отвлечения членов экипажа от штатной деятельности.

Характерно, что значительный процент ошибочных решений при определении отказа практически неизбежен для пилотов любой квалификации. Следовательно, если таким вариантом резервирования и удастся сохранить требуемый уровень БП по фактору «ВС», то уровень БП всей системы «Экипаж – воздушное судно - среда» неизбежно падает при отказе даже зарезервированного оборудования. Теряет смысл и понятие достоверности оценки вероятности зависимых совместных событий, если не учитывать их корреляции. Известный метод перебора гипотез, применяемый при условии независимости неблагоприятных факторов (на самом деле они зависимые), для определения вероятности БП приемлем лишь при оценке частного критерия благополучного исхода полета по фактору «ВС» (P_{BC}), который определяется как вероятность события, состоящего в том, что техника не отказала, а если отказы произошли, то экипаж парировал их последствия с некоторой вероятностью [10]:

$$P_{BC} = \prod_{i=1}^n (P_{BC_i} + q_{BC_i} \cdot r_{BC_i}) \quad (1)$$

где P_{BC_i} , q_{BC_i} - вероятность соответственно благополучного и неблагоприятного исходов в случае i -го отказа, обуславливающего развитие ОС;

n – общее (возможное) количество таких отказов в полете;

r_{BC_i} - условная вероятность парирования i -го отказа экипажем.

Ошибочно под функциональной системой рассматривать совокупность объединенных для решения общей задачи технических средств. При оценке вероятности благополучного исхода полета следует рассматривать каждую отдельно функционирующую систему

(подсистему) или техническое средство, включая резервные, т.е. те, отказ которых может привести к АП, поскольку оптимальное парирование такого отказа экипажем не гарантировано. Иначе, если обуславливающим развитие АП считать отказ всей системы ИПП с вероятностью $q_{ИПП}$, т.е. отказ всех трех ИНС с вероятностью $q_{ИНС}$ - каждая, когда $q_{ИПП} = q_{ИНС}^3$, то для обеспечения $q_{ИПП} = 10^{-9}$ (гарантированное соответствие нормам летной годности) достаточно обеспечить $q_{ИНС} = 10^{-3}$ (один отказ на 1000 часов). Но отказ даже одной ИНС, как показывает горький опыт, обуславливает развитие АП, если не парируется экипажем.

Вероятность отказа, как и вероятность безотказной работы некоторой i -ой системы за время t определяются через интенсивность отказов (λ_i): $q_{BC,i} \approx \lambda_i \cdot t$; $P_{BC,i} \approx 1 - \lambda_i \cdot t$.

В рассматриваемом случае при оценке вероятности отказа системы ИПП в полете следует учитывать не только интенсивность отказов системы и продолжительность второго полета (t_{II}), но еще, в качестве начальной составляющей, – вероятность отказа системы в предыдущем полете (за время t_I) и условную вероятность не устранения отказа к очередному полету по вине наземного персонала ($q_{ин}$):

$$q_{BC,i,II} \approx q_{ин} \lambda_i \cdot t_I + \lambda_i \cdot t_{II}. \quad (2)$$

2. «Среда». Ограниченная видимость: нижняя кромка облаков – 130 м, темное время суток на момент взлета.

Погодные условия в Ташкенте от 22.12.1999 (утро) не приводятся, но очевидно, что в декабре видимость в утреннее светлое время в Ташкенте лучше, чем в темное вечернее время в Стенстеде и вероятность отсутствия видимости горизонта на момент срабатывания сигнализации INST WARN во втором полете выше, чем в первом. Реальные зафиксированные условия на взлете в Стенстеде подтверждают справедливость такого заключения. Учитывая достоверность прогноза погоды, при априорной оценке риска АП вероятность отсутствия видимости горизонта, т.е. УУП, при взлете в Стенстеде в СМУ, можно принять: $q(A_{CMV}) = 0,6$.

Данные о сложности маневрирования на взлете в Ташкенте отсутствуют. В Стенстеде условия на взлете были усложнены наличием мониторинга шумовой эмиссии. Степень загруженности экипажа на взлете не считается фактором риска в нормальных условиях, но при отказах систем ВС и неблагоприятном влиянии среды функциональная надежность экипажа снижается. Следовательно, условная вероятность $r_{BC,i}$ в выражении (1) является многомерной функцией, один из аргументов которой – степень сложности выполняемых задач [11].

3. «Человек». Нарушение правил технического обслуживания наземным персоналом при устранении неисправности. Снижение функциональной надежности экипажа при УУС.

Неисправность ИПП, дважды проявившаяся в полетах Boeing-747-200F HL-7451 22.12.2005, относится к тем, которые не подтверждаются при включении систем в наземных условиях без принудительного отключения коррекционных механизмов. Этим обуславливается обязательность устранения неисправности в строгом соответствии с предписанием справочника FIM.

Опыт эксплуатации и результаты анонимных опросов персонала показывают, что при интенсивной летной работе, особенно в отрыве от базового аэродрома, 10 - 20% неисправностей, выявленных в полете (из числа не включенных в MEL), к очередному вылету

не устраняются по разным причинам: как по вине персонала, так и по вине руководства авиакомпаний (из стремления к регулярности выполнения полетов, т.е. к их доходности). И это тоже – организационный фактор. Из признания опытных пилотов: строгое следование предписаниям руководства FCOM (Flight Crew Operation Manual) иногда ведет к уменьшению зарплаты (факт финансовой мотивации на повышение риска АП).

Более того, существует вероятность ввода неисправности на исправном самолете ошибочными действиями персонала при выполнении ТО и вероятность ввода дополнительной (вторичной) неисправности при устранении предыдущей. Такого рода статистика, как правило, не находит отражения в анализах уровня летной годности ВС при отказах функциональных систем по результатам эксплуатации, следовательно, не учитывается при оценке суммарной вероятности особых ситуаций из-за отказов отдельных функциональных систем и самолета в целом. Тем не менее, если имеют место вылеты с неисправностями, то в выражении (2) следует принимать: $q_{ИП} = 0,1 - 0,2$ (в зависимости от технологического и исполнительского уровня выполнения ТО). Следовательно, если принять что средняя продолжительность полета 5 часов, интенсивность отказов ИНС $\lambda_{ИНС} = 10^{-4} / ч$, а $q_{ИП} = 0,1$, то вероятность неисправного состояния ИНС во втором полете: $q_{ИНС_{II}} = 0,55 \cdot 10^{-4}$. Учитывая, что ИНС в составе средств, обеспечивающих ИПП, существенно менее надежна, можно принять: $q_{ИПП} \approx q_{ИНС_{II}} = 0,55 \cdot 10^{-4}$.

При развитии ОС в полете основные функции по ее парированию принадлежат экипажу, причем исправлению подлежат не только ситуации, обусловленные влиянием причинных факторов «ВС» и «Среда», но и ошибки, допущенные действиями или бездействием членов экипажа. При внезапном поступлении ложной, противоречивой, неопределенной информации действия члена экипажа в полете оказываются ненадежными более чем в 60% случаев [12]. Отсюда, условная вероятность не исправления командиром сложной ситуации (В), обусловленной УУП (А) при отказе ИПП в СМУ: $q[B_{КВС} / (A_{ИПП} \cdot A_{СМУ})] = 0,6$.

Психологическими обследованиями летного состава, проведенным специалистами ЦНИИ МО РФ, в каждом шестом экипаже выявлены низкая психологическая совместимость и неудовлетворенность от совместной работы, т.е. при комплектовании экипажей без учета совместимости вероятность низкой психологической совместимости пилотов в экипаже: $q(A_{Эк}) = 0,17$. В таких экипажах зарегистрировано увеличение на 30 – 40% количества ошибочных действий в особых ситуациях по сравнению с экипажами, укомплектованными с учетом психологической совместимости. Следовательно, условная вероятность не исправления ОС экипажем при достоверно низкой психологической совместимости пилотов (т.е. при $q(A_{Эк.дост.}) = 1$):

$$q\{B_{Пил} / (A_{ИПП} \cdot A_{СМУ} \cdot A_{Эк.дост.})\} = 0,8; \quad (3)$$

а при комплектовании экипажей без учета психологической совместимости (т.е. случайным образом, при $q(A_{Эк}) = 0,17$):

$$q\{B_{Пил} / (A_{ИПП} \cdot A_{СМУ} \cdot A_{Эк})\} = 0,65. \quad (4)$$

В рассматриваемом трагическом полете имел место фактор, называемый «градиентом авторитета внутри кабины (ТАГ)», который, с точки зрения БП, не должен быть ярко выраженным между КВС и вторым пилотом. Этот фактор для корейского экипажа усугубля-

ется особенностью национальных традиций в отношениях между старшими и младшими, как по возрасту, так и по занимаемому положению. Знание такого ФО побудило руководство корейской авиакомпании принимать на работу пилотов иной ментальности, но на пилотов HL-7451 это не распространилось (организационный фактор).

Анализ аварийности в авиации показывает, что недостатки во взаимодействии членов экипажей более чем в 50% АП оказали негативное влияние на развитие ОС, а в ряде случаев являлись непосредственными источниками их возникновения [13].

При анализе условий и обстоятельств АП, связанных с нарушением пространственной ориентировки, обращает на себя внимание факт недооценки влияния рефлексов с вестибулярного аппарата на развитие пространственной дезориентации в случае глубокого крена, при пикировании или кабрировании. В этих случаях на человека действуют линейные, угловые и кариолисовы ускорения, вызывающие вестибулярные рефлексy, провоцирующие иллюзорное восприятие движения ВС в пространстве. Изменения по крену и тангажу в рассматриваемом полете до разворота имели плавный характер и необходимо принять во внимание, что доверие к показаниям приборов, вырабатываемое всем процессом летной работы, приводит к тому, что пилот больше верит приборам, чем себе. Кроме того, считается, что при возникновении иллюзий пространственного положения полное доверие к показаниям приборов особенно необходимо. В поиске объяснений действиям командира Boeing 747-200F возникло предположение о том, что опытный пилот до последних секунд верил показаниям своего ADI, поскольку на нем не выпал красный флажок АТТ сигнализации отказа.

Проверка сигнализации рассогласования показаний на ADI производится выключением (не включением) одной из ИНС. При этом срабатывает сигнализация INST WARN и АТТ, на неработающем ADI выпадает красный флажок (реакция на отсутствие питания, но не на рассогласование сигналов!). При рассогласовании показаний на ADI в полете питание от приборов не отключается и красный флажок **не выпадает**. Как показал опрос пилотов в авиакомпании «Волга-Днепр» (2006 г.), более 90% пилотов Boeing-747-200 доверяли индикации горизонта на ADI в данной ситуации [6].

Расследованием установлен факт эмоционального напряжения у членов экипажа, особенно у КВС. При чрезмерном напряжении сужается объем внимания, нарушается восприятие, что проявляется в не обнаружении адресованных пилоту сигналов, могут остаться незамеченными даже сигналы тех индикаторов, на которые пилот смотрел [13]. При отсутствии сигнализации отказов среднее время обнаружения рассогласования показаний приборов – 90с, время опознания - до 25с, вероятность обнаружения и опознания соответственно – 0,88 и 0,9 [13]. Наличие сигнализации сокращает время обнаружения, но в данном случае сигнализация не была адресной. А от первого срабатывания сигнализации до столкновения с землей прошло 26 с (время, требуемое только на опознание отказа).

Практика расследований показывает, что лишь в 12% случаев преодоления ОС экипаж работает согласованно. В остальных случаях согласованность в действиях экипажа нарушается, каждый член экипажа, прежде всего командир, изолируются, полагаясь на свой опыт, хотя обязательная подготовка экипажей по программе управления ресурсами CRM (Crew resource management) предусматривает использование всех располагаемых ресурсов, т.е. имеет место нарушение функционирования потребностно-мотивационной сферы [14], как результат нарушения CRM. В рассматриваемом событии экипаж обуславливал те 88% событий, когда ОС не преодолевается. Следовательно, условная вероятность не преодоления экипажем ОС типа аварийная (С):

$$q\{C_{Эк} / [B_{Пил} / (A_{ИПП} \cdot A_{СМУ} \cdot A_{Эк})]\} = 0,88. \quad (5)$$

По информации об идентифицированных и количественно оцененных (априори оцениваемых) ФО в полетах 22.12.1999 вероятность катастрофы может быть оценена на основании зависимости:

$$q(K) = q(A_{ИПП} \cdot A_{СМУ} \cdot A_{Эк} \cdot B_{Пил} \cdot C_{Эк}). \quad (6)$$

Поскольку $A_{ИПП}, A_{СМУ}, A_{Эк}$ - события независимые, а $B_{Пил}, C_{Эк}$ - зависимые, то:

$$q(K) = q(A_{ИПП}) \cdot q(A_{СМУ}) \cdot q(A_{Эк}) \cdot q\{B_{Пил} / (A_{ИПП} \cdot A_{СМУ} \cdot A_{Эк})\} \cdot q\{C_{Эк} / [B_{Пил} / (A_{ИПП} \cdot A_{СМУ} \cdot A_{Эк})]\}.$$

По предварительно исследованным ФО определено, что в первом полете оценка вероятности катастрофы, обусловленной отказом ИНС №1, не превышала 10^{-7} , а во втором полете – более $3 \cdot 10^{-5}$, т.е. при равной функциональной надежности экипажей **во втором полете риск был выше более, чем в 300 раз**. Если отказ ИНС во втором полете считать событием достоверным, то оценка вероятности катастрофы ночью в СМУ для экипажа, укомплектованного без учета психологической совместимости, - **0,06**, а для экипажа с несовместимостью (имело место) – **0,34**.

Приведенные оценки вероятности катастрофы получены по априорным данным, что подтверждает возможность априорного оценивания вероятности катастрофы в предстоящих полетах [8]. Практическим внедрением процедуры априорного оценивания вероятности АП в предстоящих полетах реализуется прогнозная стратегия БП в СУБП авиакомпании.

Наиболее сложные и наукоемкие процедуры в такой СУБП:

- идентификация ФО, т.е. выполнение Постановления Правительства РФ № 1215, обязывающего всех поставщиков авиационных услуг выявлять и регулярно представлять информацию о ФО [2];
- количественное оценивание вероятности проявления ФО и условной вероятности развития ОС при наличии/отсутствии факторов, препятствующих развитию ОС.

Процедура количественного оценивания вероятности проявления ФО и условной вероятности развития ОС обеспечивается анализом статистических данных об АП и инцидентах, накопленных в Автоматизированной системе обеспечения безопасности полетов гражданских воздушных судов РФ или в Архиве материалов расследований инцидентов и производственных происшествий Росавиации (репрезентативность статистических данных о ФО находится под влиянием организационного фактора на государственном уровне), а также анализом экспертных данных, учитывающих условия эксплуатации ВС и особенности видов деятельности конкретной авиакомпании [15] при нерепрезентативности статистических данных о ФО).

Таким образом, в рамках СУБП эксплуатанта ВС представляется возможным оценивание вероятности АП, т.е. риска для БП, в каждом предстоящем полете по результатам статистического анализа ФО и экспертного анализа условий предстоящего полета с учетом функциональной надежности конкретного экипажа.

Литература

1. Правила расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в Российской Федерации. - М.: Авиатиздат. - 1998. – 140с.
2. О порядке разработки и применения систем управления безопасностью полетов воздушных судов, а также сбора и анализа данных о факторах опасности и риска, создающих угрозу

безопасности полетов гражданских воздушных судов, хранения этих данных и обмена ими. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. N 1215, г. Москва.

3. Приложение 6 к Конвенции о Международной гражданской авиации. Эксплуатация воздушных судов. Часть 1. Международный коммерческий транспорт. Самолеты. Изд. 9-е. – ИКАО. - 2010. – 310 с.

4. Doc 9859 – ИКАО Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). Изд. 3-е. - Монреаль: ИКАО. - 2013. – 300 с.

5. IOSA Standards Manual. 11-th Edition. – IATA. - 2017.

6. Гузий А.Г. Апостериорный анализ факторов риска катастрофы самолета Boeing 747-200F по априорным данным.// Труды общества независимых расследователей авиационных происшествий (Выпуск 18). – М. - 2006. С. 237-254.

7. Аралов Г.Д. Роковая ошибка.// Проблемы безопасности полетов, №1, 2005.

8. Гузий А.Г., Лушкин А.М. Идентификация и количественное оценивание факторов риска авиационного происшествия по материалам расследования катастрофы Boeing 747-200F авиакомпании Korean Air.// Разработка и внедрение корпоративной системы управления безопасностью полетов. Материалы открытой научно-практич. конф. авиакомпании «ТРАНСАЭРО» 23 октября 2008г./ Под общей ред. А.Г. Гузиев. – М. - 2009. С.92-103.

9. Гузий А.Г., Онуфриенко В.В. Методология предотвращения авиационных происшествий через активное управление уровнем безопасности предстоящих полетов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. - 2006. № 3. - С. 52–60.

10. Безопасность полетов./ Под ред. Р.В. Сакача. – М.: Транспорт. - 1989.

11. Авиационная медицина./ Под ред. Н.М. Рудного, П.В. Васильева, С.А. Гозулова. – М.: Медицина. - 1986.

12. Пономаренко В.А. Авиация – черное и белое. – М. - 1995.

13. Пономаренко В.А., Лапа В.В., Чунтул А.В. Деятельность летных экипажей и безопасность полетов. – М.: Полиграф. - 2003. – 202 с.

14. Хрестоматия человеческого фактора в авиации через призму безопасности полетов: В 2-х томах / Под общ. ред. С.Д. Байнетова, сост. В.А. Пономаренко, Р.Н. Макаров. – М. - 2010. - Т.1. – 715 с.

15. Гузий А.Г., Лушкин А.М., Майорова Ю.А. Теория и практика экспертного анализа состояний сложных динамических систем [Текст]: монография / А.Г. Гузий, А.М. Лушкин, Ю.А. Майорова. – М.: ИД Академия Жуковского. - 2015. – 128 с.

Сведения об авторах

Гузий Анатолий Григорьевич – профессор, заместитель директора по управлению безопасностью полетов ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр». 62025, Тюмень, ул. Интернациональная, 181, тел. моб.+79151828637, E-mail: anatoliy.guziy@utair.ru

Лушкин Александр Михайлович – заместитель генерального директора по управлению безопасностью полетов ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр». 625025, Тюмень, ул. Интернациональная, 181, тел. +7(499)7490147, моб.+79853317130, E-mail: alexander.luskin@utair.ru.

Майорова Юлия Анатольевна – член-корреспондент Международной академии проблем Человека в авиации и космонавтике, И.О. заведующего кафедрой Московского психолого-социального университета. 115191, Москва, 4-й Рощинский проезд, 9а, тел. 8-926-469-58-43, E-mail: jul_g@mail.ru.

УДК 629.735.067

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ "РЕЗУЛЬТАТ/СТОИМОСТЬ" В КОММЕРЧЕСКОЙ АВИАЦИИ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

А.В. Фокин

Министерство транспорта Российской Федерации

Кандидат пед. наук *Ю.А. Майорова*

Московский психолого-социальный университет

Предложен методологический подход к решению дилеммы коммерческой авиации «безопасность коммерческих полетов – рентабельность полетов» через оптимизацию системного управления уровнем безопасности полетов по критерию «результат/стоимость» (максимум отношения степени повышения уровня безопасности полетов к затратам на достижение этого повышения). Приведен алгоритм решения оптимизационной задачи в системе управления безопасностью полетов эксплуатанта воздушного судна.

Ключевые слова: безопасность полетов, критерий управления, риск, авиационное происшествие, вероятность, стоимость, эксплуатант воздушных судов.

THE CRITERION "RESULT/COST" IN COMMERCIAL AVIATION FOR THE REGULATION OF SAFETY

A.V. Fokin

Ministry of Transport of the Russian Federation

Ph.D (Ped.) *J.A. Mayorova*

Moscow Psychological and Social studies University

Suggested methodological approach to solving dilemma of commercial aviation "security of commercial flights — ratability of flights" through the optimization of flights security management system is based on "result/cost" criteria (maximum ratio of flights security increase to costs of such increase). Algorithm of solving optimization objective in flight security management system of aircraft is given.

Keywords: flight security, management criteria, risk, aircraft accident, probability, cost, aircraft operator.

Исходящая из стандартов и рекомендованной практики ИКАО, инициированная в отечественной гражданской авиации в 2008 году, активная стратегия превентивного управления уровнем безопасности полетов (БП) направлена, в первую очередь, на предотвращение авиационных происшествий (АП) через снижение статистической вероятности (частоты) АП при выполнении полетов [1].

Рекомендованная ИКАО к разработке, внедрению и развитию система управления безопасностью полетов (СУБП) эксплуатантов воздушных судов (ВС) предусматривает эффективный менеджмент без снижения ожидаемой прибыли при предоставлении авиационно-транспортных услуг. Управление безопасностью полетов названо одной из основных бизнес-функций эксплуатанта ВС [2].

В условиях рыночной экономики, особенно в условиях кризисных явлений, при наблюдающемся дефиците финансовых ресурсов, очевидно, что авиакомпании, как и любые другие коммерческие организации, должны осуществлять управление (в том числе и управление БП) не только результативно, но и эффективно. С учетом сложившейся экономической ситуации в России, когда авиакомпании не могут себе позволить вкладывать огромные средства в долгосрочные и дорогостоящие (наукоемкие) мероприятия, все шаги, направленные на повышение уровня БП, должны обеспечивать достижение приемлемого (установленного в авиакомпании) уровня при минимальных затратах.

Общеизвестно, что БП требует очевидных, зачастую не окупаемых, тем не менее крайне необходимых затрат, потребность в которых может оставаться незамеченной при отсутствии АП. Решение руководства авиакомпании излишне увеличить выделение ресурсов на защиту может отрицательно повлиять на ее финансовое состояние и, в конечном счете, привести к банкротству. Поэтому важно определить границы оптимального управления уровнем БП с гарантией обеспечения приемлемого (установленного в авиакомпании) уровня БП.

Практика бизнес-управления в области БП преследует цель создания некоторого пространства безопасности, в котором организация функционирует, предоставляя авиационно-транспортные услуги с гарантией пребывания в пределах устойчивости к факторам опасности, свойственным летной практике (рис. 1).

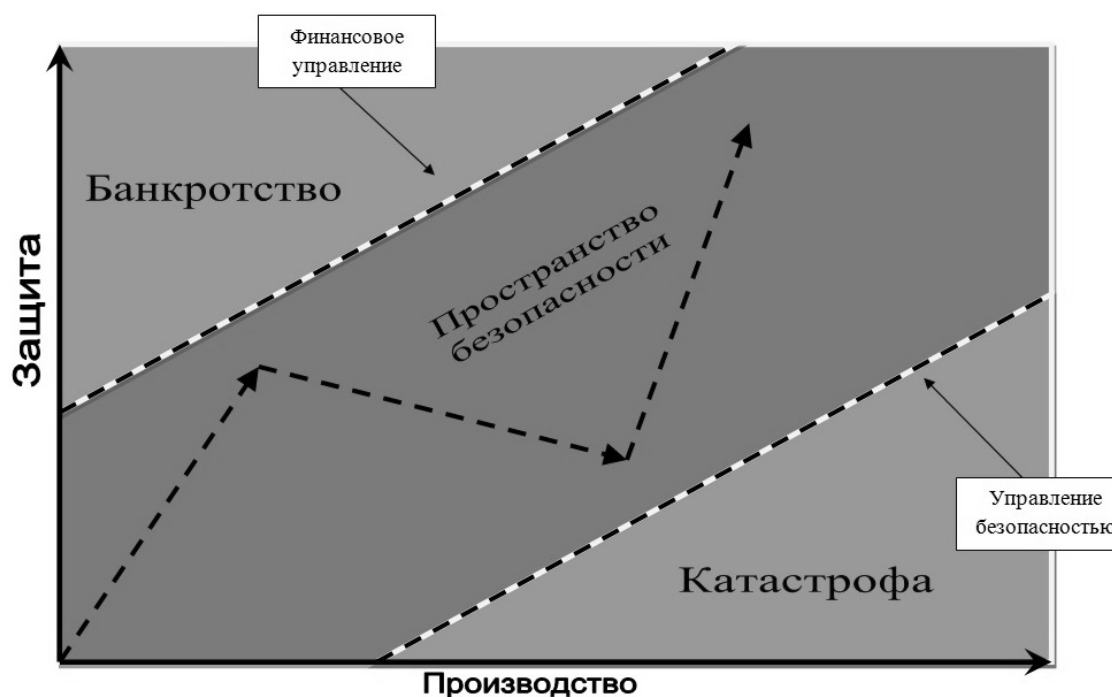


Рис. 1. Пространство безопасного функционирования авиакомпании

Появление авиационного события (АС), особенно АП, влечет за собой значительные финансовые и репутационные потери для предприятия коммерческой авиации. При этом воздействие на риски для БП через управленческие воздействия является механизмом снижения совокупного ущерба на величину, равную потенциальному ущербу, который мог быть нанесен. Затраты на мероприятия по повышению уровня БП окупаются за счет сокращения ущерба от АС. Таким образом, оперировать приходится с учетом суммарных издержек.

С точки зрения эффективного менеджмента, оптимальным управлением по затратам ($C_{\text{опт}}$) является режим соблюдения минимума суммарных затрат (C_{min}), который далеко не всегда соответствует приемлемому (установленному в авиакомпании) уровню БП ($P_{\text{БП уст}}$) [3] (рис. 2).

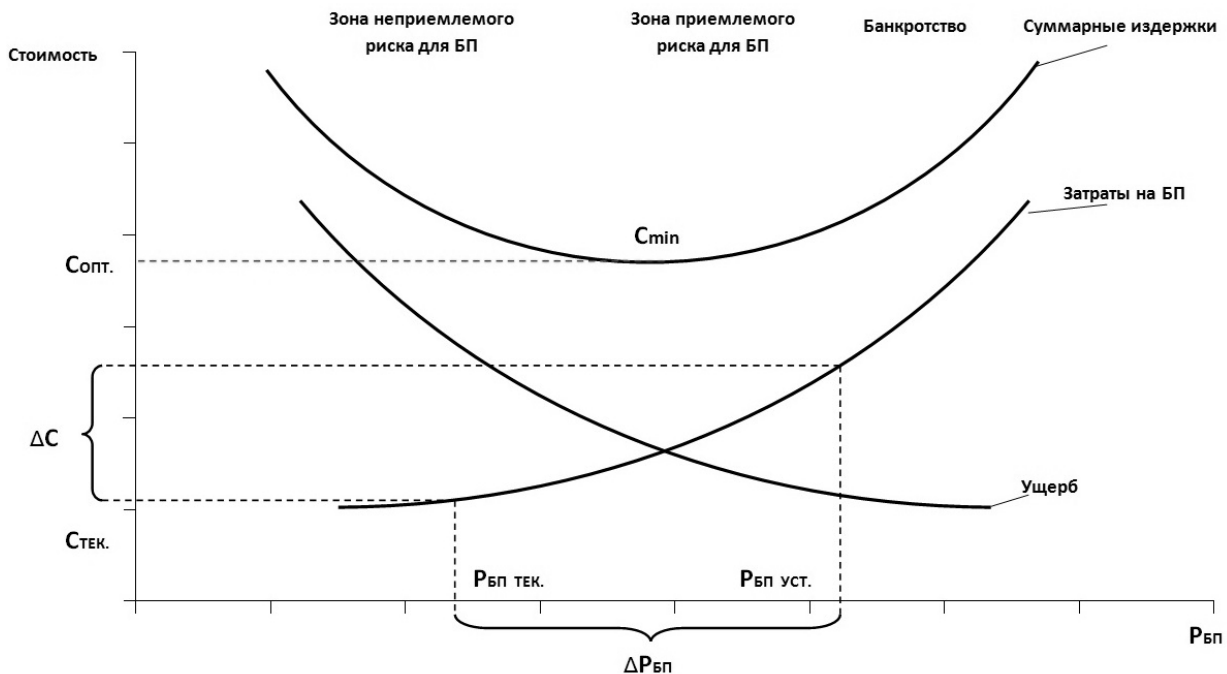


Рис. 2. Соотношение вероятности безопасных полетов и затрат

Имея в авиакомпании некоторый текущий (достигнутый) уровень БП ($P_{\text{БП тек.}}$), на достижение установленного уровня ($P_{\text{БП уст}}$) требуются дополнительные затраты (ΔC). Проблема параметрического управления уровнем БП решена лишь в ведущих авиакомпаниях [4, 5]. При наличии установленного уровня БП и решении задачи прогнозирования [6] появляется возможность оптимизации управления по критерию эффективности [3].

В соответствии с терминологией ISO 9000:2000 [7], эффективность – соотношение достигнутых результатов ($\Delta P_{\text{БП}}$) и использованных ресурсов ($\Delta C_{\text{БП}}$) [3, 8]:

$$\mathcal{E} = \Delta P_{\text{БП}} / \Delta C_{\text{БП}}. \quad (1)$$

Тогда оптимальным управлением уровнем БП будет управление, при котором достигается максимум целевой функции:

$$\mathcal{E}^* = \max_{X_i} \frac{\Delta P_{\text{БП}}(X_i)}{\Delta C_{\text{БП}}(X_i)} \quad (2)$$

где X_i - набор управленческих решений по управлению уровнем БП;

$\Delta P_{\text{БП}}(X_i)$ – приращение вероятности безопасного полета, обусловленное воздействием набора управленческих решений X_i ;

$\Delta C_{\text{БП}}(X_i)$ – затраты, необходимые для реализации управленческих решений X_i .

Если ввести обозначения: $\mathcal{E}_i$ - эффективность X_i -го набора мероприятий, R_i - ранг X_i -го набора мероприятий, то результаты исследования можно представить в виде таблицы.

Таблица 1

Результаты исследования

X_i		$\Delta C_{БП}(X_i)$	$\mathcal{E}_i$	R_i
X_1		$\Delta C_{БП}(X_1)$	$\mathcal{E}_1$	R_1
X_2		$\Delta C_{БП}(X_2)$	$\mathcal{E}_2$	R_2
X_3		$\Delta C_{БП}(X_3)$	$\mathcal{E}_3$	R_3
...	...	...	...	...
X_j		$\Delta C_{БП}(X_j)$	$\mathcal{E}_j$	R_j
...	...	...	...	...
X_{n-1}		$\Delta C_{БП}(X_{n-1})$	$\mathcal{E}_{n-1}$	R_{n-1}
X_n		$\Delta C_{БП}(X_n)$	$\mathcal{E}_n$	R_n

При отсутствии достаточного объема статистических данных в системе управления БП авиакомпании количественное оценивание вероятностных и стоимостных показателей выполняется методом экспертных оценок [9]. Оптимальное управление уровнем БП осуществляется по результатам ранжирования управленческих воздействий, исходя из критерия эффективности.

Структура управления представлена в виде алгоритма управления риском АП в СУБП авиакомпании (рис. 3) [10].

В отличие от стандартизованного алгоритма управления рисками алгоритм управления риском АП в системе управления безопасностью полетов эксплуатантов ВС дополнен:

- контуром частного оценивания риска АП по группам причинных факторов (обеспечивает синтез целевых управляющих воздействий);
- контуром оценки эффективности управления БП (обеспечивает оптимальность управления по критерию эффективности).

Таким образом, промежуточными результатами выполнения процедуры оптимизации управления уровнем БП по критерию эффективности достигается полное соответствие авиакомпании требованиям международных стандартов безопасности IOSA [11]. При этом обеспечивается приемлемый уровень риска для БП с минимизацией затрат на развитие СУБП эксплуатанта ВС, предусматриваемое международными стандартами и рекомендуемой практикой [2, 11, 12].

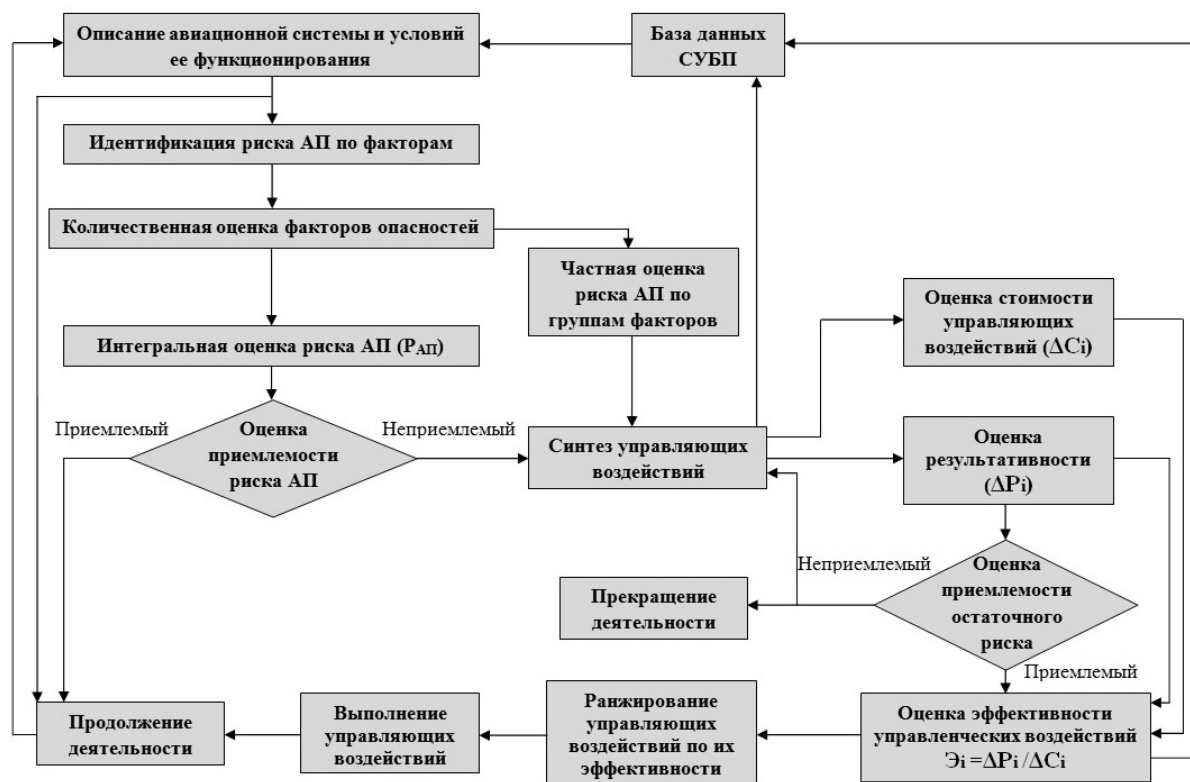


Рис. 3. Структура оптимального управления риском АП

Литература

1. Гузий А.Г., Лушкин А.М. Методологический подход к формированию корпоративной стратегии управления безопасностью полетов.// Проблемы безопасности полетов. Научно-технический журнал. 2008. № 9. - М.: ВИНТИ, 2008. С. 3 – 9.
2. Doc 9859 – ICAO Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). Изд. 3-е. - Монреаль: ИКАО. - 2013. – 300 с.
3. Гузий А.Г., Лушкин А.М., Щукин А.В. Методологический подход к оптимизации управления уровнем безопасности полетов по критерию эффективности.// Сборник трудов Общества независимых расследователей авиационных происшествий. Выпуск № 25. - М. - 2013. - С.189-195.
4. Гузий А.Г., Лушкин А.М. Вероятностное оценивание уровня аварийности в авиакомпании по совокупности авиационных событий в выполненных полетах.// Труды общества независимых расследователей авиационных происшествий (Выпуск 21). - М. - 2009. - С. 256-264.
5. Гузий А.Г., Лушкин А.М. Оценивание приемлемости уровня безопасности полетов по показателю относительного количества авиационных событий.// Труды Общества независимых расследователей авиационных происшествий (Выпуск № 22). - М. - 2010. - С. 349-357.
6. Гузий А.Г., Хаустов А.А. Выявление и анализ тенденций в уровне аварийности гражданской авиации.// Труды Общества независимых расследователей авиационных происшествий (Выпуск №22). - М. - 2010. - С. 358-370.
7. Гузий А.Г., Фаустов А.М., Фокин А.В. Управление уровнем безопасности полетов коммерческой авиации по критерию "Результат/стоимость".// Безопасность жизнедеятельности: Наука, образование, практика. Материалы VII Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. – Южно-Сахалинск. - 2016. – С. 206-209.
8. ISO 9000:2000, Система менеджмента качества. Основные принципы и словарь. ИСО, 2000.

9. Гузий А.Г., Лушкин А.М., Майорова Ю.А. Теория и практика экспертного анализа состояний сложных динамических систем [Текст]: монография / А.Г. Гузий, А.М. Лушкин, Ю.А. Майорова. – М.: ИД Академия Жуковского. - 2015. – 128 с.
10. Гузий А.Г., Лушкин А.М., Мишин А.В. Система управления безопасностью полетов в гражданской авиации. Специальный курс обучения руководителей [Текст]: монография / А.Г. Гузий, А.М. Лушкин, А.В. Мишин – М.: ИД Академия Жуковского. - 2016 – 76 с.
11. IOSA Standards Manual. 11-th Edition. – IATA. - 2017.
12. Doc 10004 – ИКАО Глобальный план обеспечения безопасности полетов (2017-2019). Изд. 2. - Монреаль: ИКАО. - 2016. – 122 с.

Сведения об авторах

Фокин Андрей Владимирович – аспирант Московского государственного технического университета гражданской авиации, специалист 1-го разряда Департамента транспортной безопасности и специальных программ Министерства транспорта Российской Федерации. г. Москва, ул. Рождественка, д. 1, стр. 1. Телефон: 8-985-826-03-55, email: FokinAV@mintrans.ru

Майорова Юлия Анатольевна – кандидат педагогических наук, член-корреспондент Международной академии проблем Человека в авиации и космонавтике, И.О. заведующего кафедрой Московского психолого-социального университета. 115191, Москва, Рошинский 4-й проезд, 9а. Телефон: 8-926-469-58-43, email: jul_g@mail.ru.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ЛИТОСФЕРА-АТМОСФЕРА-ИОНОСФЕРА-МАГНИТОСФЕРА»: МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД¹

Доктор эконом. наук **Е.Л. Логинов**, доктор эконом. наук **А.А. Шкута**
Институт проблем рынка РАН, Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации

Обосновываются пути прогнозного оперирования оценочными параметрами состояний системы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» на основе дистанционного мониторингового зондирования при реализации взаимосвязей метастабильных состояний геосреды и геофизических процессов, детерминированных влиянием когерентно-резонансных ансамблей колебательных мод электромагнитных, акустико-гравитационных, ионизационных и т.п. возмущений, в рамках корреляции между возмущениями различной физической природы и сейсмической активностью с выявлением многопараметрической синхронизации квазигармонических колебаний. В результате получения прогноза создается возможность как применения стандартных мер подготовки

¹ Статья подготовлена при выполнении федерального задания по теме «Научно-технологическое развитие экономики отраслевых рынков» (№ 0163-2016-0007)

к возможным чрезвычайным ситуациям (землетрясению), так и реализации мер «гашения» амплитуды когерентных квазигармонических колебаний и создания условий их несимметричности путем принудительного возбуждения колебательных импульсов для «сброса» накопившихся напряжений в литосфере за счет серии небольших толчков, не создающих угрозы чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: литосфера, атмосфера, ионосфера, магнитосфера, зондирование, сейсмическая активность, квазигармонические колебания, когерентность.

FORECASTING SEISMIC ACTIVITY BASED ON REMOTE MONITORING SOUNDING OF THE "LITHOSPHERE-ATMOSPHERE-IONOSPHERE-MAGNETOSPHERE" SYSTEM: A MULTI-PARAMETER APPROACH

Dr. (Tech.) E.L. Loginov, Dr. (Tech.) A.A. Shkuta

Institute for Market Problems of the Russian Academy of Sciences, Finance University
under the Government of the Russian Federation

Settle way predictive operating performance parameters of system states "lithosphere-atmosphere-ionosphere-magnetosphere" based remote monitoring sensing when implementing interconnections metastable states geo-environment and geophysical processes deterministic influence coherently resonance bands of the vibrational modes of electromagnetic, acoustic gravity, ionization and M. Perturbations, within the framework of correlation between perturbations of different physical nature and seismic activity with the detection of multiparametric synchronization of quasiharmonic oscillations. As a result of obtaining the forecast, it is possible to use standard measures of preparation for possible emergency situations (earthquakes) and to implement measures for "quenching" the amplitude of coherent quasiharmonic oscillations and to create conditions for their asymmetry by forcing the vibrational pulses to "dump" the accumulated stresses in the lithosphere at the expense of A series of small tremors that do not create an emergency threat.

Keywords: lithosphere, atmosphere, ionosphere, magnetosphere, sounding, seismic activity, quasiharmonic oscillations, coherence.

Введение

Различные проявления сейсмической активности от отдельных толчков до землетрясений делают по-прежнему крайне актуальной проблему прогнозирования этих очень опасных явлений с целью противодействия чрезвычайным ситуациям [2]. В последний период развития методов дистанционного зондирования литосферы и атмосферы расширились возможности технических средств такого зондирования и, одновременно, обозначились новые подходы к использованию собранной информации о проходящих физических процессах [16]. Эффективное использование многопараметрического подхода к дистанционному мониторинговому зондированию системы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» расширит существующий инструментарий прогнозирования чрезвычайных ситуаций, а также создает возможность предотвращения катастрофического характера землетрясений путем упреждающей реализации мер «гашения» амплитуды когерентных квазигармонических колебаний и создания условий их несимметричности.

Многопараметрический подход к мониторингу суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера»

Одним из направлений совершенствования методов прогнозирования сейсмической активности является многопараметрический подход к организации дистанционного мониторингового зондирования применяемый к суперсистеме «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» [6; 12; 15]. По мнению многих авторитетных экспертов именно физические процессы, происходящие не только в литосфере, но в суперсистеме, объединяющей литосферу, атмосферу и ионосферу, формируют основу взаимодействия колебательных процессов, совокупность которых спрограммирует сейсмическую активность [4; 9].

Динамика мониторинга метастабильных состояний геосреды и их аналогов в рамках выявления многопараметрической структуры факторов, определяющих сейсмическую активность, позволяет выделить набор характеристик когерентно-резонансных ансамблей колебательных мод как части некой переходной активности суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера».

Исследование свойств этих объединений (ансамблей) колебательных мод формирует возможность прогноза выхода геосреды за пределы квазиустойчивых состояний как источника повышенных рисков возникновения чрезвычайных ситуаций в зависимости от неоднородности параметров колебаний с их определенной пространственной конфигурацией [1; 5].

К процессам выхода геосреды за пределы квазиустойчивых состояний может быть применена модель формирования в ней самоподдерживающихся колебаний с определенной пространственной конфигурацией. При этом хаотические пиковые проявления сейсмической активности могут быть представлены как внешние проявления многопараметрической синхронизации квазигармонических колебаний.

Необходимо разбиение переходной активности суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» таким образом, чтобы каждый ее агрегированный сегмент от верхней мантии до верхних слоев атмосферы (с учетом космической плазмы) представлялся как, своего рода, один макрообъект. Этот макрообъект включает в себя множество эволюционирующих подсистем, каждая из которых отвечает локальному состоянию краткосрочного относительного равновесия суперсистемы, которое может быть охарактеризовано консолидирующей «сверткой» колебательных мод в ансамбле образующие структуры. Это состояние суперсистемы сильно или слабосвязанное с когерентно-резонансными ансамблями колебательных мод находится в существенной зависимости от процессов формирования в ней самоподдерживающихся колебаний с определенной пространственной конфигурацией.

Анализ динамики функциональных взаимосвязей различных геофизических факторов

Для прогноза возможной чрезвычайной ситуации вследствие пиковой сейсмической активности требуется формирование пакета моделей мониторинга природных и природно-техногенных процессов, в т.ч. необходима оценка состояния геосреды и вероятности ее выхода за пределы квазиустойчивых состояний как источника повышенных рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. Оценка вероятности критической динамики геосреды может быть реализована на базе анализа динамики функциональных взаимосвязей различных геофизических факторов на основе многопараметрического анализа разнородных данных (включая профили температуры и влажности, электронной концентрации, локальные параметры ионосферной плазмы, потоков инфракрасного излучения и

пр.), получаемых в рамках постоянного мониторингового уточнения динамично меняющейся ситуации в системе «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера».

Здесь необходима возможность оперирования рабочими параметрами многопараметрического мониторинга сейсмоопасных территорий [7; 13]. При соответствующих вычислительных мощностях обеспечивается обработка полученной информации о процессах, происходящих в геосреде, в рамках переходной активности суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» [3; 8].

Для этого предполагается разработка набора тестов по прогнозированию электромагнитными возмущений, которые могут генерироваться как в литосфере, так и в атмосфере, ионосфере, магнитосфере и околоземном космическом пространстве (космической плазме) на основе анализа ретроспективы и текущей ситуации. Результаты тестирования должны обеспечить возможность повышения наблюдаемости системы в условиях неопределенности последствий, когда в фазовом пространстве системы одновременно наблюдаются устойчивые и неустойчивые циклы формирующие характеристики переходов между квазистационарными состояниями геосреды для возможности оперирования бифуркационными параметрами метастабильных состояний геосреды.

Если в результате воздействия полей различной природы когерентно-резонансные аномалии, свойственные конкретной территории [сейсмокогерентные проявления взаимодействия различных физических полей литосферы и атмосферы] в одном из сегментов этих элементов изучаемой суперсистемы выходят из метастабильных состояний геосреды, это может вызвать лавинообразный переход к синхронизации квазигармонических колебаний. В результате стимулируется сейсмическая активность в другом сегменте суперсистемы, а это может повлечь за собой каскадное возникновение аномальных возмущений в атмосфере, ионосфере и магнитосфере во взаимосвязи с сейсмической активностью (сейсмокогерентные проявления взаимодействия различных физических полей литосферы и атмосферы) во многих различных сегментах изучаемой геосреды.

Наблюдаемость состояний геосреды как инструмент прогнозирования чрезвычайных ситуаций

Критерии наблюдаемости состояний геосреды, при этом, должны быть ориентированы на агрегированный ансамбль колебательных мод как функционально стабильный элемент когерентно-резонансной организации переходной активности суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера». Мониторинг физических процессов должен позволить выявить структуру взаимосвязей метастабильных состояний геосреды и геофизических процессов, детерминированных возмущениями различной природы (в литосфере, в атмосфере, ионосфере, магнитосфере и пр.) как базу для прогнозирования чрезвычайных ситуаций, включая землетрясения, провалы грунта, оползни, атмосферные возмущения (ураганы, бури) и пр. Необходимо выявить корреляции между возмущениями различной физической природы и сейсмической активностью в рамках сложных фазовых пространств или иных формах проявления многопараметрической синхронизации квазигармонических колебаний.

Набор мониторинговых сервисов должен позволить опираться на модель выявления в ней условий, способствующих формированию в суперсистеме «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» самоподдерживающихся колебаний с определенной пространственной конфигурацией как, своего рода, набор динамических паттернов [10; 11; 14].

Эти паттерны в области динамики сложных фазовых пространств, где - инициированный вследствие электромагнитных возмущений различной природы - процесс выхода геосреды за пределы квазиустойчивых состояний как источника повышенных рисков возникновения чрезвычайных ситуаций, их моделей групповых взаимодействий, может

завершиться или продолжиться, в зависимости от неоднородности параметров состояния и режима взаимодействия между физическими полями. Паттерны каждого из фазовых пространств являются подпаттернами соответствующего этому целевому блоку мегапаттерна динамики состояния суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера».

Интерференция многих аномальных возмущений в атмосфере, ионосфере и магнитосфере во взаимосвязи с сейсмической активностью (сейсмокогерентные проявления взаимодействия различных физических полей литосферы и атмосферы) формирует условия проявления бифуркаций, определяющих перестройку этих процессов, в зависимости от неоднородности параметров ее состояния. Системно-параметрические взаимосвязи аномальных возмущений в атмосфере, ионосфере и магнитосфере во взаимосвязи с сейсмической активностью позволяют рассчитать «свертку» в доступном пространстве для систем многопараметрического мониторинга сейсмоопасных территорий с целью предметно-ориентированного выявления различных проявлений предшествующих природным и техногенным чрезвычайным ситуациям.

В соответствии с предлагаемой технологией, конфигурирование способов многопараметрического мониторинга сейсмоопасных территорий в рамках дистанционного зондирования атмосферы, суши, поверхности, структуры и дна водоемов, контроля физико-химических явлений и процессов, происходящих в этих пространствах, производится для получения возможности многопараметрического анализа разнородных данных (включая вертикальный и горизонтальный профили температуры и влажности, электронной концентрации, локальные параметры ионосферной плазмы, потоков инфракрасного излучения и пр.) для выявления аномалий, ведущих к природным и техногенным чрезвычайным ситуациям.

Необходимость учета техногенного воздействия

Данные дистанционного зондирования атмосферы, суши, поверхности, структуры и дна водоемов должны быть увязаны с параметрами глубинного строения сейсмоактивной области и прогнозирования изменения ее параметров как в обычных, так и в чрезвычайных условиях техногенного воздействия, в т.ч. с учетом текущей и перспективной электровыработки и радиоизлучений, добычи полезных ископаемых, построения супергородов и водохранилищ, ракетных пусков, полетов реактивных самолетов и т.п.

Мониторинг позволяет идентифицировать соответствие предметно-адаптированной конфигурации базовых характеристик переходной активности суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» в зависимости от электромагнитных возмущений, которые могут генерироваться как в литосфере, так и в атмосфере, ионосфере, магнитосфере и околоземном космическом пространстве (космической плазме). Для этого необходимо проведение анализа диссипации поступающей в суперсистему энергии, релаксации локальных напряжений, стационарных и динамических режимов деформирования земной коры в рамках корреляции между различными геофизическими процессами, как природного, так и техногенного характера и сейсмической активностью с учетом парадигмы волновой и резонансной природы всех рассматриваемых процессов функционирования суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера».

Этот пакет методов мониторинга, обеспечивающих получение информации о процессах, происходящих в геосреде предполагает возможность анализа взаимодействия различных подсистем геосреды и их ансамблей, синхронизации и подавления одних колебательных мод другими как фрактальной части переходной активности суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера». При выполнении функций реализации взаимосвязей метастабильных состояний геосреды и геофизических процессов, детерминированных возмущениями различной природы (в литосфере, в атмосфере, ионосфере, магнитосфере и пр.), в рамках корреляции между возмущениями различной физической

природы и сейсмической активностью в рамках сложных фазовых пространств или иных формах проявления сейсмической активности.

Эти процессы можно кратко описать следующим образом.

Взаимосвязанность влияния на геосреду полей различной природы

Магнитодинамические волны взаимодействуя с ионосферой преобразуются в электромагнитные волны. Те, в свою очередь возвращаются к поверхности Земли в виде магнитных пульсаций, либо низкочастотных волн. Одновременно происходят возмущения атмосферного электрического потенциала над разломами. Изменения ионосферы, электромагнитные волны и геомагнитные пульсации индуцируют электрическое поле в земной коре, в результате происходит перераспределение упругой энергии. Синергетический эффект - потеря устойчивости элементов геосреды, стимулирование сейсмоактивности. Сейсмоактивность одновременно приводит к генерации акустико-гравитационных волн в коре, которые распространяются в стороны и вверх от источника. Акустико-гравитационные возмущения достигают ионосферных слоев, где взаимодействие между нейтралами и плазмой приводит к флуктуациям электронной плотности, то есть наблюдается обратная связь. Происходит трансформация акустического импульса в электромагнитные возмущения в ионосфере. То есть круг замкнулся.

Связь каждой вышеописанной итерации в области сложных фазовых пространств, где инициированный пик деформационных процессов и формирования очагов разрушения в геосреде может завершиться или продолжиться, в зависимости от неоднородности параметров состояния и режима взаимодействия между описанными физическими полями позволяет в рамках многопараметрического анализа выделить сведения о распространении волн в изучаемой суперсистеме и о возникновении обратной связи. На этой основе создается возможность определения состояния стабильности геосреды и ее динамики в отношении нелинейной синхронизации квазигармонических колебаний и стимулирования всей переходной активности суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» в целом.

В рассматриваемой системе прогнозирование динамики устойчивости или неустойчивости структурированных когерентно-резонансных ансамблей колебательных мод (в т.ч. трансформации энергии механической (акустической) в электромагнитную и обратные процессы) в рамках корреляции между возмущениями различной физической природы и сейсмической активностью может быть реализовано на базе выявления системно-параметрических взаимосвязей электромагнитных полей различной природы, акустогидродинамических волн, потоков плазмы, излучений и др.

Моделирование вероятности фазового перехода первого рода, когда возникает скачкообразный переход между квазистационарными состояниями геосреды при нелинейной синхронизации квазигармонических колебаний на основе взаимовлияния многих элементов электромагнитной, акустико-гравитационной и т.п. эмиссий, генерируемых в земной коре, на земной поверхности, в атмосфере, ионосфере, магнитосфере, а также в космической плазме. Вследствие скачкообразного перехода между квазистационарными состояниями геосреды возникают условия катастрофических природных явлений, являющихся источником чрезвычайных ситуаций.

Результат

Новизна заявленного подхода состоит в рассмотрении землетрясений, когда хаотические пиковые проявления сейсмической активности представляются как внешние проявления многопараметрической синхронизации квазигармонических колебаний, предусматривает моделирование многопараметрического мониторинга сейсмоопасных

территорий. На этой основе обеспечивается получение информации о процессах, происходящих в суперсистеме для восприятия связанных пакетов нормальных и аномальных возмущений в земной коре, на земной поверхности, в атмосфере, ионосфере, магнитосфере, а также в космической плазме. Предлагается внедрение консолидирующей методов «свертки» колебательных мод в ансамбле образующие структуры и рассмотрение суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» таким образом, чтобы каждый ее агрегированный сегмент от верхней мантии до верхних слоев атмосферы (с учетом космической плазмы) представлялся как, своего рода, один макрообъект, включающий в себя множество эволюционирующих подсистем. Каждая из подсистем отвечает локальному состоянию краткосрочного относительного равновесия суперсистемы, сильно или слабосвязанного с другими когерентно-резонансными ансамблями колебательных мод, обеспечивает идентификацию уязвимостей к целенаправленным электромагнитным, акустико-гравитационным, ионизационным и т.п. возмущениям различной природы с переходом к нелинейной синхронизации квазигармонических колебаний, с большой многопараметрической составляющей неопределенности последствий, когда в фазовом пространстве системы одновременно наблюдаются устойчивые и неустойчивые циклы.

Заключение

На основе повышения наблюдаемости геосреды обеспечивается комплексное решение вопросов структурно-функциональной организации возможности прогноза состояний суперсистемы «литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера» при реализации взаимосвязей метастабильных состояний геосреды и геофизических процессов, детерминированных возмущениями различной природы (в литосфере, в атмосфере, ионосфере, магнитосфере и пр.), в рамках корреляции между возмущениями различной физической природы и сейсмической активностью. В результате получения прогноза создается возможность как применения стандартных мер подготовки к возможным чрезвычайным ситуациям (землетрясению), так и реализации мер «гашения» амплитуды когерентных квазигармонических колебаний и создания условий их несимметричности путем принудительного возбуждения колебательных импульсов для «сброса» накопившихся напряжений в литосфере за счет серии небольших толчков, не создающих угрозы чрезвычайной ситуации.

Литература

1. Ампилов Ю.П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. – М.: Издательство «Спектр». - 2008. – 384 с.
2. Бондур В.Г., Смирнов В.М. Ионосферные возмущения в период подготовки сейсмических событий по данным спутниковых навигационных систем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2006. Т. 3. № 2. С. 190-198.
3. Борталевич С.И., Логинов Е.Л., Омарова З.К. Стратегическое управление распределенными объектами в условиях самоорганизованной критичности внешней среды. – М.: ИПР РАН. - 2015. – 195 с.
4. Боярчук К.А., Карелин А.В., Пулинец С.А., Тертышников А.В., Узунов Д.П., Юдин И.А. Единая концепция обнаружения признаков готовящегося сильного землетрясения в рамках комплексной системы литосфера - атмосфера - ионосфера-магнитосфера // Космонавтика и ракетостроение. - 2012. № 3 (68). С.21-42.
5. Гололобов Д.В., Катлеров П.М. Влияние ионизации частиц на взаимодействие гармонической ЭМВ с анизотропной средой // Доклады Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. - 2003, №4. С.39-41.

6. Гохберг М.Б., Шалимов С.Л. Литосферно-ионосферная связь и ее моделирование // Российский журнал наук о Земле. - 2000, Том 2, № 2. С.24-26.
7. Дубров М.Н., Смирнов В.М. Взаимосвязанные возмущения земной поверхности, атмосферы и ионосферы Земли // Геомагнетизм и аэрономия. - 2013. Т. 53. № 1. С. 53.
8. Логинов Е.Л., Борталевич С.И., Шкута А.А. Развитие интеллектуальных сервисов в автоматизированных информационных системах управления энергетической инфраструктуры. – М.: ИПР РАН. - 2017. – 95 с.
9. Мальцев С.А., Моргунов В.А. К физической модели возмущений электростатического поля литосферной природы в атмосфере и ЭМИ // Физика Земли. - 2005. № 9. С. 65-73.
10. Павлов В.А., Лебедев С.В. Численное моделирование нелинейной эволюции атмосферы и ионосферы над эпицентром сейсмического воздействия // Современные тенденции развития науки и технологий. - 2015. № 8-1. С. 23-29.
11. Похунков А.А., Тулинов Г.Ф., Хотенко Е.Н., Похунков С.А., Рыбин В.В., Беликов Ю.Е. О связи сейсмической активности с ионным составом верхней ионосферы // Современные проблемы науки и образования. - 2012. № 5. С. 367.
12. Пулинец С.А., Узунов Д.П., Карелин А.В., Давиденко Д.В. Физические основы генерации краткосрочных предвестников землетрясений. Комплексная модель геофизических процессов в системе литосфера–атмосфера–ионосфера–магнитосфера, инициируемых ионизацией // Геомагнетизм и аэрономия. - 2015. Т. 55. № 4. С. 540.
13. Сорокин В.М., Яценко А.К. Возмущение электрического поля, обусловленное увеличением проводимости в результате роста атмосферной радиоактивности, связанного с сейсмичностью // Химическая физика. - 2007. Т. 26. № 4. С. 39-44.
14. Терещенко Е.Д., Григорьев В.Ф., Сидоренко А.Е., Миличенко А.Н., Собчаков Л.А. Влияние ионосферы на возбуждение КНЧ-волн в переходной зоне / Инновационные электромагнитные методы геофизики. Сборник статей под ред. академика Е.П. Велихова. – М.: Научный мир. - 2009. С.161-163.
15. Черногор Л.Ф. Солнце - межпланетная среда – магнитосфера – ионосфера – атмосфера – Земля как открытая неравновесная нелинейная физическая система // Журнал проблем эволюции открытых систем. - 2011. Т. 1. Вып. 13. С. 22-28.
16. Шуман В.Н. Нелинейная динамика, сейсмичность и аэрокосмические зондирующие системы // Геофизический журнал. - 2015, № 2, Т. 37. С.38-41.

Сведения об авторах

Логинов Евгений Леонидович, профессор РАН, дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, заместитель директора по научной работе, Институт проблем рынка РАН, профессор департамента «Мировой экономики и мировых финансов», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. E-mail: evgenloginov@gmail.com

Шкута Александр Анатольевич, г.н.с., Институт проблем рынка РАН, профессор департамента «Мировой экономики и мировых финансов», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. E-mail: saa5333@hotmail.com

УДК: 656.1:614.8

**ПРИМЕНЕНИЕ МЧС РОССИИ МЕТОДА
ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ
СИСТЕМЫ СПАСЕНИЯ ПОСТРАДАВШИХ В ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ
ПРОИСШЕСТВИЯХ. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ,
ОГРАНИЧЕНИЯ И ДОПУЩЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОГРАММНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

**Кандидат техн. наук И.В. Курличенко, С.В. Колеганов, Д.А. Барышкова
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)**

Во второй статье серии рассмотрены методические подходы, исходные данные, ограничения и допущения, принятые в методике оценки эффективности реализации МЧС России мероприятий федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах».

Ключевые слова: автомобильный транспорт, дорожно-транспортное происшествие, индикаторы, показатели, программно-целевой метод, спасение пострадавших, эффективность.

**THE USE OF EMERCOM OF RUSSIA THE METHOD
OF PROGRAM-TARGET PLANNING OF DEVELOPMENT OF THE SYSTEM
FOR RESCUING VICTIMS IN TRAFFIC ACCIDENTS. METHODOLOGICAL
APPROACHES, DATA SOURCE, LIMITATIONS AND ASSUMPTIONS
WHEN EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF PROGRAM ACTIVITIES**

**Ph. (Tech.) I.V. Kurlichenko, S.V. Koleganov, D.A. Baryshkova
FC VNII GOChS Emercom of Russia**

In the second article of the series deals with methodological approaches, primary data limitations and assumptions adopted in the methodology of assessing the effectiveness of the implementation of Emercom of Russia of the Federal program "Improving road safety in 2013-2020".

Keywords: motor transport, traffic accident, indicators, metrics, program-target method, to rescue the victims, the effectiveness.

В целях оценки эффективности реализации мероприятий ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годы» (далее – Программа) [1] в части задач, решаемых МЧС России в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) разрабатывается соответствующая методика.

Подходы к определению индикаторов и показателей (критериев оценки эффективности) используемых в методике рассмотрены в [2,3].

Также, с учётом результатов экспертного опроса, доведенных лимитов бюджетных ассигнований федерального бюджета на реализацию Программы и наибольшей ожидаемой эффективности, определены три группы мероприятий по критерию «очередность реализации», которые также будут использованы в методике:

Группа 1 – Мероприятия, реализуемые в 1-ю очередь (сохранение финансирования);

Группа 2 – Мероприятия, реализуемые во 2-ю очередь (сокращение финансирования на 10 – 15 %);

Группа 3 – Мероприятия, реализуемые во 3-ю очередь (сокращение финансирования на 15 % и более) (табл. 1)

В табл. 2 приведены результаты фактического расчёты зависимости показателей реагирования пожарно-спасательных подразделений (далее – ПСП) на ДТП от степени выполнения мероприятий Программы за истекший период её реализации.

Таблица 1

Мероприятия Программы, реализуемые в 1-ю, 2-ю и 3-ю очередь

№ п/п	Мероприятия МЧС России	Значение показателя экспертной оценки, в баллах
Группа 1 – Мероприятия, реализуемые в 1-ю очередь (сохранение финансирования)		
1	Проведение научных исследований, направленных на совершенствование нормативной и методической базы в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий	4,23
2	Практическая отработка вопросов взаимодействия экстренных служб и проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий	4,13
3	Организационно-методическое и техническое обеспечение подразделений МЧС России, осуществляющих профессиональную подготовку и повышение квалификации личного состава, принимающего участие в ликвидации дорожно-транспортных происшествий (создание учебных классов)	4,05
4	Развитие Центра мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий МЧС России – органа информационно-аналитического и экспертно-методического обеспечения деятельности	4,26
Группа 2 – Мероприятия, реализуемые во 2-ю очередь (сокращение финансирования на 10 - 15 %)		
5	Внедрение современных образцов специальной техники, инструмента, оборудования и технологий, предназначенных для проведения аварийно-спасательных работ, в подразделения МЧС России, привлекаемых к ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий	3,9
6	Разработка научно-обоснованных предложений по совершенствованию информационно-аналитического обеспечения функционирования системы ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий	3,64
Группа 3 – Мероприятия, реализуемые во 3-ю очередь (сокращение финансирования на 15 % и более)		
7	Строительство учебно-тренировочных комплексов для подготовки сотрудников МЧС России и отработки действий экстренных служб, участвующих в ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий	3,04
8	Строительство и реконструкция натуральных площадок для отработки современных методов и способов ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий	3,0
9	Участие МЧС России в коммуникативных мероприятиях (конференциях, форумах, выставках и иных общественных мероприятиях) в области безопасности дорожного движения и оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях с целью обмена опытом, изучения современных методов и технологий	2,64

Таблица 2

Варьирование показателей реагирования подразделений на ДТП в зависимости от реализации
ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах»

Год	Количество ДТП		Количество погибших (чел.)		Количество раненых (чел.)		Показатель «Доля участия ...», п.пунктов		Показатель «Количество деблокированных» (чел.)		Финансирование ФЦП (в части МЧС России)
	Абс.	АППГ	Абс.	АППГ	Абс.	АППГ	Абс.	АППГ	Абс.	АППГ	
2012	203 597		27 991		258 618		0,81		23 542		Завершение ФЦП 2006-2012
2013	204 068	+0,2%	27 025	- 3,5%	258 437	- 0,1%	0,91	0%	18 886	-19,8%	Задержка финансирования (начало – в ноябре 2013 г.)
2014	199 720	- 2,1%	26 963	- 0,2%	251 785	- 2,6%	0,92	+ 1%	19 319	+ 2,3%	Плановые объёмы ФБ
2015	184 000	- 8,2%	23 147	- 14,7%	231 197	- 8,6%	0,91	- 2,18%	18 179	- 3%	секвестр на 10 % от запланированных объёмов средств федерального бюджета
2016	173 694	- 5,6%	20 308	- 12,1%	221 140	- 4,3%	0,84	- 7 %	13 983	- 23 %	секвестр на 15 % от запланированных объёмов средств федерального бюджета

Ниже представлены некоторые суждения:

1. 2012 год являлся базовым для расчёта ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах», завершилась ФЦП 2006-2012 годов. При недопустимо высоких значениях санитарных последствий ДТП, показатели реагирования подразделений МЧС России находились на высоком уровне, что позволяло в некоторой степени предотвратить часть потерь.

2. Действующая Программа принята в октябре 2013 года, что не позволило своевременно реализовать мероприятия организационного и технического характера, спланированные на 2013 год. Как следствие – значительное сокращение количества деблокированных пострадавших.

3. В 2014 году мероприятия Программы реализованы в запланированных объёмах, начало реализации мероприятий – январь. Прослеживается положительная динамика показателей.

4. В 2015-2016 гг. объёмы финансирования Программы сокращены на 10-15 % от запланированных. Как видно из таблицы, при положительной инерционной динамике показателей санитарных последствий ДТП (среди влияющих факторов – ужесточение требований и меры наказания за нарушение ПДД, капитальные вложения в дорожную инфраструктуру, заблаговременная контрактация на обслуживание дорог, др.), показатели реагирования подразделений МЧС России имеют отрицательную динамику.

Практическая деятельность МЧС России в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий обеспечивает снижение уровня (количества) погибших, за счет оперативности реагирования и извлечения пострадавших из заблокированных транспортных средств и иных конструкций на месте ДТП.

При этом надо учитывать, что не все деблокированные пострадавшие могут быть отнесены к «вероятно погибшим» при неоказании им своевременной помощи по деблокированию, следовательно, для критерия – **«число лиц спасенных от гибели из числа деблокированных пострадавших»** будут «выбираться лица» доставленные в лечебные учреждения с тяжелыми ранениями.

Так как нельзя быть гарантированно уверенным, что все деблокированные с тяжелыми ранениями после оказания им медицинской помощи останутся в живых, то принимается, что этот процент пострадавших будет нивелирован процентом спасённых в ДТП с менее тяжкими последствиями, но при худших погодных условиях (отрицательных температурах), когда своевременное деблокирование приводит к фактическому спасению их жизни.

Следовательно, целевыми индикаторами методики предлагается считать:

число лиц спасенных от гибели из числа деблокированных;

предотвращённый материальный ущерб от выполненных работ по деблокированию пострадавших при ДТП.

В качестве допущений принимается:

1. Лица, попавшие в ДТП и заблокированные в транспортных средствах с различными степенями ранения (поражения), в последующем деблокированные ПСП и направленные на лечение в учреждения формируют тот предотвращённый материальный ущерб за счёт своевременного оказания помощи пострадавшим при деблокировании.

Своевременность деблокирования пострадавших при ДТП позволит исключить возникновение более тяжких последствий:

пострадавших с тяжелыми ранениями к смерти;

пострадавших с ранениями средней тяжести к тяжелым;

пострадавших с ранениями легкой тяжести к средним.

Фактически, промедление или непрофессиональные действия спасателей особенно при низких температурах окружающей среды могут привести к еще более катастрофическим последствиям при ведении АСР, а соответственно указанные параметры являются основными критериями оценки эффективности Программы в части МЧС России.

2. Критерий «число лиц спасенных от гибели из числа деблокированных» ($D^P_{\PhiЦП}$) будет формироваться на базе показателя деблокированных пораженных с тяжелыми ранениями (доставленными в лечебные учреждения). Для указанного критерия предотвращенный материальный ущерб от выполненных работ по деблокированию пострадавших при ДТП ($V^P_{\PhiЦП}$) будет исчисляться в размере 1 654 888 рублей на 1 чел./год (на срок реализации ФЦП), определяемых как расчетный показатель на одного гражданина Российской Федерации вносящего ежегодный вклад в валовый внутренний продукт Российской Федерации (далее – ВВП РФ).

3. ВВП РФ принят равным $V_{ВВП} = 3\,745$ млрд. долл. = 237 807,5 млрд. руб. (ВВП 2014 года), курс перерасчета 1 доллара по ЦБ (на 06.11.2015 г.) = 63,4 рубля.

4. Численность постоянного населения России на 1 апреля 2014 года составила 143,7 млн. человек.

5. Экономический эффект от реализации ФЦП принимается на срок — $T_{\PhiЦП} = 7$ лет. Однако, так как ряд мероприятий был выполнен в период с 13 ноября 2013 по 1 января 2014 годы с незначительным объемом их финансирования, в качестве допущения принимается, что указанные мероприятия не могли дать скорого экономического эффекта, а следовательно предотвращенный ущерб и оценка их эффективности от их реализации должна быть включена в 2014 год, и для их расчета их значений в методике временной показатель оценки мероприятий $t_{ji} = 7$ лет (как и для мероприятий со сроком завершения в конце 2014 года).

Также в качестве нивелирования вышеуказанной погрешности принимается, что мероприятия со сроком из завершения в конце 2020 года оцениваются методикой с $t_{ji} = 1$ год (как и для мероприятий со сроком завершения в конце 2019 года).

6. Среднестатистическая стоимость (относительно базового эквивалента ВВП) временной нетрудоспособности 1 гражданина Российской Федерации принимается, при:

тяжелой степени ранения (деблокированного) (L_t) – 827 443,8 руб.;

средней степени ранения (деблокированного) (L_c) – 413 721,9 руб.;

легкой степени ранения (деблокированного) (L_l) – 137 907,3 руб.

Расчет выполнен согласно оценке сроков временной нетрудоспособности граждан Российской Федерации, изложенных в [4] и объема ВВП недополученного в год на 1 гражданина Российской Федерации в размере 1 654 888 рублей.

<i>тяжелой степени ранения</i>	– 6 мес.;
<i>средней степени ранения</i>	– 3 мес.;
<i>легкой степени ранения</i>	– 1 мес.

7. Среднестатистический предотвращенный материальный ущерб из-за своевременных мер по деблокированию пострадавшего и исключения перехода состояния здоровья пострадавшего в более высокую степень поражения (на 1 ступень):

при своевременном деблокировании пострадавшего со средней степенью поражения (V_c):

$$V_c = L_t - L_c = 413\,721,9 \text{ (руб.)} \quad (1)$$

при своевременном деблокировании пострадавшего с легкой степенью поражения (V_l):

$$V_l = L_c - L_l = 275\,814,6 \text{ (руб.)} \quad (2)$$

Исходные данные:

Согласно приведенных данных в федеральной государственной информационной системе «Информационно-аналитическая система в области ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий» (далее - ИАС-ДТП) за период с 1 января 2015 по 1 ноября 2015 года в Российской Федерации в ДТП было деблокировано 15 470 чел, из них доставленных в лечебные учреждения с различными видами поражения (ранения) составит 3 606 человек.

Принимается, что *i* – *среднестатистический* (плановый) *год реализации ФЦП*, (расчетный период с 1 января по 1 ноября 2015 года), среднестатистический номинальный период с 1 января 2015 года по 1 января 2016 года – год с минимально возможным экономическим эффектом от реализации программных мероприятий ФЦП, так как при всех последующих годах экономический эффект от наращивания усилий по ее реализации должен усиливаться, а следовательно значения показателей-индикаторов ФЦП должны увеличиваться.

При приведении указанных показателей к *среднестатистическому* (плановому) *году*¹ согласно данным представленных в ИАС-ДТП:

количество деблокированных пострадавших — 18 564 чел.;

количество деблокированных пострадавших, доставленных в ЛПУ, с различными степенями поражения (ранения) при ДТП — 4 327 чел.

При этом существующая статистическая отчетность не может дать исходную информацию о структуре санитарных потерь среди деблокированных пострадавших, в связи с этим и в соответствии с [4] предлагается деблокированных условно разделить на три категории:

с тяжелыми ранениями, составляют 10 % от общего числа госпитализированных;

с средними ранениями, составляют 30 % от общего числа госпитализированных;

с легкими ранениями, составляют 60 % от общего числа госпитализированных.

Плановые показатели оценки ФЦП:

$N_{ТП} = 433$ чел. – *ежегодный плановый показатель деблокированных лиц получивших тяжелые ранения при ДТП*;

$N_{СП} = 1296$ чел – *ежегодный плановый показатель деблокированных лиц получивших ранения средней тяжести при ДТП*;

$N_{ЛП} = 2592$ чел. – *ежегодный плановый показатель деблокированных лиц получивших легкие ранения при ДТП*.

Соответственно, фактические показатели оценки эффективности мероприятий Программы могут быть уточнены в ИАС-ДТП по состоянию на 1 января года, следующего за отчетным периодом.

В следующей, заключительной, статье серии будут представлены методика и порядок расчёта при оценке эффективности программных мероприятий МЧС России.

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.10.2013 № 864 «О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах».

2. Применение МЧС России метода программно-целевого планирования в области развития системы спасения пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях. Программные мероприятия. Индикаторы и показатели // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций – 2017, № 2.

¹ Принимается, что *среднестатистический* (плановый) *год* – 2014 год, с минимально возможным экономическим «эффектом» от реализации программных мероприятий ФЦП, так как при всех последующих годах показатели предотвращённого материального ущерба от наращивания усилий по ее реализации будут усиливаться, а, следовательно, значения показателей индикаторов ФЦП должны увеличиваться.

3. Совершенствование нормативной и методической базы в области организации реагирования и ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий, отчет о научно-исследовательской работе, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). - 2015.

4. Рекомендации для руководителей лечебно-профилактических учреждений и лечащих врачей, специалистов-врачей исполнительных органов Фонда социального страхования Российской Федерации «Ориентировочные сроки временной нетрудоспособности при наиболее распространенных заболеваниях и травмах» (в соответствии с МКБ-10) (утв. Минздравом России и Фондом социального страхования России от 21 августа 2000 г. № 2510/9362-34, 02-08/10-1977П).

Сведения об авторах

Курличенко Игорь Владимирович, - ведущий научный сотрудник 1 научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, г. Москва, ул. Давыдовская д. 7, ком. 610, тел. 8 (499) 233-25-74 (доб. 135).

Колеганов Сергей Викторович, - заместитель начальника Центра мониторинга ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий МЧС России (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, г. Москва, ул. Давыдовская д. 7, ком. 612, 8 (499) 233-25-74 (доб. 165)

Барышкова Дарья Алексеевна, - младший научный сотрудник 1 научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 121352, г. Москва, ул. Давыдовская д. 7, ком. 610, 8 (499) 233-25-40

УДК 351.861

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОПАСНЫХ ВИХРЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПАСНЫХ ВИХРЕВЫХ ПРОЦЕССОВ

Доктор сельхоз. наук, кандидат техн. наук Ю.В. Подрезов

ФБГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Московский физико-технический институт

(государственный университет)

Выполнен анализ особенностей формирования и предупреждения опасных вихревых процессов в атмосфере Земли, рассмотрены их основные характеристики. Предложены способы, средства и технологии активного предупреждения опасных вихревых процессов для защиты населения и территорий нашей страны.

Ключевые слова: буря, вихрь, вихревой процесс, песчаная буря, смерч, снежная буря, тайфун, торнадо, ураган, шквал, шторм.

FEATURES OF FORMATION AND PREVENTION OF DANGEROUS EDDIES IN THE EARTH'S ATMOSPHERE, THE MAIN CHARACTERISTICS OF THE DANGEROUS EDDIES

Dr. of agricultural sciences, Ph.D (Tech) J.V. Podrezov
FC VNII GOCHS EMERCOM of Russia
Moscow Institute of physics and technology (state University)

The analysis of features of formation and prevention of dangerous eddies in the Earth's atmosphere and discusses their main characteristics. The proposed methods, tools and technologies active prevention of dangerous eddies to protect the population and territories of our country.

Keywords: storm, whirlwind, vortex process, sand storm, tornado, snow storm, Typhoon, tornado, hurricane, squall, storm.

Защита населения и территорий от грозных сил природы, обеспечение их безопасности, требуют исследования опасных природных процессов и явлений к которым, безусловно, относятся вихревые процессы: ураганы; торнадо; циклоны; тайфуны; бури; смерчи; шторма и т.д. И, на основе таких исследований, необходимо разрабатывать научно обоснованные методы; способы; средства и технологии предупреждения и смягчения последствий таких процессов и явлений.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что процессы, происходящие в атмосфере, возникают и развиваются, в основном, в результате превращений энергии, поступающей к ней от Солнца. В атмосфере постоянно осуществляется преобразование лучистой энергии; происходит круговорот тепла, влаги и различных примесей; развиваются оптические, электрические и многие другие явления [1-15].

Атмосфера находится в постоянном взаимодействии с поверхностью Земли и космической средой, поэтому при изучении процессов, происходящих в ней необходимо учитывать влияние таких географических факторов, как характер поверхности, особенности рельефа, электрические процессы и ряд других.

Одними из замечательных феноменов природы являются вихри. Они образуются в атмосфере, в водной среде, наблюдаются и на других планетах, например, на Юпитере. Вихревые процессы нередко приводят к аномальным изменениям погоды на Земле. На сегодня важное значение вихревых процессов не вызывает сомнений и они включены во многие глобальные проекты изучения Земли. Результаты многочисленных исследований показывают - воздух, движение которого мы называем ветром, при достаточной скорости перемещения его масс может стать причиной грозных, разрушительных явлений.

Рассмотрим основные опасные вихревые процессы, характерные для всех континентов нашей планеты, в том числе и для нашей страны.

Ураганы - одно из самых опасных и разрушительных явлений природы, ежегодно уносящее сотни жизней на Земле и наносящее значительный ущерб экономикам различных стран. Причины появления этих гигантских вихрей известны людям с давних времен, однако до сих пор никто так и не научился их эффективно усмирять.

Что же такое ураган?

Ураган является одной из самых мощных сил стихии. По своему пагубному воздействию ураганы нередко не уступают таким страшным стихийным бедствиям, как землетрясения. Это объясняется тем, что ураганы несут в себе колоссальную энергию. Количество энергии, выделяемой средним по мощности ураганом в течение одного часа, равно энергии ядерного взрыва в 36 Мгт. Ураганы вызывают огромные разрушения, нередко

уносят множество человеческих жизней, а материальный урон от них превышает миллиарды долларов [1].

Литературные источники определяют в узком смысле слова ураган как ветер большой разрушительной силы и значительной продолжительности, скорость которого примерно равна 32 м/с и более (12 баллов по шкале Бофорта). В широком же смысле слова ураганы – это циклоны с очень высокими, ураганскими (32 м/с и более) скоростями воздушного потока. Как правило, такими скоростями воздушного потока обладают тропические циклоны [1].

Циклон - это синоптические процессы чаще в тропической зоне мирового океана. Циклоном называется гигантский атмосферный вихрь с убывающим к центру давлением воздуха и циркуляцией воздуха вокруг центра против часовой стрелки в северном полушарии Земли и по часовой стрелке - в южном. Вблизи земной поверхности (до высоты 1 - 1,5 км) ветер имеет составляющую, направленную внутрь циклона. Циклон имеет вид вихря, сходящегося по спирали к центру. Циклоны, возникающие в тропических широтах, называются **тропическими циклонами**. Для них обычно характерны ураганские (32,0 м/с и более) скорости ветра. Циклоны, возникающие и **развивающиеся во внетропических широтах, называются внетропическими** циклонами. Скорость ветра в глубоких внетропических циклонах с большими градиентами давления может достигать до ураганной (32 м/с), но в большинстве случаев не превышает 20 м/с.

В отличие от тропических циклонов Атлантического океана со скоростями ветра 32 м/с и более, которые обычно называют **ураганами**, тропические циклоны западной части Тихого океана часто называют **тайфунами**.

Результаты исследований показывают, что основной причиной возникновения ураганов является циклоническая деятельность атмосферы. При этом непосредственными причинами их возникновения являются: в умеренных широтах – значительные контрасты температур и давлений смежных воздушных масс, а в тропических широтах – конденсация пара в обширном слое влажного воздуха над океаном с выделением огромного количества энергии [1-4]. Небольшие потоки воздуха под влиянием указанных причин довольно быстро превращаются в мощный вихрь и рождается ураган. Как правило, поток воздуха в урагане движется по спирали к середине и вверх. Он поднимается на высоту 12 - 16 км и слабеет по мере подъема. Ураганы возникают в любое время года, но наиболее часто в период времени с **июня - июля по октябрь**. За остальные 8 месяцев ураганы редки, пути их коротки. Так, например, за период с 1871 по 1963 г. всего прошло 512 ураганов, из них за время **ноябрь - июнь - май** всего 46, т.е. около 9% [1].

Самой важной характеристикой урагана является **скорость ветра**. Как уже указывалось выше, ветер, скорость которого равна или превышает 32,0 м/с (12 баллов по шкале Бофорта) является ураганным ветром. В табл. 1 приводится шкала Бофорта.

Очевидно, что эта шкала для ураганов недостаточна. Так; например, в атлантических ураганах нередко скорости 150 миль/ч (241,5 км/ч) наблюдались скорости 200 миль/ч (322 км/ч), 250 миль/ч (402 км/ч) и даже 400 миль/ч (644 км/ч) [1,2]. Скорости порядка 250 км/ч наблюдалась у многих тропических ураганов и являются типичными для них. Во внетропических циклонах скорость ветра обычно меньше, чем в тропических, но все же нередко она превышает 30 м/с. Часто внетропические циклоны имеют ветры штормового характера.

Важными характеристиками, необходимыми для прогнозирования ураганов, являются скорость и путь перемещения циклона, являющегося источником ураганного ветра. Скорость перемещения такого циклона весьма различна. В среднем эта скорость у тропических циклонов составляет 50 - 60 км/ч, максимальная, скорость перемещения достигает величин 150 - 200 км/ч. Иногда циклон, являющийся источником ураганного ветра, один - два дня почти не перемещается - стоит на месте - или движется со скоростью несколько км в час. Скорость внетропических циклонов в среднем составляет 30 - 40 км/ч, иногда достигает величины 100 км/ч [1].

Таблица 1

Шкала Бофорта

Баллы	Скорость ветра (мили/час)	Название ветрового режима	Признаки
0	0 – 1	Затишье	Дым идет прямо
1	2 – 3	Легкий ветерок	Дым изгибается
2	4 – 7	Легкий бриз	Листья шевелятся
3	8 – 12	Слабый бриз	Листья двигаются
4	13 – 18	Умеренный бриз	Листья и пыль летят
5	19 – 24	Свежий бриз	Тонкие деревья качаются
6	25 – 31	Сильный бриз	Качаются толстые ветви
7	32 – 38	Сильный ветер	Стволы деревьев изгибаются
8	39 – 46	Буря	Ветви ломаются
9	47 – 54	Сильная буря	Черепица и трубы срываются
10	55 – 63	Полная буря	Деревья: вырываются с корнем
11	64 – 75	Шторм	Везде повреждения
12	более 75	Ураган	Большие разрушения

Результаты исследований показывают, что направления и пути перемещения тропических циклонов с ураганным ветром определяются вращением Земли и местными условиями. При этом вращение Земли придает им вид параболы, всегда открытой на восток: в южном крыле параболы движение идет почти по параллели, с востока на запад, в вершине параболы оно почти меридианально, а в северном крыле имеет северо-восточное направление. Местные условия, особенно холодные фронты, нарушают параболическую форму путей, преимущественно в их северном крыле, иногда придавая им меридианальное или почти меридианальное направление. Иногда тропические циклоны образуют петли.

Внетропические циклоны в северном полушарии Земли движутся в основном с запада на восток или юго-запада на северо-восток, иногда с юга на север.

Следует отметить **общее в циклонах** - циклон всегда движется как единое целое, независимо от его системы ветров. При этом движение циклона определяется движением его центра.

Важно отметить и размеры ураганов. Они весьма различны. Обычно за ширину урагана принимают ширину зоны катастрофических разрушений, зоны ветров ураганной силы. Эта зона для тропических циклонов имеет ширину от 20 до 200 км. Часто к этой зоне прибавляют зону ветров штормовой силы со сравнительно небольшими разрушениями, тогда ширина урагана измеряется сотнями километров, иногда до 1000 и даже 1600 км. Для тайфунов (тропических ураганов Тихого океана) полоса разрушений составляет обычно 15 - 45 км, но бывает и до 80 км. При этом большую площадь захватывает зона разрушительных ливней.

Необходимо также отметить, что строение тропического циклона с ураганным ветром следующее: средняя ширина зоны ураганных и штормовых ветров - несколько сот километров, высота 6 - 15 км. При этом центральная часть циклона, так называемый "глаз бури", имеет наиболее низкое давление, слабые ветры и слабую облачность. Она окружена кольцом стен циклона, состоящих из плотных облаков с огромными скоростями вращения. Вокруг этих стен располагается периферическая часть, где ветры постепенно ослабевают до полного штиля.

Результаты многолетних наблюдений свидетельствуют о том, что на Земле известно несколько областей преимущественного развития ураганов. Это:

- Желтое море и Тихий океан в районе Филиппинских островов;
- Мексиканский залив, Карибское море, район Антильских и Вест-Индских островов;
- Индийский океан к востоку и западу от Индостанского полуострова;
- Тихий океан в районе Новой Гвинеи и северных берегов Австралии.

Кроме того, существует еще несколько центров зарождения ураганов, но второстепенного значения, расположенных в пределах Тихого океана.

В первой из перечисленных областей зарождается самое большое число тропических циклонов, около 28 в год, из них половина с силой ветра в 12 баллов (тайфуны). Они движутся сначала на северо-запад, затем на северо-восток, нередко захватывая Японию и Корейский полуостров и изредка проникая на территорию Российской Федерации, включая Камчатку. Таким образом, такие районы Дальнего Востока, как Приморский и Хабаровский края, остров Сахалин, Курильские острова, полуостров Камчатка, являются областью распространения ураганов (тайфунов) на территории нашей страны.

Отдельно следует сказать о строении внетропических циклонов, характерных для территории нашей страны. Оно близко к строению тропических циклонов. Внетропический циклон представляет гигантскую систему облаков, он также имеет центральную часть с резко пониженным давлением. Центральная часть окружается зоной штормовых и ураганных ветров, ливней и гроз, переходящей в окраинную зону с более слабыми ветрами и дождями. Форма же всех этих образований отличается от формы соответствующих образований тропического циклона.

Внетропический циклон характеризуется заметно большими размерами, имеет поперечные размеры порядка тысяч километров. Его центральная часть значительно шире, чем у тропического циклона и, как правило, заполнена облаками. При этом "глаза бури", характерного для тропического циклона с ураганным ветром, нет. Зона ветров и ливней более широкая и менее ясно ограничена. Своеобразной особенностью внетропических северных циклонов являются катастрофические снегопады и град, иногда достигающие необыкновенных размеров.

Следует отметить, что внетропические циклоны с ураганными и штормовыми ветрами распространены повсеместно, но, аналогично тропическим, они имеют области и пути преимущественного распространения. К таким областям относятся субполярные широты. В том направлении распространяются внетропические циклоны, там они достигают наибольшего развития и силы, нередко сопровождаясь штормовыми и даже ураганными ветками.

В свою очередь, Европейские внетропические циклоны чаще всего возникают в районе Исландии, где встречаются холодные воздушные потоки, идущие со стороны Гренландии, с теплым воздухом, сопровождающим Гольфстрим. При этом некоторые внетропические циклоны образуются тропическими циклонами, прошедшими вдоль восточных берегов Северной Америки и пересекшими весь Атлантический океан. Достигая Европы, они приобретают все особенности внетропических циклонов. Некоторые из них пересекают всю Европу и уходят далее в Сибирь.

К следующей группе относятся внетропические циклоны, проникающие в Европу с юга. Они возникают над Сахарой. Циклоны, возникшие в Сахаре и там сложившиеся, проходят над Средиземным морем и внедряются в южную Европу на сотни километров.

Кроме того, средняя и, особенно, Северная Европа представляет область распространения иных циклонов - атлантических, идущих из области, окружающей Исландию, в северо-восточном направлении.

Последняя группа внетропических циклонов связана с полярными широтами, Арктикой и Антарктикой.

На территории Российской Федерации в наибольшей степени внетропическим циклонам с ураганными и штормовыми ветрами подвержены Калининградская область, области Северо-западного и Северного экономических районов, западнее области европейской части России. Иногда также внетропические циклоны проникают в Поволжье, в Черное и Азовское моря.

Средняя продолжительность урагана составляет 9 – 12 дней.

При своем движении иногда тропический циклон превращается во внетропический.

Замечено, что многие явления, сопровождающие ураган, так же разрушительны и страшны, как он сам. Часто они даже превосходят его по своей разрушительной силе. Нередко ливни, сопровождающие ураган, гораздо опаснее самого ураганного ветра.

Довольно часто наибольшие разрушения и большое количество жертв приносятся не ураганном ветром, а вызываемыми им волнами. Ураганные шквалы, град и грозовые процессы достаточно опасны и разрушительны, но они занимают следующие места или по своей разрушительной силе или по масштабам действия этой силы.

Кроме того, следует отметить и гидрометеорологические явления, сопровождающие ураганы. Они считаются стихийными (особо опасными), если по своей интенсивности достигают следующих критериев [3,4]:

- ветер (в том числе шквалы) - скорость 25 м/с и более; для побережий акваторий океанов, арктических и дальневосточных морей - 30 м/с и более, на акватории неарктических морей - 25 м/с и более;
- волнение - в океанах высота волн 8 м и более; на морях – высота волн, особо опасная для мореплавания, ведения промысла и береговых сооружений;
- сильный дождь - количество осадков 50 мм и более в течение 12 ч и менее, а в горных, селевых и ливневых районах - 30 мм и более за 12 ч и менее;
- крупный град - диаметр градин 20 мм и более;
- сильный снегопад - количество осадков 20 мм и более за 12 ч и менее;
- сильные метели в течение дня или ночи, преобладающая скорость ветра 15 м/с и более, а для побережий арктических и дальневосточных морей - 25 м/с и более;
- сильные пыльные (песчаные) бури - преобладающая скорость ветра 15 м/с и более [3].

Циклоны с ураганном ветром в любом случае считаются стихийными явлениями, а приносимые им разрушения - стихийными бедствиями.

Важно отметить, что основными разрушительными факторами урагана являются: высокая скорость ветра, скоростной напор воздушного потока, его сила и продолжительность действия. При этом на величину ущерба, причиняемого ураганом, оказывают существенное влияние также сопровождающие его гидрологические явления: огромные массы проливных вод на морском побережье и продолжительные ливневые дожди, вызывающие обширные наводнения. Кроме того, величина ущерба зависит от характера экономики района бедствия; рельефа местности; степени застройки и прочности строений; вида растительности; присутствия в зоне действия урагана населения и животных; времени года; проведенных профилактических (предупредительных) мероприятий.

Следует отметить, что ураганый ветер разрушает прочные и сносит легкие строения; опустошает засеянные поля; обрывает провода и валит столбы линий электропередач и связи; повреждает транспортные магистрали и мосты; ломает и вырывает с корнями деревья; повреждает и топит суда, как в открытом море, так и в портах; вызывает аварии на коммунально-энергетических сетях и на объектах экономики. Отмечены случаи, когда ураганый ветер разрушал дамбы и плотины, что приводило к большим наводнениям; сбрасывал с рельсов поезда; срывал с опор мосты; валил заводские трубы; выбрасывал далеко на сушу корабли, морских обитателей и т.п.

Характеристиками последствий действия ураганного ветра является: количество погибших и пострадавших; оставшихся без крова людей; количество разрушенных в поврежденных жилых домов, производственных и культурно-бытовых зданий, мостов, опор линий электропередач, связи и других объектов экономики; площади сельскохозяйственных угодий с погибшими посевами, урожаем; количество погибших сельскохозяйственных животных и растений и т.п.

Одними из наиболее мощных проявлений ураганных процессов на территории Российской Федерации с характерными особенностями возникновения и развития, а также последствиями были ураганы в Москве и Московской области в мае - июне 2017 года. В эти два месяца 2017 года в Московском регионе прошло два урагана, последний из которых обрушился на столицу и Подмоскovie 30 июня. Ураганный ветер скоростью до 29 метров в секунду за считанные минуты повалил более 2,5 тысяч деревьев, повредил крыши 30 домов, множество машин, остановил движение наземных линий метро и электричек на нескольких направлениях. Больше всего от непогоды пострадал северо-восток города. При этом зафиксировано самое большое число жертв за всю историю метеонаблюдений - погибли 15 человек, ранены, по официальным данным, 70. Агентство ТАСС, со ссылкой на источник в экстренных службах, сообщает о 105 гражданах, доставленных в больницы. В аэропортах было задержано до 80% рейсов. МЧС объявляло штормовое предупреждение за несколько часов до урагана [5].

В Москве ураган вырывал с корнем деревья и переворачивал во дворах гаражи. От урагана в столице пострадало более 70 человек [7].

Ураган атаковал Москву так стремительно, что тревожные сообщения из разных концов столицы посыпались с интервалом в несколько секунд. Казалось, циклон наступал не единым фронтом, а сразу, будто колпаком накрыл весь город. Обычно похожими словами в книгах описывают наступление апокалипсиса - небо мгновенно заволочло тучами, резко потемнело, начался ливень и поднялся ураганный ветер.

Более 40 тысяч человек ликвидировали последствия грозы и проливного дождя, которые обрушились на центральные регионы России накануне. От удара молнии в столичном регионе погибли 2 человека, еще 9 пострадали.

Во время урагана затопило улицы города. В разных районах столицы России выпали осадки от 9 до 34 мм в виде града и дождя. Для сравнения - месячная норма для Москвы - 75 мм. Данные о последствиях ежечасно обновлялись [6].

Пострадали от этих ураганов и другие области Европейской части России.

Следующим опасным вихревым процессом, характерным для Российской Федерации является **смерч (торнадо, тромб)**. Смерч (или торнадо от исп. tornado «смерч») - атмосферный вихрь, возникающий в кучево-дождевом (грозовом) облаке и распространяющийся вниз, часто до самой поверхности земли, в виде облачного рукава или хобота диаметром в десятки и сотни метров. Смерч - это восходящий вихрь, состоящей из чрезвычайно быстро вращающегося воздуха, а также частиц влаги, песка, пыли и других взвесей. Он представляет собой быстро вращающуюся воздушную воронку, свисающую из кучево-дождевого облака и ниспадающую как "воронкообразное облако". В полном развитии смерч достигает земли и движется по ней, принося большие разрушения. Смерч - это наименьшая по размерам и наибольшая по скорости вращения форма вихревого движения воздуха.

Смерч считается стихийным бедствием, если максимальная скорость ветра в нем составляет 25 м/с и более; для побережий (акваторий) океанов, арктических и дальневосточных морей - 30 м/с и более [3].

Результаты исследований свидетельствуют о том, что наибольшее количество смерчей было замечено на территории Северной Америки, откуда и произошло, собственно, их назва-

ние. Термин "торнадо" (tornado) в переводе с испанского означает «вращающийся» - именно так называли эти вихри испанцы, прибывшие на материк после открытия Нового Света.

В русском языке чаще применяется топоним "смерч", произошедший от древнерусского смърчъ, что переводится как "облако".

Порождаются смерчи вихревыми образованиями, горизонтальными спиральными вихрями. Они являются частью своеобразных материнских облаков, обладающих спиральным вихревым движением, подобно движению циклонов. При этом из других закономерностей образования смерчей заслуживает внимания их связь с циклонами. Они образуются во многих областях земного шара. Очень часто материнское облако смерча (смерчевое облако) сопровождается грозами, градом и ливнями необычайной силы и размеров.

Чаще всего смерчевые облака возникают вдоль фронта встречи двух воздушных потоков: теплого и холодного. Возникают смерчи, как над водной поверхностью, так и над сушей, при этом, чаще всего - во время жаркой погоды и высокой влажности, когда особенно резко проявляется неустойчивость воздуха в нижних слоях атмосферы. Как правило, смерч рождается от низкого кучево-дождевого облака, опускаясь на землю в виде темного хобота. Однако, иногда смерчи возникают и при ясной погоде.

Как правило, размеры смерчевого облака в поперечнике составляют 5 - 10 км реже до 15 км, высота 4 - 5 км, иногда до 15 км. Расстояние между основанием облака и землей обычно небольшое, порядка нескольких сот метров. В основании материнского облака смерча располагается воротниковое облако. Его ширина 3 - 4 км, толщина примерно 300 м, верхняя поверхность - на высоте примерно 1500 м. Под воротниковым облаком лежит стенное облако, от нижней поверхности которого свисает сам смерч. Ширина стенового облака 1,5 - 2 км, толщина - 300 - 450 м, нижняя поверхность - на высоте 500 - 300 м. Можно сказать, что сам по себе смерч - это насос, засасывающий и поднимающий в облако различные сравнительно небольшие предметы. Попадая в вихревое кольцо, они поддерживаются в нем и переносятся на десятки километров.

Что же такое воронка смерча?

Воронка представляет собой основную составляющую смерча, иначе говоря, спиральный вихрь, состоящий из чрезвычайной быстро вращающегося воздуха с примесью воды, пыли и т.д. Воронка смерча - это по существу мелкомасштабный ураган. Внутренняя полость воронки в поперечнике от нескольких метров до нескольких сотен метров. Она обладает резко пониженным давлением. Поэтому, когда она соприкасается, например, с закрытым домом с закрытыми окнами, дом буквально взрывается.

При этом в стенках смерча движение воздуха направлено по спирали вверх и нередко достигает скорости до 200 м/с. Пыль, обломки, разные предметы, люди, животные поднимаются вверх не по внутренней полости, обычно пустой, а в стенках смерча. В свою очередь, ширина стенок у плотных смерчей значительно меньше ширины полости и измеряется немногими метрами. У расплывчатых смерчей, наоборот, ширина стенок бывает значительно больше ширины полости и достигает нескольких десятков и даже сотен метров. А, у очень тонких смерчей ширина всей воронки не превышает 3 метров. При этом ширина стенок измеряется десятками сантиметров.

Визуально зачастую смерч хорошо виден, но иногда почти не виден.

Наблюдения за смерчами показывают, что разграничение между сильнейшими ветрами в теле смерча и неподвижным воздухом по его периферии бывает настолько резким, что вызывает иногда поразительные явления. Например, ошипанная смерчем наполовину курица на ферме в США [1].

Следует сказать, что скорости вращения воздуха в воронке могут достигать 600 - 1000 км/ч и даже 1300 км/ч, а время образования смерча исчисляется обычно минутами, иногда десятками минут. При этом общее время существования смерча - минутами, иногда часами. Наблюдался случай, когда от одного облака образуется группа смерчей (если облако крупное и

имеет в поперечнике размер 30 - 50 км). Общая длина пути смерча исчисляется от сотен метров до десятков километров, изредка может достигать 150 - 200 км.

Особо следует отметить, что скорости перемещения облаков со смерчами сильно различаются. Иногда облако движется очень медленно, иногда несется с большой скоростью (до 240 км/ч). Средняя же скорость перемещения составляет 50 - 60 км/ч [1-4].

При этом отмечают следующие размеры смерчей: средняя ширина 350 - 400 м; высота - несколько сот метров, а иногда до 1500 м [1-4].

Важно учитывать что, холмы, леса и водные бассейны не являются преградой для движения смерчей. При пересечении водных бассейнов смерч может полностью осушить небольшие озера и болота.

Следует отметить, что одной из особенностей движения смерча является его прыганье, пройдя некоторое расстояние по земле, смерч может подняться в воздух и не касаться земли, а затем снова опуститься до земли.

Смерч, соприкасаясь с поверхностью земли, вызывает большие разрушения. Это обусловливается двумя факторами: таранным ударом стремительно вращающегося воздуха и большой разностью давления между периферией и внутренней частью воронки в связи с возникновением огромной центробежной силы. При этом последний фактор вызывает эффект мощного всасывания всего, что находится на пути смерча. Смерч поднимает в воздух и переносит на сотни метров и даже на несколько километров животных, людей, автомобили, небольшие дома; срывает крыши зданий; вырывает с корнем деревья; опрокидывает столбы, мачты, трубы, различные опоры; сносит мосты; всасывает в себя небольшие водоемы. Он разрушает жилые и производственные здания, разрывает линии энергоснабжения, связи, выводит из строя технику, нередко приводит к человеческим жертвам.

В Российской Федерации смерчи нередки в центральных областях страны; в Поволжье; на Урале; в Сибири; на побережье и на акваториях Черного, Азовского, Каспийского и Балтийского морей.

Следует отметить, что в настоящее время общепринятой классификации смерчей не существует. Но, чаще всего смерчи подразделяют по строению на:

- плотные (резко ограниченные)
- расплывчатые (неясно ограниченные).

Причем поперечный размер воронки расплывчатого смерча, как правило, значительно больше, чем резко ограниченного и может достигать несколько сот метров. На территории Европы расплывчатые смерчи более редки, чем плотные.

Кроме того, в некоторых литературных источниках по данной тематике смерчи подразделяют на 4 основные группы:

- а) пылевые вихри;
- б) малые смерчи короткого действия;
- в) малые смерчи длительного действия;
- г) смерчи – ураганные вихри [1].

Малые смерчи короткого действия имеют длину пути не больше километра, но обладают значительной разрушительной силой. Они сравнительно редки. Длина пути малых смерчей длительного действия исчисляется несколькими километрами. Смерчи - ураганные вихри являются более крупными смерчами и при своем движении проходят несколько десятков километров. Иногда выделяют водяные смерчи - смерчи, развивающиеся над водной поверхностью.

Еще одним видом вихревых процессов, характерных для территории России являются бури.

Буря - это ветер, скорость которого меньше скорости ураганного ветра, однако все же довольно значительная - 15 - 31 м/с. Иногда бурю порядка 11 баллов называют **штормом**. Бури обусловлены обычно циклонической деятельностью, развивающиеся на

больших пространствах. Длительность бурь - от нескольких часов до нескольких суток. Строение вихревых бурь практически такое же, как ураганов. Ширина бури составляет величину обычно от нескольких десятков до нескольких сотен километров. Так же, как и ураганы, бури нередко сопровождаются выпадением довольно значительных осадков.

Убытки и разрушения, причиняемые бурями, существенно меньше, чем от ураганов.

Следует отметить, что ураганные и штормовые ветры в зимних условиях часто приводят к возникновению снежных бурь, когда огромные массы снега с большой скоростью перемещаются по воздуху с одного места на другое. Продолжительность их может быть от нескольких часов до нескольких суток. При этом особенно опасны снежные бури, проходящие одновременно со снегопадом, при низкой температуре или при ее резких перепадах. В этих условиях снежная буря превращается в подлинное стихийное бедствие, причиняя значительный ущерб экономике. Снегом заносятся дома, хозяйственные и жилищно-коммунальные постройки. Сугробы иногда достигают высоты четырехэтажного дома. На длительное время из-за снежных заносов и отсутствия видимости на большой территории останавливается движение всех видов транспорта. Ветер и снег рвут провода, разрушают строения, ломают столбы и опоры. На отдельных территориях нарушается связь и прекращается подача электроэнергии, воды, тепла. Случаются и человеческие жертвы.

Сопровождающиеся при низких температурах воздуха сильные ветры способствуют быстрому возникновению таких опасных метеорологических явлений, как гололед (слой плотного льда, образующийся на поверхности земли и предметах при намерзании переохлажденных капель дождя или тумана); изморозь (рыхлые снегообразные кристаллы льда, нарастающие на ветвях деревьев, проводах и т.п.); наледь (слой смерзшегося мокрого снега на поверхности предметов). В условиях Калининградской области (Прибалтика), например, диаметр гололеда обычно не превышает 40 мм, изморози - 50 мм. Однако отмечались случаи образования гололеда с диаметром до 175 мм и весом до 1600 г на погонный метр провода электропередачи [8].

В свою очередь, ливневые осадки, обычно сопровождающие ураганы, бури, смерчи и т.п. зачастую являются причиной таких стихийных явлений, как селевые потоки, оползни и т.п.

Следует отметить, что бури приводят к гораздо менее разрушительным последствиям, чем ураганы. Однако нередко бури приносят ощутимый ущерб, если они сопровождаются переносом больших масс песка и пыли (песчаные или пыльные бури) или снега (снежные бури).

Так, пыльные или песчаные бури засыпают сельскохозяйственные угодья, здания, сооружения, дороги, и т.п. слоем пыли и песка, достигающим иногда нескольких десятков сантиметров. В свою очередь, площадь, на которой выпадает пыль или песок, может достигать сотен тысяч, а иногда миллионов квадратных километров. В разгар пыльной бури воздух бывает так насыщен пылью, что видимость порой ограничивается тремя - четырьмя метрами. После такой бури нередко там, где зеленели всходы, расстилается пустыня [1-4].

Страшные бури, носящие название самумов, проносятся над песчаной пустыней Сахарой. Тучи песка и камней несутся по воздуху наподобие снега во время наших метелей. Они засыпают цветущие оазисы с их возделанными садами и полями, хоронят караваны верблюдов и лошадей. Бури на небольших территориях могут быть связаны с местными условиями [1-4,8].

Пыльные бури распространены в южных засушливых областях Европейской части России, Сибири, где областями зарождения их являются черноземные области. В этих районах они нередко приводят к эрозии почвы (переносят большие массы чернозёма) и носят название "черные бури" [1-4,8].

Желто-красные пыльные бури характерны для степных и полупустынных областей Российской Федерации с желто-бурыми суглинками и супесями (в Нижнем Поволжье).

Песчаные бури известны в Каракумах и Кызылкумах, наиболее сильные пыльные и песчаные бури бывают в Туркмении [1-4,8].

Снежные же бури нередко достигает большой силы над громадными равнинами европейской части России и над степной зоной Сибири и Казахстана. В результате на несколько дней прекращается движение в городах, селах, на порогах, включая и железные дороги, гибнет скот, иногда гибнут люди.

Нельзя не сказать об особенностях шквальных бурь. Шквальные бури (шквалы) характеризуются внезапностью и нередко большой разрушительной силой, иногда сопровождаются интенсивными осадками. Несмотря на короткую длительность (десятки минут) и сравнительно узкую полосу действия (обычно от нескольких километров до нескольких десятков километров), они могут привести к значительным разрушениям и ощутимому ущербу, а иногда даже к человеческим жертвам.

Таким образом, все основные вихревые процессы ураганы, циклоны, бури, смерчи и т.п. характерны для территории Российской Федерации. По своим поражающим факторам и разрушительным последствиям для населения и территорий они различаются, но все они опасны. Это говорит о необходимости смягчения их последствий посредством применения пассивных и активных мер защиты населения и территорий.

К пассивным мерам следует отнести: планирование и проведение профилактических (предупредительных) организационно-технических мероприятий. Прежде всего, речь идет о создании системы мониторинга и прогнозирования опасных вихревых процессов на территории нашей страны. Далее важно своевременно оповестить население и организации о прогнозируемых опасных вихревых процессах, обеспечить проведение превентивных мероприятий. Однако, следует отметить, что мерами пассивной защиты обеспечить безопасность населения и территорий от опасных вихревых процессов не представляется возможным. Следует разрабатывать, искать и применять новые более эффективные способы, средства и технологии активной защиты населения и территорий от опасных ветровых процессов.

К числу активных мер следует отнести воздействие на сам опасный вихревой процесс, особенно в стадии его зарождения формирования, с использованием технических средств и технологий.

Как известно, любой опасный вихревой процесс в атмосфере возникает при столкновении воздушных масс с различной температурой: теплой и холодной воздушных масс. Чем больше контраст температур сталкивающихся воздушных масс, тем сильнее (мощнее) будет вихревой процесс, и, следовательно, тем больше будет его разрушительная сила и хуже последствия.

Исследования показывают, что если на пути следования холодной (более холодной) воздушной массы расположить технические устройства, которые при своей работе способны повысить температуру этой воздушной массы до ее сближения с теплой воздушной массой, и тем самым, обеспечить ее прогрев, сделав столкновение масс воздуха не контрастным (иначе говоря, воздушные массы будут иметь одинаковые или близкие температуры), то опасный вихревой процесс или просто вихревой процесс не возникнут или же будут иметь не значительную силу и не смогут привести к разрушительным последствиям.

Теоретические исследования показывают, что для целей предотвращения возникновения опасных вихревых процессов возможно применение специальных ионизаторов типа "ГИОНК" и технологий, основанных на применении комплексов указанных ионизаторов [10-15]. Специальные ионизаторы типа "ГИОНК" и основанные на них технологии созданы во "Всероссийском научно-исследовательском институте по проблемам граждан-

ской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России", прошли натурную экспериментальную проверку в ряде направлений и могут быть рекомендованы для испытаний и последующего применения для предотвращения возникновения опасных вихревых процессов, таких как: ураганы, бури, смерчи и т.п.

Литература

1. Наливкин Д.В. Ураганы, бури, смерчи. Л.: Наук. - 1969.
2. Кукал З. Природные катастрофы, М.: Знание. - 1985.
3. Порядок действий организаций и учреждений Росгидромета при возникновении опасных природных (гидрометеорологических и гелиогеофизических) явлений. Утвержден приказом Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды от 15.10.99 № 10. <http://docs.cntd.ru/document/1200036952>.
4. Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. М.: Прогресс. -1978.
5. <https://etolike.ru/interesnoe/item/627-30-iyunya-2017-silnejshij-uragan-v-moskve-foto-video> - ураган 30 июня в Москве.
6. <http://newsrbk.ru/news/4643125-uragan-v-moskve-30062017-takogo-shtorma-ne-byilo-100-let.html> последствия урагана <http://newsrbk.ru/news/4643125-uragan-v-moskve-30062017-takogo-shtorma-ne-byilo-100-let.html>.
7. https://www.1tv.ru/news/2017-05-29/326131-na_moskvu_obrushilsya_samyy_moschnyy_i_razrushitelnyy_zh_z_poslednie_sto_let_uragan 29 мая 2017, 21:00.
8. Справочные данные о чрезвычайных ситуациях техногенного, природного и экологического происхождения /временные/. Часть 1. Общие сведения о чрезвычайных ситуациях. - М.: ВНИИ ГОЧС. - 1990.
9. ГОСТ Р 22.1.07-99. Государственный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений и процессов. Общие требования. - М.: Госстандарт. - 1999.
10. Подрезов Ю.В. Научно-технические аспекты построения системы снижения рисков чрезвычайных ситуаций на базе электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы. В сборнике: Комплексная безопасность России - исследования, управление, опыт Международ- ный симпозиум. 26-27 мая 2004 года. Сборник материалов. – Москва. - 2004. с. 184-186.
11. Подрезов Ю.В. Анализ особенностей загрязнения атмосферы городов. Журнал «Пробле- мы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2013.
12. Подрезов Ю.В. "Основные особенности формирования погодных процессов в атмосфере Земли". Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2015 год.
13. Подрезов Ю.В. Обобщенный анализ современных способов и средств управления атмо- сферными процессами. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 6 за 2016 год.
14. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Виноградов А.В., Тимошенко З.В. "Теоретиче- ские исследования и экспериментальные работы отечественных ученых в области физики обла- ков". Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2016 год.
15. Подрезов Ю.В. «Особенности обеспечения безопасной эксплуатации авиации в неблаго- приятных погодных условиях с использованием способов и средств активных воздействий на ат- мосферные процессы». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2016 год.

Сведения об авторе

Подрезов Юрий Викторович, доцент, главный научный сотрудник научно-исследо- вательского центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); заместитель заведующего кафедрой Мос- ковского физико-технического института (государственного университета). Тел.: 8-903-573-44-84; e-mail: uvp4@mail.ru

УДК 656.61.052; 614.8.084

УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА НАВИГАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПЛАВАНИЯ СУДНА

Кандидат техн. наук *В.А. Бондарев, С.В. Ермаков*

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Обоснован метод количественной оценки влияния человеческого фактора на навигационную безопасность плавания судна и на вероятность возникновения чрезвычайной ситуации при судовождении, который предлагается использовать для управления риском чрезвычайных ситуаций в морской индустрии.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, судовождение, человеческий фактор, риск, вероятность, навигационная ситуация, экстремальность.

RISK MANAGEMENT OF EMERGENCIES BASED ON PREDICTION AND MINIMIZATION OF THE INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR ON NAVIGATIONAL SAFETY OF THE VESSEL

Ph.D (Tech) *V.A. Bondarev, S.V. Ermakov*

FSBEI HE «Kaliningrad state technical university»

The article considers substantiation of the method of quantifying the impact of human factors on the navigational safety and the probability of emergency in navigation that is proposed to be used for risk management of emergencies in the marine industry.

Keywords: emergency, navigation, human factor, risk, probability, navigational situation, extremality.

Согласно Федеральному закону от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [1] и государственному стандарту Российской Федерации «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» (ГОСТ Р 22.0.02-2016 [2]) под чрезвычайной ситуацией необходимо понимать «обстановку на определённой территории или акватории, сложившуюся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей» [2]. При этом ГОСТ Р 22.0.02-2016 [2] в число источников чрезвычайной ситуации включает себя среди прочего опасные природные явления, аварии и опасные техногенные происшествия.

Государственный стандарт Российской Федерации «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Чрезвычайные ситуации на акваториях. Термины и определения» (ГОСТ Р 22.0.09-95 [3]) даёт схожее, но прикладное для водной акватории определение чрезвычайной ситуации, под которым в указанном ГОСТ понимается «...состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей и мореплавания, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, морским (речным) объектам,

водной флоре и (или) фауне на море или внутреннем водном бассейне» [3]. Перечень источников ЧС, перечисленный в ГОСТ Р 22.0.09-95 входит не просто авария, а «авария на морском (речном) объекте» (морские суда являются морскими объектами).

Таким образом, навигационная авария (столкновение судов, посадка на мель и т.д.) является источником ЧС. В общем случае наличие источника чрезвычайной ситуации еще не означает возникновения ЧС. Однако навигационная авария является именно тем источником, который всегда и безусловно инициирует чрезвычайную ситуацию. Даже если удалось избежать человеческих жертв, загрязнения окружающей среды, то угроза жизни людей и среде является неременным сопутствующим элементом навигационной аварии.

Между тем, основной причиной большинства навигационных аварий является человеческий фактор, т.е. ошибки вахтенного помощника капитана (судоводителя) при несении ходовой навигационной вахты [4]. Следовательно, детерминируя появление источника ЧС (навигационной аварии), ошибка судоводителя одновременно представляет собой инициирующее событие по отношению к чрезвычайной ситуации. Иными словами, риск чрезвычайной ситуации на море, источником которой является навигационная авария, определяется в основном человеческим фактором. Таким образом, очевидно, что обоснование, планирование и реализация превентивных действий, заключающихся в прогнозировании и минимизации влияния человеческого фактора на навигационную безопасность плавания судна, в результате приведет к уменьшению вероятности ЧС и, как следствие, к снижению риска чрезвычайной ситуации.

Негативные последствия недооценки влияния человеческого фактора на безопасность мореплавания были осознаны мировым морским сообществом только ближе к концу прошлого столетия, когда серьёзные аварии морских судов стали следовать одна за другой, их последствия становились всё катастрофичней, а чрезвычайные ситуации, источниками которых эти аварии являлись, приобретали характер, выходящий далеко за пределы локального. С этого момента исследование проблемы влияния человеческого фактора на безопасность мореплавания и на вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций на море является наиболее актуальным из направлений научных исследований, проводимых как на международном, так и на национальных уровнях. В число основных задач, возникших перед наукой в контексте таких исследований, входит среди прочих задача прогнозирования и минимизации влияния человеческого фактора на безопасность мореплавания, решение которой связано и непосредственно зависит от наличия методов количественной оценки такого влияния, являющихся частью теории и методологии управления риском чрезвычайных ситуаций на море. Вместе с тем, необходимо констатировать, что методов количественной оценки влияния человеческого фактора на навигационную безопасность плавания судна, обладающих свойствами простоты и адекватности одновременно, общепризнанных и применяемых единообразно на судах и в компаниях, в настоящее время не существует [5]. Таким образом, сегмент методологии управления риском чрезвычайных ситуаций на море, касающийся судовождения, содержит пробелы, препятствующие реализации эффективной, учитывающей человеческий фактор процедуры управления.

Для решения этой проблемы предлагается следующий метод количественной оценки влияния человеческого фактора на навигационную безопасность плавания судна и вероятность возникновения ЧС при судовождении.

Для обоснования метода и его использования в целях управления риском ЧС на море в первую очередь необходимо определиться с понятием «риск чрезвычайной ситуации». ГОСТ Р 22.0.02-2016 [2] под риском ЧС предлагает понимать «...меру опасности чрезвычайной ситуации, сочетающей вероятность возникновения ЧС и ее последствия» [2].

Вероятность возникновения чрезвычайной ситуации на море, источником которой является навигационная авария (далее, по умолчанию, рассматриваются только такие ЧС),

как и вероятность самой навигационной аварии, определяется текущей навигационной ситуацией, в которой находится судно, и совокупностью профессиональных, психофизиологических, психологических и социальных характеристик судоводителя, несущего ходовую навигационную вахту (человеческим фактором), т.е. текущим состоянием и качеством результата на выходе системы «судоводитель в ситуации» [6].

Таким образом, для определения вероятности возникновения ЧС первоначально необходимо «измерить» навигационную ситуацию и человеческий фактор, т.е. получить их количественные характеристики.

Получить абсолютно адекватную количественную оценку всей совокупности характеристик судоводителя – задача практически невыполнимая. Во-первых, количество этих характеристик довольно велико, в методики их оценки либо отсутствуют, либо не обладают необходимой достоверностью. Во-вторых, большинство характеристик судоводителя обладают значительной динамикой не только на протяжении рейса, но и в течение одной вахты (в течение четырех часов). Однако в результате ряда исследований [7-10] установлено, что основной детерминантой влияния человеческого фактора на навигационную безопасность судна и, следовательно, на вероятность возникновения чрезвычайной ситуации является психологическая устойчивость судоводителя, которую и предлагается использовать вместо оценки человеческого фактора.

Терминология МЧС [11] включает в себя термин «психологическая устойчивость» и дает ему следующее определение, полностью согласующееся с концепцией описываемого метода.

Психологическая устойчивость – это «...совокупность определённых качеств и свойств психики, благодаря которым организм сохраняет способность к адекватной и эффективной жизнедеятельности под воздействием каких-либо неблагоприятных факторов. Степень устойчивости – величина непостоянная и зависит от следующих факторов: зоны стабильности – количество воздействий, которые человек может выдержать при условии, что они не будут иметь разрушительный характер; знания алгоритма действий, несущих положительный результат в определённых ситуациях; профессиональных навыков; навыков саморегуляции; знания особенностей поведения и реакций человека в определённых ситуациях; свойства нервной системы и т.п.» [11].

Вместе с тем, последнее определение указывает на динамику психологической устойчивости. Однако в психологии существует множество методик, основанных, как правило, на тестах, которые дают в результате своего применения некоторую «точечную» оценку «динамической» психологической устойчивости – её уровень. Значение уровня психологической устойчивости (УПУ) остается постоянным на протяжении довольно длительного промежутка времени (как минимум, в течение одного рейса морского судна). В качестве конкретного инструмента для определения УПУ при оценке влияния человеческого фактора на навигационную безопасность судна предлагается использовать несколько модернизированный тест «Прогноз-2» (86 вопросов) В.Ю. Рыбникова [12], который в итоге дает результат по десятибалльной шкале.

Таким образом, количественной оценкой НФ человеческого фактора, которая необходима для определения вероятности возникновения чрезвычайной ситуации при судовождении, является уровень психологической устойчивости судоводителя, измеряемый в процессе тестирования.

Далее необходимо получить некоторую количественную характеристику навигационной ситуации, под которой необходимо понимать «...неповторимую совокупность мгновенных значений характеристик взаимосвязанных, субъективных и объективных компонент, имеющих отношение к навигационной безопасности плавания судна и открывающихся восприятию и деятельности судоводителя в определённый момент времени» [13].

Анализ практики мореплавания позволяет выделить конечный ряд, включающий в себя восемнадцать компонент, а именно: размеры акватории; глубина; оснащённость района средствами навигационного обеспечения; наличие надводных и подводных препятствий; скорость ветра; направление ветра относительно судна – курсовой угол ветра; сила волнения; направление волнения относительно судна – курсовой угол волнения; скорость течения; направление течения относительно судна – курсовой угол течения; видимость; ледовая обстановка; обледенение; интенсивность и плотность движения судов; количество опасных целей; скорость судна; размеры судна; организационные компоненты – качество и количество правил (норм), особенным образом регламентирующих плавание в отдельно взятом районе [13].

Для того чтобы избавиться от множественности значений характеристик перечисленных компонент, введем понятие «типовая навигационная ситуация» и определим его как «...совокупность значений характеристик компонент в некоторый момент или отрезок времени, при этом каждое из значений принадлежит к своему конечному множеству» [13]. Отношение значения характеристики к тому или иному множеству можно определить, используя традиционное качественное или количественное описание компоненты – например, шкалу Бофорта для ветра (табл. 1). Количество множеств в зависимости от компоненты варьируется от двух до пяти (всего 54 множества), чем больше номер множества, тем сложнее и тяжелее навигационная ситуация.

Таблица 1

**Компоненты навигационной ситуации.
Примеры множеств значений характеристик**

<i>i</i>	<i>Компоненты</i>	Множества				
		0	1	2	3	4
2	Глубина	глубокая вода	мелководье	-	-	-
5	Скорость ветра	безветрие	слабый, 1-3 балла	сильный, 4-6 балла	крепкий, 7-8 баллов	штормовой, 9-12 баллов
11	Видимость	отличная свыше 10 миль	хорошая 5-10 миль	средняя 2-5 миль	плохая 1-2 мили	очень плохая менее 1 мили

В итоге, количественная характеристика навигационной ситуации (CNS – Complexity of Navigational Situation, сложность навигационной ситуации) будет определяться выражением:

$$CNS = 1 - \prod_{i=2}^{18} (1 - K_i). \quad (1)$$

где K_i – коэффициенты, определяющие состояние i -й компоненты навигационной ситуации.

Принципы обеспечения безопасности мореплавания и предупреждения чрезвычайных ситуаций на море определяется среди прочего расположением и размерами акватории плавания и различны в зонах открытого моря, прибрежного плавания и стесненного плавания. Поэтому для одного и того же множества одной и той же компоненты коэффициенты K для различных зон будут иметь разные значения. В итоге для определения сложности навигационной ситуации по формуле (1) необходимо иметь три набора по 54 коэффициента. Для формирования этих наборов было проведено экспертное оценивание, в процессе которого эксперты ранжировали навигационные ситуации по степени их сложности, а компоненты навигационной ситуации по значимости (для каждого вида акватории в отдельности). Значения полученных в результате обработки экспертных оценок коэффициентов представлены в табл. 2 на примере трех компонент навигационной ситуации.

Таблица 2

Примеры значений коэффициентов для расчёта сложности навигационной ситуации

Номер компоненты	Вид акватории	Номер множества			
		1	2	3	4
2	зона открытого моря	0,019	-	-	-
	зона стесненного плавания	0,156	-	-	-
	зона прибрежного плавания	0,231	-	-	-
5	зона открытого моря	0,040	0,081	0,121	0,161
	зона стесненного плавания	0,044	0,088	0,132	0,176
	зона прибрежного плавания	0,037	0,073	0,110	0,147
11	зона открытого моря	0,039	0,077	0,116	0,155
	зона стесненного плавания	0,067	0,135	0,202	0,269
	зона прибрежного плавания	0,073	0,147	0,220	0,293

В итоге для вычисления сложности навигационной ситуации необходимо по известным и общепринятым методикам определить значения характеристик компонент навигационной ситуации и номер множества, к которому эти значения относятся (табл. 1), для каждой компоненты по номеру множества определить коэффициент K_i и рассчитать по формуле (1) величину CNS.

Таким образом, вероятность P возникновения чрезвычайной ситуации при судовождении будет определяться функцией:

$$P = F(CNS, HF). \quad (2)$$

Однако представить эту функцию в виде, приемлемом для практического использования, и при этом остаться в строгих рамках понятия «вероятность», не представляется возможным. Поэтому здесь следует перейти к оценочным категориям.

В [6] предлагается качество функционирования системы «судоводитель в ситуации» оценивать экстремальностью – количественным показателем того, насколько навигационная ситуация является экстремальной. В свою очередь, экстремальная ситуация в работе судоводителя это «...оцениваемая через призму его психологической устойчивости совокупность быстро изменяющихся обстоятельств и условий плавания, несущих угрозу безопасности экипажа, судна и окружающей среды, обладающих свойством новизны для судоводителя и требующие от него максимального проявления его возможностей для принятия и исполнения адекватного ситуации решения с целью минимизации негативных последствий этой ситуации» [14]. При этом экстремальность навигационной ситуации определяется теми же аргументами, что и функция (1):

$$E = f(CNS, HF). \quad (3)$$

Для построения этой функции был проведен эксперимент на полнофункциональном навигационном тренажере, в процессе которого оценивалась адекватность поведенческих реакций судоводителей с известным уровнем психологической устойчивости в навигационных ситуациях различной сложности. В результате было получено табличное представление функции (3) в виде матрицы экстремальности (рис. 1). В этой матрице для рационализации ее практического применения вместо сложности навигационной ситуации с диапазоном от 0 до 1 используется ранг сложности с диапазоном от 1 до 10.

Матрица экстремальности, вход в которую осуществляется по двум аргументам: уровню психологической устойчивости судоводителя, определенного в результате тестирования, и рангу сложности навигационной ситуации, вычисленного по формуле (1) и преобразованного умножением на десять к десятибалльной шкале, дает возможность количественно оценить влияние человеческого фактора на навигационную безопасность судна (вероятность навигационной аварии, как источника ЧС). Таким образом, полученная экстремальность является количественной оценкой вероятности возникновения ЧС при судовождении, или, что точнее, квазивероятностью, измеряемой по шкале, характерной для величин с вероятностным смыслом.

Уровень психологической устойчивости	1	0,28	0,35	0,38	0,60	0,63	0,74	0,98	1,00	1,00	1,00
	2	0,25	0,32	0,35	0,54	0,58	0,68	0,90	0,94	0,95	0,97
	3	0,22	0,28	0,32	0,49	0,53	0,62	0,81	0,87	0,91	0,93
	4	0,19	0,24	0,29	0,43	0,48	0,57	0,71	0,81	0,86	0,9
	5	0,17	0,22	0,28	0,39	0,44	0,50	0,67	0,72	0,78	0,83
	6	0,14	0,19	0,24	0,33	0,38	0,43	0,57	0,67	0,71	0,76
	7	0,10	0,13	0,20	0,27	0,33	0,40	0,47	0,53	0,60	0,63
	8	0,08	0,11	0,18	0,22	0,29	0,33	0,40	0,46	0,53	0,56
	9	0,05	0,07	0,15	0,16	0,24	0,27	0,31	0,37	0,80	0,90
	10	0,02	0,04	0,12	0,15	0,19	0,21	0,23	0,28	0,90	1,00
<i>E</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Ранг сложности навигационной ситуации										

Рис. 1. Матрица экстремальности

Матрица экстремальности в зависимости от значения последней делится на следующие три области:

- критическая область, определяемая значениями экстремальности большими 0,66 (область однозначно экстремальных навигационных ситуаций и недопустимо высокого риска ЧС);
- буферная (промежуточная) область, определяемая значениями в промежутке от 0,33 до 0,66 (область неоднозначно экстремальных навигационных ситуаций и допустимого риска ЧС);
- безопасная область, в которой значения экстремальности меньше 0,33 (область однозначно неэкстремальных навигационных ситуаций и минимального риска ЧС).

Исходя из представленного выше понятия риска чрезвычайной ситуации, можно сделать следующие выводы об отношении матрицы экстремальности и описанного метода к управлению риском ЧС:

- матрица экстремальности позволяет оптимизировать оперативное управление риском – для капитана непрерывно определяемое на судне значение экстремальности является основой для принятия решения об изменении режима движения судна и, в первую очередь, для кадрового решения, связанного с усилением ходовой навигационной вахты. Реализация этих решений приведет к снижению экстремальности навигационной ситуации (т.е. к уменьшению её отклонения от безопасных значений), к уменьшению вероятности возникновения чрезвычайной ситуации и, как следствие, к редукции риска ЧС;
- матрица экстремальности представляет собой источник для формирования индивидуальной программы поэтапной тренажерной подготовки судоводителей, предусматривающей отработку их действий в навигационных ситуациях определенной сложности в комплексе с психологическими тренингами, т.е. может быть использована для превентивного управления риском ЧС.

Литература

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // «Собрание законодательства РФ». - 26.12.1994, N 35, ст. 3648.
2. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения. – Введ. 12.09.2016. – М.: Стандартинформ. - 2016. – 11 с.
3. ГОСТ Р 22.0.09-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Чрезвычайные ситуации на акваториях. Термины и определения. – Введ. 01.07.96. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов. - 2000. – 7 с.
4. Субанов Э.Э. Адаптация метода анализа иерархий для принятия решений при оценке степени опасности столкновения морских судов / Э. Э. Субанов, А. В. Миронов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. - 2012. – № 3. – С. 8-12.
5. Ермаков С.В. Анализ применимости в мореплавании некоторых методов оценки человеческого фактора / С.В. Ермаков // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2012». – Выпуск 4. Том 1. – Одесса: КУПРИЕНКО. - 2012 – ЦИТ: 412-0494. – С. 83-90.
6. Ермаков С.В. Анализ системы «судоводитель в ситуации» / С.В. Ермаков // Вестник МГТУ. – 2013. – Том 16. №4. – С. 699-703.

7. Незавитина Т.С. Психофизиологическая характеристика стресса в профессиональной деятельности морских лоцманов в портах Украины / Т.С. Незавитина // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2012. – №1(27). – С. 73-83.

8. Незавитина, Т.С. Стрессоустойчивость в системе психофизиологического отбора профотбора судоводителей / Т.С. Незавитина, Т.В. Демидова, Л.М. Шафран // Украинский медицинский альманах. – 2008. – т. 11. – №1 (додаток). – С. 190-193.

9. Иванова С.П. Психологическая устойчивость личности как фактор противодействия негативным влияниям социальной среды / С.П. Иванова // Образование и общество. – 2009. – № 6. – С. 50-55.

10. Ермаков С.В. Психологическая устойчивость судоводителя как основная детерминанта влияния человеческого фактора на навигационную безопасность судна / С.В. Ермаков // Безопасность жизнедеятельности. – 2013. – №5. – С. 14-19.

11. МЧС России. Термины МЧС. Устойчивость психологическая [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/dop/terms/item/86697/>

12. Берг Т.Н. Нервно-психическая неустойчивость и способы ее выявления / Т.Н. Берг. – Владивосток: Мор. гос. ун-т. - 2005. – 63 с.

13. Ермаков С.В. Формализация и содержание понятия «навигационная ситуация» / С.В. Ермаков // Эксплуатация морского транспорта. – 2012. – №4(70). – С. 17-21.

14. Ермаков С.В. Превентивное регулирование человеческого фактора в морском судовождении / С.В. Ермаков // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2016. – №5 (39). – С. 39-50.

Сведения об авторах

Бондарев Виталий Александрович, - профессор кафедры судовождения, декан судоводительского факультета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»; 230035, г. Калининград, ул. Молодёжная, 6; тел. 8 (4012) 92-50-78; e-mail: dekanat_swf@bga.gazinter.net

Ермаков Сергей Владимирович, - старший преподаватель кафедры судовождения Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»; 230035, г. Калининград, ул. Молодёжная, 6; тел. 8-911-459-41-19; e-mail: esv.klgd@mail.ru

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАРАШЮТНО-ДЕСАНТНОГО
ИМУЩЕСТВА И ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ ОПОРНЫХ ПОЛОС
ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ЗОНАХ
ЛЕСОАВИАЦИОННЫХ РАБОТ**

А.М. Ерицов
ФБУ «Авиалесоохрана»

Изложены вопросы доставки людей и грузов для тушения лесных пожаров в удаленных территориях, обоснована необходимость развития современных систем десантирования с воздушных судов работников парашютно-десантной пожарной службы (ПДПС) и технологий создания опорных полос в удаленных районах при тушении лесных пожаров. Представлен опыт совершенствования систем десантирования, как с вертолетов, так и с самолетов и новые средства создания опорных и заградительных полос для тушения пожаров в удаленных районах. Отмечены преимущества применения современных систем десантирования и новых технологий создания опорных и заградительных полос. Установлено, что использование современных систем десантирования существенно повышает безопасность и оперативность доставки людей и грузов к местам пожаров, применение новых средств создания опорных и заградительных полос позволяет оперативно создавать опорные и заградительные полосы на тушении лесных пожаров. В статье представлены технические характеристики средств десантирования людей и грузов, новых средств создания опорных и заградительных полос, результаты испытаний, а также рекомендации по их применению.

Ключевые слова: Лесные пожары, зоны лесоавиационных работ, парашютно-десантная пожарная служба, средства десантирования, огнезащитный экран, взрывчатые вещества.

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES ON CREATION
OF FOREST FIRE BARRIERS AND DELIVERY EQUIPMENT
FROM THE AVIATION IN THE AERIAL FIREFIGHTING ZONES**

A.M. Eritsov
Aerial Forest Fire Center “Avialesoohrana”

The article outlines the delivery of people and cargos from the aviation to extinguish forest fires in remote areas, determined the need for the development of modern airborne systems for smokejumpers and technologies for creating fire lines (barriers) in remote areas for extinguishing of forest fires. The experience of improving the systems of landing from helicopters and from aircraft and new means of creating of fire lines and barrier strips for extinguishing fires in remote areas is presented. The advantages of using modern landing systems and new technologies for the construction of fire lines and barriers are noted. It is established that the use of modern landing systems significantly improves the safety and speed of delivery of people and cargo to the wildfire areas, the use of new means of creating of fire lines and barriers allows the rapid creation of them to extinguish forest fires. The article presents technical characteristics of the means of landing of people and cargoes, new means of creating of fire lines and barrier strips, test results, as well as recommendations for their application.

Keywords: forest fires, aerial fire management zones, helirapellers and smokejumpers services, means of descent, fire resistant screen, explosive materials.

Лесные пожары в России всегда оказывали существенные проблемы и наносили значительный ущерб экономике страны. Удаленные территории в нашей стране, отсутствие дорог, требовало развития авиационных технологий тушения пожаров. В 1931 году на заре развития авиации руководством страны было принято решение провести эксперименты по применению авиации в обнаружении пожаров. С тех пор началась эра развития авиационной охраны лесов от пожаров в России. Во многих регионах России, в начале в Европейской части, затем и в Сибири и на Дальнем Востоке применялись легкие самолеты для своевременного обнаружения пожаров [1]. Летчики-наблюдатели при обнаружении пожаров составляли схемы и координаты пожаров и сбрасывали их в ближайшие населенные пункты. Однако работники лесного хозяйства и сельские жители прибывали к местам пожаров несвоевременно в случае значительного удаления пожаров от населенных пунктов и отсутствия дорог. В связи с этим возникла необходимость использования парашютистов для своевременной высадки на тушение пожаров [2]. Первые парашютные прыжки на обнаруженные с воздушного судна пожары были осуществлены в 1936 году. В США, где также развивались авиационные технологии тушения лесных пожаров, первые парашютные прыжки были организованы в 1939 году [3]. С появлением вертолетов, в 1950-е годы работники авиалесоохраны доставлялись вертолетами к местам пожаров как методом посадки, так и на специальных спусковых устройствах в режиме висения вертолета над кронами деревьев в случае отсутствия площадок пригодных для посадки вертолетов в районе пожаров. Таким образом, появилась парашютно-десантная пожарная служба [3]. В соответствии с Приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 3.11.2012 № 470 лесные участки, куда невозможно прибыть лесопожарным подразделениям наземным транспортом, отнесены к районам применения авиационных сил и средств пожаротушения, где мероприятия по тушению пожаров осуществляют преимущественно работники парашютно-десантной пожарной службы. Участки, куда в течении 3 часов могут прибывать лесопожарные формирования, отнесены к районам применения наземных сил и средств. Работники ПДПС для тушения пожаров использовали и до настоящего времени используют ручные инструменты (лопаты, топоры, грабли, пилы, ветки кустарников и деревьев для захлестывания кромки пожара, ранцевые лесные огнетушители - РЛО), при тушении крупных пожаров используется встречный пал (отжиг) от естественных, либо проложенных ручным способом опорных полос [4]. Для доставки работников ПДПС самолетами использовались парашютные системы Т-4, ПД -47, Лесник, ПТЛ-72, Лесник-2, Лесник-3. Для спуска с вертолетов в режиме висения использовались спусковые устройства барабанного типа и СУ-Р [1,3]. В 1960-1990-е годы для прокладки опорных полос широко применялись взрывчатые вещества (ВВ), однако в связи с дроблением патронированных шнуров при доставке к местам пожаров и последующими многочисленными отказами по причине не прохождения детонации по всей линии взрыва, трудоемкостью применения устаревших технологий тушения пожаров с использованием ВВ, в 2000-е годы перестали их применять [12]. В то же время были проведены работы по развитию авиационных технологий по прокладке опорных и заградительных полос с использованием воздушных судов [5,6]. Для развития технологий прокладки опорных полос в удаленных районах работниками ПДПС, ФБУ «Авиалесоохрана», совместно с ОАО НПК «Искра» в последние годы проведены работы по модернизации средств тушения лесных пожаров и предложено совершенно новое взрывчатое вещество ДШН-80 [11]. Кроме того совместно с ФБУ «СПбНИИЛХ» проведены испытания противопожарного экрана состоящего из кремнеземной ткани и предложено новое средство создания опорных и заградительных полос [9,10]. ОАО «Ивановский парашютный завод», а также производители спусковых устройств Кашевника (КС-К) компания ПараАвис предложили современные средства десантирования людей и грузов к местам пожаров, провели совместные испытания с ФБУ «Авиалесоохрана» [13].

Целями указанных работ являлись: создание новых технологий прокладки опорных полос для тушения пожаров в зонах лесоавиационных работ, а также совершенствование безопасных и современных средств доставки людей и грузов к местам тушения лесных пожаров.

Для этого на основе анализа существующих средств и технологий доставки работников ПДПС к местам тушения пожаров и технологий создания опорных полос в удаленных районах, решались следующие **задачи**: разработка и апробирование усовершенствованных технологий доставки к местам пожаров работников ПДПС и средств тушения воздушными судами; разработка новых средств создания опорных полос в зонах лесоавиационных работ в производственных условиях и рекомендаций по их применению. При проведении работ объектом исследования являлись средства десантирования работников ПДПС и инструментов к местам пожаров, средства создания противопожарных опорных полос при борьбе с лесными пожарами работниками ПДПС в зонах лесоавиационных работ.

Техника эксперимента и методика исследований. Для исследования были выбраны новые спусковые системы КС-К производимые компанией ПараАвис (г. Москва), парашютная система Альфа-Аксиома, производимая Ивановским парашютным заводом ОАО «Полет».

Экспериментальные прыжки с парашютом и спуски со спусковым устройством выполнялись представителями ФБУ «Авиалесоохрана», производителями КС-К и парашютных систем по методике, разработанной ФБУ «Авиалесоохрана» совместно с производителями в г.г. Жуковском, Владимире, Иваново, Московской области, Красноярском крае и Республике Марий Эл [13]. Для определения скорости снижения при спуске с вертолета, парашютировании, спусках с вышки-тренажера на спусковом устройстве КС-К людей и грузов использовались высотомер и секундомер. Для определения безопасности спуска на устройстве КС-К были подобраны работники с различным весом (50-120 кг). Проводилась фото и видеосъемка испытаний.

Методика проведения прыжков с парашютом и спусков со спусковым устройством была основана на основе предварительно разработанной инструкции производителей, наставлений по парашютно-десантным работам (НПДР-84) и Инструкции по авиационной охране лесов от пожаров [4].

Для определения безопасности раскрытия парашютной системы специального назначения и приземления на ограниченные площадки в лесу в районах лесных пожаров, выполнены экспериментальные прыжки с парашютной системой Альфа Аксиома с самолета Ан-2 на ограниченные площадки в лесу и открытые площадки. Прыжки проводились в Красноярском крае, Московской области и Республике Марий Эл на ровные поверхности и склоны с крутизной до 30 градусов, выполнены прыжки на лес в различных лесорастительных условиях с полнотой древостоя 0.5 -1.0. и проведены эксперименты по приводнению в водоем [13]. Совершено 85 прыжков с парашютом.

Для определения возможности доставки к лесным пожарам на спусковом устройстве КСК и грузовых парашютных системах, в 2014 - 2015 годах на территориях Московской и Владимирской областей проведены эксперименты по доставке грузов на ограниченные площадки с высотой древостоя до 30 метров при полноте древостоя 0.5-1.0, и открытые площадки с высотой высадки от 10 до 50 метров и спуска грузов до 120 кг [13].

С целью определения возможности применения огнезащитного экрана для создания опорных полос при тушении низовых пожаров, проведены исследования работниками ФБУ «Авиалесоохрана» совместно с ФБУ «СПбНИИЛХ» на территории Ленинградской, Ульяновской областях, Республике Марий Эл и Краснодарском крае.

Для определения возможности создания опорных полос с использованием нового взрывчатого вещества высокой мощности ДШН-80 работниками ФБУ «Авиалесоохра-

на», ОАО НПК «ИСКРА» и представителями Ханты-Мансийской базы авиационной и наземной охраны лесов от пожаров проведены экспериментальные работы на территории Сургутского лесничества Ханты-Мансийского автономного округа [7,9,10]. Методика проведения исследований была разработана на основе технических характеристик огнезащитного экрана и детонирующего шнура высокой мощности специалистами ФБУ «Авиалесоохрана» совместно с производителями и ФБУ «СПбНИИЛХ». При проведении работ с использованием огнезащитного экрана в связи с наличием открытого горения лесной подстилки, ФБУ «СПбНИИЛХ» была разработана методика прогнозирования динамики распространения пожара с целью обеспечения безопасных условий проведения огневых экспериментов [6].

При проведении экспериментов с применением детонирующего шнура высокой мощности ДШН-80, методика предусматривала подбор площадок в различных лесорастительных условиях, отнесенных к I-II классам природной пожарной опасности, предварительное обследование мест проведения работ и отцепления участка во избежание попадания в район проведения взрывных работ случайных людей. Работы проводились в соответствии с Едиными правилами выполнения взрывных работ и инструкцией по авиационной охране лесов от пожаров [4,6,7].

В результате исследований систем десантирования получено среднее время снижения на спусковом устройстве КС-К десантников – пожарных весом от 50-120 кг в пределах 1-3 метров сек.

Спусковое устройство быстро собирается, шнур легко заправляется с тормозным блоком, позволяет контролировать визуально зацепление карабина КС-К как выпускающим, так и самим десанником.

Эксперименты по спуску грузов в стандартной упаковке показали плавное время снижения грузов со скоростью -2-3 м в секунду, в том числе огнезащитного экрана и ДШН-80. В результате испытаний проведены сравнительные характеристики используемых в настоящее время спусковых устройств роликового типа СУ-Р и спускового устройства Кашевника КС-К.

Результаты исследований показали преимущества КС-К в сравнении с СУ-Р по весу устройства, средней скорости снижения, легкости управления скоростью снижения, удобством заправки шнура спускового устройства в тормозном блоке, и обеспечении безопасного зависания в случае непредвиденных обстоятельств, а также однообразным заправлением шнура в КС-К в устройстве в независимости от веса десантника в сравнении с методикой заправки шнура в спусковом устройстве СУ-Р, где предусматриваются различные варианты в зависимости от веса спускаемого.

Практическая апробация устройства производилась работниками ПДПС ФБУ «Авиалесоохрана» при тушении лесных пожаров в Республиках Саха (Якутия), Бурятия, Забайкальском крае и Иркутской области. Получены положительные отзывы и акты внедрения. В настоящее время устройство принято в эксплуатацию.

Парашютная система специального назначения Альфа-Аксиома прошла испытания подразделениями федеральной службы охраны ФСО и ФБУ «Авиалесоохрана» при различных температурных режимах на ограниченные и открытые площадки. Высота выполнения прыжков с парашютом 800-1000 метров. Погодные условия: ветер 0- 10 м/сек, температура воздуха во время выполнения экспериментальных прыжков: - 20 до +30 градусов Цельсия.

Участки приземления: 40X40 метров, 40X60 метров, 60X60 метров, открытое поле. Лесорастительные условия: Сосняк зеленомошник, 10 С, полнота древостоя 0.7, высота древостоя 25 метров.

Сравнительные характеристики парашютной системы Альфа-Аксиома- 310 и парашютной системы Лесник-3.

В сравнении с применяемой в настоящее время парашютной системой Лесник-3, Альфа-Аксиома (Лесник-5) легче, прост при укладке, возможно применение принудительного способа раскрытия без вытяжного (стабилизирующего) парашюта, что повышает его надежность и применение с высоты 600 метров. Вертикальная и горизонтальная скорости снижения меньше в среднем на 1-2 метра соответственно, парашютная система позволяет безопасно приземляться вертикально в ограниченные площадки в лесу «колотцы». Парашютная система специального назначения имеет отдельный контейнер для парашютиста-пожарного закрепляемый на подвесной системе спереди весом до 50 кг, что позволяет при себе иметь необходимое снаряжение. Принудительный тип ввода в действие основного парашюта позволяет осуществлять первоначальную подготовку парашютистов-пожарных непосредственно на данном типе парашюта с последующим изменением способа раскрытия системы на ручной ввод (вытяжной парашют), после приобретения парашютистом достаточного опыта. Запасной парашют оснащен прибором автоматического раскрытия запасного парашюта в случае отказа раскрытия основной парашютной системы. В качестве грузового парашюта использовались грузовые парашютные системы, производимые компанией ПараАвис. Система быстро укладывается и позволяет доставлять грузы весом до 200 кг., в т.ч. новые средства создания опорных полос (огнезащитные экраны и детонирующий шнур высокой мощности ДШН-80). Грузовая парашютная система оснащена автоматическим погашением купола после приземления, позволяющем избежать протаскиванию груза по земле в случае сильного ветра.

Рассмотрим результаты исследований современных технологий прокладки опорных полос.

Огнезащитный экран в сравнении с традиционными средствами создания опорных полос при тушения пожаров с применением ручных инструментов, прост и удобен при своевременной доставке к местам пожаров. В 2016 году было проведено внедрение в практику борьбы с лесными пожарами огнезащитного экрана на территории Республики Бурятия, по результатам внедрения отмечены превосходные результаты использования экрана как в качестве противопожарного барьера, так и в качестве его использования как опорную полосу для проведения отжига. Имеются акты внедрения.

Проведённые натурные исследования по разработке технологии применения противопожарного экрана показали высокую эффективность его использования для локализации низовых лесных пожаров различной интенсивности на не сильно захламленных лесных участках, предотвращения перехода огня от сельскохозяйственных палов на земли лесного фонда и защите населенных пунктов и объектов экономики от природных пожаров. Средняя производительность работ по ручной установке огнезащитного экрана на равнине составляла 10 м/мин, а в условиях пересеченной местности горного рельефа – 8 м/мин. Сравнительная оценка применения противопожарного экрана из кремнезёмной ткани и используемых в настоящее время базовых способов остановки и локализации низовых пожаров показала более высокую эффективность противопожарного экрана. В ходе экспериментов определены безопасные расстояния установки экрана в зависимости от длины пламени (табл. 1).

В 1980-1990 е годы на тушении пожаров работниками ПДПС широко применялись взрывчатые вещества ПЖВ-20, 6-ЖВ, ЭШ-1П. Однако, из-за сложной процедуры применения указанных ВВ, в настоящее время данная технология в субъектах Российской Федерации не применялась, а с 2016 года применение ВВ на тушении лесных пожаров в соответствии с изменениями, внесенными в Лесной кодекс Российской Федерации от 06.12.2006 г. № 200-ФЗ возложено на Федеральное агентство лесного хозяйства. С 2017 года в соответствии с государственным заданием выполнение этих работ доведено до ФБУ «Авиалесоохрана». Анализ результатов проведенных натурных исследований на территории Ханты-Мансийского автономного округа детонирующего шнура ДШН-80

показал, что он обладает достаточной мощностью взрыва для прокладки опорных и заградительных полос шириной от 0,5 до 5 м по засыпке грунтом. Этот шнур более эффективен, безопасен и технологичен по сравнению с применявшимися ранее шланговыми зарядами с патронами ПЖВ-20 и АП-5 ЖВ. По результатам исследований разработаны рекомендации их применения в зависимости от лесорастительных условий (табл. 2). В 2017 году ДШН-80 принят в эксплуатацию, в июле 2017 года использован на тушении пожаров в Забайкальском крае.

Таблица 1

Безопасные расстояния установки экрана

Средняя длина пламени кромки горения, м	Безопасное расстояние от кромки горения для лесных пожарных, м
0,5	5
1,5	12
2,5	20
15,0	70

Таблица 2

Рекомендации применения ДШН-80 в зависимости от типов леса и мощности лесной подстилки

Тип леса	Мощность лесной подстилки, см	Количество шнуров ДШН-80 в линии подрыва, шт.
Сосняк лишайниковый	< 5	1
Сосняк лишайниковый	< 10	2
Сосняк брусничный	< 15	3
Сосняк долгомошный	< 20	3
Сосняк сфагновый	< 25	4
Сосняк сфагновый	< 35	5

В результате проведённых исследований научно обоснованы и экспериментально проверены усовершенствованные и новые технологии создания противопожарных опорных и заградительных полос в зонах осуществления лесоавиационных работ, разработаны рекомендации по их применению для предупреждения крупных лесных пожаров и снижения горимости лесов, также экспериментально проверены новые средства десантирования парашютистов и десантников пожарных и лесопожарного оборудования к местам пожаров.

Внедрение современных технологий тушения лесных пожаров в удаленных районах, средств десантирования работников ПДПС и грузов повысит безопасность проводимых лесоавиационных работ, позволит своевременно тушить лесные пожары.

Литература

1. Червонный М.Г. Охрана лесов от пожаров. М.: Лесная промышленность. - 1973 г.
2. Арцыбашев Е.С. Лесные пожары и борьба с ними. М.: Лесная промышленность. - 1972.
3. Коровин Г.Н. Андреев Н.А. Авиационная охрана лесов. М.: Агропромиздат. - 1988.
4. Инструкция по авиационной охране лесов. М: ВНИИЦлесресурс,. - 1997.
5. Ерицов А.М. Вертолетная система дозированной подачи пенообразователя в водосливное устройство ВСУ-5А /А.М. Ерицов, Э.П. Давыденко, В.Г. Гусев, Е.С. Арцыбашев // Лесное хозяйство. – 2005. – №4. – С. 13-15.
6. Ерицов А. М., Гусев В.Г. Управление природными пожарами и авиационные технологии пожаротушения // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель. - 2015. – Вып. 75: Проблемы лесоведения и лесоводства. –С. 552-562.
7. Ерицов А.М., Гусев В.Г., Гольдаммер Й.Г. Развитие авиационных технологий тушения пожаров в России // VIII Международная научно-практическая конференция «Современная биология: актуальные вопросы», Санкт-Петербург, 22-23 мая 2015 г. – С. 50-56.
8. Ерицов А.М., Ассовский В.П. Развитие системы охраны лесов от пожаров в Республике Марий Эл // Влияние аномальной погоды на природные, социально-экономические и искусственные системы: засуха 2010 года в Поволжье России: Международная научная конференция NASSA и семинар GOF-C-GOLD/NEESPI; 17-22 июня 2012 г. - Йошкар Ола: Поволжский государственно-технологический институт. - 2012 - С. 57-64. Режим доступа: http://csfm.marstu.net/files/publications/NASA_2012.pdf (дата обращения 25.11.2014).
9. Ерицов А.М., Ассовский В.П. Совершенствование информационных систем мониторинга лесных пожаров и авиационных технологий пожаротушения // Проблемы лесоведения и лесоводства. Сб. науч. тр. Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель. - 2013. – Вып. 73. – С. 502–511.
10. Ерицов А.М. Развитие авиационной охраны лесов от пожаров в России // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития. Материалы международной научно-практической конференции, 9-11 октября 2013 г., – Гомель. - 2013. – С. 19–25.
11. Ерицов А.М. Развитие авиационных технологий тушения лесных пожаров в Российской Федерации // VI Международная конференция ООН по природным пожарам, Пхенчхан, Южная Корея, 12-16 октября 2015 г. – Режим доступа: http://www.rosleshoz.gov.ru/media/sub_news/aviales/149 (дата обращения_10.11.2015).
12. Орловский С.Н. Борьба с торфяными пожарами локализацией их заградительными барьерами из огнестойкой быстротвердеющей пены // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. Сборник статей по материалам V всероссийской научно-практической конференции. Москва. - 2015. С. 44-49.
13. Официальный сайт ФБУ «Авиалесоохрана»: www.aviales.ru.

Сведения об авторе

Ерицов Андрей Маркелович, заместитель начальника ФБУ «Авиалесоохрана», тел.: 8-916-294-11-90, E-mail: aeritsov@mail.ru.

УДК 355.58 (О82)

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ, СРЕДСТВА
И ТЕХНОЛОГИИ БОРЬБЫ С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ - ИСТОЧНИКАМИ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЛЕСПОЖАРНЫХ СИТУАЦИЙ**

**Кандидат техн. наук С.В. Агеев,
доктор сельскохозяйственных наук, кандидат техн. наук Ю.В. Подрезов,
А.С. Романов, О.С. Донцова**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
“Всероссийский научно – исследовательский институт по проблемам
гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России”
(федеральный центр науки и высоких технологий)**

**З.В. Тимошенко
ВИНИТИ РАН**

Проанализированы физические основы, а также современные и перспективные способы, средства и технологии борьбы с лесными пожарами - источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций.

Ключевые слова: атмосферные процессы, ветер, влажность, горючие материалы, искусственные осадки, лесной пожар, лесной горючий материал, температура, рельеф местности, чрезвычайная лесопожарная ситуация, электрофизические методы.

**THE PHYSICAL BASIS AND FUTURE METHODS, TOOLS, AND TECHNOLOGIES
FOR FIGHTING FOREST FIRES - SOURCES LESOPOZHARNYH EMERGENCY
SITUATIONS**

**Ph.D. (Tech.) S.V. Ageev, Dr. of agricultural sciences, Ph.D (Tech) J.V. Podrezov
A.S. Romanov, O.S. Dontsova**

**Federal state budgetary institution “all – Russian research Institute on problems
of civil defense and emergency situations of EMERCOM of Russia”
(Federal center of science and high technologies)**

**Z.V. Timoshenko
VINITI RAS**

Analyzed physical basis, as well as a modern and promising methods, tools, and technologies to combat forest fires - sources lesopozharnyh emergency situations.

Keywords: atmospheric processes. wind, humidity, flammable materials, artificial precipitation, forest fire, forest combustible material, temperature, terrain, forest fire emergency situation, electro physical methods.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций различных масштабов являются лесные пожары, достигшие определенных размеров [1-19].

Для того чтобы проанализировать физические основы, а также современные и перспективные способы, средства и технологии борьбы с лесными пожарами (далее ЛП) - источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций (далее ЧЛС) - следует выделить условия, при которых такие пожары возникают и причины их развития и распространения.

Лесные пожары возникают в лесу при определенных условиях. Лесной пожар представляет собой неконтролируемое (стихийное) горение, распространяющееся по лесной площади, иначе говоря, неконтролируемое горение лесного горючего материала. Наиболее точное и лаконичное определение горения дано в работе Е.А. Щетинского - "Горение, вызывающее лесной пожар, представляет собой совокупность явлений, которыми сопровождается реакция, проходящая под воздействием высокой температуры, кислорода воздуха и горючих материалов" [1]. Элементами горения при лесном пожаре, как видно из определения, являются:

- горючие материалы;
- кислород;
- источник огня;
- сам процесс горения.

В лесу всегда в изобилии в избытке имеются горючие материалы и кислород. Источник же огня - источник высокой температуры - попадает в эту среду извне. В качестве него могут выступать два основных вида источников:

антропогенные, связанные с пребыванием человека в лесу и его производственной деятельностью (например, оставленный и не потушенный костер, искры из выхлопных труб различных механизмов, выжигание прошлогодней растительности и горючего хлама, сельскохозяйственный пал, брошенные горящие окурки и спички, нарушения мер пожарной безопасности при лесозаготовительной деятельности, работе геологических партий и т.п.);

природные (разряды молний).

При постоянном наличии в лесу ГМ и кислорода появление источника огня приводит к лесному пожару. Начавшийся лесной пожар становится источником тепла, поддерживающего горение.

Процесс горения проходит последовательно несколько фаз:

1. Предварительный нагрев и подсушивание с выделением водяных паров – при температуре -120°C .
2. Высыхание, горение с выделением водяных паров, горючих веществ (таких как смолы, кислоты и т.п.) – при температуре 260°C .
3. Воспламенение газов – при температуре $315^{\circ} - 425^{\circ}\text{C}$.
4. Пламенное горение с выделением дыма, углекислого газа, водяных паров и несгоревших газов - температура - $650^{\circ} - 1095^{\circ}\text{C}$.
5. Обугливание и горение углей до полного сгорания горючих веществ [1-4].

В процессе горения выделяется большое количество тепла, которое передается окружающей среде путем конвекции, излучения, проводимости. Все это создает условия для возникновения новых очагов лесных пожаров на некотором удалении от действующего. С другой стороны, излучение тепловой энергии вызывает нагревание окружающего древостоя, и, тем самым, способствует усилению горения.

Выделение большого количества тепла и его распространение создают условия для возникновения новых очагов лесных пожаров. Излучение тепловой энергии вызывает нагревание окружающего древостоя, что способствует усилению горения. Тепловая же проводимость лесных материалов обеспечивает распространение горения по валежникам, корням и другим частям древесных растений и образование подземных (торфяных) и гумусных лесных пожаров.

Лесной пожар возникает когда складывается благоприятная для него лесопожарная обстановка, базирующаяся на совокупности следующих природных факторов:

соответствующих погодных условиях (температура, скорость ветра, продолжительность действия и т.п.);

наличия подготовленных к загоранию лесных горючих материалов [1-19].

Рассмотрим особенности влияния указанных природных факторов на возникновение и развитие лесных пожаров.

Погодные условия

Погодные условия имеют решающее значение для возникновения и развития лесного пожара. Основными учитываемыми погодными факторами, влияющими на распространение пожара, являются: ветер, влажность, температура воздуха, время года.

Ветер способствует дополнительному притоку кислорода, переносу пламени, искр, горячей золы на расположенные по направлению ветра горючие материалы и, тем самым, вызывает возникновение новых очагов.

Сам по себе лесной пожар вызывает возникновение локальных воздушных потоков, чем усиливает влияние преобладающего ветра на распространение огня. Нагретый над поверхностью воздух поднимается вверх. На его место устремляется холодный свежий воздух, который более богат кислородом, что содействует процессу горения. Над пожаром образуется тепловая (конвекционная) колонка. В ней часто находятся горящие ветки, сучки, хвоя, которые поднимаются над лесным пологом, и, далее, опускаются в лес на расстоянии 200-300 метров и более (при штормовом ветре горящие частицы нередко переносятся ветром на расстояние до 1 км) от основного очага горения, в зависимости от наклона конвекционной колонки и скорости ветра, создавая новые очаги горения [1, 2, 5, 9].

Ввиду того, что солнце нагревает земную поверхность, воздушные потоки днем текут вверх по ложбинам и склонам, а при охлаждении земной поверхности в вечернее и ночное время воздушные потоки меняют направление и текут вниз по склонам и ложбинам.

Поведение ветровых потоков аналогично. В дневное время ветер дует вверх по склонам, ночью вниз. Эти особенности необходимо учитывать при прогнозировании динамики лесных пожаров.

Вторым основным погодным фактором, оказывающим влияние на возникновение и развитие лесного пожара, является влажность. Влага всегда присутствует в воздухе в виде водяных паров, что отражается на влагосодержании горючих материалов. Сырой горючий материал, как и большинство зеленого горючего материала, не горит. Поврежденные вредителями, сухостойные деревья, а также деревья в результате ветровала, бурелома, снеговала, снеголома, отпад, представляют собой подсушенный горючий материал заметно более готовый к воспламенению, чем живая растительность.

Следует подчеркнуть, что днем воздух суше, чем ночью. Поэтому ночью пожары (при обычных условиях распространения) горят медленнее, так как горючие материалы поглощают влагу из сырого ночного воздуха.

Суточный цикл динамики лесного пожара с учетом влажности имеет следующий приблизительный вид [1,3,5,9]:

максимальный интервал горения с 9 до 21 часа;

снижение интенсивности горения с 21 до 4 часов;

слабая интенсивность горения с 4 до 6 часов;

увеличение интенсивности горения с 6 до 9 часов.

Характеристика влажности горючих материалов (далее - ГМ) важна для прогнозирования динамики ЧЛС.

Следующим основным природным фактором, оказывающим значительное влияние на пожар, является температура воздуха. Нагретый на солнце ГМ теряет влагу и горит быстрее, чем при отсутствии прогрева. Кроме того, температура поверхности почвы также влияет на движение воздушных потоков.

Интенсивность развития лесного пожара в значительной степени зависит от времени года. Ранней весной действуют, в основном, низовые беглые (пятнистые) лесные пожары, развивающиеся по сухой травянистой растительности со скоростью, которую придает им ветер.

В весенне - летний период действуют, в основном, низовые пожары. При этом сгорает напочвенный покров и частично гумус лесной подстилки. Такие пожары более устойчивы. При определенных условиях (наличие ветра, подроста, низко расположенных ветвей крон хвойных деревьев и т.п.) пожар может перейти в верховой и полностью уничтожить лесные насаждения.

В летний и летне-осенний период низовые пожары также весьма устойчивы. От них гибнет подлесок, напочвенный покров, верхние корни древесных пород, весь слой гумуса. Нередко в этот период возникают верховые пожары (беглые и устойчивые), приводящие к гибели участков леса. Порой возникают очень сильные и даже катастрофические пожары. При наличии торфяных почв огонь может заглубляться и пожар переходит в подземный.

Для осенних пожаров характерно то, что они в основном низовые и развиваются в дневное время. Из-за невысоких температур воздуха и влажности ночью горение замедляется и частично прекращается. Очень редко наблюдаются слабые лесные пожары и при отрицательных температурах.

Погода является, таким образом, одним из основных факторов, оказывающих влияние на возникновение и распространение лесного пожара. В нашей стране общепринятой классификацией пожарной опасности погодных условий является классификация погодных условий по показателю пожарной опасности погодных условий (показателю Нестерова).

В соответствии с этим показателем выделяют 5 классов пожарной опасности погодных условий, описанных в табл. 1.

Таблица 1

Шкала классов пожарной опасности погодных условий

КПО	Комплексный показатель	Пожарная опасность
1	0-300	отсутствует
II	301-1000	малая
III	1001-4000	средняя
IV	4001-10 000	высокая
V	более 10 001	чрезвычайная

При первом классе пожарной опасности большинство причин (источников огня) сами по себе пожаров не вызывают, вместе с тем, возможны пожары от молниевых разрядов (при сухих грозах). А пожары, возникшие ранее распространяются медленно, мелкие же очаги пожаров либо прекращают действовать, либо распространяются неравномерно.

При втором классе пожары могут возникать от сильных источников огня, хотя количество загораний невелико. Скорость распространения горения незначительна. В этом случае борьба с пожарами, как правило, не вызывает трудностей.

Для третьего класса характерно то, что большинство источников огня приводит к возникновению лесных пожаров. Наблюдается интенсивное горение с выделением большого количества тепла. Пожары быстро распространяются и создают дополнительные мелкие очаги. Если не обеспечить быстрое тушение пожара в начале его развития, то борьба с огнем будет представлять определенные трудности.

Четвертый класс характеризуется тем, что пожары возникают даже от незначительных источников огня, быстро распространяются и создают дополнительные мелкие очаги. Непосредственное тушение огня, как правило, невозможно. Необходимо заблаговременное создание преград на пути распространения огня, таких как заградительные минерализованные полосы и т.п., то есть выполнение комплекса превентивных мероприятий. Тушение огня возможно в ночное время и ранним утром.

При пятом классе пожары возникают от любого источника огня и высоких температур. Наблюдается интенсивное горение и быстрое распространение огня. Непосредственно можно тушить лишь начавшиеся пожары, а в остальных случаях тушение невозможно. На пути распространения огня можно создавать преграды в виде минерализованных заградительных полос, применять отжиг. Тушить пожары возможно лишь в ночное время или ранним утром.

Лесные горючие материалы

Лесные горючие материалы (далее - ЛГМ) подразделяются, прежде всего, по условиям загорания. Выделяют 2 основные группы ЛГМ:

1-я группа – легковоспламеняющиеся и быстрогорящие;

2-я группа – медленно воспламеняющиеся материалы.

Материалы первой группы обеспечивают быстрое распространение огня и служат воспламенителями для медленно воспламеняющихся материалов. К ним относятся сухая трава, хвоя, отмершие листья, мелкие ветки и сучки, некоторые кустарники и т.п.

Материалы второй группы при горении выделяют большое количество тепла и способствуют развитию пожара. В эту группу входят нижние слои подстилки, валежник, пни, кустарники и деревья.

По американской классификации ЛГМ разделяются на [2]:

живые (травянистые и древесные: хвоя, листва и побеги толщиной до 6 мм) и мертвые.

В свою очередь, мертвые ГМ подразделяются на три класса в соответствии с временем восстановления их влажности, т.е. времени, которое необходимо для того, чтобы частицы ЛГМ потеряли 63 % разности между первоначальным влагосодержанием и равновесным.

Первый класс имеет время восстановления влажности от 0 до 2 часов (в среднем 1 час). К этому классу относятся мертвые травянистые растения и круглое древесное топливо диаметром менее 6 мм, а также слой иголок и листьев лесной подстилки.

Второй класс имеет время восстановления от 2 до 20 часов (в среднем 10 часов). К нему относят круглые древесные материалы диаметром от 6 до 25 мм. Сюда относят и слой лесной подстилки толщиной до 20 мм.

Третий класс имеет время восстановления от 20 до 200 часов (в среднем 100 часов). Он включает круглые древесные материалы диаметром от 25 до 75 мм и слой лесной подстилки толщиной от 20 до 100 мм.

Комплекс из мертвых горючих материалов первого класса и живых травянистых растений называется мелким горючим материалом.

Более детальная классификация разработана профессором Н.П. Курбатским [2,7-9].

В основе классификации лежит разделение лесных горючих материалов на группы в соответствии с их ролью в процессе горения лесного биогеоценоза.

Вид ГМ, их количество, состояние и распределение имеет основное значение для распространения лесного пожара.

Особую опасность представляют мертвый запас ГМ, образующихся в результате отпада, ветровала, бурелома, снеговала, снеголома, повреждения леса вредителями и насекомыми, гари, горельники, сухостой, количество, которого в зависимости от древесной породы, возраста и типа насаждений, погодных условий и составляет в среднем 8-50 т/га [1,9].

Немаловажную роль в распространении огня имеют равномерность и непрерывность распределения ЛГМ.

Таким образом, ЛГМ являются важнейшим элементом при прогнозировании возникновения и развития ЛП и ЧЛС.

На степень опасности возникновения распространения пожаров значительное влияние оказывает тип леса, структура насаждений, породный состав и возраст, категория лесных площадей, вырубок и ряд других характеристик лесного фонда. От типа леса зависит состав, количество и распределение ЛГМ, а также в значительной степени содержание влаги в этих материалах.

В Российской Федерации принята Шкала оценки лесных участков по степени опасности возникновения пожаров, приведенная в табл. 2 [1-5,9].

Как свидетельствуют статистические данные на долю лесных участков с 1-3 классами пожарной опасности приходится 70-90 % пожаров [2-4,9].

Показатель оценки лесных участков по степени природной пожарной опасности возникновения пожаров является базовым, наряду с показателем пожарной опасности погодных условий для прогнозирования динамики ЛП и ЧЛС.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что природные условия, прежде всего погодные условия (влажность, температура, воздуха, ветер) и готовность лесных горючих материалов к воспламенению (загоранию) имеют решающее значение для возникновения и развития лесных пожаров различных видов и перерастания их в ЧЛС.

Лесные пожары могут наносить и наносят ущерб окружающей природной среде, объектам экономики, могут угрожать жизни и здоровью людей, имуществу населения. Поэтому требуется четкая организация мониторинга лесопожарной обстановки и разработка эффективных способов, средств и технологий борьбы с различными видами лесными пожарами, с учетом специфики их возникновения и развития.

Анализ существа проблемы борьбы с лесными пожарами вызываемыми ими чрезвычайными лесопожарными ситуациями свидетельствует о том, что в этой проблеме необходимо выделить два основных аспекта:

- предупреждение возникновения источников ЧЛС - лесных пожаров;
- смягчение последствий ЛП и ЧЛС (предотвращение их дальнейшего развития и собственно ликвидация чрезвычайных лесопожарных ситуаций).

Существующие способы предупреждения возникновения источников ЧЛС базируются на применении средств и лесопожарной техники, находящейся на снабжении лесопожарных подразделений Рослесхоза и других структур. Им присущи следующие основные недостатки [1-9]:

- отсутствие гарантированного способа предотвращения возникновения загораний на лесной площади;
- привлечение большого количества сил;
- привлечение большого количества средств (транспортных, специальных, материальных, финансовых и т.д.);
- значительные материальные, финансовые и временные затраты.

Шкала оценки лесных участков по степени опасности возникновения пожаров

Класс пожарной опасности	Объект загорания (характерные типы вырубок, другие категории насаждений и безлесных пространств)	Наиболее вероятные виды пожаров, условия и продолжительность периода их возможного возникновения и распространения
1 высокая	Хвойные молодняки. Сплошные рубки: лишайниковые, вересковые, вейниковые и другие типы рубок по суходолам (особенно захламленные). Сосняки лишайниковые и верещатники. Расстроенные, отмирающие и сильно поврежденные древостои (сухостойники, участки бурелома и ветровала, недорубы), участки условно-сплошных и интенсивных выборочных рубок. Захламленные гари.	В течение всего пожароопасного сезона возможны низовые пожары, а на участках с наличием древостоя верховые. На вейниковых и других травяных типах рубок по суходолам особенно значительна пожарная опасность весной, а в некоторых районах и осенью.
11 выше средней	Сосняки, брусничники, особенно с наличием соснового подроста или подлеска можжевельника выше средней густоты. Листвяги кедрово-стланцевые.	Низовые пожары возможны в течение всего пожароопасного сезона; верховые - в периоды пожарных максимумов.
111 средняя	Сосняки кисличники и черничники. Листвяги брусничники. Кедровники всех типов, кроме приручейных и сфанговых. Ельники брусничники и кисличники.	Низовые и верховые пожары возможны в период летнего пожарного максимума, а в кедровниках, кроме того, в периоды весеннего и особенно осеннего максимумов.
1V ниже средней	Сплошные рубки таволговых и долгомошниковых типов (особенно захламленные). Сосняки, листвяги и насаждения лиственных пород травяных типов. Сосняки и ельники сложные, липняковые, лещиновые, дубняковые. Ельники черничники. Сосняки сфанговые и долгомошники. Кедровники приручейные и сфанговые. верезняки брусничники, кисличники, черничники и сфанговые. Осинники кисличники и черничники. Мари.	Возникновение пожаров (в первую очередь низовых) возможно в травяных типах леса и на таволговых рубках в периоды весеннего и осеннего пожарных максимумов; в остальных типах леса и на долгомошниковых рубках – в периоды летнего максимума.
V низкая	Ельники, березняки и осинники долгомошники. Ельники сфанговые и приручейные. Ольшатники всех типов.	Возникновение пожара возможно только при особо неблагоприятных условиях (длительная засуха).

Примечания:

1. Пожарная опасность устанавливается на класс выше:

для хвойных насаждений, строение которых или другие особенности способствуют переходу низового пожара в верховой (густой высокий подрост хвойных, значительная захламленность и т.п.); для небольших участков леса на суходолах, окруженных площадями с повышенной горимостью; для лесных участков, примыкающих к дорогам общего пользования, железным дорогам или расположенных в непосредственной близости от огнедействующих лесных предприятий.

2. Кедровники с наличием густого подроста и разновозрастные с вертикальной сомкнутостью полога относятся ко 11 классу пожарной опасности.

Вместе с тем, основным недостатком указанных способов, представляющих по сути комплексы организационно – технических мероприятий по противопожарному обустройству лесов, по критерию эффективности, является то, что они не позволяют оперативно предупредить возникновение лесных пожаров на больших лесных площадях.

Существующие способы борьбы с поражающими факторами источников ЧЛС заключаются в следующем:

уничтожении ЛГМ перед кромкой лесного пожара (либо отжигом, либо с помощью взрывчатых веществ, либо применением специальной техники, либо средств ручного труда, либо различной комбинацией указанных способов);

воздействии на кромку пожара различными водными растворами химикатов;

воздействии на кромку пожара водой;

засыпке кромок пожара грунтом;

захлестывании кромок низовых лесных пожаров (как правило, слабой интенсивности) с применением подручных материалов [1-9].

В последние годы велись интенсивные работы по совершенствованию существующих способов борьбы с лесными пожарами и разработке новых. В частности, А.М. Гришиным предложен физико-механический способ локализации верховых пожаров с помощью лесопожарных заслонов или же лесопожарных преград путем разбрызгивания во всех ярусах леса негоримых материалов, которые отвердевают в воздухе при давлении $P = 10^5$ Па и температуре от 288 К до 393 К [19].

А.М. Гришиным предложен также способ тушения ЛП с помощью взрывчатых веществ в пологе леса (используется эффект “захлестывания” пламени) [19]. Аналогичные разработки велись в Санкт-Петербургском научно-исследовательском институте лесного хозяйства.

В последние годы предложено развитие множества способов борьбы с источниками ЧЛС - лесными пожарами, в основе которых лежит усовершенствование существующих лесопожарных: аппаратуры, техники и средств, а также тактики их применения.

Все эти способы объединяет ряд общих характерных недостатков, указанных выше.

В последнее десятилетие проведено множество разноплановых, по своей физической сущности исследований и экспериментальных работ, направленных на поиск эффективных способов предупреждения возникновения и развития лесных пожаров.

Результаты исследований показывают, что на готовность ЛГМ к воспламенению и распространению горения влияет множество факторов, но главная роль принадлежит влажности ЛГМ. Повышая влажность ЛГМ, можно снизить класс пожарной опасности погодных условий и, тем самым, готовность ЛГМ к воспламенению и поддержанию процесса горения. Причем, при выпадении осадков на рассматриваемой территории от 3 миллиметров и более, коэффициент пожарной опасности погодных условий (далее - КПО) заметно снижается, зачастую до 1 класса (отсутствие пожарной опасности погодных условий).

Выполненные исследования свидетельствуют - изменение КПО до 1 класса (табл. 1), что происходит обычно при выпадении достаточного количества дождевых осадков (не менее 3 мм, а, как правило, 15 -20 мм) на значительных лесных площадях, приводит к оперативному увлажнению лесного горючего материала, а, следовательно, снижению вероятности возникновения и развития источников ЧЛС - лесных пожаров - и может рассматриваться как одно из важнейших направлений предупреждения ЧЛС и, вместе с тем, ликвидации ЧЛС при воздействии выпавшей атмосферной влаги на ЛГМ, подверженные горению.

Следовательно, наиболее предпочтительным способом снижения КПО является увлажнение лесного горючего материала атмосферными осадками: естественными или ис-

кусственными. Третий и, особенно, четвертый – пятый классы пожарной опасности погодных условий устанавливаются в засушливую погоду и ее собственно характеризуют (табл. 1). Поэтому целесообразно исследовать возможности снижения КПО искусственными осадками.

Большое количество научных исследований и экспериментов в нашей стране и в мире, начиная с тридцатых годов прошлого века, выполнено с применением химических реагентов для инициирования и предотвращения выпадения осадков. Однако, применение данного способа в лесопожарном аспекте имеет существенные недостатки. Основными из них являются:

невозможность применения способа при отсутствии облаков над защищаемыми районами лесной площади (районами, где нужно осуществить увлажнение ЛГМ искусственными осадками; над очагами лесных пожаров и т.п.), а, опасная лесопожарная обстановка складывается, как правило, в безоблачную засушливую погоду;

большая стоимость работ по инициированию осадков (в частности, применение авиационных технологий требует больших материальных, включая финансовые, затрат);

необходимость строгого соблюдения мер безопасности на больших территориях (прежде всего, при применении ракет и других боеприпасов для введения химических реагентов в облака);

невысокая экологическая чистота способов, основанных на применении химических реагентов (для инициирования выпадения осадков в облака распыляется 12-14 тонн цемента и более) [9-18].

В последние годы открытия, изобретения, различные научные разработки позволили создать эффективные, экологически чистые, малозатратные способы снижения КПО и, соответственно, предупреждения возникновения лесных пожаров, прежде всего крупных, и ЧЛС с использованием электрофизических методов, способов и технологий воздействия на атмосферные процессы. Такие способы позволяют снижать КПО на достаточно больших территориях, например, на территориях лесхозов (одного или нескольких) в течение от нескольких часов до 3 суток в зависимости от исходной метеоситуации, и тем самым, снижать вероятность возникновения и развития ЛП и ЧЛС, т.е. могут быть эффективным средством предупреждения и смягчения последствий ЧЛС [9-18].

Общим в таких способах является то, что для снижения КПО с 3-5 до 1-2 предполагается инициирование искусственных осадков, в количестве не менее 3 мм, над лесными площадями с 3-5 классами пожарной опасности погодных условий для увлажнения лесных горючих материалов и, тем самым, предупреждения возникновения лесных пожаров – потенциальных источников ЧЛС.

Электрофизические методы управления атмосферными процессами предполагают создание локальных управляемых конвективных ячеек в районах защищаемых объектов (участков лесной площади) [9, 10, 15, 16].

Сущность этого способа заключается в управлении с помощью специальных ионизаторов пространственным перераспределением атмосферной влаги, стимулированием в атмосфере процессов облакообразования и формировании локальных зон с искусственно выпадающими осадками. Стимулирование процессов формирования конвективных облачных ячеек при прохождении, в зоне деятельности комплекса специальных ионизаторов (приблизительно 100 000 гектаров на земной поверхности), облаков различных видов позволяет доводить их влагосодержание до состояния дождевых облаков и инициировать выпадение необходимого количества осадков (дождя) над заданным районом лесной площади.

В нашей стране и за рубежом в 2000-2004 годах проведена серия натурных экспериментов по снижению класса пожарной опасности погодных условий в различных

географических условиях, показавшая высокую эффективность борьбы с лесными пожарами и ЧЛС при использовании электрофизических методов управления атмосферными процессами.

Таким образом, анализ литературных источников [1-18] и результаты, проведенных исследований свидетельствует о том, что наиболее перспективными, теоретически обоснованными и экспериментально проверенными способами предупреждения и ликвидации ЛП и ЧЛС являются способы, средства и технологии, основанные на экологически чистых, малозатратных электрофизических методах воздействия на атмосферные процессы с использованием специальных ионизаторов атмосферного воздуха.

Литература

1. Щетинский Е.А. Тушение лесных пожаров (пособие для лесных пожарных).- М.: ВНИИЦлесресурс. - 1994.
2. Валендик Э.Н. Крупные лесные пожары. – М.: Наука. - 1979.
3. Червонный М.Г. Охрана лесов от пожаров. – М.: Лесная промышленность. - 1973.
4. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. - Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. - 1992, 408 с.
5. Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров. – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России. - 1995, 97 с.
6. Курбатский Н.П. О классификации лесных пожаров.- Лесное хозяйство. - 1973, №3, с. 68-73.
7. Курбатский Н.П. Методологические указания для опытной разработки местных шкал пожарной опасности в лесах. – Л.: Лениздат. - 1954.
8. Лесная энциклопедия в 2-х томах. – М.: Сов. Энциклопедия. - 1985.
9. Подрезов Ю.В. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему: “Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций”.- Московский государственный университет леса. - 2005.
10. Подрезов Ю.В., Тимошенко З.В. «Анализ особенностей современных способов борьбы с лесными пожарами и чрезвычайными лесопожарными ситуациями». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 2 за 2014 год.
11. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Методические особенности лесопожарного прогнозирования». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2014 год.
12. Подрезов Ю.В. Анализ особенностей загрязнения атмосферы городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск № 2.- М.: ВИНТИ. - 2013.
13. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. «Анализ современного состояния мониторинга лесных пожаров в Российской Федерации». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2015 год.
14. Подрезов Ю.В. "Особенности возникновения и развития лесоторфяных и торфяных пожаров в Российской Федерации". Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2016 год.
15. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Виноградов А.В., Рыкачев Е.М. «Особенности возникновения, развития и борьбы с торфяными пожарами на болотах». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 2 за 2016 год.
16. Подрезов Ю.В. «Особенности борьбы с лесоторфяными и торфяными пожарами в Российской Федерации». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2016 год.
17. Подрезов Ю.В., Донцова О.С., Рыкачев Е.М., Тимошенко З.В. «Оценка лесопожарной обстановки на территории Российской Федерации в 2015 году и ее прогноз на 2016 год». Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2016 год.

18. Подрезов Ю.В., Донцова О.С., Тимошенко З.В. "Оценка лесопожарной обстановки на территории Российской Федерации в 2016 году и ее прогноз на 2017 год". Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 4 за 2017 год.

19. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними.- Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1992.

Сведения об авторах

Агеев Сергей Владимирович, начальник научно-исследовательского центра федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно – исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий) (ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ)); тел.: 8-905-748-15-62; e-mail: asvaser@yandex.ru;

Подрезов Юрий Викторович, доцент, главный научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); заместитель заведующего кафедрой Московского физико-технического института (государственного университета). Тел.: 8-903-573-44-84; e-mail: uvp4@mail.ru;

Романов Александр Семенович, заместитель начальника 5 центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); тел.: 8-903-625-92-47; e-mail: romalsem@yandex.ru;

Донцова Ольга Сергеевна, младший научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ). Тел.: 8-926-123-76-83; e-mail: dontsovaolya@yandex.ru;

Тимошенко Зинаида Владимировна, младший научный сотрудник ВИНТИ РАН. Тел.: 8-916-959-68-99, e-mail: tzv48@mail.ru.

ГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА В СИСТЕМУ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Ж.С. Абенова

АО «Национальная компания «Казахстан Гарыш Сапары»
(г. Астана, Казахстан)

Доктор техн. наук *М.Н. Петров*

Сибирский государственный университет науки и технологии
им. М.Ф. Решетнева (г. Красноярск, Россия)

Представлены графовые модели, которые описывают виды несанкционированного доступа в систему управления интегрированной среды информационного взаимодействия (СУ ИСИБ). Модели помогут решить задачи исследования процессов взаимодействия системы с пользователями СУ ИСИБ и выявить преднамеренные действия злоумышленников, целью которых являются нарушение доступности, целостности и конфиденциальности информационной системы. Определение принципиальных решений для безопасного функционирования интернет-проекта с помощью обобщенных графов позволит выявить основные виды тестирования для поиска дефектов функционирования и оценки работоспособности системы уже при проектировании прототипа СУ ИСИБ.

Ключевые слова: модель, несанкционированный доступ, интернет-проект, система управления, информационная безопасность.

GRAPH MODELS OF UNAUTHORIZED ACCESS TO THE SYSTEM OF INTEGRATED ENVIRONMENT OF INFORMATION COOPERATION

Zh.S. Abenova

JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary» (Astana, Kazakhstan)

Doctor (Tech) *M.N. Petrov*

Reshetnev Siberian State University of science and technology
(Krasnoyarsk, Russian Federation)

This article presents graph models, which describe the types of unauthorized access to the control system an integrated environment of information cooperation (CS IEIC). The models will help to solve problems of research of processes of interaction of the system with the users CS IEIC and to identify an intentional act of the intruders whose purpose is the access violation, integrity and confidentiality of an information system. The definition of fundamental solutions for the safe operation of internet project, using the generalized graphs will reveal the main types of testing to search for defects in the functioning and evaluation of a system operation while designing the prototype of CS IEIC.

Keywords: model, unauthorized access, web-project, control system, information security.

Введение

В последнее время возрастает потребность в использовании некой информационной системы, которая реализовала бы посреднические функции информационного взаимодействия между внутренними (между подразделениями предприятия) и внешними (заказчики, потребители) пользователями. Вопрос информационного обеспечения для развития высокотехнологичной продукции или проекта в аэрокосмической отрасли стоит особенно остро. Поэтому создание интегрированной среды информационного взаимодействия (ИСИВ) поможет решить проблемы информационного характера, которые чаще всего возникают в проектных организациях, в том числе космической. ИСИВ позволит наиболее эффективно контролировать текущее состояние проекта с помощью веб-портала, совершенствуя систему корпоративного управления [1]. Однако не следует забывать, что вопросы безопасности веб-приложений являются важной частью функционирования системы ИСИВ. Поэтому в целях безопасности и удобства работы, система управления ИСИВ (СУ ИСИВ) разделена на клиентскую и административную части. Управление клиентской частью происходит через административную панель, что обеспечивает дополнительную защиту против атак извне [2].

На рис. 1 показано взаимодействие внутренних и внешних пользователей СУ ИСИВ. Так, перед началом работы в системе ИСИВ пользователю необходимо пройти аутентификацию не зависимо от прав доступа, иначе можно только просматривать общедоступный информационный ресурс без доступа в рабочую область веб-ресурса ИСИВ. Если пользователь прошел аутентификацию и система ИСИВ его идентифицировала, то ему открывается доступ в рабочую область административной или клиентской панелей в зависимости от прав доступа к веб-ресурсу. Связь внутренних пользователей с внешними пользователями происходит путем обмена информацией через вектор Q . Также вектор Q позволяет проводить анализ сетевого трафика и поисковой оптимизации, изучать параметры количества посещаемости, определение наиболее востребованных продуктов/услуг и т.п. Сотрудник компании (внутренний пользователь) в блоке предварительной подготовки параметров задает параметры функционирования веб-портала, которые преобразуются в вектор PP^* для передачи полученных данных в автономный блок управления (АБУ). Далее АБУ формирует векторы H и H^* для управления и контроля за веб-порталом и административной панелью ИСИВ. Следовательно, для определения уязвимости системы, которыми могут воспользоваться злоумышленники для проведения атаки, необходимо составить математические модели для системы аутентификации и авторизации, административной и клиентской панелей [3].

Другими словами, для защиты интернет-проекта ИСИВ, опишем математические модели несанкционированного доступа в систему контроля доступа и аутентификации, клиентскую и административную панели СУ ИСИВ, которые состоят из трех основных множеств: $K = \{k_1, k_2, \dots, k_n \mid n \in N\}$ – множество незащищенности системы, $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n \mid n \in N\}$ – множество способов атак на систему, $Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_n \mid n \in N\}$ – множество отрицательных воздействий на ИСИВ после совершения атак. Тогда взаимное отношение трех множеств можно описать с помощью тернарного отношения $M = K \times A \times Z$, которое интерпретируется следующим образом: атака, реализуемая множеством способов A , направленная на веб-портал злоумышленником, использующее множество незащищенности K , приводит к множеству отрицательных воздействий на систему из множества Z [4,5].

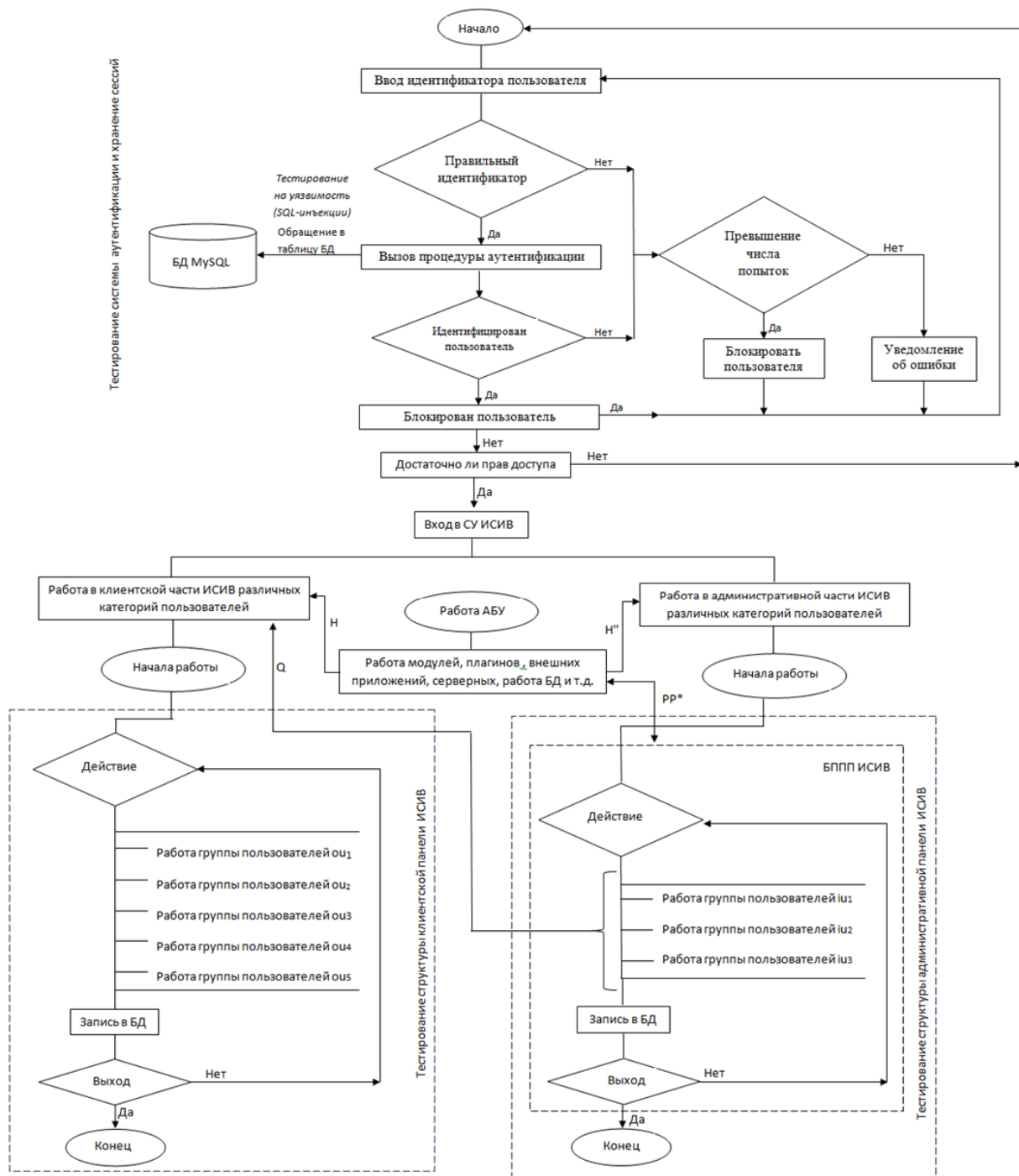


Рис. 1. Взаимодействие пользователей СУ ИСИБ

Система аутентификации и авторизации

Графовая модель G_1 описывает способы атак на систему аутентификацию, используя множества незащищённости системы, множества способов атак, множества отрицательных воздействий на систему ИСИБ на основе множеств K , A и Z . $G_1 = \{L, E\}$, где $L = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_n\}, n = \overline{1, N}$ – множество вершин графа, $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_m\}, m = \overline{1, N}, E \subseteq L$ – множество дуг графа G_1 , которые описывают отношения $M = K \times A \times Z$ [6, 7, 8].

Согласно модели G_1 на этапе определения уязвимостей может выполнить следующие действия (рис. 2):

- дуга e_1 : при слабой процедуре аутентификации и авторизации злоумышленник путем метода перебора имя пользователя, логина и паролей атакует систему аутентификаций и авторизаций. Как правило, атакующий используют автоматизированные средства подбора логин-пароля, который подбирает слова из разных словарей, использует комбинации цифр;

- дуга e_2 : другой способ атаки – это использование функции восстановления пароля. В данном случае речь идет больше о социальной инженерии как метод управления людьми без использования технических средств, так как необходимо обладать определенной информацией о пользователе (контакты, фотографии, личная жизнь, хобби и т.п.). Подобная атака, как правило, целенаправленна на определенного пользователя, о котором известна общедоступная информация, которую можно найти в интернете. Атака проводится путем подбора ответа на секретный вопрос или используются другие виды манипуляций с формой восстановления и контактными данными для получения доступа в аккаунт жертвы;

- дуга e_3 : другой вид атаки – это предсказуемость идентификатора сессии (ID). После аутентификации пользователя, веб-сервер предоставляет ему ID во избежание повторяющихся процессов ввода логин-пароля при каждом запросе от пользователя. ID передается открытым путем, поэтому если идентификатор сессии предсказуем, злоумышленник может перехватить сессию пользователя путем угадывания уникального идентификатора сессии;

- дуга e_4 : атака в виде использования старых идентификаторов или сертификатов сессий для авторизации актуальна, если присутствует уязвимость подобная незавершенности сессий. Незавершенность сессии позволяет злоумышленнику с помощью похищенного идентификатора сессий получать доступ к файлам или совершать мошеннические действия. Как правило, подобная атака происходит с помощью сетевого анализатора или путем выполнения межсайтового выполнения сценариев;

- дуга e_5 : в следующем виде злоумышленник присваивает идентификатору сессии заданное значение. Иногда злоумышленник использует «сессию-заглушку», которая периодически соединяется с сервером для предотвращения закрытия сессии. В таких случаях используется cookies;

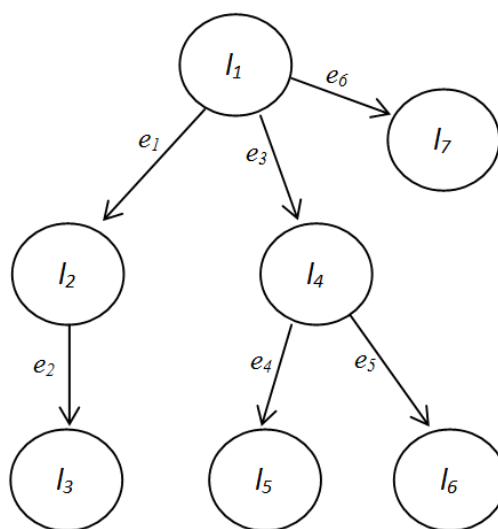


Рис. 2. Графовая модель системы аутентификации и авторизации

- дуга e_6 : следующая атака направлена на получения доступа к критическим файлам сервера при слабой процедуре аутентификации. Многие веб-приложения используют для административного доступа ссылки в корневую директорию сервера как /admin/, /administrator/ и т.п. легко угадываемые названия файлов. Такие url-ссылки можно найти путем перебора типичных файлов и директорий при помощи использования сообщений об ошибках, журналов ссылок.

Клиентская панель

Блок клиентской панели может также содержать уязвимости для совершения атак злоумышленниками. Для описания уязвимостей и возможных способов атак на систему, рассмотрен граф $G_2 = \{L, E\}$, где $L = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_n\}, n = \overline{1, N}$ – множество вершин графа, $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_m\}, m = \overline{1, N}, E \subseteq L$ – множество дуг графа G_2 , которые описывают отношения $M = K \times A \times Z$, касающиеся структуры клиентской панели ИСИБ. Графовая модель G_2 показана на рис. 3, описывающая виды атак с учетом возможных уязвимостей в клиентской панели [6, 7, 8]:

- дуга e_1 : атака направлена на получение информации об особенностях реализации протокола http, оформлении заголовков http-ответов, значении cookies, сообщениях об ошибках, определении структуры каталогов, браузера и интерфейса веб-приложения на стороне пользователя. Атакующий основывается на том факте, что разные приложения по-разному обрабатывают одни и те же запросы. К тому же идентификация приложений поможет определить типы уязвимостей в системе для выполнения других видов атак;

- дуга e_2 : данный тип атак используется для создания фальшивых веб-страницы, включающих формы входа в систему, искаженный информационный контент веб-ресурса. Подобный способ атаки заключается в следующем, злоумышленник создает специальную ссылку и отправляет его на электронный адрес пользователей, опубликовывает на форумах или же такая ссылка открывается в браузере пользователя с использованием межсайтового выполнения сценариев. Когда пользователь переходит по такой ссылке идет подмен содержимого на странице и выполняется сгенерированный код злоумышленника, однако пользователь об этом может не догадываться;

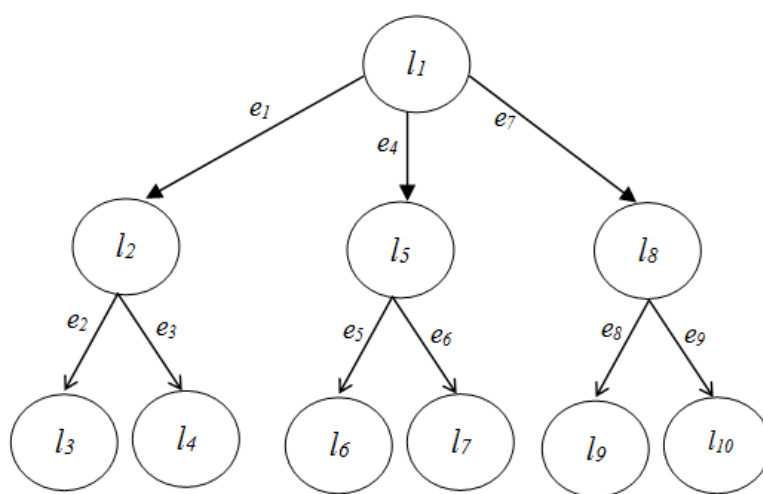


Рис. 3. Графовая модель клиентской стороны $G_2 = \{L; E\}$

- дуга e_3 : в данном случае злоумышленник посылает серверу сформированный запрос, ответ на который интерпретируется целью атаки как два разных ответа. Как только сформировались две http-транзакции злоумышленник закрывает стандартную транзакцию и передает вторую транзакцию, которая полностью контролируется злоумышленником. При успешной реализации злоумышленник может перехватить данные пользователя, следовательно, получить доступ к конфиденциальной информации, а также может выполнять другие виды атак такие, как межсайтовое выполнение сценариев;

- дуга e_4 : такая техника атак направлена на получения доступа к файлам, директориям вне директорий веб-сервера. В данном случае, злоумышленник манипулирует с параметрами url путем дописания специальных символов;

- дуга e_5 : когда пользователь не ожидает атаки со стороны веб-приложения, злоумышленник использует различные методы для проведения атак на стороне клиента. Уязвимость, которая позволяет выполнять межсайтовое выполнение сценариев, открывает злоумышленнику возможность послать серверу исполняемый код, который будет перенаправлен на браузер клиента. При загрузке веб-ресурса модифицированный код, внедренный в url или в заголовки запроса, будет передан на выполнение в браузер клиента. Такие атаки используются на форумах, чатах или в почтах с веб-интерфейсом. В данном случае для атаки достаточно посетить уязвимое веб-приложение;

- дуга e_6 : CSRF-атака использует функции браузера, позволяющая автоматически отправлять ID с каждым GET или POST-запросом к веб-приложению. Как правило, пользователь сети Интернет открывает в браузере несколько вкладок с разными веб-ресурсами. В случае, если на одной из вкладок открыт сайт с вредоносным JavaScript, при этом в настройках браузера пользователя скрипты сайта могут управлять окнами, то злоумышленник может отправить запрос от лица авторизованного пользователя, обычно это достигается при использовании GET-запроса;

- дуга e_7 : следующий вид атаки направлен на использования логики функционирования ПО. Подобная атака направлена на использования функций веб-приложений с целью обхода механизмов разграничения доступа. К ним относятся, например использования функций поиска для получения доступа к файлам за пределами корневой директории веб-ресурса, использования функций загрузки файлов на сервер для внедрения серверных сценариев;

- дуга e_8 : SQL-атаки направлены на веб-сервер, создающие запросы к базе данных на основе, вводимых данных пользователем. Язык запросов SQL (Structured Query Language) – это специальный язык программирования для создания запросов в базу данных. Во многих современных СУБД присутствуют расширения SQL, например в Microsoft SQL Server – это расширение типа T-SQL, в Oracle – PL, и т.д. Если информация, полученная от клиента не проверяется, то злоумышленнику удастся модифицировать SQL-запрос и получить полный контроль над сервером СУБД и ОС;

- дуга e_9 : такие атаки позволяют злоумышленнику передать исполняемый код для выполнения его на стороне веб-сервера. SSI (Server-site includes)-инъекции возможны если не проверяются данные пользователя перед сохранением их в интерпретируемом серверном файле.

Административная панель

Для описания возможных способов атак и уязвимостей данного блока рассмотрен граф $G_3 = \{L, E\}$, $L = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_n\}$, $n = \overline{1, N}$ - множество вершин графа, $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_m\}$, $m = \overline{1, N}$ - множество дуг графа G_3 , описывающие $M = K \times A \times Z$ и касающиеся структуры административной панели ИСИБ. Графовая модель G_3 показана на рис. 4, которая описывает виды атак, направленные на серверную сторону СУ ИСИБ [3, 8]:

- дуга e_1 : сканирование, направленное на определение типа операционной системы (ОС) и компонентов веб-сервера. Такая процедура основывается на возможности идентифицировать тип общесистемного программного обеспечения веб-сервера путем формирования последовательности запросов и анализ полученных ответов;

- дуга e_2 : атака направлена на получение доступа к скрытым данным или функциональным возможностям системы. Как правило, злоумышленник использует популярные директории типа /admin/, /administrator/, /backup/, /logs/ и путем подбора получает доступ к временным файлам, файлам конфигурации и т.п. за счет слабой настройки конфигурации веб-сервера;

- дуга e_3 : серверные уязвимости веб-приложения позволяют злоумышленнику использовать функции поиска для получения доступа к файлам за пределами корневой директории веб-ресурса для загрузки зараженных файлов на сервер и внедрения серверных сценариев;

- дуга e_4 : уязвимость в виде индексации директорий может возникнуть при ошибке конфигурации. Это может произойти, когда администратор ошибочно указывает в конфигурации сервера доступ к спискам файлов. Индексирование директорий могут также содержать базы данных в поисковых машинах (Google, Яндекс и т.п.), так как они содержат кэш старых вариантов сервера, включая списки файлов. Используя подобного рода уязвимостей, злоумышленник может получить доступ к резервным копиям веб-сервера, временным файлам, спискам пользователей сервера и к именам файлов конфигураций и т.д.;

- дуга e_5 : следующая атака направлена на нарушении функционирования и доступности веб-ресурса, на отказе в обслуживании веб-ресурса. Такие атаки умышленно посылают запросы в определенную единицу времени и могут быть направлены на сервер базы данных, сервер аутентификации и любые другие виды компонентов веб-приложения;

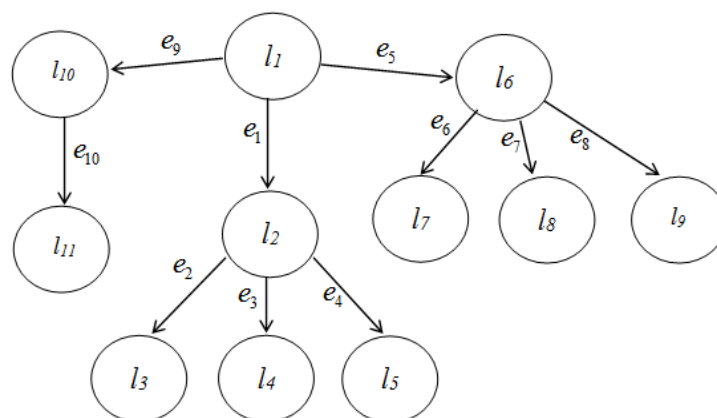


Рис 4. Графовая модель $G_3 = \{L; E\}$ административной панели СУ ИСИБ

- дуга e_6 : недостаточное противодействие автоматизации позволяет злоумышленнику с помощью автоматизированным средств получить несанкционированный доступ в веб-сервер путем подбора пароля доступа в административную панель;

- дуга e_7 : следующий вид атак направлен на ОС веб-сервера путем манипуляций входными данными. Если информация от клиента не проверяется и конфигурация сервера слабо настроена, то подобные атаки имеют возможность выполнять команды для ОС дописав код на выполнение;

- дуга e_8 : подобные атаки направлены на веб-сервер, которые создают запросы к службе каталога LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) на основе данных, вводимых пользователем. LDAP – это открытый протокол для создания запросов, который работает поверх транспортных протоколов Интернета (TCP/UDP). Когда информация от клиента должным образом не верифицируется, злоумышленник получает возможность модифицировать LDAP-запрос для своих целей. В данном случае, модифицированный запрос будет выполняться с такими же привилегиями как у клиента веб-ресурса. Если имеется права на чтение и запись, то злоумышленник получает такие же возможности;

- дуга e_9 : уязвимость подобна переполнению буфера позволяет злоумышленнику изменить путь исполнения программы путем перезаписи данных памяти системы. Переполнение буфера приводит к отказу в обслуживании, к повреждению памяти, вызывает различного рода ошибки, происходит сбой системы;

- дуга e_{10} : следующий вид атаки модифицируют путь исполнения программы методом перезаписи областей памяти с помощью функции форматирования символьных переменных.

Заключение

В работе предлагается математическое описание видов несанкционированного доступа в СУ ИСИБ с использованием теории графов, которые описывают логическую взаимосвязь между множествами уязвимостей, атак из вне и их последствия на систему ИСИБ. Графовые модели, описывающие несанкционированный доступ в систему ИСИБ, оценивают значения риска с учетом определения уровня ущерба в случае успешной атаки на систему посредством описания множеств незащищенности системы, способов атак на систему и множеств отрицательных воздействий на систему. Математические модели обеспечат защиту от несанкционированного доступа к информационному ресурсу системы при разработке прототипа СУ ИСИБ. Другими словами, обобщенные графы $G_1\{L, E\}, G_2\{L, E\}, G_3\{L, E\}$ помогут разработать рекомендации по повышению уровня безопасного функционирования СУ ИСИБ при разработке и эксплуатации интернет-проекта.

Литература

1. Деятельность и направление компании АО «Национальная компания «Қазақстан Ғарыш Сапары». Режим доступа: <http://gharysh.kz/about/activity/> (дата обращения: 15.05.2017г.);
2. Атака на веб-приложения (2016). Аналитическая статья Positive Technologies. Режим доступа: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/> (дата обращения: 03.05.2017г.);
3. Петров М.Н., Абенова Ж.С., Набиев Н.К. Исследование экспериментального прототипа системы интегрированной среды информационного взаимодействия // Вестник Сибирского госуд.

Аэрокосмического универ-та им. Академика М.Ф.Решетнева. Том 18, №1. Красноярск. - 2017 г. – С. 78-88;

4. Домнин Л.Н. Элементы теории графов: учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та. - 2007. – 144с.;

5. Петров М.Н., Абенова Ж.С., Набиев Н.К. Модель интегрированной среды информационно-го взаимодействия // Фундаментальные исследования. - 2016. №10, (Ч.2). С. 322-326.;

6. Киреенко С.Г., Гриншпон И.Э. Элементы теории множеств: учеб. пособие. Томск. - 2003. С.42.

7. Open Web Application Security Project – открытый проект обеспечения безопасности веб-приложений, который классифицирует атаки и уязвимости веб-приложений. Режим доступа: https://www.owasp.org/index.php/Main_Page (дата обращения: 04.05.2017г.);

8. Касперски К. Техника сетевых атак. Приемы противодействия. Том 1[Текст]/ К. Касперски. М.: Солон-Р. - 2001. – 400 с.

Сведения об авторах

Абенова Жулдыз Саламатовна – инженер, магистр АО «Национальная компания «Қазақстан Ғарыш Сапары» (Казахстан, 01000, г. Астана, проспект Туран, 89), e-mail: zhuza44@mail.ru

Петров Михаил Николаевич – зав. каф. «Электронной техники и телекоммуникаций», профессор кафедры «Системный анализ» Сибирского государственного университета науки и технологии им. М.Ф. Решетнева, (Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31), т. 8 (391) 262 27 80, e-mail: mnp_kafes@mail.ru.

УДК 002.53

О ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ЯЗЫКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Доктор (техн.) наук *Н.Г. Топольский, Н.П. Блудчий*,
кандидат (техн.) наук *Т.А. Буцынская*
Академия ГПС МЧС России

З.В. Тимошенко
ВИНИТИ РАН

Показаны особенности профессионального языка специалистов по технологиям техносферной безопасности, в сравнении с языком инженеров-машиностроителей. Сделан вывод о закономерности формирования менталитета специалистов различных видов деятельности.

Ключевые слова: безопасность, вероятность, ситуация, событие.

ABOUT PROFESSIONAL LANGUAGE OF SPECIALISTS TO TECHNOLOGIES OF TECHNOSPHERE SAFETY

Dr. (Tech.) *N.G. Topolsky, N.P. Bludchiy*, Ph.D. (Tech.) *T.A. Butcinskaya*
Stat Fire Academy of Emercom of Russia

Z.V. Timoshenko
VINITI RAS

The features of professional language of specialists to technology of technosphere safety, in comparison with the language of machine builders engineers was shown. Conclusion about regularities of the formation of mentality specialists in various types of activities is made.

Keywords: safety, probability, situation, event.

Редактируя в течение многих лет статьи в научно-технический журнал "Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций" (ВИНИТИ РАН) и научный интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" (Академия ГПС МЧС России), авторы настоящей статьи обратили внимание на одно принципиальное **различие профессионального языка** специалистов двух, можно сказать смежных, сфер деятельности:

- создания и применения **систем техносферной** (в том числе – пожарной) **безопасности**;
- создания и применения специальной **высокоточной техники** (в том числе – для **обеспечения безопасности**).

Ниже будет изложено мнение авторов статьи о сущности и причинах этого различия.

Профессиональный язык (наиболее часто используемая терминология) по обеспечению техносферной безопасности включает как **специфические** для этой безопасности термины (пожарная техника, легковоспламеняющиеся жидкости, сильнодействующие

ядовитые вещества и др.), так и термины *общего применения* (вероятность, событие, ситуация и др.).

Знание и правильное использование терминологии – это один из *показателей профессиональной грамотности* авторов нормативных документов, научно-технических и инженерно-конструкторских разработок, публикаций, докладов, выступлений. Основами профессиональной грамотности каждого автора являются:

- *степень его природных умственных способностей*;
- *уровень полученного им образования*;
- характер и продолжительность его основной *профессиональной деятельности*, научно-технический опыт, которые повышают уровень необходимых профессиональных знаний (по сравнению с полученным в учебных заведениях), общую эрудицию, а также (*и это – главное!*) оказывают *решающее влияние* на формирование основы его профессионального языка – образа мышления (*менталитета*), а также языка письма и речи.

Здесь необходимо обратить внимание читателя на следующее наблюдение авторов настоящей статьи: опыт разработки различных документов и тщательного редактирования их текстов (в том числе на дисплее компьютера) является основой формирования культуры мышления авторов любых публикаций, *грамотности их речи*, поскольку *зрительная память* человека – это его *самая эффективная* объёмная и долговременная память.

Что касается образования и менталитета *специалистов в сфере техники*, то следует отметить, что в России разные вузы готовят специалистов различных категорий:

- *инженеров – создателей техники (конструкторов, машиностроителей)*, подготовка и деятельность которых формируют *менталитет точного профессионального мышления*, – это Московский авиационный институт (МАИ), Московский энергетический институт (МЭИ), Московский автомобильно-дорожный институт (МАДИ) и многие др.;
- *специалистов по использованию техники*, подготовка и деятельность которых формируют *менталитет приблизительного профессионального мышления*, – это вузы МЧС, МВД, Минобороны России и других непромышленных министерств и ведомств.

Менталитет точного профессионального мышления базируется на использовании давно сложившихся *правил математики и других точных наук* – физики, химии, информатики и т.д.; его отличает лаконичный чёткий язык письма и речи.

Многолетняя трудовая деятельность в сфере точных наук *дисциплинирует мышление человека*, совершенствует его менталитет, приучает к краткости и чёткости как письменного, так и устного изложения результатов своей деятельности: *наименования* документов отражают основу содержания, являются краткими (не превышают 2, 3 строки), каждое предложение включает *минимум ключевых слов*, несущих необходимую информацию, а каждое последующее предложение, как правило, является логическим продолжением тщательно отредактированного предыдущего текста.

Менталитет приблизительного профессионального мышления является *доминирующим у основной части работающих людей*, поскольку большинство сфер трудовой деятельности не требуют знания точных наук и точных вычислений (медицина, общественные науки и др.). Этот менталитет присущ также специалистам по *обеспечению техносферной безопасности – защищённости населения и территорий* от техногенных аварий, катастроф, пожаров и *защищённости техносферы* от собственных (техногенных) аварий, катастроф, пожаров и от стихийных бедствий (землетрясений, наводнений, лесных пожаров и т.д.), носящих *случайный характер* с такими огромными диапазонами изменений характеристик, для оценки которых необходимы только *приближённые вычисления*.

Борьба с пожарами, наводнениями и другими стихийными бедствиями – это, безусловно, не машиностроение с необходимостью высокоточных решений, поэтому вполне

логично сделать следующий вывод: *отсутствие необходимости высокой точности решений* многих задач по обеспечению техносферной безопасности (прежде всего, это методы и средства обеспечения пожарной безопасности, ликвидации последствий стихийных бедствий, техногенных аварий и катастроф) является тем объективным фактором, который *формирует менталитет приблизительного профессионального мышления* специалистов по обеспечению техносферной безопасности, которые не имеют ни инженерно-конструкторского образования, ни достаточного опыта работ в сфере точных наук и машиностроения. Этот менталитет можно считать одной из главных причин *недостаточной терминологической грамотности* письма и речи некоторых упомянутых выше специалистов.

Подготовленные при приблизительном мышлении тексты нередко отличают *длинные наименования* (более 3-х строк и одного простого предложения), иногда не отражающие суть содержания; нечёткие формулировки; ненужное *многословие* (наличие слов, не несущих какую-либо информацию); *неудачные вновь придуманные термины*, не соответствующие классической терминологии теории вероятностей, математической статистики и других фундаментальных наук, а также не учитывающие главную языковую основу любой терминологии – *нормы русского литературного языка* [1].

Информационное обеспечение техносферной безопасности – это *область большой неопределённости* и поэтому в ней, образно говоря, витает "*дух приблизительности и вольности*", который порождает в разрабатываемых документах (в том числе – законодательных, ГОСТах) и публикациях ряда авторов терминологические "шедевры", в том числе неправильное использование давно известных терминов.

Ниже будут приведены примеры неудачной терминологии и разъяснения давно известных в сфере наук толкований некоторых ключевых терминов по технологиям техносферной безопасности.

Во всём мире *главным в обеспечении любой безопасности* является *предотвращение* опасных событий и чрезвычайных ситуаций. Однако разработчики российских ГОСТов по обеспечению безопасности (Р 22.1.01-95, Р 22.7.01-99, Р 23.0.01, Р 22.0.02, Р 22.0.05, Р 22.0.06, Р 22.0.07, Р 22.3.03) почему-то проигнорировали эту известную истину: наименования этих ГОСТов начинаются с принципиально неправильной записи: "*Безопасность в чрезвычайных ситуациях*", что, по сути, означает только ликвидацию ЧС и *не предусматривает главного* – их *предотвращения*. Эти наименования ГОСТов *не соответствуют закону РФ* "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" от 21 декабря 1994 г. № 68-93 и *функциям* Российской государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (*РСЧС*). Кстати, неудачный термин "Безопасность в чрезвычайных ситуациях" уже перекочевал из ГОСТов в другие нормативные документы, в том числе, в перечень наименований специальностей научных работников, утверждённый приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 г. № 59 – *специальность 05.26.02 "Безопасность в чрезвычайных ситуациях"*.

Одним из самых *распространённых заблуждений* в трактовке терминов по проблемам техносферной безопасности является непонимание смысловой разницы между двумя очень схожими по звучанию, но различными по содержанию выражениями, которые иногда используются как аналогии:

- "пожары и чрезвычайные ситуации";
- "пожары и *другие* чрезвычайные ситуации".

Если первое выражение не вызывает никаких сомнений, то второе выражение является принципиально неправильным: *пожар* – это сравнительно *кратковременное* (секунды, минуты, часы) *опасное событие*, но не чрезвычайная ситуация – *негативная обстановка*, сложившаяся в результате опасного события на каком-либо объекте, в

населённом пункте, регионе, *существующая* несравнимо дольше этого события (дни, месяцы и даже годы), например, Саяно-Шушенская ГЭС восстанавливалась после катастрофы, произошедшей в 2009 г., *5 лет!*

Многим, даже непрофессионалам в военных делах, известны используемые в передаваемых или публикуемых сведениях за определённый период простые и *легко понимаемые* рубрики "воздушная обстановка", "радиационная обстановка", "химическая обстановка" и т.д. Казалось бы логичным – в системе пожарной охраны использовать рубрику "*пожарная обстановка*", однако используется – "*обстановка с пожарами*", которая *буквально* означает, что в рассматриваемом регионе, населённом пункте в определённый период произошёл *хотя бы один* пожар. Но если в этот период там не произошло ни одного пожара (а в России и во всём мире таких регионов и населённых пунктов, где пожаров не было за всё время их существования, – *подавляющее большинство*: жилые дома, торговые центры, спортивные комплексы и т.д.), что является *нормой для человечества*, то это уже обстановка *без пожаров*, для которой абсолютно непригодна рубрика "*обстановка с пожарами*".

Принципиально неверными являются записи об *управлении безопасностью, эффективностью, надёжностью* и другими качественными или количественными *характеристиками*, поскольку управлять (изменять состояние) можно только *материальными* субстанциями – *объектами управления* (техникой, процессами, учреждениями, ...), а изменения характеристик – это *цели управления*. В сфере обеспечения безопасности не управляют безопасностью (пожарной, радиационной, комплексной, ...), а обеспечивают заданный её уровень. В отличие от многочисленных систем управления техническими средствами (летательными аппаратами, наземным транспортом и др.), где существует классическое (двухстороннее) управление по каждому параметру – вверх-вниз (по высоте); вправо-влево (по направлению); больше-меньше (по скорости) и т.д., в системах безопасности необходимо *только повышать безопасность* с целью её приближения к заданным пределам (кстати, всегда трудно достижимым, а иногда в принципе недостижимым, если они *чрезмерно завышены*, пример чего приведён ниже).

Речь идёт об одном из *наиболее показательных негативных результатов приблизительного мышления*. Это неоднозначно сформулированное и труднопонижаемое требование российского ГОСТа 12.1.004-91 "Пожарная безопасность" к *системе пожарной безопасности* любого объекта по допустимому уровню пожарной опасности для людей – "*не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения, в год в расчёте на каждого человека*". Если понимать это требование как вероятность *гибели* от пожаров одного человека в год, то при населении России в 2016 г. около 146 млн. человек допустимые потери составят 146 человек, что меньше реальных потерь примерно в 100 раз! Кроме того, из расплывчатого выражения "предельно допустимые значения" не следует, что речь идёт только о смертельном воздействии опасных факторов пожара, поэтому общее число *пострадавших* от пожаров ещё более превышает заданный предел – 146.

Конечно, *пожарная наука* – одна из множества *приблизительных наук*, но не должна же она быть до такой степени приблизительной, чтобы фантастически завышать нормативные требования и этим дискредитировать святое дело обеспечения безопасности от жесточайших бедствий – пожаров и объёмных огненных взрывов паро-, газо- и пылевоздушных смесей.

Ключевыми словами пожарных специалистов являются "*тушение*" и "*пожар*", однако, например, о тушении *пожара на складе* зачастую пишут "*тушение склада*", как будто, "забыв" слово "*пожар*", а ведь, с точки зрения элементарных правил русского языка, эта фраза – бессмыслица.

Надо абсолютно не знать элементарных основ информатики, чтобы любое вычисление на компьютере называть **"моделью оценки"**, когда речь идёт о компьютерной программе: "модель" (в данном случае – математическая) – это всегда математический *аналог* (математическое описание) какого-либо процесса, события, явления, а **"оценка"** – это всегда *расчёт*, который не является какой-либо моделью.

Нередко вместо слов "с использованием" или "с применением" каких-либо средств, методов, пишут "с помощью", например, огнетушителя, лестницы (или других неодушевлённых средств), а ведь *помогать* могут, прежде всего, люди, а также в какой-то степени дельфины, голуби и др., а всё неодушевлённое только *используется (применяется)* человеком.

В заключение авторам статей, не имеющим достаточного опыта написания статей, надо понять следующую простую истину: *публикации* в журналах – это *не мемуары* для своего личного чтения, которые можно писать так, как получится, не обращая внимания на профессиональную и языковую грамотность написанного. Статьи в журналах – это материалы для великого множества *заинтересованных специалистов* не только России, но и других стран, поэтому писать эти статьи необходимо *грамотным* языком (с учётом норм русской литературной речи [1]) и *квалифицированно* по содержанию. Необходимо также понимать, что *первая редакция* даже у профессиональных разработчиков официальных документов самого высокого уровня, а также у писателей не бывает удачной. Поэтому следует *тщательно редактировать* текст *своей* статьи перед её отправкой в редакцию, *неоднократно*, с некоторыми перерывами (хотя бы в один день) внимательно прочитывая *напечатанный* текст, входя в роль строгого рецензента *чужой* статьи.

Особенно тщательно редактировать текст статьи необходимо тем авторам, для которых русский язык не является родным языком, лежащим в основе их мышления, и которые не знают всего многообразия русской грамматики, не очень лёгкой даже для русских и очень трудной для нерусских авторов. Писать для великого множества людей (статьи, книги, учебники, инструкции, законы и т.д.) – дело чрезвычайно трудное! Как тут не вспомнить слова великого поэта В. Маяковского: "Изводишь единого слова ради тысячи тонн словесной руды", справедливые не только для стихов, но и для научно-технической прозы, хорошо писать которую не намного легче, чем писать хорошие стихи.

Заканчивать редактирование статьи надо тогда, когда всё в ней станет нравиться самому автору и ему *захочется прочесть её* ещё хотя бы один раз, но уже не для редактирования, а ради удовольствия, как одну из любимых книг, которые он иногда перечитывает, в очень редкие для пишущих людей часы досуга!

Литература

1. Ожегов С.И. Словарь русского языка. М.: Русс. яз. - 1984. 797 с.
2. Топольский Н.Г., Блудчий Н.П. Потенциальная опасность массового поражения при крупных техногенных авариях. М.: ВИПТШ МВД России. - 1994. 75 с.
3. Топольский Н.Г., Блудчий Н.П. Основы обеспечения интегральной безопасности высоко-рисковых объектов. М.: МИПБ МВД России. - 1998. 97 с.
4. Топольский Н.Г., Мосягин А.Б., Коробко В.В., Блудчий Н.П. Информационные технологии управления в Государственной противопожарной службе: учеб. пос. М.: Академия ГПС МВД России. - 2001. 168 с.
5. Топольский Н.Г., Блудчий Н.П., Афанасьев К.А. Понятия и критерии техногенных чрезвычайных ситуаций. М.: Академия ГПС. - 2004. 56 с.
6. Блудчий Н.П. Об информационном обеспечении работ по проблемам техносферной безопасности // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (21). - 2008. 9 с. <http://academygps.ru/ttb>.

7. Блудчий Н.П. Об информационной культуре работ по обеспечению безопасности от чрезвычайных ситуаций // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. М.: ВИНТИ РАН. - 2010. № 5. С. 149-156.

8. Блудчий Н.П. О многолетнем опыте проведения научно-технических конференций по проблемам безопасности // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. М.: ВИНТИ РАН. - 2012. № 5. С. 124-131.

9. Блудчий Н.П. Особенности профессиональной терминологии и менталитета специалистов по безопасности от пожаров и чрезвычайных ситуаций // Матер. 24-й междунар. науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2015". М.: Академия ГПС МЧС России. - 2015. С. 125-128.

10. Блудчий Н.П. О менталитете специалистов по обеспечению техносферной безопасности // Технологии техносферной безопасности. Вып. 1 (65). - 2016. С. 147-153. <http://academygps.ru/ttb>.

Сведения об авторах

Блудчий Николай Павлович, старший научный сотрудник, Академия ГПС МЧС России, тел. 8 916 069 22 19, E-mail: tsb@mail.ru

Топольский Николай Григорьевич, профессор, Академия ГПС МЧС России, тел. 8 (495) 617 27 27 (доб. 21 69), E-mail: ntopolskii@mail.ru

Буцинская Татьяна Анатольевна, старший научный сотрудник, Академия ГПС МЧС России, тел. 8 (495) 617 27 27 (доб. 21 69).

Тимошенко Зинаида Владимировна, младший научный сотрудник ВИНТИ РАН. Тел.: 8-916-959-68-99, e-mail: tzv48@mail.ru.

Реферативный журнал ВИНТИ «РИСК И БЕЗОПАСНОСТЬ»

Реферативный журнал (РЖ) "Риск и безопасность" - периодическое информационное издание, в котором публикуются рефераты, аннотации и библиографические описания, составленные из периодических и продолжающихся изданий книг, трудов конференций, картографических изданий, диссертационных работ, патентных и нормативных документов, депонированных научных работ по проблемам риска и безопасности. За год освещается свыше 1,5 тыс. статей из более чем 70 основных журналов и сборников, примерно из 30 журналов по смежным наукам, издаваемых в Российской Федерации и за рубежом.

Разделы РЖ "Риск и безопасность":

- общие проблемы риска и безопасности;
- теоретические основы обеспечения безопасности и оценки риска;
- организация служб противодействия чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера;
- технология и техника для проведения аварийно-спасательных работ;
- предупреждение возникновения и развития чрезвычайных ситуаций различного характера и их ликвидация;
- социальная безопасность;
- информационная безопасность, защита информации;
- медицина катастроф, медицинская помощь при аварийно-спасательных работах;
- техника безопасности и средства защиты при аварийно-спасательных работах.

Издание выходит 12 раз в год.

Индекс по каталогу: 56224.

Оформить подписку на информационные издания ВИНТИ РАН, а также заключить договоры на приобретение реферативного журнала в электронной форме (ЭлРЖ) Вы можете по адресу:

125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,

Телефоны: 8 (499) 155-44-89; (499) 152-42-85
8 (499) 151-78-61;

E-mail: contact@viniti.ru, Feo@viniti.ru

Реферативный журнал ВИНТИ «ПОЖАРНАЯ ОХРАНА»

Реферативный журнал "Пожарная охрана" - периодическое издание ВИНТИ по проблемам пожарной безопасности. В выпуске "Пожарная охрана" за год освещается свыше 3 тыс. статей из более чем 60 основных по пожарной тематике журналов и сборников, примерно из 30 журналов по смежным наукам, издаваемых в Российской Федерации и за рубежом.

Разделы РФ "Пожарная охрана":

- общие проблемы пожарной безопасности;
- организация пожарной охраны; пожарная техника;
- тушение пожаров и тактика тушения;
- процессы горения в условиях пожара;
- пожарная опасность веществ и материалов;
- снижение пожарной опасности, огнезащита;
- пожарная безопасность электросетей и электроустановок;
- пожарная безопасность различных отраслей народного хозяйства, строительства, жилых и общественных зданий, сельского и лесного хозяйства;
- техника безопасности и индивидуальные средства защиты в пожарной охране;
- пожарная сигнализация.
- Периодичность издания – 12 номеров в год.

Индекс по каталогу: 56136.

Оформить подписку на информационные издания ВИНТИ РАН, а также заключить договоры на приобретение реферативного журнала в электронной форме (ЭлРЖ) Вы можете по адресу:

125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,

Телефоны: 8 (499) 155-44-89; (499) 152-42-85
8 (499) 151-78-61;

E-mail: contact@viniti.ru, Feo@viniti.ru

Научный информационный сборник «ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

Предназначен для руководителей и специалистов государственных служб, научных организаций и промышленных предприятий, которые занимаются безопасностью населения, территорий и промышленных объектов, а также для преподавательского состава по подготовке кадров всех уровней в области обеспечения безопасности в различных сферах деятельности.

Научный информационный сборник издается Всероссийским институтом научной и технической информации (ВИНИТИ) при участии МЧС России с 1990 г. с периодичностью 6 номеров в год, объемом 12 авт. листов каждый, ISSN 0869-4176.

В состав редколлегии входят ведущие специалисты в области проблем безопасности институтов и организаций РАН, МЧС России, Минатома России, Минюста России, Горгостехнадзора России, Минэкономки России и других министерств и ведомств России.

Сборник является междисциплинарным научно-техническим изданием в данной области. За 21 год существования журнала сложился высокоэрудированный авторский коллектив из специалистов различных отраслей науки и промышленности.

Решением Президиума ВАК Минобрнауки России научно-информационный сборник "Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций" включён в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук.

В журнале освещаются:

- основы государственной политики в области безопасности;
- правовое регулирование в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- обзор теоретических и практических методов оценки риска различных объектов и прогнозирования ЧС; управление рисками различных категорий; страхование;
- научно-теоретические и инженерно-технические разработки в области проблем безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; проблемы безопасности транспортных систем;
- организация служб гражданской защиты и комплексной безопасности населения; проблемы безопасности личности, общества и государства;
- подготовка специалистов для государственных служб безопасности, преподавательского состава и учащихся высших и средних учебных заведений по дисциплинам: "Безопасность жизнедеятельности", "Пожарная безопасность" и "Экология";
- международное сотрудничество в области безопасности;
- информационная безопасность;
- проблемы "Медицины катастроф";
- статистические данные о чрезвычайных ситуациях в России и за рубежом; информация о конгрессах, семинарах, совещаниях и выставках, а также о новых изданиях по проблемам безопасности и чрезвычайных ситуаций.

Более подробно о журнале можно узнать на сайте по адресу <http://www.viniti.ru>.

По вопросу публикаций обращаться по: телефону (499) 155-44-26; E-mail: tranbez@viniti.ru.

Периодичность журнала - 6 номеров в год, **индекс 55431** по Каталогу Роспечати "Издания органов научно-технической информации".

Оформить подписку на информационные издания ВИНИТИ РАН, а также заключить договоры на приобретение реферативного журнала в электронной форме (ЭлРЖ) Вы можете по адресу:

125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20,

Телефоны: 8 (499) 155-44-89; (499) 152-42-85

8 (499) 151-78-61;

E-mail: contact@viniti.ru, Feo@viniti.ru

Научный информационный сборник зарегистрирован в Роскомнадзоре:
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-57408 от 24 марта 2014 г.

Подписано в печать 18.09.2017 г. Формат 60х84 1/8

Печать цифровая. Бум. офсетная. Усл. печ. л. 14,00 Уч.-изд. л. 11,40 Тираж 79 экз.

Адрес редакции: 125190, Москва, ул. Усиевича, д. 20

Тел. 8 (499) 155-44-21, e-mail: tranbez@viniti.ru

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО И ПРИГЛАШЕНИЕ
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ К 65-ЛЕТИЮ ВИНТИ РАН

«ИНФОРМАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ»

Москва, 25-26 октября 2017 г.

подробная информация на сайте: <http://www.viniti.ru>

Главный организатор:

Всероссийский институт научной и технической информации
Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)

Соорганизаторы:

Российская академия наук
Федеральное агентство научных организаций
Российский фонд фундаментальных исследований
Министерство образования и науки РФ

Проблемно-тематическое направление конференции: современный издательский процесс, интеллектуальная собственность, научные библиотеки, информационное обеспечение научной и инновационной деятельности, информационные технологии для научной и библиотечной отрасли, информационная безопасность, международное сотрудничество и информационный обмен, инфометрия, классификации, стандартизация, образование для отрасли, экономика информации

Основные вопросы, предлагаемые к обсуждению:

- Популяризация научных знаний: Новые модели распространения научной информации
- Редакционно-издательская деятельность в цифровой среде: продукты и сервисы
- Издательские стандарты и технологии
- Перспективы развития книжного дела. Проекты и программы
- Взаимодействие цифровых и печатных ресурсов в научно-технической библиотеке
- Информационно-библиотечное обслуживание: сервисный подход
- Управление данными и навигация в современной научной библиотеке
- Научные библиотечные консорциумы – основные подписчики на научную литературу
- Перспективы развития национальных систем научно-технической информации
- Государственные проекты и программы поддержки информационного обеспечения научно-образовательной деятельности
- Тенденции развития региональных аналитических центров
- Информационное обеспечение экспертной деятельности. Использование информационно-аналитических систем для управления наукой и образованием
- Формальные и неформальные каналы развития современных научных коммуникаций

- Современные агрегаторы научной литературы открытого доступа как источник научной информации
- Машинная обработка данных и аналитические исследования: Приоритеты и сотрудничество
- Использование специальных сервисов компании CrossRef для идентификации научных публикаций
- Роль поисковых систем в современном издательском процессе
- Защита данных от несанкционированного использования. Маркеры безопасности. Политика безопасности открытых систем
- Вопросы достоверности и доверенности при обработке информационного потока
- Межгосударственный обмен научно-технической информацией на евразийском пространстве
- Информационное взаимодействие в рамках СНГ
- Международное партнерство при хранении и обработке больших массивов данных
- Современное состояние систем классификации знаний как инструмента индексирования и поиска данных по перспективным направлениям науки и критическим технологиям
- Современные библиометрические методы определения научных лидеров: Новые математические модели
- Анализ читательской аудитории научной литературы путем вебметрического анализа
- Подготовка специалистов в сфере научно-информационной деятельности
- Мастер-класс по работе с классификационными системами (УДК, ГРНТИ)
- Информация как источник цифрового капитала и фактор социальных изменений
- Информационная деятельность как фактор национальной экономики
- Новейшие бизнес-модели для публикаций открытого и закрытого доступа

На конференции планируются доклады представителей ведущих информационных центров и научно-технических библиотек России, СНГ и дальнего зарубежья.

В рамках юбилейной конференции состоится научно-практический семинар по классификационным системам «Перспективные направления научных исследований и критические технологии в классификационных системах». Предполагается проведение специализированных обучающих мероприятий по УДК индексированию. Запланировано заседание методического совета пользователей ГРНТИ и УДК. Участники конференции получают свидетельства о повышении квалификации.

Материалы конференции будут опубликованы в журнале **«Научно-техническая информация» Серия 1 и 2**, а также в Трудах конференции. Труды Конференции издаются на CD-ROM и в виде публикаций.

Доклады

Принимаются оригинальные работы, имеющие научное и прикладное значение, соответствующие тематическим направлениям конференции и НЕ ОПУБЛИКОВАННЫЕ ГДЕ-ЛИБО РАНЕЕ.

Предлагаемый доклад должен отвечать следующим требованиям:

1. Необходимо указать название доклада, фамилию, имя, отчество (полностью) авторов/соавторов, название организации, город, страну, выделить автора, который будет представлять доклад.
2. Необходимо наличие аннотации, раскрывающей содержание доклада. Размер аннотации - не более 850 знаков (включая пробелы).
3. Доклады принимаются только в электронной форме; тексты – в формате MS Word; схемы, диаграммы, фотографии, сканированные виды экранов и т. п. - в формате JPG. Объем доклада вместе с аннотацией, рисунками, приложениями и т.п. не более 10 страниц формата А4.
4. Доклад необходимо выслать по электронной почте до 11 сентября 2017 г. в адрес оргкомитета: conf@viniti.ru

Доклады, не соответствующие вышеуказанным требованиям,
НЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ.

Программный комитет оставляет за собой право определять статус доклада (пленарный доклад, доклад, стендовый доклад), включать принятые доклады в те или иные секции.

Время для выступления: пленарные доклады – 15–20 мин., доклады на отдельных мероприятиях – до 10 мин. Доклады включаются в Труды на основании решения экспертов оргкомитета.

Контакты: 125190, Москва, ул. Усиевича, 20, ВИНТИ РАН

Телефоны: 8 (499) 152 61 13, 8 (499) 155 42 52, 8 (499) 151 02 61. Факс 8 (499) 943 00 60

Интернет-сайт: <http://www.viniti.ru> Эл. почта: conf@viniti.ru