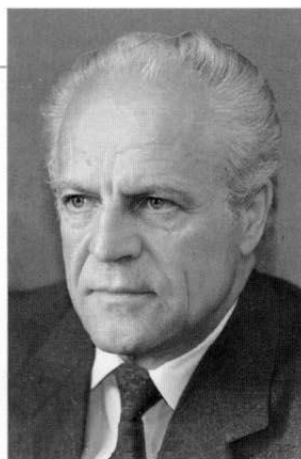


НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ДИАГНОСТИКИ*

К.В. Фролов



ФРОЛОВ
Константин Васильевич

Академик Российской академии наук, профессор, доктор технических наук. Председатель рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности. Директор Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. Специалист в области машиноведения: теории машин и механизмов, прикладной теории колебаний, вибрационной техники и технологий, виброзащиты человека-оператора, один из основателей нового научного направления — биомеханики систем «человек-машина-среда». Автор более 500 научных работ, в том числе 25 монографий.

Научно-технический прогресс дает возможность разрабатывать эффективные технические средства для защиты людей, жизненно важных объектов и технологических процессов, в особенности, использующих взрывоопасные и огнеопасные вещества, радиоактивные материалы и т.п. Российская академия наук (РАН) уделяет исключительное внимание проблемам защиты технических объектов от не-санкционированных воздействий. Так, созданы специальный комитет по борьбе с терроризмом под руководством президента РАН академика Ю.С. Осипова и рабочая группа при Президенте РАН (председатель – академик К.В. Фролов) по анализу риска и проблем безопасности. Целый ряд институтов Российской академии наук в той или иной степени работает в области защиты потенциально опасных объектов. В этой статье отражены лишь некоторые актуальные направления, в которых работают ученые РАН и академические институты.

Технические средства защиты в настоящее время разработаны в целом ряде отраслей. Например, для объектов атомной промышленности и ракетно-космических комплексов технические средства обеспечивают надежную защиту и хранение взрывчатых, огнеопасных, радиоактивных материалов, их транспортировку и производство. Другой пример – шахтная

* Публикуется по материалам доклада на международной научно-практической конференции «Терроризм и безопасность на транспорте». Москва, 5-6 февраля 2002 г.

пусковая установка для стратегических ракет с газодинамическим стартом является очень надежной системой такого рода. И эта система, конечно, модернизируется для повышения своей эффективности, в том числе по защите от терроризма.

В последние годы появилась реальная опасность возникновения новой разновидности террористической деятельности, так называемого **электромагнитного терроризма**. Под этим термином подразумевается злонамеренное применение излучателей мощных электромагнитных полей либо высоковольтных генераторов импульсов напряжения в целях нарушения нормального функционирования электронных устройств на выбранных объектах. Среди упомянутых устройств могут быть: компьютеры; приборы, обеспечивающие взлет и посадку самолетов; средства радиосвязи; системы управления работой атомных электростанций; технические средства охраны важнейших объектов и т.п.

Выполненный учеными РАН анализ, а также экспериментальные исследования показали, что мощное электромагнитное излучение может привести к опасным и крупномасштабным последствиям, таким как авиационные катастрофы; дезорганизация работы банков, пунктов управления, телекоммуникационных центров; блокирование технических средств охраны хранилищ ценностей, крупнейших музеев, экологически опасных объектов; сбои в работе систем управления объектами энергетики и т.п. Вместе с тем отмечено, что средства защиты от актов электромагнитного терроризма не являются чрезмерно сложными и дорогостоящими, некоторые из них могут быть разработаны и внедрены отдельными производителями электронной техники в порядке частной инициативы. Ряд академических институтов активно действуют в этом направлении. Так, под руководством *академика В.Е. Фортובה* ведутся работы по противодействию электронному терроризму.

И все же учитывая, что проблема носит комплексный, многоаспектный и часто межгосударственный характер, наиболее экономич-

ным и эффективным способом ее решения будет организация международного сотрудничества с необходимостью проведения совместных исследований по следующим направлениям:

- 1) фундаментальные исследования методов дистанционного инициирования (подрыва) диверсионных фугасов;
- 2) фундаментальные исследования методов дистанционного обнаружения (локации) диверсионных фугасов и управляющих ими электромагнитных устройств (радиоприёмники и проводные линии);
- 3) фундаментальные исследования уязвимости объектов инфраструктуры к актам электромагнитного терроризма;
- 4) разработка способа защиты объектов от террористов путём передачи импульса высокого напряжения по газодисперсному каналу.

Активные научные исследования ведутся по изучению защиты людей и техники и реализации научных разработок в виде **технических средств защиты**. В некоторых научных центрах и лабораториях разработаны специальные пленки, которые дают возможность защищать объекты от сильных электромагнитных воздействий, создаваемых, например, ультраширокополосным, ультраволновым излучателем на полупроводниках, для чего были предварительно изучены и реализованы возможности создания сильных электрических импульсов и электромагнитных волн (таблица) от этих устройств, действующих через систему заземления (рис. 1).

Таблица

Характеристики UWB излучателей

Максимальное напряжение, кВ	Длительность импульса, нс	Частота повторения, Гц	Энергия излучения, МВт	Масса, кг
100	3	100	120	200
200	3	100	1700	700
1500	3	500	10000	1000
300	0,5	50	100	—
3,5	0,5	1000	10	50



Очень важно, что такого типа системы уже реально продемонстрированы так же, как и некоторые другие системы создания высоковольтных импульсов, которые передаются на различные объекты, в том числе на объекты, подвергающиеся или имеющие устройства по радиоэлектронному или компьютерному управлению.

Для средств защиты созданы совершенно новые виды металлизированных тканей. Это специальные ткани, которые дают возможность ослабить магнитные поля примерно в 10^5 раз, СВЧ примерно в 10^8 раз, электрическое поле в 10^9 раз, инфракрасные излучения – примерно на 50%.

На этой основе изготовлены конкретные защитные изделия. На рис. 2 условно показана структура таких материалов, которые могут быть использованы, например, при создании специальных экранов для защиты от террористических актов при воздействии электромагнитных полей на электронное оборудование.



В Институте машиноведения им. А.А. Благонравова (ИМАШ РАН), совместно с другими научными подразделениями, также разработаны **специализированные ткани**, из которых создаются защитные жилеты, костюмы, комбинезоны с подогревом (рис. 3) на основе использования углеродной нити с большим сопротивлением, вмонтированной в ткань, что позволяет при очень малом расходе электроэнергии подогревать защитную одежду (например, костюм). В этом случае спасатели, участвующие в операциях по устранению и смягчению последствий террористических актов, могут работать при низких температурах, морозе, в условиях увлажнения и даже под водой.



Очень важный вопрос сегодня – это разработка средств **технической диагностики**, по которым в академических институтах ведутся исследования для создания целого комплекса систем и приборов. Например, к этим диагностическим средствам относятся специализированные роботы, которые дают возможность определить реальность и опасность тех или иных взрывных устройств. Такие роботы разрабатываются в Государственном институте физико-технических проблем под руководством профессора Л.Н. Лупичева. Также, некоторые работы по созданию надежных систем защиты от электромагнитных полей ведутся в ИМАШ

РАН. В частности, разработан диагностический технологический робот, который дает возможность дистанционно обнаружить не только радиолокационные воздействия, но и найти поврежденного человека, провести диагностику его состояния.

Робот дистанционно управляется, может функционировать в задымленных помещениях, при наличии стенок, преград и т.п. (рис. 4).

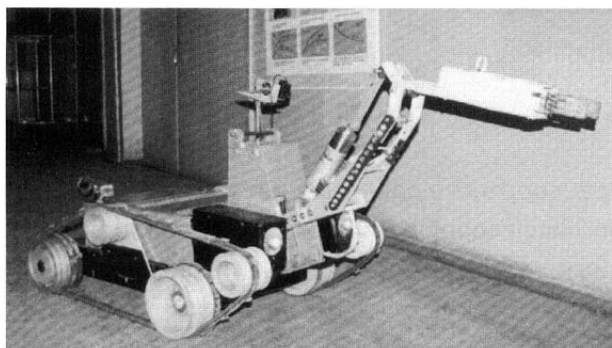
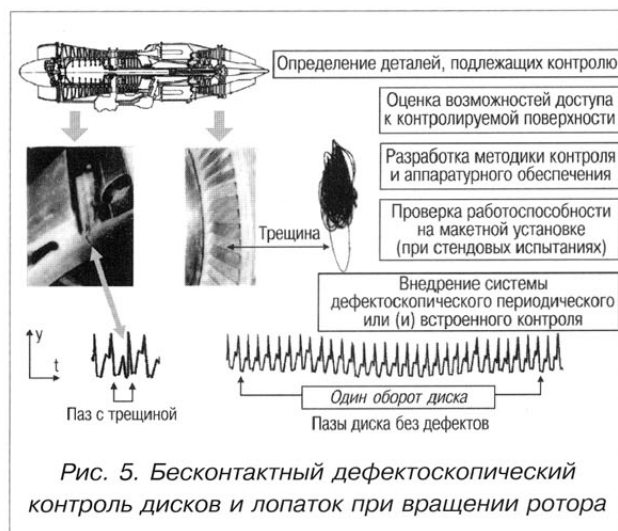


Рис. 4. Диагностический технологический робот

Разработка средств технической диагностики чрезвычайно важна для проблемы борьбы с терроризмом на транспорте (железнодорожном, авиационном, морском). Современные технические средства обнаружения дефектов, даже незначительных, дают возможность определить несанкционированный доступ к тем или иным объектам, избежать аварий, катастроф и крупных террористических актов. Например, разрабатываются соответствующие технические средства, которые должны обеспечивать устранение возможности террористических актов в авиалайнерах, обеспечивать защиту авиационных двигателей. Очень интересные результаты получены в Центральном институте авиационного моторостроения по технической диагностике газотурбинных двигателей. Разработана настолько чувствительная диагностическая система, что при наличии малейшего повреждения (например, надреза) или внедрения посторонних предметов в двигатель быстро выдается информация об этих мелких и начальных повреждениях, в том числе и злоумышленных или эксплуатационных дефектах. Такая си-

стема, основанная на методе вихревых токов (рис. 5), предусматривает бесконтактный дефектоскопический контроль дисков и лопаток газотурбинного двигателя. На рисунке показаны пазы с минимальной или начальной трещиной и пазы дисков без дефектов; эта информация выводится на дисплей и дает возможность принимать необходимые решения.



Различные комплексы диагностической аппаратуры достаточно успешно разрабатываются в России уже на протяжении многих лет: и в связи с развитием авиакосмических систем, и в связи с некоторыми задачами медицины.

В этой области заметен вклад НПО «Спектр», которым руководит член-корр. РАН В.В. Ключев. Сотрудники НПО разработали целый комплекс новых систем технического зрения, позволяющий обнаружить появление того или иного террориста-человека, который проник в зону несанкционированного доступа. Ведутся исследования и работы по созданию совершенно новых портативных аппаратов и приборов на основе так называемого акустико-эмиссионного метода, который дает возможность по резонансным колебаниям определять дефекты и обнаруживать наличие скрытых, специально (несанкционированно) установленных тех или иных предметов или объектов. Наконец, очень интересными в НИИ «Спектр» являются разработки, связанные с технической диагностикой для экологических проблем (рис. 6):



Рис. 6. Экологическая диагностика

созданы передвижные лаборатории, которые могут быть более широко использованы для исследования, защиты и анализа объектов после тех или иных террористических актов.

Большой комплекс работ ведут институты РАН по защите объектов в условиях возникновения пожаров, по защите объектов от взрывов, по изучению вторичных взрывов. В том числе, эти работы ведутся и под руководством академика В.Е. Фортова.

На рис. 7 схематично показан один из примеров изучения вторичного взрыва в случае возгорания авиационного двигателя.

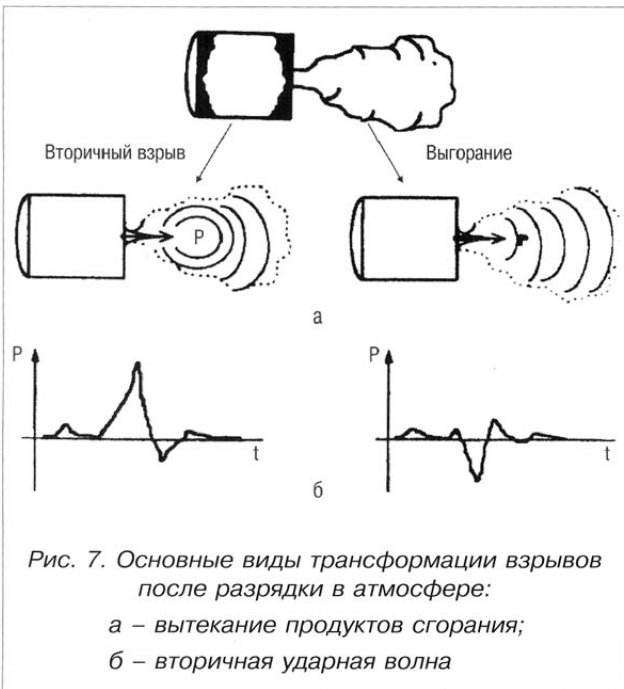


Рис. 7. Основные виды трансформации взрывов после разрядки в атмосфере:
а — вытекание продуктов сгорания;
б — вторичная ударная волна

Эти исследования позволяют дать ряд предложений по защите различных объектов, например, корпуса самолета, в случае попадания снарядов и других взрывных устройств и систем. Вопросы диагностики (чувствительной или сверхчувствительной) очень важны не только для технических средств, но и непосредственно для проверки состояния человека-оператора. Речь идет о состоянии летчика, водителя любого

транспортного средства, человека-оператора, управляющего атомным реактором или другими ответственными объектами в условиях критических ситуаций, в том числе при террористических актах. В настоящее время в институтах РАН совместно с научными центрами медицинских исследований разработана спектральная сверхчувствительная система **по диагностике состояния человека-оператора**.

Из диаграмм спектральной диагностики (рис. 8) состояния человека при штатных и чрезвычайных ситуациях видно, как существенно меняется психофизиологическое состояние человека-оператора, когда он работает в так называемых неадекватных условиях.

В этой связи в отделе биомеханики ИМАШ РАН разработаны специальные средства, которые дают возможность помочь человеку-оператору в критических, аварийных ситуациях и добавить ему как бы «органов чувств». К обонянию, зрению, слуху «добавляется» еще так называемое вибротактильное управление, когда на голень летчика монтируется матрица датчиков, каждый из которых ответственен за тот или иной агрегат.

Изменение состояния данного агрегата по температуре, нагрузке и другим критериям и параметрам приводит к передаче вибрационного сигнала летчику (или оператору), после чего он способен непосредственно, безошибочно, невзирая на свое состояние, на-

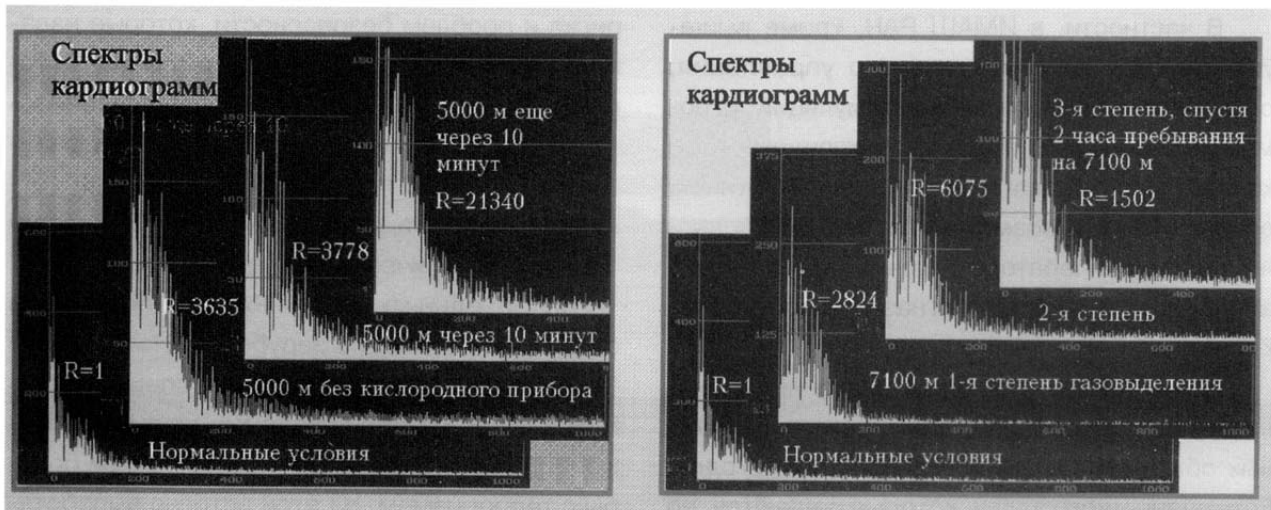


Рис. 8. Спектральная диагностика

пример, иногда в состоянии аффекта, принимать правильное решение. (Ведь известны случаи, когда вместо горящего двигателя гасился работающий двигатель, и это, конечно, усугубляло ситуацию и приводило к катастрофам.)

На рис. 9 приведены данные структурного анализа, показывающие влияние человеческого фактора в ряде технических областей. Например, в авиации нормами предусмотрено примерно 18%, а в реальных условиях по вине человеческого фактора происходит примерно 80% аварий и катастроф. В атомной промышленности, к счастью, эта ситуация несколько ровнее: нормами по человеческому фактору предусмотрено 50%, и до 60% аварий происходит из-за ошибок человека.

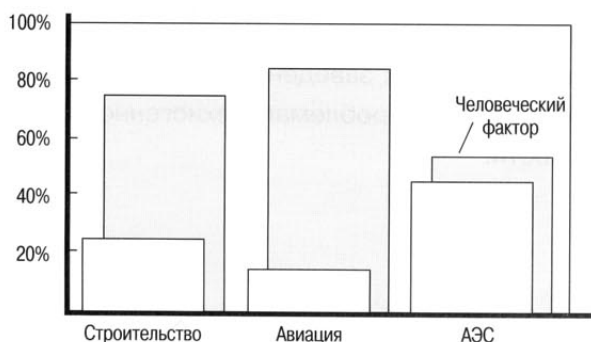


Рис. 9. Структура влияния человеческого фактора

В ИМАШ РАН целенаправленно изучают функциональные, физиологические, психофизиологические факторы человека-оператора при воздействии различных полей: тепловых, электрических, акустических, вибрационных. На рис. 10 показана экспериментальная установка, которая дает возможность изучать поведение человека-оператора, т.е. вероятность ошибок человека при воздействии указанных выше полей, а также неких несанкционированных воздействий на человека-оператора.

Ученые и инженеры не только констатируют факты тех или иных влияний на человека-оператора, но и изучают методы, способы и средства его защиты, укрепления его психики в экстремальных условиях, когда он управляет теми или иными средствами.

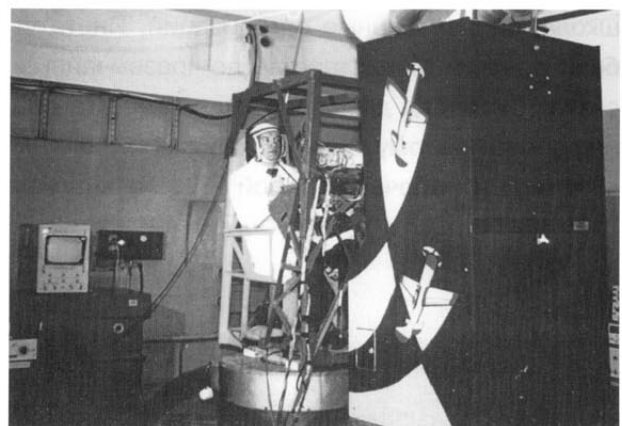


Рис. 10. Экспериментальная установка по изучению поведения человека-оператора

В частности, в ИМАШ РАН, кроме вышеупомянутого вибротактильного управления, разработана система вибростимуляции. С помощью специальных ботинок, имеющих острые конусы, вмонтированные в подошвы ботинок, обеспечивается возможность воздействовать на человека-оператора в точке биологически активных областей, т.е. так называемой акупунктуры.

Но не только проблемы, связанные с техническими средствами защиты жизненно важных объектов, важны и развиваются сегодня. Есть очень много задач, которые решаются, но пока не решены. Это крупная проблема обнаружения пластиковых мин, это ряд вопросов, связанных с дистанционным наблюдением из космоса за всевозможными перемещениями и фиксированием перевозки ядерного топлива, радиоактивных материалов и др.

В связи с этим важны систематические научные исследования, доведенные до практического результата; нужны скоординированные усилия по реализации намеченных программ, для чего необходимы следующие организационные и практические меры.

1. Организовать в РАН (например, под эгидой рабочей группы при Президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности) специальный семинар и проводить его на регулярной основе, где обмениваться подробной информацией о новых научных результатах, которые получены как в институтах РАН, так и в других научных центрах, сотрудничающих с РАН (высшая школа, промышленные организации, Институт безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям и ряд других организаций). Начало информационному обмену положено фондом «Знание» и рабочей группой РАН по анализу

риска и проблем безопасности, которые издают серию «Безопасность России» (вышли 18 томов). Кроме того, было бы полезно организовать и регулярно проводить специализированную выставку по последним достижениям технических средств защиты, в частности, по борьбе с террористическими актами.

2. Объединить усилия РАН с коллегами из стран СНГ и дальнего зарубежья. Например, в США недавно прошла встреча специалистов РАН и Национальной академии наук США, Инженерной академии США по проблемам борьбы с терроризмом. На этой встрече выработаны конкретные предложения по ряду актуальных проблем. Очень важно взаимодействие российских ученых с зарубежными партнерами не только потому, что эта проблема требует определенных финансовых затрат и одной стране это трудно сделать, но и главным образом еще и потому, что она действительно имеет свои специфические аспекты для различных регионов мира, и поэтому международное разделение труда совершенно необходимо. Сейчас имеется довольно хорошее взаимодействие при разработке ряда технических средств по защите потенциально опасных объектов, по смягчению аварий и катастроф в московском регионе и в странах СНГ: с Академиями наук Украины, Беларуси и других стран. Эту научную программу ведет *член-корр. РАН Н.А. Махутов*.

3. Очевидно, на страницах данного журнала следует открыть научную дискуссию по проблемам чтения новых курсов для студентов вузов инженерных специальностей и других ведущих учебных заведений, об открытии новых кафедр по проблемам техногенной безопасности.