

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»

**В.В. Балясников**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
"БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ"**

*Для специальностей*

*280102 «Безопасность технологических процессов и  
производств»*

*190701 «Организация перевозок и управление в единой  
транспортной системе»*

*230401 «Математическое моделирование процессов  
управления на транспорте»*

*100101 «Сервис на транспорте»*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ТЕМА 1.</b> Транспортные системы, их виды и особенности эксплуатации.....	5
Лекция 1. Транспортные системы, их виды и особенности эксплуатации.....	5
<b>ТЕМА 2.</b> Опасность на транспорте, ее возникновение и развитие.....	16
Лекция 2. Особые ситуации.....	16
Лекция 3. Модель развития опасности. Взаимосвязь показателей надежности и безопасности функционирования транспортных систем. ....	30
<b>ТЕМА 3.</b> Система обеспечения безопасности транспортных систем.....	37
Лекция 4. Система обеспечения безопасности транспортных систем.....	37
<b>ТЕМА 4.</b> Правовое и нормотворческое регулирование безопасности на транспорте .....	57
Лекция 5. Правовое и нормотворческое регулирование безопасности на транспорте .....	57
<b>ТЕМА 5.</b> Ожидаемые условия эксплуатации. Нормы годности.....	65
Лекция 6. Ожидаемые условия эксплуатации. Нормы годности.....	65
<b>ТЕМА 6.</b> Человеческий фактор.....	79
Лекция 7. Деятельность человека. Ошибки в деятельности.....	79
Лекция 8. Использование ресурсов человека в целях обеспечения безопасности .....	95
<b>ТЕМА 7.</b> Выявление опасности. Оценка и анализ безопасности транспортных систем.....	104
Лекция 9. Оценка уровня безопасности.....	105
Лекция 10. Причинный анализ.....	113
<b>ТЕМА 8.</b> Управление безопасностью транспортных систем.....	123
Лекция 11. Управление безопасностью транспортных систем.....	123

## ВВЕДЕНИЕ

Конспект лекций содержит описание теоретических и практических подходов по разработке и эксплуатации системы обеспечения безопасности на транспорте. Особое внимание обращено на использовании методов выявления, оценки опасности и разработке мероприятий по ее устранению. Конспект лекций предназначен для формирования у студентов научных и профессиональных знаний об опасности транспортного процесса, необходимых для организации и использования систем управления безопасностью. Он ориентирован на приобретение теоретических знаний, практических навыков и умений в области обеспечения безопасности транспортных систем, соответствующих профессиональной деятельности по данному профилю подготовки.

Конспект лекций содержит:

- основы теории надежности и безопасности транспортных систем;
- основы формирования качественной и количественной оценки функционирования транспортных систем (комплексов);
- законодательную и нормативно-правовую базу в области обеспечения безопасности транспортных систем;
- принципы и методы нормирования системной безопасности;
- принципы построения и структуру системы обеспечения надежности и безопасности транспортных систем;
- основы причинного и факторного анализа;
- особенности влияния человеческого фактора на возникновение и развитие особых ситуаций в процессе эксплуатации транспортных систем.

Конспект лекций является электронной версией измененного варианта методического обеспечения дисциплины. Основной причиной внесенных изменений стал перевод образования на стандарты третьего поколения. В стандартах третьего поколения место данной дисциплине отводится дисциплине "Ноксология". Конспект лекций, сохраняя традиционную

специфику дисциплины, максимально адаптирован к целям, задачам и содержанию Ноксологии. Кроме того в материалах, содержащихся в конспекте лекций, содержатся методические материалы по реализации концепции управления безопасности полетов в гражданской авиации, обобщающие международный опыт и рекомендованные в настоящее время ИКАО для внедрения.

Транспорт - одна из важнейших отраслей хозяйства, выполняющая функцию своеобразной кровеносной системы в сложном организме страны. Вопросы обеспечения безопасности с каждым годом приобретают все большее значение. В настоящее время они вышли на уровень государственной и международной значимости. Это обусловлено теми огромными материальными и еще большими моральными потерями, которые несет общество в результате происшествий.

Обеспечение сохранности здоровья и жизни людей при выполнении полетов является частью общей задачи охраны здоровья людей и находится под неослабленным вниманием и контролем со стороны общества. Проблема обеспечения безопасности полетов многоплановая. Она содержит множество различных сторон. Все они могут быть сведены к трем главным.

Первая сторона представляет собой социальный аспект проблемы. Он заключается в том, что в условиях научно-технической революции растет опасность ошибок людей в их преобразовательной деятельности. Это обуславливает необходимость самого широкого привлечения общественного мнения в обсуждение всех сторон преобразовательной деятельности и в первую очередь оказывающих влияние на здоровье людей. Применительно к транспортной системе такой подход означает необходимость создания условий, при которых общественное мнение будет оказывать самое непосредственное влияние на устанавливаемый уровень риска.

Вторая сторона проблемы характеризуется потенциалом организационных возможностей в рамках той или иной системы хозяйствования. Значительный спад активности в общественной и производственной сферах жизни нашего общества не мог не сказаться на замедлении темпа роста уровня безопасности.

И, наконец, третья сторона. Она составляет научное содержание проблемы. Ее изучение является целью научной и учебной дисциплины «Безопасность транспортных систем».

## ТЕМА 1

### **Транспортные системы, их виды и особенности эксплуатации**

*Исходные понятия и определения систем. Общая характеристика и классификация систем. Виды и эксплуатационные особенности транспортных систем. Транспортная система РФ. Задачи и методы исследования надежности и безопасности транспортной системы РФ.*

#### **Лекция 1. Транспортные системы, их виды и особенности эксплуатации**

Методологической основой при решении задач по обеспечению безопасности полетов является системный подход, при котором объект изучения представляется как система или ее элемент.

Под системой понимают объект, представляющий совокупность элементов, взаимодействующих в процессе выполнения определенного круга задач и взаимосвязанных функционально.

Элемент системы - это ее простейшая часть, но только в рамках конкретного рассмотрения. В более общем случае каждый элемент системы может быть представлен в виде самостоятельной системы.

Система должна рассматриваться как единство системообразующих элементов. Это единство достигается системными связями двух видов:

- системообразующие, без которых система не выполняет основной целевой задачи, т. е. не может существовать;

- дополнительные, позволяющие выполнять основную задачу с тем или иным качеством.

Каждый элемент системы несет специфические функции. Система существует в окружающей среде, с которой происходит обмен энергией и информацией. При определении системы, ее элементов и окружающей среды всегда исходят из целевого назначения системы. Систему определяет цель.

Все системы могут классифицироваться по различным признакам, в том числе и по участию в них человека: автоматические, неавтоматические, автоматизированные.

Автоматизированные системы образуют класс систем вида «человек - машина». Иногда СЧМ называют эргатическими, антропотехническими или биотехническими.

Целевое назначение систем оказывает определяющее влияние на все характеристики и потому является исходным признаком. По целевому назначению выделяют следующие виды систем:

- управляющие (основной задачей которых является управление машиной);

- обслуживающие (осуществляющие контроль, поиск неисправностей, наладку технических устройств и т. д.);

- обучающие (технические средства обучения, тренажеры);

- информационные (обеспечивающие поиск, накопление или получение информации);

- исследовательские (использующиеся при анализе тех или иных явлений, процессов).

Особенность управляющих и обслуживающих систем состоит в том, что объектом целенаправленной деятельности в них является техника. Для обучающих и информационных систем таким объектом является человек.

В исследовательских системах объектом деятельности может быть как человек, так и техника.

По признаку характеристики «человеческого звена» выделяют два класса ТС: моно - и полисистемы. Полисистемы в свою очередь подразделяются на паритетные и иерархические. Паритетные системы представляют собой вид СЧМ, в которых отсутствует подчиненность, тогда как для иерархических систем она обязательна.

В основу классификации ТС по типу взаимодействия может быть положена степень непрерывности взаимодействия. При этом различают системы непрерывного и эпизодического взаимодействия.

Как и все системы, ТС делятся на простые и сложные. Признаками сложных систем являются: наличие большого количества связей и элементов; наличие иерархической системы управления; возможность деления на подсистемы, имеющие свои самостоятельные задачи.

Кроме того, сложным ТС присущ ряд общих черт. Они являются динамическими, целеустремленными, самоорганизующимися, адаптивными.

К динамическим относятся системы, состоящие из взаимосвязанных и взаимодействующих элементов различной природы и характеризующиеся изменением состава и взаимосвязей во времени.

К целеустремленным системам относятся системы, преследующие одну и ту же цель. Существенной особенностью целеустремленных систем является их способность получать одинаковые результаты различными способами.

Адаптивные - это системы, способные к уменьшению энтропии после выхода их из устойчивого, состояния в результате различного рода возмущений.

Рассмотренные особенности ТС определяются наличием в их структуре человека, его способностью правильно решать поставленные задачи в зависимости от конкретных условий и обстоятельств. Это

означает, что исходным моментом анализа ТС должна стать целесообразность деятельности человека.

Методической основой изучения ТС является системный анализ, что позволяет избежать многих ошибок. Конкретная схема системного анализа зависит от вида изучаемой ТС, но во всех случаях она характеризуется следующими четырьмя общими требованиями:

- возможно более полным и точным определением назначения ТС, целей, задач;
- исследованием структуры систем, характера связей, границ системы, ее изменчивости;
- последовательным изучением характера функционирования ТС, в том числе ее отдельных подсистем и элементов;
- рассмотрением системы в динамике на различных этапах жизненного цикла: при проектировании, производстве и эксплуатации.

Основное содержание системного подхода формулируется в его принципах. Важнейшим принципом системного анализа является принцип максимума эффективности системы. С его помощью формулируется основа проектирования ТС. Система разбивается на части по функциональному признаку. Между частями устанавливаются возможные варианты реализации связей. На заданном множестве вариантов выбирается структура, имеющая максимальную эффективность.

Транспортная система обеспечивает потребности хозяйства и населения в перевозках. Вместе с городами она образует «каркас» территории, является крупнейшей составной частью инфраструктуры, служит материально-технической базой формирования и развития территориального разделения труда, оказывает существенное влияние на динамичность и эффективность социально-экономического развития отдельных регионов и страны в целом. (Таблицы 1, 2, 4).



Таблица 1.

## Перевозки пассажиров по видам транспорта (млн. человек)

	Январь-декабрь 2011 г.	Январь-декабрь 2012 г.	Январь-декабрь 2012 г. в % к январю-декабрю 2011 г.
Транспорт отраслей Минтранса России	21779,9	21372,5	98,1
в том числе:			
трамвайный	2003,6	1928,3	96,2
троллейбусный	2152,1	2051,2	95,3
метрополитенный	3351,3	3445,6	102,8
автомобильный (автобусный)	13201,5	12801,4	97,0
внутренний водный	14,167	13,523	95,5
воздушный	64,1	74,0	115,4
железнодорожный	993,1	1058,5	106,6

Таблица 2.

## Пассажирооборот по видам транспорта (млрд. пассажиро-километров)

	Январь-декабрь 2011 г.	Январь-декабрь 2012 г.	Январь-декабрь 2012 г. в % к январю-декабрю 2011 г.
Транспорт отраслей Минтранса России	500,7	531,7	106,2
в том числе:			
трамвайный	6,4	6,2	96,9
троллейбусный	6,9	6,7	97,1
метрополитенный	43,2	45,1	104,4
автомобильный (автобусный)	136,9	132,8	97,0
внутренний водный	0,684	0,627	91,7
воздушный	166,8	195,7	117,3
железнодорожный	139,8	144,6	103,4

Таблица 3

## Грузооборот по видам транспорта (млрд. тонно-километров)

	Январь-декабрь 2011 г.	Январь-декабрь 2012 г.	Январь-декабрь 2012 г. в % к январю-декабрю 2011 г.
Транспорт всех отраслей экономики	5012,3	5100,3	101,8
в том числе:			
Транспорт отраслей Минтранса России	2590,4	2703,0	104,4
железнодорожный общего пользования	2127,8	2222,0	104,4
промышленный железнодорожный	97,9	102,2 <sup>1)</sup>	104,4
автомобильный	222,8	247,9	111,3
водный	136,91	125,85	91,9
воздушный	4,95	5,06	102,2
Транспорт других министерств и ведомств			
трубопроводный	2421,9	2397,3	99,0

Основными видами транспорта являются: железнодорожный, автомобильный, водный и воздушный. Роль транспорта в повышении конкурентоспособности российской экономики очевидна. Без устойчивой работы транспортной системы и, в первую очередь, без опережающего развития транспортной инфраструктуры, новых эффективных схем доставки товаров невозможно достичь гарантированной доступности транспортных услуг для всех потребителей и снижения риска хозяйственной деятельности.

Глобализация экономики и сопровождающие ее процессы развития внешнеторгового обмена требуют новых подходов к развитию транспорта, поиску новых технологий и рациональных путей освоения перевозок

пассажиров и грузов. В настоящее время следует признать, что транспортная инфраструктура в России развита недостаточно. Россия отстает от США по длине железнодорожных магистралей в 2,3 раза. Аналогичное положение с сетью автомобильных дорог. По плотности автомобильных дорог на 1000 квадратных километров территории Россия значительно уступает зарубежным странам. Если обратиться к морскому транспорту, то и здесь существует ряд проблем. Во-первых, старение судов и недостаточное обновление российского флота. Во-вторых, переход части судов (как правило, наиболее современных и оснащенных) под флаги других государств. В-третьих, необходимость модернизации российских портов. Мировая тенденция глобализации экономических связей и усложнение спроса на транспортные услуги привели к росту объемов транспортно-экспедиционных услуг, в развитии которых автомобильному транспорту принадлежит особая роль. Однако, несмотря на благоприятные изменения, в деятельности автомобильного транспорта существует ряд серьезных проблем, которые, как показывает опыт зарубежных стран, будут усугубляться по мере экономического роста. Эти дисбалансы являются не просто причиной неудобств, они не приемлемы для растущего общественного сознания, противоречат концепции устойчивого развития. Это привело к тому, что в странах Западной Европы меняются приоритеты в пользу более экологически благоприятных, чем автомобильный, видов транспорта: железнодорожного и внутреннего водного. Авиационный и внутренний водный виды транспорта столкнулись с проблемой обновления парка транспортных средств. Для авиации ситуация усугубляется запретом ряда стран на использование отечественных самолетов, не удовлетворяющих условиям по уровню шума. Роль этого вида транспорта в пассажирских перевозках значительна, что объясняется большими расстояниями и недостаточной развитостью инфраструктуры, особенно в восточных районах страны. Для внутреннего водного транспорта, доля которого в общем объеме перевозок довольно незначительна по

сравнению, например, с США, площадь которой сравнима с Россией, важнейшей задачей является создание современного флота и реконструкция ряда ключевых объектов на внутренних водных путях России. Доля трубопроводного транспорта в транспортной системе России значительна, что объясняется большим экспортным потенциалом нефте- и газодобывающей отрасли. Грузооборот трубопроводного транспорта в России превышает аналогичный показатель США более, чем в 2 раза.

Несмотря на имеющиеся проблемы в развитии отдельных видов транспорта, выгодное геополитическое положение позволяет Российской Федерации претендовать на одно из ведущих мест в транспортной инфраструктуре мира, играть важную роль в мировой экономической системе и на международной политической арене в качестве транспортного моста между Европой, Азией и Америкой (по направлениям Запад - Восток, Север - Юг). Стратегическим интересам России отвечает формирование системы международных транспортных коридоров и реализация ее транзитного потенциала. Доля трубопроводного транспорта в транспортной системе России значительна, что объясняется большим экспортным потенциалом нефте- и газодобывающей отрасли. Грузооборот трубопроводного транспорта в России превышает аналогичный показатель США более, чем в 2 раза.

Одной из главных задач транспортного комплекса России является создание безопасных условий и повышение качества жизни. Вместе с тем транспортные средства являются причиной возникновения чрезвычайных ситуаций, в результате которых травмируются и гибнут люди, повреждаются или уничтожаются транспортные средства и перевозимые грузы, наносится ущерб окружающей природной среде. (Таблицы 4, 5).

Таблица 4

Динамика роста числа смертельных несчастных случаев на транспорте

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Вид транспорта									
Автомобильный	27700	29000	29716	29594	30916	33243	35602	34506	33957
Авиационный	80	37	80	65	361	131	103	50	102
Железнодорожный	2	6	—	3	5	4	3	—	5
Водный	10	4	2	8	-	8	17	20	56

Таблица 5.

Число происшествий, погибших и раненых на транспорте в 2012 году

	число происшествий, единиц		число погибших, человек		число раненых, человек	
	2012г.	2011г.	2012г.	2011г.	2012г.	2011г.
на железнодорожном транспорте общего пользования	1	4	-	2	-	2
на автомобильных дорогах и улицах, тысяч	203,6	199,9	28,0	28,0	258,6	251,8
с морскими судами на море	20	37	10	53	-	2
на внутренних водных судоходных путях	4	2	1	123	-	-
на воздушном транспорте	38	38	90	139	52	109
<i>По данным ОАО «РЖД», МВД России, Ространснадзора и Росавиации.</i>						

Основным средством для перевозки пассажиров и грузов на небольшие расстояния (100 - 200 км) является *автомобильный транспорт*. В нашей стране на его долю приходится более 50% объема всех пассажирских и 75% грузовых перевозок. В 2003 г. автомобильным транспортом было перевезено около 25 млрд пассажиров, что составляет

52% от общего объема перевозок всеми видами транспорта. Автомобильный транспорт занимает лидирующее положение по числу ЧС и количеству человеческих жертв. По данным ООН, в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) ежегодно в мире погибает около 1,3 млн чел., становятся инвалидами 8 млн чел., экономические потери составляют в среднем 500 млрд долл. Автodorожный травматизм занимает третье место в мире среди причин смертности населения. Каждые сутки в России происходит более 400 ДТП, в них погибает более 80 чел., травмируется около 500 чел. Ежегодно на дорогах России регистрируется более 160 тыс. ДТП, в которых участвуют транспортные средства: автомобили, мотоциклы, мотороллеры, трамваи, троллейбусы, тракторы и другие самоходные механизмы. В ДТП ежегодно погибает в среднем 30 тыс. россиян, инвалидами становятся около 200 тыс. По данным МВД России, в 2005 г. на территории Российской Федерации было зарегистрировано 223 342 ДТП, в которых погибло 33 957 и ранено 274 864 чел. Основное количество дорожно-транспортных происшествий (160 970, или 72,1%) зарегистрировано в городах и населенных пунктах. На автомобильных дорогах вне городов и населенных пунктов произошло 61 763 ДТП (27,7%), в результате которых смертельные травмы получили 17 из каждых 100 пострадавших.

В России количество погибших в ДТП в 5 - 10 раз больше, чем в странах Европы. Социально-экономический ущерб от ДТП в России огромен, он исчисляется сотнями миллиардов рублей. ДТП происходят в результате столкновения - 37,9%, наезда - 37,1%, опрокидывания — 16,1%.

Современный мир и общество невозможно представить без авиации. Несмотря на то, что вопросам обеспечения безопасности на авиационном транспорте уделяется первостепенное внимание, чрезвычайные ситуации все же происходят. В течение 2005 г., по данным Минтранса России, на гражданских воздушных судах Российской Федерации произошло 29 авиационных происшествий, в которых погибло 102 и пострадало 83 чел.

Чрезвычайные ситуации на авиационном транспорте имеют ряд специфических особенностей. Это связано с высокой скоростью передвижения летательных аппаратов, наличием на их борту большого количества топлива, способного воспламениться или взорваться, нахождением людей в замкнутом пространстве салона, большой высотой полетов, отсутствием эффективных и надежных мер воздействия и помощи людям, которые терпят бедствие в воздухе, внезапностью и быстротечностью развития событий. ЧС на авиатранспорте может возникнуть на любом этапе: взлет, полет, посадка. Поэтому очень важно знать особенности авиационных катастроф, уметь себя вести в случае их возникновения, умело пользоваться аварийно-спасательным оборудованием, которое находится на борту воздушного средства.

В транспортной системе России лидирующую позицию по количеству перевозимых грузов и пассажиров занимает *железнодорожный транспорт*.

Железнодорожный транспорт является потенциальным источником возникновения чрезвычайных ситуаций с большим числом пострадавших, значительным материальным ущербом, наступлением неблагоприятных экологических и санитарно-гигиенических последствий. В 2005 г. на железнодорожном транспорте произошло 11 ЧС, погибло 5 и пострадал 1 чел. Железнодорожный транспорт представляет собой угрозу не только для пассажиров, работников железной дороги, но и для населения, проживающего в непосредственной близости от железнодорожных путей, станций, вокзалов, депо. Это связано с перевозками по железной дороге большого количества легковоспламеняющихся, взрывоопасных, химических и радиационных материалов. Большое количество опасных грузов скапливается на станциях.

Миллионы людей пользуются услугами городского наземного транспорта: трамваями, троллейбусами, автобусами, маршрутными такси. Нередко городской наземный транспорт становится причиной

возникновения чрезвычайных ситуаций. Это приводит к травмам и гибели людей, уничтожению материальных ценностей.

В этой связи особенно актуальной является разработка Концепции транспортной безопасности и соответствующих предложений в реализуемые и проектируемые федеральные целевые программы. Реализация Концепции транспортной безопасности, в свою очередь, должна базироваться на специализированной правовой базе - федеральном законе «О транспортной безопасности», а также соответствующих поправок в законопроектах «О борьбе с терроризмом», «О безопасности» и других законодательных актах.

## **ТЕМА 2.**

### **Опасность на транспорте, ее возникновение и развитие**

*Фактор неопределенности. Виды неопределенности. Факторы опасности. Факторы риска. Особые ситуации. Модель развития опасности. Взаимосвязь показателей надежности и безопасности функционирования транспортных систем.*

#### **Лекция 2. Факторы опасности, особые ситуации**

Представления об опасности как угрозы для жизни и здоровья человека сложились давно. Впервые они нашли свое отражение в мировоззренческих обобщениях Буддизма и в дальнейшем не претерпели сколько-нибудь значимого изменения. Множественность проявлений опасности и необходимость противостоять ей стали причиной возникновения самых различных толкований. Они легли в основу создания самостоятельных областей знаний, в которых отразилась специфика использования мер противодействия опасности в различных сферах жизни и деятельности человека.

Тенденция сближения областей знания с целью создания универсальных представлений о закономерностях жизни стала причиной



рождения новой области знания, получившей название "Ноксология". Ноксология – это знание об опасности. Ее появление предопределено появившейся возможностью представления опасности как феномена, обладающего универсальными свойствами и однозначной природой возникновения. В то время как медицина, безопасность жизнедеятельности, охрана труда, экологическая безопасность и иные области знания занимались изучением особенностей проявления опасности, ноксология стала исследовать ее природу.

Стержнем ноксологии является представление об опасности как о свойстве нашего мира, главной особенностью которого является существование пространственно-временной неопределенности. Неопределенность – данность мира пространственно-временных отношений. Она обусловлена конечностью пространственной и временной протяженности строительного материала жизни. Неопределенность является естественным препятствием для определения истинного пространственно-временного положения жизненных реализаций и по этой причине создает проблему организации между ними взаимодействия. Взаимодействие между жизненными реализациями необходимо для осуществления обменного процесса, без которого нет развития. Неопределенность – единственная причина, по которой взаимодействие между жизненными реализациями сопровождается столкновениями или взаимными посягательствами на чужую пространственно-временную территорию, в результате чего возникает угроза существования их целостности.

В природе источником появления опасности являются столкновения жизненных реализаций. Но ведь далеко не всегда взаимодействия между жизненными реализациями сопровождаются столкновениями. Это означает, что в природе есть возможность управления жизненными реализациями на основе точного знания об их пространственно-временном положении. Его использование позволяет осуществлять обменные

процессы без столкновений. Опасность возникает тогда, когда взаимодействие жизненных реализаций происходит в отсутствии знания их пространственно-временного положения. Так происходит в том случае, когда процесс взаимодействия осуществляется самими жизненными реализациями. Созданные из материала, характеризующегося пространственно-временной неопределенностью, они обладают способностью лишь относительного восприятия пространства и времени. Итогом этого является возникновение неопределенности в определении взаимного пространственно-временного положения. Неопределенность и как следствие относительность восприятия времени и пространства становятся причиной пространственно-временной несовместимости жизненных реализаций, а вместе с этим и источником опасности. Из этого следует, что любое самостоятельное проявление жизненных реализаций ведет к возникновению опасности.

Для понимания природы возникновения опасности важным является установление особенностей поведения жизненных реализаций. Все они кроме человека ведомы. И только человек обладает способностью и возможностью самостоятельно участвовать в реализации обменных процессов. Это означает, что неопределенность, скрытая в строительном материале жизни, обнаруживает себя через поведение жизненных реализаций. В отличие от физических систем все биологические системы в той или иной степени обнаруживают способность и потребность к проявлению независимости. Реализуя их, они возбуждают неопределенность, несовместимость и становятся опасными. Однако в отношении их природа соответствующим образом защищена. Она устроена так, что любое проявление в ней несовместимости вызывает ответную реакцию в виде уничтожения ее причины.

Несовместимость – наиболее значимое проявление неопределенности. В отличие от неопределенности она воспринимается жизненными реализациями. И что особенно важно, воспринимается до того, как

опасность начинает свою работу. Происходит это благодаря приобретению жизненными реализациями свойства толерантности. Толерантность – способность жизненной реализации возбудить в себе пространственно-временные отношения оппонента, стать некоторым его подобием. Такая способность является отличительной характеристикой наиболее развитых систем. Это необходимо для того, чтобы "сильный" не навредил "слабому". Толерантность позволяет не только предупредить жизненную реализацию от опасных проявлений, но и использовать ее для устранения сторонних источников возбуждения опасности. Жизнь устроена таким образом, что наиболее развитые системы, возбуждая новые проявления опасности, являются надежными защитниками природы от опасности, исходящей от менее развитых систем. Собственно, в этом и состоит основной принцип сохранения экологического равновесия или экологической совместимости.

В отличие от иных биологических систем человек приобретает полную свободу распорядиться собой. Поэтому он становится ответственным за состояние природы, за установление в ней экологического равновесия, экологической совместимости. Естественно, что для осуществления своей миссии человек должен обладать соответствующими средствами и возможностями. Они у него есть. Прежде всего, человек многое заимствовал от предыдущих поколений жизненных реализаций. В том числе он перенял опыт формирования экологических ниш. Экологическая ниша ограничена пространственно-временной протяженностью. В ней все жизненные реализации и человек обладают взаимной толерантностью. Экологическая ниша безопасна. Кроме того, и это очень важно, человек получил способность приобретения пластичности. Ее источником является деятельность.

Деятельность – это особым образом упорядоченное во времени и пространстве взаимодействие человека с окружающим миром. Итогом такого взаимодействия является результат деятельности. С одной стороны, деятельность – это своего рода насилие, которое совершается по

отношению к человеку, ее осуществляющего. С другой стороны, деятельность позволяет человеку получить результат, в котором он заинтересован. Преодоление внутренней несовместимости с процессом деятельности является источником приобретения пластичности.

Любое взаимодействие человека с внешней средой меняет его состояние. Но только деятельность способна вызвать изменения в нем самом. Собственно изменения, происходящие в человеке, и являются результатами деятельности. Изменение состояния человека достигается использованием имеющейся у него толерантности. Результатом деятельности является приобретение человеком пластичности. Деятельность становится средством достижения такой пластичности, при которой человек получает право занять самую верхнюю ступень в иерархии жизненных реализаций. С помощью деятельности человек приобретает способность преодолеть существующие на Земле несовместимости и превратить природу в одну общую экологическую нишу.

Превращение природы в одну общую экологическую нишу – задача, достижимая усилиями всего человечества. Ее осуществление невозможно без преодоления несовместимости между людьми, что обеспечивается созданием многочисленных экологических ниш, постепенно расширяющихся и преодолевающих разделяющие их границы. Потребность в создании экологических ниш становится причиной совместного участия людей в деятельности. Возникает феномен коллективного труда, объединяющий людей общим результатом и возможностью приобретения одинаковой толерантности. Результат совместной деятельности должен быть общим. Чтобы соответствовать этому требованию, он, не являясь жизненной реализацией, получает вид ее подобия и приобретает статус технической системы. Техническая система (техника) – результат коллективной деятельности. Она используется для приобретения дополнительной толерантности. Созданные коллективной

деятельностью технические системы становятся полноценными и обязательными участниками (членами) второй природы, которая приобретает образ техносферы.

Техносфера объединяет людей, возбуждая в них взаимную толерантность. Она также обеспечивает создание коллективной толерантности, позволяющей экологической нише расширять свои границы. В то же время техносфера создает условия, позволяющие каждому отдельному человеку воспользоваться ее возможностями в своих личных целях. В этом случае техносфера становится источником разделения людей, возбуждая в них взаимную несовместимость. Толерантность и совместимость не одно и то же. Общая деятельность позволяет приобрести пластичность. Пластичность может стать основой для возбуждения толерантности и совместимости. Толерантность переводит пластичность в состояние, неорганичное естеству человека. Для его возбуждения необходимы дополнительные затраты (усилия) человека. Совместимость обеспечивается тем, что пластичность вызывает необратимые изменения человека. Она превращает толерантность в естество человека. В том случае, когда пластичность приводит к необратимым изменениям в человеке, техносфера приобретает образ экологической ниши, которую можно отождествить с представлением о ноосфере.

Превращаясь в ноосферу, техносфера проявляет способность защищать человека от опасности. Если этого не происходит, техносфера сама становится источником опасности. Как источник опасности техносфера использует ею же созданные пространственно-временные образы, несовместимые с естественной средой. Коллектив, участвующий в их создании, не остается в стороне от возникающих последствий. Потребность создания технических систем, несущих опасность, обусловлена желанием человека расширить свое жизненное пространство, не возбуждая в себе необратимые изменения. Следствием этого становится

усиления конфликта несовместимости техносферы человека с естественной средой. Это приводит к необходимости создания средств защиты техносферы от естественной среды, что равнозначно защите техносферы от самой себя. Защитить себя от себя можно, упрощая себя. Это равносильно снижению потребности человека к увеличению пластичности. Участие человека в создании средств защиты от опасности техносферы расширяет жизненную нишу, но не способствует совершенствованию человека. Напротив, происходит упрощение человека вплоть до его полной деградации. Деградирующий человек все в большей степени оказывается в зависимости от техносферы. Оказываясь в условиях взаимодействия с естественной средой, он лишается пластичности и толерантности. Получается, что самым неперспективным ремеслом является создание средств защиты от результатов деятельности человека. Подобные результаты надо исключать из техносферы.

В природе человека содержится свойство, использование которого исключает проявление опасности. Известная и широко используемая аксиома о том, что любая деятельность человека несет в себе опасность, неверна. Проблема состоит в том, что человек должен самостоятельно распорядиться этим даром. Он должен сделать выбор в пользу быть работником или соработником. Выбор в пользу работника означает, что человек берет на себя функцию архитектора мира, ответственного за принятие решений. Тем самым человек-работник лишает себя возможности использовать свой природный дар. Его жизнь наполняется неопределенностью. Человек-работник опасен. При осуществлении своего выбора человек встречается с проблемой определения образа работника. В условиях техносферы эта проблема теряет свою остроту. По мере развития техносферы открываются ресурсы коллективных возможностей людей. Повышается авторитет общности. Появляется соблазн статус работника и присущие ему ответственности придать коллективу (общности), в которой человек исполняет функцию соработника. Техносфера позволяет человеку

уклониться от персональной ответственности за проявление опасности, принимая всю полноту ответственности на себя. Как следствие она вместо человека должна сделать свой выбор в пользу быть ей работником или соработником. Сделав свой выбор в пользу соработника, техносфера превращается в ноосферу. В противном случае она становится источником опасности.

Не существует установившегося определения техносферы. Часто техносферу рассматривают как область действительности, для которой характерно применение техники. Неоднозначность трактовки понятия "техносфера" связана с отсутствием точного общепринятого понятия техники. В современной культурологии принята широкая трактовка понятия техносферы. Она существенно расширяет полномочия техносферы за счет отнесения к технике не только материальных орудий, но и идеациональных навыков и технологий. Техносфера не подменяет собой образ второй природы. Вторая природа содержит в себе многообразие техносфер. Неотъемлемой частью техносферы является общность, в которой человек добровольно исполняет функцию соработника. Такой общностью может быть любого вида производственная среда (предприятие, корпорация, государство). Этим обусловлено многообразие техносфер. Обладая индивидуальными особенностями, техносферы не являются закрытыми системами. Часть второй природы является общей для всех техносфер. По мере развития техносфер она расширяется. Соответственно возрастает влияние техносфер на состояние второй природы в целом. Как следствие повышается их ответственность за проявление общей опасности.

Обладая общим признаком Наличие рабочего коллектива, участие его в едином производственном процессе по созданию технических систем не является признаком существования техносферы. Отличительной особенностью техносферы является признание в ней права человека на ошибку.

Оценка уровня безопасности полетов производится с использованием показателей безопасности полетов. Показатели безопасности полетов являются индикаторами состояния авиационной системы и используются для оценки эффективности деятельности авиапредприятий и отрасли в целом, поэтому к ним предъявляются специальные требования. Показатели безопасности полетов должны обладать необходимой чувствительностью, т. е. способностью реагировать на изменения состояния по безопасности полетов, высокой избирательностью, т. е. способностью выявлять те процессы изменения в авиационной системе, которые влияют на безопасность полетов.

Для количественной оценки уровня безопасности полетов используются статистические и аналитические показатели. Выбор показателей определяется целью их применения.

Статистические показатели безопасности полетов представляются физическими величинами или их отношением и вычисляются на основе данных статистических исследований или данных, полученных при эксплуатации воздушных судов. Количество статистических показателей достаточно велико. Все они могут быть представлены двумя группами показателей: абсолютными и относительными.

Группу абсолютных показателей составляют показатели, характеризующие суммарный моральный ущерб, нанесенный в процессе эксплуатации воздушных судов в течение некоторого установленного периода времени. К ним относятся: количество погибших людей (пассажиров и членов экипажа) в процессе выполнения полетов; суммарное значение опасности от всех происшедших неблагоприятных событий.

Поскольку степень опасности катастрофы значительно превосходит степень опасности любого другого неблагоприятного события и равна единице, то при оценке уровня безопасности полетов в целом по



авиакомпания в качестве абсолютного показателя используют число катастроф.

Относительные показатели представляют собой отношение абсолютных показателей к показателям производственной деятельности, полученным за аналогичный период времени. Количество относительных показателей очень велико. Они образуют две группы, отличающиеся видом абсолютного показателя, представляемого в числителе:

$$\bar{V} = \frac{l}{A(t)}; \quad \bar{W} = \frac{d}{A(t)}.$$

В практике гражданской авиации различных стран используются следующие относительные показатели:

количество катастроф на 100 млн. км налета:

$$V_1 = \frac{n_k}{S} 10^8,$$

где  $S$  - общий налет парка воздушных судов, км;

количество катастроф на 100 тыс. ч налета:

$$V_2 = \frac{n_k}{T} 10^6,$$

где  $T$  - общий налет всего парка воздушных судов, ч;

количество катастроф на 100 тыс. полетов:

$$V_3 = \frac{n_k}{N} 10^6,$$

где  $N$ —общее число полетов (взлет-посадок);

количество катастроф на 100 млн. ткм перевозок:

$$V_4 = \frac{n_k}{Q} 10^8,$$

где  $Q$  - объем перевозок, ткм;

количество катастроф на 100 тыс. га обработанных площадей:

$$V_5 = \frac{n_k}{B} 10^8,$$

где  $B$  - объем выполненных работ, га;

количество погибших пассажиров на млн перевезенных:

$$W_1 = \frac{l}{L} 10^6,$$

где  $L$  - число перевезенных пассажиров;

количество погибших пассажиров на 100 млн. пас.-км перевозок:

$$W_2 = \frac{l}{C} 10^8,$$

где  $C$  - объем перевозок, пас.-км; показатель выживаемости.

Наряду с показателями общего вида, получаемыми на основе всей статистики неблагоприятных событий в гражданской авиации, в ряде случаев целесообразно использовать частные показатели. В отличие от общих частные показатели получаются на основе той части статистики неблагоприятных событий и наработки, которая касается конкретного типа воздушного судна, конкретной группы причин (причины), конкретного этапа полета, конкретного авиапредприятия

$$V_{i,j,f,t} = \frac{d_{i,j,f,t}}{A_{i,j,f,t}(t)}; \quad W_{i,j,f,t} = \frac{l_{i,j,f,t}}{A_{i,j,f,t}(t)},$$

где  $i, j, f, t$  - индексы конкретных типов ВС, групп причин, этапов функционирования, авиапредприятий.

Аналитические показатели вычисляются с использованием методов теории вероятности и поэтому называются вероятностными. По своей сущности они отражают процесс представления катастроф как случайных событий. В качестве вероятностного показателя безопасности полетов принимают значение вероятности возникновения  $k$  - катастроф в  $N$  полетах. Если условия выполнения полетов одинаковы, то для вычисления вероятности возникновения катастроф используют частную теорему теории вероятности о повторении опытов, в соответствии с которой

$$Q(N) = C_N^n Q^n (1 - Q)^{N-n};$$

$$C_N^n = \frac{N!}{n! (N-n)!},$$

В тех случаях, когда условия выполнения полетов неодинаковы, для вычисления  $Q(N)$  используют общую теорему теории вероятности о повторении опытов. Современный уровень безопасности полетов таков, что всегда является справедливым условие  $Q \ll 1$ . Это позволяет для упрощения вычисления биномиальное распределение заменить пуассоновским:

Поскольку безопасность выражается через риск, то любое рассмотрение понятия безопасности должно включать концепцию риска. Абсолютной безопасности не существует. Прежде чем станет возможным провести оценку того, является ли та или иная система безопасной, вначале необходимо определить, какой уровень риска может считаться приемлемым для данной системы. Риск часто выражается как степень вероятности, однако концепция риска включает не только параметры вероятности. Чтобы проиллюстрировать это на гипотетическом примере, предположим, что вероятность обрыва опорного троса вагона фуникулера вместимостью 100 пассажиров и падения этого вагона оценивается на том же уровне, что и вероятность отказа и падения кабины лифта вместимостью 12 человек. Хотя вероятность указанных событий может быть одинаковой, потенциальные последствия происшествия с вагоном фуникулера являются гораздо более серьезными. Поэтому риск является двухмерным понятием. При оценке приемлемости конкретного вида риска, связанного с определенной опасностью, необходимо всегда учитывать как вероятность опасного случая, так и степень серьезности потенциальных последствий.

Представление об уровне риска можно получить из следующих трех широких категорий:

- а) риски настолько высокого уровня, что они являются неприемлемыми;
- б) риски настолько низкого уровня, что они являются приемлемыми;
- с) уровни риска, находящиеся между категориями а) и б), когда необходимо рассмотреть различные компромиссы между степенью риска и выгодами.

Во всех случаях, когда риск не удовлетворяет заранее установленным критериям приемлемости, необходимо предпринять попытку снижения его до приемлемого уровня. Если риск невозможно снизить до приемлемого

или еще более низкого уровня, то он может рассматриваться как допустимый при условии, что:

а) этот риск ниже заранее установленной границы неприемлемого уровня;

б) этот риск был снижен до наименьшего практически возможного уровня;

с) выгоды от предлагаемой системы или предлагаемых изменений достаточно значительны, чтобы оправдать принятие этого риска.

*Прежде чем тот или иной риск будет классифицирован как допустимый, необходимо, чтобы были выполнены все три вышеупомянутых условия.*

Даже в тех случаях, когда риск классифицируется как приемлемый (допустимый), если существуют какие-либо меры, способные обеспечить дальнейшее понижение уровня риска и требующие небольших усилий или средств, то их следует предпринять.

Для описания риска, который был снижен до *наименьшего практически возможного уровня*, иногда используется сокращение **НПВУ**. При определении того, что является “практически возможным” в данном контексте, необходимо учитывать как технические возможности дальнейшего снижения уровня риска, так и соответствующие затраты; это может потребовать проведения анализа “затраты-выгоды”.

Отнесение уровня риска в той или иной системе к категории наименьшего практически возможного уровня, означает, что любое дальнейшее уменьшение риска является практически неосуществимым, либо связанные с этим затраты значительно перевешивают выгоды. Вместе с тем следует иметь в виду, что в тех случаях, когда индивидуум или общество “принимают” тот или иной риск, это не означает, что он устранен. Определенная доля риска при этом сохраняется, однако индивидуум или общество признали остаточный уровень риска достаточно низким, чтобы выгоды его перевесили.

Совокупности опасных состояний, характеризующиеся качественно одинаковыми последствиями для системы «экипаж - воздушное судно», получили название особых ситуаций. Особая ситуация - ситуация, возникающая в полёте в результате воздействия неблагоприятных факторов или их сочетаний и приводящая к снижению безопасности полётов.

Существуют четыре вида особых ситуаций:

- усложнение условий (УУ);
- сложная ситуация (СС);
- аварийная ситуация (АС);
- катастрофическая ситуация (КС).

Для усложнения условий в полете характерны состояния системы, представляющие собой незначительную угрозу для жизни и здоровья людей. Для недопущения дальнейшего развития такой ситуации или ее нормализации экипажу достаточно распознать ситуацию, повысить внимание или изменить алгоритм деятельности и, не нарушая плана полета, продолжить его.

В случае сложной ситуации с целью недопущения ее развития от экипажа требуется не только повысить внимание, но и изменить план полета. При этом система за эксплуатационные ограничения не выходит. Примером сложной ситуации может быть уход на второй круг в случае ошибки экипажа или занятости взлетно-посадочной полосы.

Для исключения развития аварийной ситуации необходимо воспользоваться возможностью выхода системы за эксплуатационные ограничения. Примером аварийной ситуации может быть уход на второй круг ниже высоты принятия решения.

Наиболее опасной является катастрофическая ситуация. Тем не менее, ее негативный исход не является неизбежным. Он зависит от умения экипажа решать задачи в условиях неопределенности. Характерным

примером возникновения катастрофической ситуации является выключение всех двигателей на самолете.

**Лекция 3.** Модель развития опасности, взаимосвязь показателей надежности и безопасности функционирования транспортных систем.

Нормирование элементов авиационной системы по критериям безопасности предполагает решение двух задач. Первая заключается в выборе показателей безопасности полетов и может быть представлена как задача метрологического обеспечения БП. Вторая - касается установления взаимосвязей между показателями безопасности полетов и показателями надежности элементов АС.

Сложившаяся практика традиционного способа оценки уровня БП предусматривает использование показателей, получаемых на базе статистических данных о количестве катастроф ( $n_k$ ), произошедших за установленный промежуток времени ( $T$ -период анализа).

В значительной степени такой подход является достаточно оправданным при выполнении ряда условий. К таким условиям относятся:  $n_k \gg 0$ ,  $1 = \text{const}$  (опасности каждой из прошедших катастроф равнозначны). Строго говоря, эти условия не выполняются никогда, но до тех пор, пока  $n_k \gg 0$ , они достаточно приемлемы.

По мере ухудшения качества профилактической работы в ГА число  $n_k$  уменьшается, что в конце концов приводит к невыполнению указанных условий. Это обстоятельство породило два пути выхода из сложившейся ситуации при оценке уровне безопасности полетов. Первый путь предполагает увеличение статистической значимости показателя за счет увеличения  $T$ . Такой подход имеет существенные негативные стороны, заключающиеся в невозможности оперативного анализа состояния безопасности полетов и ухудшении физической достоверности такой оценки в силу возрастающей по мере увеличения  $T$  неоднородности

свойств авиационной системы. Вторым путем представляет собой статистический учет наиболее опасных состояний системы.

Для реализации второго подхода оценку уровня опасности предлагается производить, используя выражение:

$$R = \frac{1}{L\tau},$$

где

$l$  - число погибших людей за установленный промежуток времени;

$L$  - общее число людей, воспользовавшихся АС за период анализа;

$\tau$  - среднее время одноразового нахождения человека в АС или продолжительность одного полета.

Если теперь представить значения  $l$  и  $L$  в виде

$$l = n_k C; \quad L = N k,$$

где

$n_k$  - количество катастроф, происшедших за установленный период времени;

$C$  - среднее число погибших в одной катастрофе;

$N$  - количество полетов за установленный период времени;

$k$  - среднее число людей, участвующих в одном полете,

то выражение для  $R$  примет следующий вид:

$$R = \frac{n_k c}{Nk\tau} \quad \text{или} \quad R = \frac{n_k C}{Tk},$$

где  $T$  - общий налет на ВС за установленный период времени.

Строго говоря, эти выражения получены с весьма большими упрощениями. Так, при их выводе не все возможности влияния выживаемости на исход полета были учтены. В частности, из рассмотрения был исключен случай, при котором находящимся на борту ВС несмотря на действие факторов риска удается остаться в живых. Это обстоятельство диктует необходимость использовать в формуле для  $R$  данные о ситуациях, предшествующих катастрофическому исходу.

$$R_1 = \frac{n_1 \lambda_1 + n_2 \lambda_2 + \dots + n_i \lambda_i}{N} g, \quad (7)$$

$$R_2 = \frac{n_1 \lambda_1 + n_2 \lambda_2 + \dots + n_i \lambda_i}{T} d \quad (8)$$

Где  $n_1, n_2, \dots, n_i$  - число особых ситуаций разного вида, произошедших за период анализа;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_i$  - тяжесть особых ситуаций разного вида;

$g$  - риск погибнуть в чрезвычайной ситуации;

$d$  - коэффициент выживаемости в чрезвычайной ситуации.

Установление взаимосвязи показателей надежности элементов АС с показателями БП возможно тогда, когда оно осуществляется на точном знании механизма возникновения и развития опасности в полете.

Действующая в практике ГА модель базируется на представлении процесса развития опасности по следующей схеме

$$\text{ОН (НАТ)} \rightarrow \text{И} \rightarrow \text{АП} \rightarrow \text{К},$$

где ОН - отклонения, нарушения;

НАТ - неисправности авиационной техники;

И - инциденты;

АП - авиационные происшествия;

К - катастрофы.

Проведенный анализ показывает, что коэффициент корреляции между указанными в схеме событиями не превышает 0,3. Тем самым исключается всякая возможность ее использования в целях сертификации полета. Более перспективной и широко используемой в различных странах для нормирования БП является модель, использующая представления об особых ситуациях в полете:

$$\text{ОС}_1 \rightarrow \text{ОС}_2 \rightarrow \dots \rightarrow \text{ОС}_n \rightarrow \text{К}.$$

При этом, как правило, определение особых ситуаций строится исходя из вероятности их перерастания в катастрофу. Применяемый,



например, в ГА России подход опирается на строгое разграничение особых ситуаций по частоте их проявления:

- повторяющиеся (более  $10^{-3}$ );
- умеренно-вероятные ( $10^{-3} - 10^{-5}$ );
- маловероятные ( $10^{-5} - 10^{-7}$ );
- крайне маловероятные ( $10^{-7} - 10^{-9}$ );
- практически невероятные (менее  $10^{-9}$ ).

Физические признаки особых ситуаций, применяемых в таких моделях, отходят на второй план. Это означает, что ситуация, имеющая конкретный физический смысл, но разную частоту проявления в различных авиакомпаниях будет классифицироваться по-разному.

Чтобы этого не произошло при определении числа и видов ситуаций, необходимо выполнение следующих условий:

- все состояния системы в рамках одной ОС должны иметь общие физические признаки;
- признаки ОС должны иметь качественное физическое различие, идентифицируемое существующими методами;
- все ОС должны располагаться последовательно по шкале опасности;
- количество ситуаций должно быть достаточно для того, чтобы осуществлять оценку БП на любом эксплуатационном уровне.

На рис. 1. представлена обобщенная модель развития опасности в полете, явившаяся результатом анализа АП, случившихся в последние двадцать лет. Она устанавливает взаимосвязь состояний системы "Экипаж - ВС", которые определены исходя из физических признаков, отражающих специфику средств СОБП, используемых для недопущения развития катастрофического исхода. Таких состояний выделено шесть:

- латентное состояние (ЛС);
- усложнение условий в полете (УУП);
- сложная ситуация (СС);
- аварийная ситуация (АС);

- - катастрофическая ситуация (КС);
- - чрезвычайная ситуация (ЧС).

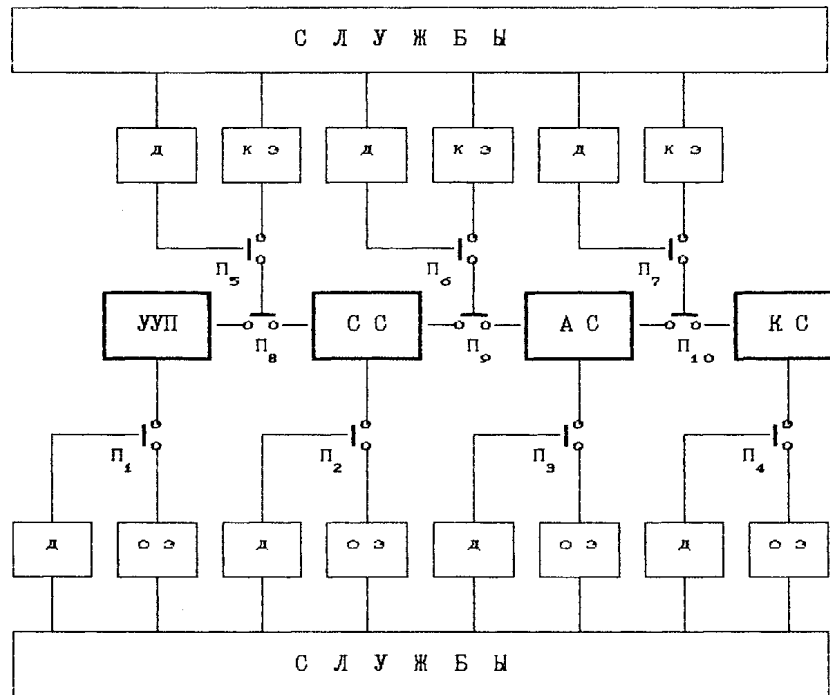


Рис. 1. Обобщенная модель развития катастрофического исхода

Все они характеризуются принципиально отличающимися средствами СОБП, используемыми для предотвращения их развития. Так, применительно к латентному состоянию для предотвращения его развития достаточно использования резервных возможностей системы. В случае возникновения УУП, СС, АС обязательно использование компенсаторных возможностей АС. Причем, при возникновении УУП их использование не требует изменения плана полета и выхода системы за эксплуатационные ограничения. В отличие от УУП сложная ситуация при сохранении условия невыхода за эксплуатационные ограничения требует обязательного изменения плана полета. Появление АС означает необходимость продолжения полета в условиях выхода системы за эксплуатационные ограничения. В том случае, когда в отсутствие непосредственного проявления факторов риска возникает

неопределенность в выборе средств предотвращения развития катастрофического исхода, возникает катастрофическая ситуация. Наконец, все состояния системы, характеризующиеся проявлением факторов риска, относятся к чрезвычайной ситуации.

Приведенная классификация состояний "Экипаж-ВС" имеет существенное отличие от ранее приводимых, так как она жестко закрепляет за каждым состоянием системы "Экипаж-ВС" средства предотвращения их развития.

Другой особенностью модели является использование деления элементов АС на основные и компенсаторные. Под основными элементами (ОЭ) понимаются такие, отказы которых приводят к изменениям состояний ВС вида: НС  $\rightarrow$  ОС. В свою очередь под компенсаторными элементами (КЭ) понимаются такие элементы, отказы которых приводят к переходам вида  $ОС_i \rightarrow ОС_j$ . Тем самым обеспечивается разграничение элементов АС или их отдельных функций по участию в обеспечении безопасности полета, а следовательно, и по сертифицируемым значениям надежности.

Для формализации взаимосвязи показателей надежности и безопасности полетов обобщенную модель развития опасности в полете представим в виде марковского процесса. Основанием для этого служит допущение о зависимости вероятности любого состояния в будущем АС только от состояния системы в настоящий момент и не зависимости от того, каким образом система пришла в это состояние.

Характеристикой марковского процесса служит граф состояний, представленный на рис.2. Он построен с учетом шести возможных состояний системы "Экипаж - ВС", соответствующих различным видам особых ситуаций.

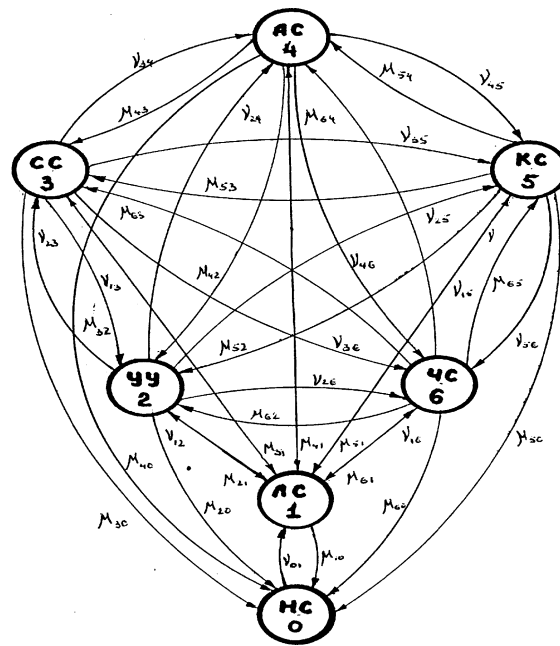


Рис. 2. Граф состояний транспортной системы

Вероятность перехода из любого произвольного состояния системы (i) в любое другое состояние (j) с интенсивностью  $q$  равна:

$$P_{oc}(t) = 1 - e^{-qt}$$

Для марковского процесса с конечным числом состояний переходные вероятности  $P_{oc}(t)$  удовлетворяют дифференциальным уравнениям Колмогорова. Соответственно представленный граф состояний может быть расписан в виде следующей системы уравнений:

$$\frac{dP(\text{HC})}{dt} = -v_{12}S_1 - v_{13}S_1 - v_{14}S_1 - v_{15}S_1 - v_{16}S_1 - v_{17}S_1 + \mu_{21}S_2 + \mu_{31}S_3 + \mu_{41}S_4 + \mu_{51}S_5 + \mu_{61}S_6 + \mu_{71}S_7$$

$$\frac{dP(\text{ЛС})}{dt} = -\mu_{21}S_2 - v_{23}S_2 - v_{24}S_{21} - v_{25}S_2 - v_{26}S_{21} - v_{27}S_2 + v_{12}S_1 + \mu_{32}S_3 + \mu_{42}S_4 + \mu_{52}S_5 + \mu_{62}S_6 + \mu_{72}S_7$$

$$\frac{dP(\text{УУ})}{dt} = -\mu_{31}S_3 - \mu_{32}S_3 - v_{34}S_3 - v_{35}S_3 - v_{26}S_{21} - v_{37}S_3 + v_{13}S_1 + v_{23}S_2 + \mu_{43}S_4 + \mu_{53}S_5 + \mu_{63}S_6 + \mu_{73}S_7$$

$$\frac{dP(\text{СС})}{dt} = -\mu_{41}S_4 - \mu_{42}S_4 - \mu_{43}S_4 - v_{45}S_4 - v_{26}S_{21} - v_{47}S_4 + v_{14}S_1 + v_{24}S_2 + v_{34}S_3 + \mu_{54}S_5 + \mu_{64}S_6 + \mu_{74}S_7$$

$$\frac{dP(\text{АС})}{dt} = -\mu_{51}S_5 - \mu_{52}S_5 - \mu_{53}S_5 - \mu_{54}S_5 - v_{65}S_5 - v_{75}S_5 + v_{15}S_1 + v_{25}S_2 + v_{35}S_3 + v_{45}S_4 + \mu_{65}S_6 + \mu_{75}S_7$$

$$\frac{dP(KC)}{dt} = -\mu_{61}S_6 - \mu_{62}S_6 - \mu_{63}S_6 - \mu_{64}S_6 - \mu_{65}S_6 - \nu_{76}S_6 + \nu_{16}S_1 + \nu_{26}S_2 + \nu_{36}S_3 + \nu_{46}S_4 + \nu_{56}S_5 + \mu_{76}S_7$$

$$\frac{dP(ЧС)}{dt} = -\mu_{71}S_7 - \mu_{72}S_7 - \mu_{73}S_7 - \mu_{74}S_7 - \mu_{75}S_7 - \mu_{76}S_7 + \nu_{17}S_1 + \nu_{27}S_2 + \nu_{37}S_3 + \nu_{47}S_4 + \nu_{57}S_5 + \nu_{67}S_6 \quad (9)$$

Решением полученной системы уравнений является установление взаимосвязи между показателями безопасности полетов ( $S_1, S_2, \dots, S_7$ ) и характеристиками надежности элементов ТС ( $\nu, \mu$ ). Причем, в зависимости от цели в качестве нормативно-заданных могут быть использованы как показатели безопасности (задача нормирования полета по критериям надежности), так и характеристики надежности элементов ТС (задача нормирования полета по критериям безопасности).

### ТЕМА 3.

#### Система обеспечения безопасности транспортных систем

*Направления деятельности по обеспечению безопасности транспортных процессов. Охрана труда и техника безопасности. Транспортная безопасность, Безопасность движения транспортных средств.*

#### Лекция 4. Система обеспечения безопасности транспортных систем

Концепция транспортной безопасности Российской Федерации - система взглядов на обеспечение в Российской Федерации безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз в транспортной сфере. В Концепции сформулированы важнейшие направления государственной политики Российской Федерации в этой сфере жизнедеятельности. Под транспортной безопасностью Российской Федерации понимается - состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства в транспортной сфере от внутренних и внешних угроз, состояние защищенности транспортного

комплекса от этих угроз. Концепция транспортной безопасности Российской Федерации включает в себя: определения национальных интересов в транспортной сфере, выявление факторов, создающих угрозу этим интересам, формирование системы противодействия негативным факторам и угрозам в этой сфере, определение комплекса мер способных качественно повысить уровень транспортной безопасности Российской Федерации, привести его в соответствие с мировыми стандартами.

В структуре национальных интересов РФ особое место занимают интересы национальной безопасности страны, неотъемлемой составной частью которой являются интересы транспортной безопасности. Интересы национальной безопасности России носят долгосрочный характер и определяют основные цели, стратегические и текущие задачи внутренней и внешней политики государства, в том числе в области транспорта и транспортной безопасности. Современный этап развития российского общества характеризуется возрастающей ролью транспортной сферы. Являясь его системообразующим фактором, она активно влияет на состояние экономической, политической, оборонной и других составляющих безопасности Российской Федерации.

От обеспечения транспортной безопасности существенным образом зависит национальная безопасность Российской Федерации и в ходе технического прогресса эта зависимость возрастает. Традиционный императив безопасности транспортного процесса сегодня дополняется требованием обеспечения антитеррористической безопасности на транспорте. На формирование национальных интересов Российской Федерации в транспортной сфере большое влияние оказывают с одной стороны положение России в мировом сообществе и основные тенденции в развитии международных отношений на современном этапе с другой, внутривнутриполитическая обстановка в стране, задачи экономического и социального развития, непосредственно нацеленные на реализацию

социально-политических и геополитических интересов и приоритетов государства, на их надежное обеспечение.

В наиболее общем виде национальные интересы Российской Федерации в транспортной сфере состоят:

- в удовлетворении потребностей личности, общества и государства в современном спектре транспортных услуг;

- в достижении путем технического перевооружения и модернизации транспортного комплекса высокой экономической эффективности и безопасности транспортного процесса, в обеспечении доступности транспортных услуг на уровне, гарантирующем социальную стабильность, развитие межрегиональных связей и национального рынка труда, а также бесперебойный характер предоставления транспортных услуг;

- в приведении транспортной безопасности России к уровню международных стандартов, что является необходимым условием: реализации транзитного потенциала транспортного комплекса; развития экспортно-импортных услуг; предупреждения и пресечения преступлений на транспорте, включая терроризм; обеспечение военной безопасности и укреплении России как великой державы. Национальные интересы в транспортной сфере обеспечиваются институтами государственной власти, осуществляющими свои функции, в том числе во взаимодействии с действующими на основе Конституции Российской Федерации и законодательства Российской Федерации общественными организациями, субъектами транспортной инфраструктуры и специализированными органами в области транспортной безопасности.

Надежное обеспечение транспортной безопасности стало сегодня для многих стран мира, в том числе и для Российской Федерации, одной из самых актуальных задач. Это обусловлено рядом факторов:

- беспрецедентной эскалацией терроризма и диверсий на транспорте, применением со стороны структур внутригосударственного и международного терроризма новых, особо опасных способов совершения

диверсионных актов (массовое использование террористов-смертников и транспортных средств как орудие диверсии);

- активизацией национальных и транснациональных форм организованной преступности, специализирующихся на незаконных внешнеэкономических операциях, контрабанде, нелегальной миграции, использующих транспортные артерии в своих преступных целях.

- тесным переплетением терроризма с международным наркобизнесом - главным его финансовым источником. Деятельность по повышению уровня транспортной безопасности аккумулирует в себе не только противодействие незаконному обороту наркотиков, но и пресечение контрабанды оружия, боеприпасами, взрывчатыми веществами, средствами осуществления диверсионных актов;

- непрерывным ростом иных форм неправомерного вмешательства в функционирование транспортного комплекса (блокирование транспортных путей, транспортных средств, хищения и хулиганство на транспорте и т.п.), что приводит и к авариям и дестабилизации его работы. Указанные процессы часто сопровождаются у нас и в ряде других стран усилением общей криминогенной обстановки на транспорте, тенденциями сращивания государственных и криминальных структур в транспортной сфере, недостаточно эффективными действиями правоохранительных органов;

- нарастанием на российском транспорте числа аварий и других чрезвычайных ситуаций, обусловленных не только нарушением правил эксплуатации технических систем, но и физическим состоянием самих этих систем -высокой степенью износа и их техническим несовершенством;

Транспортная безопасность достигается проведением единой государственной политики в области обеспечения транспортной безопасности, системой мер экономического, политического, организационного и иного характера, адекватных угрозам жизненно



важным интересам личности, общества и государства в транспортной сфере. Реализация национальных интересов России и их обеспечение в сфере национальной безопасности, в том числе в транспортной сфере, возможна только на основе устойчивого развития экономики. Поэтому национальные интересы России в сфере экономики являются определяющими.

Сегодня понятие транспортной безопасности преимущественно трактуется как предупреждение терроризма на транспорте. Антитеррористический императив транспортной безопасности носит объективный характер и в целом обусловлен значительным ростом террористических актов в мире, а также степенью его опасности непосредственно для транспортного комплекса. Другой ее составной частью являются защита транспортной сферы от иных, в том числе - криминальных форм незаконного вмешательства в действия транспорта, а также от различного рода чрезвычайных ситуаций (происшествий).

В наиболее общем виде понятие "транспортная безопасность" может быть определено как:

- система предупреждения, противодействия и пресечения преступлений, включая терроризм, в транспортной сфере;
- система предупреждения на транспорте чрезвычайных происшествий природного и техногенного характера;
- система недопущения либо минимизации материального и морального ущерба на транспорте от преступлений и чрезвычайных происшествий;
- система направленная на повышение экологической безопасности перевозок, экологической устойчивости транспортной системы;
- система реализации целей национальной безопасности в транспортном комплексе в целом.

Системный характер понятия транспортной безопасности определяет необходимость комплексного, системного решения проблем, имеющих в этой сфере.

Транспортная безопасность призвана обеспечить:

- 1) безопасные для жизни и здоровья пассажиров условия проезда;
- 2) безопасность перевозок грузов, багажа и грузобагажа;
- 3) безопасность функционирования и эксплуатации объектов и средств транспорта;
- 4) экономическую (в том числе - внешнеэкономическую) безопасность;
- 5) экологическую безопасность;
- 6) информационную безопасность;
- 7) пожарную безопасность;
- 8) санитарную безопасность;
- 9) химическую, бактериологическую, ядерную, и радиационную безопасность;
- 10) мобилизационную готовность отраслей транспортного комплекса.

Масштабный спектр различных причин природного, технического и социального характера обуславливает наличие широкого диапазона внутренних и внешних угроз, ослабляющих транспортную безопасность страны.

Под угрозой транспортной безопасности понимаются противоправные действия, либо намерения совершить подобные действия, а также процессы природного либо техногенного характера, или их совокупность, препятствующие реализации жизненно важных интересов личности, общества и государства в транспортной сфере, приводящие или способные привести к авариям в транспортном комплексе. Угрозы транспортной безопасности России классифицируются по ряду оснований: по степени значимости; по характеру угроз; по сферам и формам проявления и т.п.

Основными угрозами на транспорте являются:

- террористические и диверсионные акции (угон или захват воздушных, морских, речных судов, железнодорожного подвижного состава, автотранспорта, взрывы на железнодорожных вокзалах, на транспорте, диверсии против гидротехнических сооружений и др.);

- иные случаи незаконного вмешательства в функционирование транспорта, криминальные действия против пассажиров;

- криминальные действия против грузов;

- чрезвычайные происшествия (аварии), обусловленные состоянием транспортных технических систем (их изношенностью, аварийностью, несовершенством), нарушением правил эксплуатации технических систем, в том числе, нормативных требований по экологической безопасности при перевозках, а также природными факторами, создающими аварийную обстановку и влекущими за собой материальные потери и человеческие жертвы.

К числу угроз следует отнести и негативные последствия недостаточной разработанности нормативной правовой базы, регулирующей отношения в транспортной сфере, а также изъяны в правоприменительной практике.

По характеру источников угрозы подразделяются на:

- угрозы социогенного характера (неправомерное вмешательство в функционирование транспорта, терроризм, хищения, хулиганство, блокирование путей и транспортных средств, нарушение правил эксплуатации технических средств, несовершенство этих правил и законодательной базы, касающейся транспортного комплекса);

- угрозы техногенного характера (порожденные некачественным состоянием материально-технической части транспортной сферы, недостаточным уровнем квалификации обслуживающего персонала);

- угрозы природного характера (наводнения, оползни, землетрясения, снежные и песчаные заносы на дорогах, цунами, тайфуны и т.п.).

По диапазону и уровню возможных угроз транспортная инфраструктура относится к числу наиболее критических из объектов.

- возрастанием транспортных перевозок опасных грузов (ядерного оружия, нефти, химически опасных веществ, радиационных материалов, отходов атомной промышленности к месту захоронения);

- высокой степенью изношенности и аварийности объектов транспортного комплекса;

- возрастанием интенсивности движения транспорта по мере развития экономики страны, освоения новых территорий, налаживания работы международных транспортных коридоров;

- ростом дорожно-транспортной аварийности, являющейся одной из серьезнейших социально-экономических проблем, ущерб от которой, по экспертным оценкам, составляет от 4 -5% валового национального продукта, а число погибших и раненных достигает 1,5 млн. человек;

- фактом совершенствования методов и способов противоправной деятельности преступных формирований, в первую очередь террористических организаций, по отношению к транспортному комплексу, усилением опасной тенденции к объединению и координации их деятельности.

Задачи обеспечения безопасности на отдельных видах транспорта

**Гражданская авиация.** Обеспечение безопасности в гражданской авиации является непреходящим приоритетом, во многом определяющим направления совершенствования организации и технического прогресса этого вида транспорта.

Государственное регулирование в области авиационной безопасности в гражданской авиации направлено на обеспечение защиты деятельности воздушного транспорта и выполнение требований международных стандартов в области авиационной безопасности.

В настоящее время среди множества проблем обеспечения безопасности воздушного транспорта наибольшую озабоченность вызывают:

- предупреждение актов незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации;
- минимизация ущерба от актов незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации;
- соблюдение законодательных актов Российской Федерации и нормативных правовых документов, действующих в гражданской авиации по обеспечению защиты ее деятельности от актов незаконного вмешательства.

Авиационная безопасность в гражданской авиации обеспечивается комплексом мер, предусматривающих следующие направления:

- организационное направление: обеспечение мер авиационной безопасности в аэропортах и на авиапредприятиях; проведение сертификации аэропортов (авиапредприятий, организаций), осуществляющих деятельность в области авиационной безопасности; внедрение 100-процентного предполетного досмотра членов экипажей воздушных судов, пассажиров, багажа, почты, грузов, бортовых запасов; подготовка кадров в области авиационной безопасности в системе учебных заведений гражданской авиации; специальная профессиональная подготовка сотрудников служб авиационной безопасности аэропортов и авиапредприятий; использование в процессе обучения по авиационной безопасности современных компьютерных технических средств, оборудования и систем обеспечения авиационной безопасности; совершенствование взаимодействия федерального органа исполнительной власти в области гражданской авиации, его территориальных органов, аэропортов и авиапредприятий с федеральными органами исполнительной власти, принимающими участие в предупреждении и пресечении актов незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации.

- научно-техническое направление: проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию надежного оборудования и технических средств обеспечения авиационной безопасности; проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке новых и модернизации действующих средств авиационной безопасности, которыми оборудуются воздушные суда; использование высоких технологий при создании технических средств обеспечения авиационной безопасности и осуществлении мер защиты гражданской авиации от актов незаконного вмешательства.

- нормативное правовое направление: разработка законодательных актов Российской Федерации и отраслевых нормативных правовых документов, регламентирующих обеспечение авиационной безопасности; приведение законодательных и нормативных правовых актов в соответствие с основными принципами развития системы обеспечения авиационной безопасности гражданской авиации Российской Федерации с учетом стандартов и рекомендаций ИКАО.

- материально-техническое направление: оснащение аэропортов и авиапредприятий современным высокотехнологичным оборудованием и техническими средствами авиационной безопасности (в том числе аппаратурой для обнаружения взрывчатых веществ); использование новейшего оборудования и технических средств авиационной безопасности при досмотре пассажиров, багажа, грузов, почты, бортовых запасов;

**Железнодорожный транспорт.** В целях повышения безопасности движения на железнодорожном транспорте необходимо:

- наладить контроль за соблюдением требований нормативных актов по безопасности движения и эксплуатации транспортных и иных технических средств, связанных с перевозочным процессом, организацией работ по предупреждению и ликвидации аварийных и чрезвычайных ситуаций, последствий стихийных бедствий, крушений и аварий;

- определить перечень материальных и технических средств, подлежащих хранению в запасе у владельцев инфраструктуры железнодорожного транспорта и перевозчиков, для принятия незамедлительных мер по устранению последствий крушений, аварий, стихийных бедствий (заносы, наводнения, пожары и другие), вызвавших нарушение работы;

- установить правила нахождения граждан и размещения объектов в зонах опасности, проведения в них работ, проезда и перехода через железнодорожные пути;

- создать систему согласования с перевозчиками опасных грузов на особых условиях;

- установить медицинские противопоказания к работам, непосредственно связанным с движением поездов, а также порядок проведения обязательных специальных медицинских осмотров персонала, в том числе направленных и на определение психофизиологической пригодности к профессии;

- усовершенствовать систему обеспечения безопасности движения через железнодорожные переезды;

- установить порядок проведения проверок знаний и повышения квалификации работников, связанных с движением поездов и маневровыми работами, а также ответственных за погрузочно-разгрузочные работы.

**Морской транспорт.** Государственной службой морского флота в 2002 году проводилась большая работа по приведению нормативной правовой базы в соответствие с Кодексом торгового мореплавания в Российской Федерации. Проходят согласование Положение о присвоении названий морским судам, Правила дипломирования моряков, Правила регистрации судов и прав на них в морских торговых портах, Устав службы на судах морского флота Российской Федерации.

Безопасность на море является комплексной проблемой и определяется большим количеством составных элементов.

Важнейшими из них следует назвать следующие:

- квалификация экипажа и его численный состав;
- ответственность владельца и его деятельность по поддержанию должного мореходного состояния;
- уровень технических требований к судну, обеспечивающих его эксплуатационное назначение и живучесть;
- уровень эксплуатационных требований к судну и грузу;
- уровень оснащённости навигационной, связной и прочей аппаратурой, техническое состояние судовых систем и устройств, а также систем управления движением судов в портах и на подходах к ним.

Задачи по повышению безопасности морского транспорта следует выделить следующим образом:

- ужесточение подхода к использованию субстандартного флота под российским флагом;
- повышение технических требований к судам старше 15 лет, направленных на обеспечение необходимых параметров прочности конструкций корпусов судов и эксплуатационной надёжности оборудования и систем и создание системы утилизации судов при достижении ими предельного возраста (20 лет и более) в сочетании с неудовлетворительным техническим состоянием;
- усиление деятельности Российского Морского Регистра Судоходства, направленной на создание и внедрение необходимых организационных и технических мер в судоходных компаниях по улучшению технического обслуживания своих судов и обеспечению безопасности мореплавания;
- повышение качества проверок судов российского флага в российских портах;



- обеспечение полного и неукоснительного выполнения требований международной конвенции ПДМНВ-78 с поправками при подготовке экипажей судов;

- улучшение подготовки кадров, организации труда плавсостава и организации службы на судах;

- внедрение учебных тренажеров и обязательной тренажерной практики;

- создание современной нормативно-правовой базы обеспечения безопасности мореплавания;

- реорганизация органов контроля и надзора за безопасностью мореплавания;

- проведение целенаправленного и централизованного сбора и анализа информации о техническом состоянии флота как из баз данных Парижского и Токийского Меморандумов, так и на основе данных контроля российских судов в российских портах;

- проведение модернизации берегового оборудования действующих служб управления движением судов в российских портах;

- активное внедрение современных средств навигации и связи, автоматизации и компьютерных технологий.

**Внутренний водный транспорт.** Обеспечение безопасности судоходства на внутренних водных путях, включая экологическую безопасность, должно оставаться одним из главных приоритетов государственной политики в области управления ВВТ.

Круг задач, решение которых направлено на повышение безопасности речного судоходства, можно обозначить таким образом:

- совершенствование системы обеспечения безопасности плавания судов в области штурманского обеспечения;

- повышение роли Государственного бассейнового управления водных путей и судоходства в деятельности по обеспечению безопасности судоходства;

- создание на речном транспорте системы управления безопасностью плавания судов и предотвращения загрязнения, как в судовладельческих организациях, так и на судах;

- введение в действие системы диспетчерского управления движением речных судов, независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности;

- повышение роли и ответственности всех судовладельцев и капитанов судов в обеспечении безопасности судоходства;

- разработка системы специальной подготовки экипажей нефтеналивных судов внутреннего плавания;

- использование тренажерных центров для подготовки судоводителей;

- совершенствование правовой и нормативно-технической базы по обеспечению безопасности речного судоходства;

- совершенствование профессиональной подготовки плавсостава;

- организация постоянного контроля за состоянием и содержанием гидротехнических сооружений, судоходных путей и навигационного оборудования;

- внедрение навигационной спутниковой и электронно-картографической систем управления движением судов внутреннего плавания.

- организация должного контроля за соблюдением правил эксплуатации объектов котлонадзора;

- создание условий для привлечения инвестиций, направленных на развитие, обновление материально-технической базы и парка транспортных средств. .

В области безопасности судоходства намечается внедрение электронных навигационных карт внутренних водных путей, современных спутниковых и радиолокационных систем навигации на судах, совершенствование береговых и плавучих знаков судоходной обстановки,

в частности оснащение их альтернативными возобновляемыми источниками энергии.

Предусматривается создать и ввести в действие систему управления безопасностью на внутреннем водном транспорте (СУБВВТ), обеспечивающую постоянное проведение комплекса регламентных мероприятий на судах, в судоходных компаниях, в портах и бассейновых органах государственного управления на внутреннем водном транспорте, направленных на предотвращение аварийности и обеспечение экологической безопасности.

В целях усиления и концентрации функций государственного надзора и контроля в области безопасности судоходства, прав собственности на суда, квалификационных требований к кадрам предполагается создать в федеральном органе исполнительной власти в области транспорта специальное подразделение по безопасности судоходства на внутреннем водном транспорте и преобразовать государственные речные судоходные инспекции в бассейнах в государственные учреждения.

Создание судов экологического назначения для сбора, комплексной переработки отходов и их утилизации будет осуществляться в рамках мероприятий подпрограммы "Внутренние водные пути" Федеральной целевой программы "Модернизация транспортной системы России (2002 – 2010 годы)".

Страхование на внутреннем водном транспорте должно обеспечивать защиту интересов пассажиров и членов экипажей судов, оно будет носить обязательный порядок, определяемый соответствующими законами Российской Федерации.

При осуществлении контроля за организацией обеспечения безопасности транспортной деятельности проверяются следующие основные вопросы:

- наличие нормативных правовых актов по вопросам обеспечения безопасности транспортной деятельности;

- наличие специалиста, на которого возложены обязанности по организации работы по обеспечению безопасности транспортной деятельности, соответствие уровня оснащенности рабочего места специалиста требованиям законодательства;

- наличие документов, подтверждающих назначение лиц, ответственных за организацию работы по обеспечению безопасности транспортной деятельности;

- соответствие специалиста, ответственного за организацию работы по обеспечению безопасности транспортной деятельности, требованиям профессиональной компетентности;

- наличие планов работы по обеспечению безопасности транспортной деятельности, их выполнение;

- организация подготовки персонала, транспортных средств и объектов транспортной деятельности к осуществлению транспортной деятельности, ее соответствие требованиям законодательства;

- организация системы повышения квалификации персонала по безопасности транспортной деятельности;

- организация системы работы по выявлению источников опасности, угроз, рисков, опасных факторов, планирование и проведение профилактических мероприятий, направленных на их устранение или снижение влияния;

- соблюдение порядка системы сбора, учета и передачи сведений о транспортных происшествиях и инцидентах, а также проведения их расследований;

- оценка качества проведения анализа состояния безопасности транспортной деятельности;

- оценка качества разработки и проведения профилактических мероприятий по обеспечению безопасности транспортной деятельности; соблюдение правил эксплуатации и состояния объектов транспортной

деятельности в части их влияния на безопасность транспортной деятельности.

При осуществлении контроля за организацией обеспечения безопасности полетов проверяются:

- наличие действующих нормативных правовых актов по вопросам производства полетов и всех видов их обеспечения;

- наличие в организации инспекции, инспектора по безопасности полетов или назначенного должностного лица, на которого возложены обязанности по организации работы по обеспечению безопасности полетов (далее – Инспектор) и их оснащенность необходимыми помещениями и оборудованием;

планирование работы Инспектора по обеспечению безопасности полетов,

- степень и качество выполнения мероприятий;

- организация работы служб по видам обеспечения полетов в соответствии с требованиями законодательства;

- организация подготовки авиационного персонала, авиационной техники и объектов инфраструктуры к полетам, ее соответствие требованиям законодательства;

- оценка работы по повышению квалификации авиационного персонала;

работа по выявлению источников опасности, угроз, рисков, опасных факторов, планирование и проведение профилактических мероприятий, направленных на их устранение или снижение влияния;

- наличие и функционирование системы сбора, учета и передачи сведений об авиационных происшествиях и инцидентах, а также проведения их расследований;

- качество проведение анализов состояния безопасности полетов; оценка качества разработки и проведения профилактических мероприятий по обеспечению безопасности полетов;

- контроль состояния объектов и соблюдения правил их эксплуатации требованиям законодательства и обеспечения безопасности полетов.

При осуществлении контроля за организацией обеспечения авиационной безопасности проверяются следующие основные вопросы:

- наличие основополагающих документов, регламентирующих деятельность по обеспечению авиационной безопасности;

- соответствие специалистов службы (подразделения) авиационной безопасности требованиям профессиональной компетентности; наличие и соответствие требованиям законодательства системы подготовки и повышения квалификации персонала службы (подразделения) авиационной безопасности;

- наличие и состояние служебных и бытовых помещений службы (подразделения) авиационной безопасности;

- наличие и соответствие требованиям законодательства системы обеспечения авиационной безопасности;

- соответствие установленным требованиям организации и состояния охраны контролируемых зон;

- соответствие установленным требованиям процедуры досмотра пассажиров и их ручной клади, членов экипажей воздушных судов, авиационного персонала, багажа, груза, почтовых отправлений, бортовых припасов и бортового питания;

- соответствие установленным требованиям организации и состояния охраны воздушных судов, производства предполетного досмотра воздушных судов, обеспечения контроля доступа к воздушному судну;

- соответствие установленным требованиям мероприятий по урегулированию ситуаций, связанных с актами незаконного вмешательства в деятельность гражданской авиации;

- иные вопросы в соответствии с компетенцией Транспортной инспекции.

При осуществлении контроля за соблюдением экологических требований при эксплуатации транспорта проверяются следующие основные вопросы:

- наличие экологического паспорта;

- наличие объектов потенциально опасных для окружающей среды (автозаправочные станции, склады для хранения опасных материалов, места хранения отходов 1 класса опасности);

- наличие документов по производственному экологическому контролю;

правильность ведения первичной учетной документации по охране атмосферного воздуха, водоснабжению и водоотведению, обращению с отходами;

- наличие системы контроля за выбросами от стационарных источников (протоколы замеров выбросов загрязняющих веществ, акты технического состояния газоочистного оборудования);

- наличие системы контроля за выбросами от мобильных источников (содержание оксида углерода и углеводородов в отработанных газах автомобилей с бензиновыми двигателями, измерение дымности отработанных газов автомобилей с дизельными двигателями); наличие и правильность заполнения журнала учета мобильных источников выбросов;

- наличие очистных сооружений дождевых стоков, эффективность очистки (протоколы качественного и количественного состава сточных вод);

наличие оборотного водоснабжения, очистных сооружений на мойках автотранспорта.

- наличие документов по обращению с отходами; наличие и состояние мест хранения отработанных автомобильных шин, металлолома, загрязненного песка и обтирочного материала, отработанных нефтепродуктов;

- правильность заполнения документов по охране окружающей среды, связанных с эксплуатацией транспорта, журналов инструктажей; соответствие специалистов, ответственных за соблюдение экологических требований при эксплуатации транспорта, требованиям компетентности в области охраны окружающей среды;

- иные вопросы, отнесенные законодательством к компетенции Транспортной инспекции.

При проверке состояния объектов транспортной деятельности с точки зрения влияния их состояния на безопасность транспортной деятельности и окружающую среду проверяются следующие вопросы:

- оснащённость служб по видам обеспечения транспортной деятельности исправным оборудованием, контрольно-проверочной аппаратурой, средствами измерений и т.п.;

- оборудование стоянок, мест заправки, мест хранения транспортных средств;

- организация системы контроля за качеством используемых горючего, масел и газов;

- организация метрологического обеспечения контрольно-проверочной аппаратуры и средств измерения;

- оборудование объектов специальными устройствами по защите от вредного воздействия на окружающую среду (вентиляционными установками, пыле-газоуловителями, очистными сооружениями и т.п.);

- состояние дорог, путей, взлётно-посадочных полос и рулёжных дорожек в парках, депо, аэропортах;

- состояние складских помещений для хранения химических материалов;

- организация мест хранения опасных отходов, вторичных отходов и отходов, вывозимых на захоронение.



## ТЕМА 4.

### Правовое и нормотворческое регулирование безопасности на транспорте

*Основные положения действующего законодательства РФ по обеспечению безопасности на транспорте. Государственные нормативные требования по обеспечению безопасности на транспорте. Правила и процедуры, направленные на обеспечение безопасности транспортных систем. Руководящие документы. Методические указания.*

#### Лекция 5. Правовое регулирование безопасности на транспорте

В виду специфики своей работы транспорт сам по себе является потенциальным источником опасности, а если в его деятельность вмешаться незаконными агрессивными действиями, то потенциальная опасность становится реальной опасностью с тяжелейшими последствиями.

Россия имеет протяженные транспортные коммуникации. На ее территории располагаются сотни тысяч транспортных объектов. Только на железных дорогах у нас их свыше 70 тысяч. Поэтому какими-то только отдельными мерами невозможно обеспечить высокую эффективность транспортной безопасности.

Для обеспечения транспортной безопасности необходимо решить три основные задачи:

1. Создать нормативную правовую базу в области обеспечения транспортной безопасности.
2. Создать единую государственную систему обеспечения транспортной безопасности (она должна обеспечить реализацию принятых законов и подзаконных актов).

3. Создать эффективное управление этой системой (система должна оперативно реагировать на все вызовы и проявления актов незаконного вмешательства в деятельность транспорта, а главное - предупреждать их).

Принятый в феврале 2007 г. Федеральный закон №16-ФЗ «О транспортной безопасности» конкретизировал задачи в области обеспечения транспортной безопасности, устранил пробелы в правовом регулировании, определил единый алгоритм действий по обеспечению транспортной безопасности на всех видах транспорта.

В целях реализации положений Закона «О транспортной безопасности», создания единой государственной системы обеспечения транспортной безопасности приказом министра транспорта 9 октября 2007 г. в структуре Министерства транспорта был создан Департамент транспортной безопасности и специальных программ. На него возложены функции по выработке государственной политики и регулированию вопросов обеспечения транспортной безопасности.

Одной из главных задач, стоящей перед Департаментом, является создание нормативной правовой базы в области обеспечения транспортной безопасности - и в первую очередь по разработке документов по реализации основных положений Закона «О транспортной безопасности».

В настоящее время полностью разработаны и проходят процедуру согласования проекты четырех постановлений Правительства РФ и двух приказов Минтранса.

Принятие и реализация указанных нормативных правовых актов позволят создать правовую базу и заложить основы системы обеспечения транспортной безопасности.

Федеральным законом «О транспортной безопасности» определен следующий порядок действий: необходимо определить угрозы совершения актов незаконного вмешательства, провести оценку уязвимости объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств, их категорирование, осуществить разработку плана обеспечения

транспортной безопасности, который будет предусматривать систему мер (организационных, инженерно-технических и др.) по ее обеспечению. Далее субъект транспортной инфраструктуры обязан осуществлять реализацию планов обеспечения транспортной безопасности.

В соответствии с разработанными проектами нормативных правовых актов все федеральные агентства по видам транспорта, подведомственные Министерству транспорта, наделяются полномочиями компетентного органа в области обеспечения транспортной безопасности. На них будут возложены функции по оказанию государственных услуг в области обеспечения транспортной безопасности на видах транспорта:

- аккредитация специализированных организаций в области обеспечения транспортной безопасности;
- утверждение результатов проведенной оценки уязвимости объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств;
- проведение категорирования объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств;
- ведение Реестра категорированных объектов;
- утверждение планов обеспечения транспортной безопасности.

В целях эффективного и действенного контроля за обеспечением транспортной безопасности на объектах транспортной инфраструктуры функциями контроля и надзора в области обеспечения транспортной безопасности в соответствии с новым законодательством наделяется Федеральная служба по контролю и надзору в сфере транспорта.

Основная нагрузка по исполнению закона ляжет на субъекты транспортной инфраструктуры - юридические и физические лица, являющиеся собственниками объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств, поскольку работы по технической и физической защите объекта, согласно мероприятиям плана, выполняются силами и за счет средств субъекта транспортной инфраструктуры. При этом необходимо учесть, что государство по-прежнему остается основным

владельцем транспортной инфраструктуры, поэтому значительную финансовую нагрузку будет нести и оно.

В рамках утвержденной Правительством РФ Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России на 2010-2015 гг.» Минтрансом России предусмотрено выделение 35 млрд. руб. на проведение мероприятий по обеспечению транспортной безопасности. Вопрос цены во многом будет определяться теми нормативными документами, которые в настоящее время разрабатываются Министерством транспорта Российской Федерации.

При этом необходимо учесть, что государственно-частное партнерство возможно не только в вопросах развития и использования транспортной инфраструктуры, но и в сфере борьбы с терроризмом, что позволит избежать избыточные и непредвиденные затраты и обеспечить достаточную защиту жизни и здоровья наших граждан, а также сохранить конкурентоспособность российской транспортной системы.

Безопасность и её обеспечение относятся к административно-правовым категориям. Следовательно, работа комиссий, о которых говорилось выше, регулируется, в основном, нормами административного права, а также административного процесса.

Расследование, производимое органами исполнительной власти, относится к группе позитивных юридических процессов, направленных на обеспечение безопасности. Процесс расследования, как правовое понятие, связанное с событиями на транспорте, в российском праве нашёл отражение ещё в XVIII веке. Устав купеческого водохозяйства, первая часть которого была издана при особом манифесте императрицы Екатерины II от 25 июня 1781 года, ввел в одно общее правовое русло нормы, регулирующие морское и речное плавание судов. В Уставе находим термин «расследование аварий». О каждом столкновении судов предписывалось производить подробное расследование с выяснением всех обстоятельств, вызвавших катастрофу (ст. 273 Устава), рассматривался ряд

конкретных случаев, когда необходимо установить причину аварии (ст. ст.265-267, 271, 272 Устава).

Первые нормативные акты, регулирующие безопасность движения железнодорожного транспорта, начали издаваться в России с открытием первой железной дороги Санкт-Петербург - Царское Село в 1837 году. Законом от 6 июня 1857г. утвержден Устав путей сообщения. Устав утверждал государственный надзор за эксплуатацией железных дорог, который осуществляли инспектора (ст.582 Устава).

Циркуляром Техническо-инспекторского Комитета железных дорог от 13 марта 1872 г. №739 «О порядке действий чинов Инспекции Министерства Путей Сообщения по надзору за железными дорогами» регулировался порядок выполнения своих обязанностей инспекторами в случае транспортного происшествия.

24 декабря 1892г. Управляющий Министерством путей сообщения утвердил Инструкцию о составлении донесений о происшествиях на железной дороге. В соответствии с этим документом начальник каждой дороги должен был утвердить Положение о подготовке докладов по возглавляемой им дороге с учетом её особенностей. Согласно Инструкции о серьезных происшествиях и несчастных случаях с людьми на дороге производилось «служебное расследование» особыми комиссиями, состоящими из представителей служб: Движения (служба, обеспечивающая продвижение составов), Пути и Тяги (локомотивная служба). Комиссия по служебному расследованию (в отличие от расследования (следствия), которое по этим же событиям производила жандармская служба в случае наличия состава преступления) устанавливала причину транспортного происшествия (техническую или нарушение правил эксплуатации подвижного состава) и представляла в Министерство путей сообщения акт о служебном расследовании.

Таким образом, правовой термин «служебное расследование», введенный в нормативные акты того времени, четко определял

административную природу этого процесса в отличие от уголовного расследования (следствия).

31 декабря 1918 года Народным Комиссаром путей сообщения было утверждено Положение о порядке донесений о происшествиях, в котором закреплен термин «служебное расследование» транспортных происшествий на железной дороге. На железнодорожном транспорте этот термин сохранялся во всех последующих нормативных актах и в настоящее время обозначен в Федеральном законе от 10 января 2003 года №17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» (абзац второй п.1 ст.20 Закона).

Термин «служебное расследование авиационных происшествий и инцидентов» закреплен в Положении о Государственной комиссии по надзору за безопасностью полетов воздушных судов при Совете Министров СССР, утвержденном постановлением Совета Министров СССР от 28 апреля 1987г. №502, и Положении о расследовании авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами СССР (ПРАПИ-88), утвержденном председателем Госавианадзора СССР при СМ СССР 22 августа 1988г.).

На Госавианадзор возлагалось «проведение служебного расследования тяжелых авиационных происшествий (аварий и катастроф)».

Указом Президента РФ от 9 марта 2004г. №314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» (СЗ РФ, 2004, №11, ст.945) была образована Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (Ространснадзор), которая находится в ведении Минтранса России. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 30 июля 2004г. №398 «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере транспорта» (СЗ РФ, 2004, №32, ст. 3345) государственные ревизоры специальной службы федерального органа исполнительной власти в области железнодорожного транспорта,

государственные инспектора гражданской авиации, должностные лица Ространснадзора на внутреннем водном транспорте и капитаны портов имеют право организовывать и производить необходимые расследования (за исключением авиационных происшествий).

В соответствии с Правилами расследования авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в РФ, утвержденными постановлением Правительства РФ от 18 июня 1998 г. №609 (СЗ РФ, 1998, 325, ст. 2918), государственные инспекторы гражданской авиации расследуют производственные события с воздушными судами и авиационных инцидентов, а также принимают участие в расследовании авиационных происшествий (катастроф и аварий), которое производит Межгосударственный авиационный комитет (МАК). Постановлением Правительства РФ от 23 апреля 1994 г. №367 «О совершенствовании системы сертификации и порядка расследования авиационных происшествий в гражданской авиации Российской Федерации» (СЗ РФ, 1994, №1, ст.22) МАКу предоставлены полномочия и ответственность федерального органа исполнительной власти в области расследования авиационных происшествий на территории РФ (абзац первый пункта 1 постановления).

Воздушным кодексом РФ предоставлено право комиссии по расследованию авиационного происшествия или инцидента поручать юридическим лицам проведение исследований и работ, связанных с расследованием, привлекать к участию в расследовании работников науки и техники из любых организаций, опрашивать свидетелей происшествия, запрашивать и получать от соответствующих организаций, а также от юридических лиц и граждан документы и материалы, проводить исследования психофизиологического состояния членов экипажа потерпевшего бедствие судна (п.2 ст.96 ВК). Некоторые из перечисленных правомочий закреплены в нормативных правовых актах (регулирующих расследование транспортных происшествий на водном и

железнодорожном транспорте), которые утверждены руководителями органов исполнительной власти.

Институт служебного расследования регулируется нормами материального и процессуального административного права, а также нормами гражданского, финансового, трудового и других отраслей права

Правовыми источниками являются:

1) Конституция РФ 1993г. (нормы, определяющие основы формирования деятельности органов исполнительной власти, полномочия прокуратуры, а также закрепляющие основные права и свободы граждан в сфере государственного управления - ст. ст.2,17, 18, 20, 33, 35, 37, 41, 42, 45, 77, 110, 113-115, 129);

2) законодательные акты;

3) указы Президента РФ;

4) постановления и распоряжения Правительства РФ;

5) нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти;

6) международные и межгосударственные договоры и соглашения;

7) технико-юридические нормативные акты, регулирующие деятельность органов, организаций и обслуживающего транспорт персонала в системе обеспечения безопасности эксплуатации транспорта;

Это огромный массив норм, действующих в настоящее время в виде приказов, распоряжений, правил, инструкций, положений, ГОСТов, СНИПов, СанПиНов, транспортно-распорядительных актов (ТРА), местных правил и др.

Производство служебного расследования по установлению причин транспортного происшествия. В юридическом процессе российского законодательства термины «расследование» и «служебное расследование» употребляются в уголовном и административном процессах. В уголовном процессе этот термин выражает понятие форм предварительного расследования (ст. 150 УПК). Названные термины закреплены также в



позитивном (правоприменительном) и юрисдикционном видах административного процесса. КоАП РФ содержит статью 28.7 «Административное расследование», определяющую порядок этой процедуры. Дисциплинарное (или кадровое) производство, представляющее собой вид административно-юрисдикционного процесса, включает такую стадию, как возбуждение дела о дисциплинарном проступке (служебное расследование, как его именуют некоторые ученые).

Термин «расследование» определяет большую группу производств позитивного процесса по установлению причин происшествий природного и техногенного характера. При этом нет единого понятия этого термина в различных нормативных актах, регулирующих производства расследования.

Трудовым кодексом узаконено расследование несчастных случаев на производстве (СЗ РФ, 2002, №1 (ч.1), ст.3). Появилась новая форма расследования - парламентское (СЗ РФ, 2006, №1, ст.7).

Производство по служебному расследованию осуществляется на всех видах транспорта с учетом их специфики, в основном, по одной схеме. Наиболее полно этот процесс выражен в Правилах о расследовании авиационных происшествий и инцидентов с гражданскими воздушными судами в РФ (СЗ РФ, 1998, №25, ст.2918), которые приняты за основу характеристики стадий производства служебного расследования.

Знания специалистов по служебному расследованию транспортных происшествий и материалы такого расследования используются органами прокуратуры, внутренних дел и ФСБ при расследовании уголовных дел о транспортных происшествиях

## **ТЕМА 5.**

### **Ожидаемые условия эксплуатации. Нормы годности.**

*Надежность систем "Человек-Машина" (СЧМ). Показатели надежности. Виды и характеристики отказов СЧМ. Методы повышения надежности СЧМ. Ожидаемые условия эксплуатации транспортных систем. Нормирование надежности транспортных систем. Обеспечение и контроль надежности транспортных систем. Взаимосвязь показателей надежности и безопасности. Проектирование систем с требуемым уровнем безопасности.*

## **Лекция 6. Надежность транспортных систем**

В любой системе необходимо задать и измерять конечные показатели, с тем чтобы определить соответствие данной системы ожидаемым результатам и выяснить возможные области, где требуется предпринять определенные меры по улучшению результатов для достижения указанного ожидаемого уровня. Введение концепции *приемлемого уровня безопасности* отвечает необходимости использовать подход, основанный на показателях безопасности. Приемлемый уровень безопасности отражает те цели (или ожидаемые результаты) надзорного полномочного органа, эксплуатанта или поставщика обслуживания, которые должны быть достигнуты в области обеспечения безопасности. С точки зрения отношений между надзорными полномочными органами эксплуатантами/поставщиками обслуживания эта концепция устанавливает определенную цель в области безопасности, которую эксплуатанты/поставщики обслуживания должны достичь при выполнении ими своих основных производственных функций в качестве минимального уровня, приемлемого для надзорного полномочного органа. Указанный уровень является эталоном, в сравнении с которым надзорный орган может оценивать результаты в сфере безопасности. При определении приемлемого уровня безопасности необходимо учитывать такие факторы, как существующий уровень риска, затраты/выгоды от совершенствования системы и ожидания общества в отношении безопасности транспортной отрасли. На практике концепция приемлемого уровня безопасности

выражается двумя единицами измерения или показателями (показатели безопасности и заданные уровни безопасности) и реализуется путем применения различных требований безопасности полетов.

Текущее состояние безопасности транспортных перевозок можно рассматривать как следствие определенного уровня надежности транспортной системы. Транспортная система является сложной эргатической системой, и поэтому ее надежность определяется надежностью технического и человеческого компонентов. В соответствии с существующим определением (ГОСТ 27.002—83) под надежностью понимают свойство системы сохранять способность выполнять заданные функции. Принимая во внимание специфику авиационной системы, ее надежность может быть определена как свойство выполнять перевозки в ожидаемых условиях эксплуатации.

Надежность представляет собой сложное свойство системы и включает в себя более простые свойства, которые называются сторонами надежности. К ним относятся безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость.

Безотказность - это свойство системы непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Ремонтпригодность - свойство системы, заключающееся в ее приспособленности к обнаружению и предупреждению отказов и повреждений, к восстановлению работоспособности и исправности в процессе обслуживания и ремонта.

Сохраняемость - свойство системы непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение (и после) хранения и (или) транспортирования.

Долговечность - свойство системы сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для обслуживания и ремонта.

При изучении надежности и ее различных сторон используют ряд характеристик, таких как работоспособность, неработоспособность, исправность, неисправность, наработка, ресурс, предельное состояние,

Работоспособность - такое состояние системы, при котором она способна выполнять заданные функции, сохраняя качения основных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией.

Если надежность системы является характеристикой изменения состояния системы, т. е. временной характеристикой, то работоспособность служит для оценки состояния системы в данный момент времени. Соответственно надежность можно представить как свойство системы сохранять работоспособность при выполнении заданного объема работы.

Неработоспособность - состояние системы, при котором значение хотя бы одного заданного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным нормативно-технической документацией.

Исправность - состояние системы, при котором она соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией.

Неисправность - состояние системы, при котором она не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией.

Понятие «исправность» шире, чем понятие «работоспособность». Работоспособная система в отличие от исправной удовлетворяет лишь требованиям нормативно-технической документации, обеспечивающим ее нормальное функционирование при выполнении поставленных задач. Работоспособная система может быть неисправной, однако отклонения от требований нормативной документации, например по эстетическим

требованиям, при этом не настолько существенны, чтобы нарушалось нормальное функционирование.

Наработка - продолжительность или объем работы системы. Наработка может измеряться в единицах времени выработки. В процессе эксплуатации системы различают суточную, месячную наработку, наработку до первого отказа, между отказами, заданную наработку.

Ресурс - наработка системы от начала ее эксплуатации до достижения предельного состояния или капитального ремонта или от начала эксплуатации после ремонта до следующего ремонта или достижения предельного состояния.

Предельное состояние - состояние системы, при котором ее дальнейшее применение по назначению должно быть прекращено из-за неустранимого нарушения требований безопасности или неустранимого отклонения заданных параметров за установленные пределы, недопустимого увеличения эксплуатационных расходов или необходимости проведения капитального ремонта. Признаки предельного состояния устанавливаются нормативно-технической документацией.

В основе понятия надежности системы лежит понятие отказа. Отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособности системы. При полной потере работоспособности системы возникает полный отказ, при частичной - частичный. По характеру проявления отказы различаются на постепенные и внезапные.

Постепенный отказ характеризуется постепенным изменением одного или нескольких основных параметров системы.

Внезапный отказ характеризуется скачкообразным изменением значений одного или нескольких основных параметров системы. Деление отказов на постепенные и внезапные в известной степени условно и зависит от возможностей находить изменение тех характеристик системы, от которых зависит ее работоспособность. Основным признаком

внезапного отказа является независимость наработки до отказа от длительности эксплуатации системы.

Все отказы системы представляют собой два класса зависимых и независимых отказов:

зависимый - обусловленный повреждениями или отказами других элементов системы;

независимый - не- обусловленный повреждениями и отказами других элементов системы.

Отказы могут быть окончательными и перемежающимися:

окончательный, при котором восстановление работоспособности системы возможно путем внешнего вмешательства;

перемежающийся - многократно возникающий и самоустраняющийся отказ одного и того же характера.

По своим последствиям для функционирования системы отказы подразделяются на параметрические и отказы функционирования.

Параметрические отказы характеризуются выходом параметров функционирования системы за установленные ограничения.

Отказы функционирования характеризуются невозможностью дальнейшего продолжения функционирования системы. Принимая во внимание высокие требования к надежности авиационной системы, рассматриваем в ней в качестве основных отказов параметрические.

Отказ системы - явление случайное, но причины любого отказа связаны с вполне определенными процессами физической, биологической или социальной природы. Изучение природы (причинности) отказов и осуществление мероприятий, направленных на их предупреждение, составляет основу прикладной теории надежности систем.

Возникновению отказов способствует множество факторов различной природы, большинство из которых управляемы, т.е. изменяются в зависимости от проведения различных организационных и технических мероприятий. Поэтому в общем случае правомерно отождествлять

деятельность по обеспечению надежности систем с управлением факторами отказов систем.

В процессе проектирования, изготовления, испытания и эксплуатации системы возникает задача количественной оценки надежности. Многофакторность любого отказа позволяет рассматривать его как случайную величину, поэтому для изучения закономерностей появления таких событий в теории надежности используют теорию вероятности и математическую статистику.

В качестве основной количественной меры надежности технических объектов, отражающей закономерность появления отказов во времени, принимают вероятность безотказной оаботы  $P(t)$ :

$$P(t_3) = P(t > t_3).$$

Приведенная запись означает, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникает или величина заданного времени функционирования системы меньше, чем величина времени появления первого отказа.

Противоположной характеристикой вероятности безотказной работы является вероятность отказа:

$$Q(t_3) = P(t < t_3).$$

Вероятность отказа означает, что заданное время функционирования системы больше, чем величина времени появления первого отказа.

Определение надежности транспортной системы должно выполняться при проектировании для прогноза ожидаемого уровня надежности и при эксплуатации для установления фактически достигнутого уровня надежности. Проектная надежность служит основой для выбора структуры транспортной системы и разработки алгоритма деятельности оператора в ней. Фактическая надежность позволяет осуществлять уточнение структуры системы и используемых алгоритмов работы оператора.

Оценка надежности может производиться различными методами: аналитическими, базирующимися на знании статистических данных о

надежности и скорости выполнения заданных функций оператором и надежности технических средств, экспериментальными или имитационными. В ходе развития теории надежности СЧМ был разработан ряд методов количественной оценки ее надежности. Основными из них являются: обобщенный, структурный, системный, операционно-психофизиологический и системотехнический. Каждому методу присущи свои достоинства и недостатки. На практике же часто бывает оправданно использовать упрощенные методики расчета. Так, для систем непрерывного типа в качестве показателя надежности выбирается вероятность безотказного, безошибочного и своевременного протекания производственного процесса в течение заданного времени. Такой выбор оправдан при соблюдении одного из следующих условий:

технические средства работают исправно;

произошел отказ технических средств, но при этом оператор безошибочно и своевременно выполнил требуемые действия или допустил ошибки, но своевременно их исправил.

В соответствии с общими правилами определения надежности сложных событий надежность системы непрерывного типа может быть представлена уравнением:

$$P_{\text{чм}}(t) = P_{\tau}(t) + [1 - P_{\tau}(t)] K_{\text{оп}} \{ P_{\text{оп}} P_{\text{св}} + (1 - P_{\text{оп}}) P_{\text{исц}}(t_{\text{л}}) \},$$

Выбор моделей изучения и оценки надежности систем проводится на основе изучения физики отказов, опыта эксплуатации, законов распределения наработки до отказа аналогичных систем.

Современный уровень развития транспортной отрасли требует регламентирования процесса функционирования ТС по показателям безопасности. Такая процедура носит название нормирования уровня безопасности. Ее главная цель заключается в том, чтобы еще на этапе проектирования системы использовались все возможности для достижения максимального значения уровня безопасности, сохраняя тенденцию 'его



постоянного роста. Нормированное значение показателей безопасности является своего рода эталонным, позволяющим оценивать качество функционирования транспортной системы на этапе эксплуатации. При этом надо иметь в виду, что нормированное значение уровня безопасности - это научно обоснованное минимально допустимое для эксплуатации транспортных средств значение уровня безопасности полетов. Из сказанного следует, что уровень безопасности должен задаваться на этапе проектирования и определяться на этапе эксплуатации с помощью одних и тех же показателей.

Основной, используемый различными странами метод нормирования безопасности полетов заключается в регламентировании частот особых ситуаций, возникающих в полете. Принимая во внимание сложность учета всех обстоятельств, возникающих в процессе эксплуатации, чаще всего нормирование производят на качественном уровне. Смысл его состоит в сопоставлении тяжести ситуаций с вероятностью их возникновения (Таблица 6.).

Таблица 6.

Взаимосвязь частоты и тяжести особых ситуаций		
Ситуация	Оценка вероятности	
	качественная	количественная на 1 ч полета ВС
Катастрофическая	Практически невероятная	$P < 10^{-9}$
Аварийная	Крайне маловероятная	$10^{-9} < P < 10^{-7}$
Сложная	Маловероятная	$10^{-7} < P < 10^{-5}$
Усложнение условий полета	Умеренно вероятная	$10^{-5} < P < 10^{-3}$
	Повторяющаяся	$10^{-3} < P$

Значение цифр, указанных в таблице можно понять на примере. Пусть полное время эксплуатации воздушного судна равно 50000 ч, а парк воздушных судов насчитывает 200 самолетов. Тогда вероятность возникновения катастрофической ситуации вследствие отказа одного вида в течение всего периода эксплуатации парка воздушных судов составит менее 0,01. Соответственно аварийная ситуация при отказе одного вида

может возникнуть один раз за срок службы всего парка воздушных судов, сложная ситуация - один раз за срок службы одного воздушного судна, а усложнение условий полета - несколько раз за время эксплуатации одного самолета.

Точность расчета нормированного значения уровня безопасности в значительной степени зависит от учета всех возможностей системы противостоять различного рода отказам (отказам техники, ошибкам человека, изменениям состояния внешней среды), возникающим в ней.

С точки зрения обеспечения безопасности транспортное средство принято характеризовать комплексным, интегральным свойством его конструкции; характеристик систем, агрегатов и оборудования, определяемым термином годность.

Годность - это комплексная характеристика транспортного средства (ТС), определяемая реализованными в его конструкции принципами и решениями, позволяющая совершать безопасные перевозки в ожидаемых условиях и при установленных методах эксплуатации. Годность обеспечивается на этапах создания транспортного средства. Затем в течение всего периода эксплуатации ТС его летная годность сохраняется (поддерживаться) путем соблюдения установленных правил эксплуатации, технического обслуживания и ремонта. Под сохранением годности понимаются все мероприятия, которые гарантируют, что в любой момент всего срока службы ТС соответствуют действующим требованиям годности и их состояние обеспечивает безопасную эксплуатацию.

Нормы годности, (НГ) – часть правил, содержащая минимальные государственные требования к ТС и оборудованию направленные на обеспечение безопасности. В Нормах годности, как правило, содержатся только те требования и рекомендации, которые влияют на безопасность, выполнение которых является обязательным на всех этапах разработки и эксплуатации ТС.

При разработке общих требований к годности использован вероятностный подход к оценке уровня безопасности, при котором регламентирована вероятность возникновения особых ситуаций при отказах функциональных систем ТС. Существо этих требований сводится к тому, что более опасные ситуации должны быть отнесены к событиям менее вероятным, чем менее опасные ситуации. Например, катастрофическая ситуация, вызванная отказом функциональных систем ВС, не должна быть отнесена к событиям более частым, чем практически невероятным.

Так как уровень безопасности существенно зависит от работоспособности функциональных систем ТС и от степени его защищенности на случай отказов этих систем, требованиями обусловлено, что если отказ функциональной системы приводит к возникновению опасных ситуаций, то должна быть обеспечена возможность своевременного обнаружения отказа, ликвидации его последствий и завершения перевозки с отказавшей системой. При нормировании требований к ТС соблюден принцип, заключающийся в том, что при отказах, которые могут встретиться в эксплуатации, ТС должно благополучно завершить перевозку.

Каждый тип ТС создается для определенных условий эксплуатации. Эти условия в нормах годности носят название «ожидаемые условия эксплуатации». Ожидаемые условия эксплуатации включают в себя:

- а) параметры состояния и воздействия на ТС внешней среды;
- б) эксплуатационные факторы;
- в) параметры (режимы) эксплуатации.

Ожидаемые условия эксплуатации охватывают номенклатуру таких факторов и условий, возникающих в процессе эксплуатации ТС и влияющих на работоспособность, надежность и параметры работы конструкции, функциональных систем и оборудования, которые

подлежат учету в полной мере для достижения установленного уровня годности.

Перечень ожидаемых условий эксплуатации ТС разрабатывается в начале проектирования с целью своевременного определения тех границ, в пределах которых должно оцениваться соответствие ТС требованиям норм годности.

Параметры состояния и воздействия на ТС внешней среды включают в себя: барометрическое давление, плотность, температуру и влажность воздуха; направление и скорость ветра, горизонтальные и вертикальные порывы воздуха и их градиенты; электрические воздействия, обледенение, град, снег, дождь, птицы.

В ожидаемых условиях эксплуатации воздушного судна указываются: максимальное и минимальное допустимые значения барометрического давления (или соответствующей высоты) на аэродроме взлета и посадки; минимальное барометрическое давление, соответствующее максимально допустимой (по любым условиям) высоте полета.

Диапазон изменения ожидаемых условий эксплуатации по температуре наружного воздуха должен соответствовать региональным условиям применения ВС, а также заявленному диапазону применения ВС по высотам полета.

При выборе диапазона температурных условий с учетом особенностей использования ВС в эксплуатации руководствуются: зависимостью стандартной температуры атмосферного воздуха от высоты; зависимостями расчетных температур воздуха для взлета и посадки от геометрической высоты расположения аэродрома данными относительно возможных в эксплуатации отличий температур атмосферного воздуха от стандартной на различных высотах с учетом предусмотренных областей применения ВС по широтам.

В ожидаемых условиях эксплуатации указываются: максимальное и минимальное допустимые значения температур наружного воздуха на

земле; зависимость температуры наружного воздуха от высоты полета (отличия от стандартных), при которых допустима эксплуатация. Воздействие вертикальных порывов воздуха на ВС рассматривается в качестве ожидаемых условий эксплуатации при нормировании характеристик устойчивости, управляемости и прочности ВС и при оценке вероятности возникновения и тяжести последствий различных особых ситуаций, обусловленных воздействием на ВС вертикальных порывов воздуха, например, при непроизвольном попадании ВС в условия сильной болтанки. При определении ожидаемых условий эксплуатации ВС важное значение для его регулярной эксплуатации имеют допустимые значения приземного ветра, в которых может эксплуатироваться ВС на аэродроме.

В нормах летной годности лимитируются расчетными условиями ожидаемые условия эксплуатации по: электрическим воздействиям, обледенению, граду, снегу, дождю. Эксплуатационные факторы ожидаемых условий эксплуатации включают в себя: состав экипажа ВС; класс и категорию аэродромов, параметры и состояние ВПП; массу и центровки для всех предусмотренных конфигураций ВС; режимы работы двигателей и продолжительность работы на определенных режимах; периодичность и формы технического обслуживания; назначенный ресурс, срок службы ВС и изделий его функциональных систем; особенности применения ВС; характеристики воздушных трасс, линий, маршрутов; состав и характеристики наземных средств обеспечения полета; минимум погоды при взлете и посадке; применяемые топлива, масла, присадки и другие расходуемые технические жидкости и газы.

В процессе разработки и испытаний ТС в качестве исходных данных для определения условий эксплуатации должны учитываться: допустимая интенсивность эксплуатации; ресурс ТС до списания; первоначальный ресурс до первого ремонта; ресурс двигателя (начальный, до первого ремонта, до списания); ресурсы (сроки службы) комплектующих изделий; виды технического обслуживания и ремонта.

Каждое ТС должно проектироваться с учетом того, что оно должно быть в максимальной степени приспособлено к существующим и перспективным средствам обеспечения перевозок или при необходимости должно быть обеспечено специальными для данного типа ТС средствами.

В числе ожидаемых условий эксплуатации, связанных с техническим обеспечением перевозок, указываются состав и характеристики средств, используемых для технического обслуживания ТС в целях поддержания его в исправном и работоспособном состоянии в соответствии с установленными нормативами. В качестве ожидаемых условий эксплуатации по параметрам (режимам) перевозок рассматриваются эксплуатационные и предельные ограничения параметров и режимов перевозок. Для конкретного типа ТС ожидаемые условия эксплуатации по параметрам перевозок будут сугубо индивидуальными в зависимости от его назначения, особенностей конструкции и технических характеристик.

Обеспечение надежности транспортной системы является проблемой комплексной. Основные требования к ее надежности закладываются на этапе проектирования, реализуются при создании системы и эксплуатации. Надежность транспортной системы в первую очередь обеспечивается высокой надежностью всех ее элементов. Методы формирования высокой надежности элементов системы различны и зависят от вида элемента, его природы, этапов разработки и функционирования. При изучении технических элементов рассматривают технические аспекты надежности. При изучении человеческого звена объектом исследования становится надежность человека - природа ошибки человека, занятого профессиональной деятельностью. В последнем случае особо выделяют эргономический аспект надежности, характеризующий особенности взаимодействия человека с техникой, и социальный аспект, характеризующий стороны взаимодействия людей в системе.

Особое значение при обеспечении надежности системы отводится структурным методам. К ним относятся выбор элементов системы и их соединение. Задача выбора элементов, как правило, является компромиссной, так как при условии высокой надежности элементы системы, кроме того, должны отвечать всем требованиям нормального функционирования системы, не превышать определенный вес и габариты, удовлетворять определенным экономическим критериям. В значительной степени надежность системы зависит от правильного распределения функций между техническими элементами и человеческим звеном. В тех случаях, когда компромиссное решение не удастся найти, надежность системы обеспечивается резервированием элементов.

Резервирование является методом повышения надежности систем введением дополнительных элементов и функциональных возможностей, сверх минимально необходимых для нормального выполнения заданных функций. Примером резервирования в системе «экипаж - воздушное судно» является наличие нескольких силовых установок, нескольких авиагоризонтов, второго пилота.

## ТЕМА 6

### Человеческий фактор.

*Деятельность человека. Ошибки. Функциональное состояние человека. Функциональная недостаточность и несовместимость человека. Экология рабочего места. Эргономическая совместимость. Сенсорная совместимость. Профессиональный отбор. Профессиональная подготовка человека-оператора. Безопасная корпоративная культура. Использование ресурсов человека в целях обеспечения безопасности.*

#### **Лекция 7. Деятельность человека. Ошибки в деятельности**

Человек является наиболее гибким, адаптирующимся и ценным элементом транспортной системы, но он также наиболее подвержен

влияниям, которые могут отрицательно сказаться на его деятельности. Так как большинство происшествий происходит в результате не совсем оптимальной деятельности человека, существует тенденция относить их причины к "человеческой ошибке". Правильное понимание предсказуемых аспектов возможностей и ограничений человека и применение этого понимания в эксплуатационной среде являются главными проблемами человеческого фактора.

С самого начала исследования человеческого фактора указывали на опасность игнорирования человека как части социально-технической системы. Человеческие ошибки, вызванные несовершенством систем, такие как неправильное считывание показаний высотомеров или неправильный выбор органов управления в кабине экипажа, были сведены к минимуму путем улучшения интерфейса между оператором и оборудованием кабины транспортного средства. В Северной Америке изучение человеческого фактора изначально имело тенденцию основываться на психологии; в Европе для изучения человеческого фактора используется термин "эргономика", который традиционно означает биомеханическое и биофизическое направления работы в этой области. В наши дни термины "человеческий фактор" и "эргономика" взаимозаменяемы. Оба термина подразумевают учет всех факторов, влияющих на эффективность деятельности человека на его рабочем месте.

Одно из определений человеческого фактора, предложенное профессором Элвином Эдвардсом, гласит: "Человеческий фактор касается оптимизации взаимоотношений между людьми и их деятельностью путем систематического применения наук о человеке, интегрированных в структурную основу проектирования систем". Профессор Эдвардс уточняет, что термин "деятельность" указывает на интерес к коммуникации между отдельными людьми и к поведению отдельных людей и групп. Недавно это определение было расширено путем включения взаимодействий между отдельными людьми и группами и



организациями, к которым они принадлежат, а также взаимодействий между организациями, составляющими транспортную систему. В наши дни любое исчерпывающее рассмотрение человеческого фактора в транспорте должно включать в себя деятельность всех работников, составляющих транспортную систему, например техников по обслуживанию транспортных средств.

В целях лучшего понимания и изучения природы человеческого фактора чаще всего используется модель SHEL. В ней (Рис. 3) используются блоки для представления различных компонентов человеческого фактора. Название модели на английском языке образуется из начальных букв ее четырех компонентов: субъект – LIVEWARE (человек), объект – HARDWARE (машина), процедуры – SOFTWARE (правила, руководства, символы и т. д.) и окружающая среда – ENVIRONMENT (ситуация, в которой должны функционировать остальные составляющие системы L-H-S). Это представляет собой дальнейшее развитие традиционной системы "человек–машина–среда". SHEL заостряет внимание на человеке и на его интерфейсах с другими компонентами системы авиации. Рис. дает графическое представление модели SHEL, иллюстрирующее необходимость согласования интерфейсов между различными составляющими.

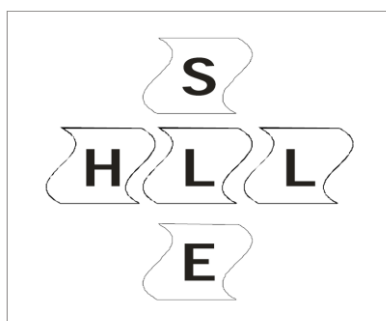


Рис. 3. Модель SHEL

В центре модели SHELL находятся лица, выполняющие свои функции на “передовом крае” производства. Хотя людям свойственна исключительная адаптивность, тем не менее, их работоспособность подвержена значительным колебаниям. Человека нельзя стандартизировать в такой степени, как оборудование; поэтому границы этого блока не столь просты и прямолинейны. Люди не взаимодействуют идеальным образом с различными компонентами той среды, где они работают. В целях исключения напряженностей, которые могут ухудшить работоспособность человека, необходимо осознать последствия нестыковок на границе между различными блоками SHELL и центральным блоком “субъект”. Для предотвращения напряжения в системе необходимо добиться тщательной подгонки границ других ее компонентов. Неровностям границ блока “субъект” способствует целый ряд различных факторов. Ниже перечислены наиболее важные факторы, влияющие на характеристики работоспособности индивидуума:

а) **Физические факторы.** Они включают физические возможности индивидуума выполнять требуемые задачи, например, физическая сила, рост, длина рук, зрение и слух.

б) **Физиологические факторы.** Они включают факторы, которые затрагивают внутренние физические процессы в человеке и могут оказать неблагоприятное влияние на его физические и когнитивные характеристики, например, наличие кислорода, общее состояние здоровья, болезнь или заболевание, потребление табака, наркотиков или алкоголя, личное стрессовое состояние, усталость и беременность.

в) **Психологические факторы.** Они включают факторы, влияющие на психологическую готовность индивидуума справиться со всеми обстоятельствами, которые могут возникнуть, например, адекватность профессиональной подготовки, знаний и опыта, а также рабочей нагрузки. Психологическая подготовленность индивидуума включает мотивацию и

умение оценивать ситуацию, отношение к рискованному поведению, уверенность и стресс.

d) **Психосоциальные факторы.** Они включают все внешние факторы в социальной системе индивидуумов, оказывающие на них давление в рабочей и нерабочей обстановке, например, спор с администратором, трудовые конфликты между трудящимися и администрацией, смерть в семье, личные финансовые проблемы или другие домашние трения.

Модель SHELL особенно полезна для того, чтобы наглядно представить себе взаимодействие между различными компонентами транспортной системы. Такое взаимодействие предусматривает следующее:

- **Субъект-объект (L-H).** Чаще всего вопрос о взаимосвязях между человеком и машиной (эргономика) возникает, когда речь идет о человеческом факторе. Они определяют систему интерфейса человека с физической производственной средой: например, конструкция кресел с учетом характеристик человеческого тела, дисплеев с учетом сенсорных характеристик и возможностей усвоения информации пользователем, а также органов управления с удобными для пользователя движениями, кодированием и размещением. Однако для человека характерна естественная тенденция приспосабливаться к дефектам интерфейса “L-H”. Такая тенденция способна маскировать серьезные недостатки, которые могут проявиться только после авиационного происшествия.

- **Субъект-процедуры (L-S).** Интерфейс L-S представляет собой взаимосвязи человека с системами обеспечения, имеющимися на рабочем месте, например, правила, руководства, контрольные перечни, издания, СЭП и программное обеспечение ЭВМ. Данный интерфейс включает такие “ориентированные на пользователя” аспекты, как актуальность, точность, форма представления, терминология, ясность и символика.

- **Субъект-субъект (L-L).** Интерфейс L-L представляет собой взаимосвязи индивидуума с другими лицами на рабочем месте. Летные

экипажи, диспетчеры УВД, инженеры по техническому обслуживанию воздушных судов и другой эксплуатационный персонал работают в коллективах, и поэтому взаимоотношения, складывающиеся в таком коллективе, накладывают свой отпечаток на их поведение и работоспособность. Данный интерфейс охватывает такие аспекты, как лидерство, сотрудничество, взаимодействие в команде и межличностные отношения. В поле зрения этого интерфейса находятся также взаимоотношения между коллективом и его руководителями, а также аспекты корпоративной культуры, психологического климата в коллективе и производственных нужд транспортного предприятия, все из которых могут существенно влиять на работоспособность человека.

- **Субъект-среда (L-E).** Данный вид интерфейса охватывает взаимосвязи между индивидуумом и внутренней и внешней средой. Внутренняя производственная среда включает такие физические параметры, как температура, освещение, уровень шума, вибрация и качество воздуха. Внешняя среда включает такие аспекты, как видимость, турбулентность и рельеф местности. Условия работы авиации (круглосуточный режим 7 дней в неделю) все чаще связаны с нарушением нормальных биологических ритмов, таких, как режим сна. Кроме того, транспортная система функционирует в условиях наличия большого числа политических и экономических ограничений, которые в свою очередь оказывают влияние на общую ситуацию в той или иной организации. Сюда можно отнести такие факторы, как адекватность физических средств и вспомогательной инфраструктуры, финансовое положение на местах и эффективность регулирования. В той же мере как непосредственная производственная среда может создать напряженные ситуации, вынуждающие выбирать кратчайший путь, так и неадекватная вспомогательная инфраструктура может поставить под угрозу качество принимаемых решений.

Необходимо проявлять осторожность, чтобы проблемы (опасные факторы) не “провалились через трещины” на границах интерфейсов. В большинстве случаев проблему “шероховатостей” этих интерфейсов можно устранить, например:

a) проектировщик может обеспечить надежность работы данного оборудования в оговоренных эксплуатационных условиях;

b) в процессе сертификации регламентирующий орган имеет возможность установить условия, при которых это оборудование можно использовать;

c) администрация организации может обеспечить первоначальную подготовку и последующую регулярную переподготовку по безопасному использованию данного оборудования;

d) каждый оператор оборудования может изучить данное оборудование и обеспечить его уверенное использование безопасным образом при любых необходимых условиях эксплуатации.

#### Ошибка человека.

Ошибка человека считается главным или способствующим причинным фактором большинства происшествий. Слишком часто эти ошибки совершаются нормальным, здоровым, достаточно квалифицированным, опытным и располагающим надежным оборудованием персоналом. Действительно, когда мы говорим об ошибке человека, то отдаем себе отчет, что мы все совершаем ошибки. Ошибки не являются результатом какого-то типа неправильного поведения, а являются естественным побочным продуктом практически всех человеческих действий. Правильное понимание того, почему "нормальные" люди совершают ошибки, является важным элементом учета человеческого фактора на транспорте.

Ошибки могут быть следствием умышленного или неумышленного поведения и их можно подразделить на промахи, упущения и заблуждения в зависимости от преднамеренности их совершения. Промахи – неумышленные действия, вызванные недостатком необходимого внимания в результате отвлечений, нарушения порядка или несвоевременных действий (например, пилоту была известна нужная частота, но он ошибочно установил другую). Упущения – неумышленные действия по причине провалов памяти, когда забываются собственные намерения, возникает дезориентация или не выполняются запланированные действия (например, пилот знал, что ему необходимо доложить о занятии нужной высоты, но забыл это сделать). Заблуждения – преднамеренные действия, вызванные плохим планированием, а не умышленным решением нарушить установленные правила или процедуры (например, командир воздушного судна решает следовать на запасной аэродром с подходящим прогнозом погоды, но не имеющим адекватного наземного оборудования для данного типа воздушного судна). Заблуждения основываются на применении "правил", которые мы создаем на основании нашего личного опыта. Они могут возникать в результате применения правила, неподходящего для данной ситуации, или неправильного применения нужного правила.

Промахи и упущения являются, в основном, обусловленными или автоматическими реакциями, имеющими мало общего с сознательным принятием решений. С другой стороны, заблуждения связаны с принятием преднамеренного решения и оцениванием ситуации на основе полученных знаний и опыта. Нарушения связаны с заблуждениями. Хотя промахи, упущения и заблуждения могут привести к техническим нарушениям правил или эксплуатационных процедур компании, они рассматриваются как ошибки, поскольку не основаны на преднамеренном решении о нарушении установленных правил. Однако нарушения не являются ошибками. Подобно заблуждениям, нарушения включают преднамеренные нарушения планов, часто основанные на знаниях и умственных моделях,

приобретенных на основании ежедневного опыта, но также включают преднамеренное решение нарушать установленные правила или процедуры (например, пилот решает снизиться ниже предписанного минимума захода на посадку или диспетчер уменьшает безопасное расстояние между воздушными судами ниже установленных стандартов).

Условия, способствующие совершению нарушений, не так хорошо понятны, как факторы, способствующие совершению ошибок:

- конфликтующие между собой цели (например, предпочтение отдается своевременности обслуживания или экономии топлива, а не обеспечению безопасности полетов);
  - давление со стороны руководства;
  - давление, инициируемое внутри самого себя и со стороны коллег;
  - конфликт между работником и руководством;
  - ненадлежащие надзор и контроль;
  - не отвечающие требованиям нормы (например, применение опасной практики коллегами по работе);
  - ошибочное восприятие риска;
  - безразличие, проявляемое руководством (например, молчаливое согласие с тем, что отклонения от правил приемлемы);
  - вера в то, что происшествие не может случиться со мной";
  - нечеткие или бессмысленные правила;
  - культура поведения "все могу", требующая отклонений от правил.

Для контролирования человеческих ошибок требуется два различных подхода. Первый подход заключается в минимизации вероятности ошибок на основе обеспечения высокой квалификации персонала и конструирования органов управления с учетом характеристик работоспособности человека. Сюда же относятся подготовка надлежащих контрольных перечней, процедур, руководств, карт, схем, а также снижение уровней шумов и вибраций, экстремальных температур, других вызывающих стресс условий и т. д. Снижению вероятности совершения

ошибок также способствуют программы обучения, нацеленные на улучшение взаимодействия и общения между членами экипажа.

Второй подход заключается в смягчении последствий любых ошибок посредством перекрестного мониторинга и путем улучшения взаимодействия операторов ТС. Свой вклад в устранение ошибок и их последствий также вносят конструкции оборудования, обеспечивающие обратимость ошибок, и оборудование, которое отслеживает или дополняет и поддерживает эффективность деятельности человека.

### Деятельность оператора СЧМ

Деятельность – это вид активности человека, направленный на познание и преобразование окружающего мира, включая самого себя и условия своего существования. Различают четыре вида деятельности: 1) общение; 2) игра; 3) учение; 4) труд.

Труд – это деятельность человека по созданию материальных или духовных ценностей, или оказанию услуг, удовлетворяющих потребности общества или отдельных людей. Труд (трудовая деятельность) человека характеризуется целью, предметом, содержанием, средствами труда, условиями труда. Цель трудовой деятельности - ее продукт. Предмет труда – материальные или интеллектуальные предметы или отношения, с которыми связана данная деятельность. Рассмотрим общие черты трудового процесса оператора ТС. Его труд характеризуется условиями и содержанием, которые принято называть производственными факторами. При этом под термином «производственные факторы» понимается весь комплекс производственных условий: тип ТС, технологические процессы, оборудование, коммуникации, рабочие места, микроклимат и другие объекты производственной среды.

Применительно к конкретному работнику, выполняющему конкретную работу, решающим производственным фактором является его



рабочее место. Рабочее место, в широком понимании этого термина, собственно и диктует требования к работнику. Именно на рабочем месте работник осуществляет трудовые функции и подвергается воздействию всей совокупности производственных факторов. Но, кроме того, рабочее место как физическое пространство, в котором находится и выполняет трудовые функции работник, формирует комплекс специфических производственных факторов, влияющих на его психику, самочувствие, здоровье и работоспособность в целом. Имеются в виду пространственные размеры рабочего места, микроклимат, освещенность, эргономические параметры оборудования, организация и кооперация труда, содержание рабочих операций, темп работы и другие.

Производственные факторы влияют не только на психику работника. Многие из них представляют реальную или потенциальную угрозу для жизни. Реально опасные факторы, по крайней мере, ограждены, обозначены, наблюдаемы. Намного сложнее оценить скрытые потенциальные опасности. Поэтому для обеспечения безопасности трудовой деятельности работник должен в процессе исполнения трудовых функций непрерывно или периодически отражать в своем сознании определенную часть производственных факторов, оценивать их опасность и адекватно реагировать (действовать).

Любой трудовой процесс можно рассматривать как цепь психомоторных актов (операций). Большинство операций содержит три фазы.

**Первая фаза:** ощущения и восприятие рабочего пространства, элементов производственной среды, в том числе предмета и орудий труда. Иначе говоря, прежде чем начать что-то делать, необходимо осмотреться. Ощущения – психофизиологический процесс приема сигналов (внешних и внутренних раздражителей) через органы чувств. Восприятие – психический процесс анализа и синтеза ощущений, в результате которого

наступает целостное отражение в мозге предметов и явлений, действующих в данный момент на органы чувств человека.

**Вторая фаза:** мышление. Мышление – психический процесс осмысливания воспринятого, постижение его сущности, связей и отношений. В ходе мышления образы, созданные в мозге как результат восприятия, анализируются, оцениваются по ряду критериев, после чего принимается (или не принимается) соответствующее оценке решение. В ходе принятия решения делается выбор (поиск) приемлемого (на взгляд работника) варианта действий. Но не только: вырабатывается модель (проект), каким образом, в какой последовательности будет реализовано это действие, каков должен быть его результат. Таким образом, мышление – это непрерывная переработка и синтез поступающей извне информации и информации, хранящейся в оперативной и долговременной памяти человека, в целях принятия решения о необходимых действиях.

**Третья фаза:** действие. Действие может выражаться в форме физического воздействия на орудия труда, рычаги управления и другие предметы труда. Эти воздействия характеризуются величиной усилия, скоростью, точностью, координацией, темпом. В то же время, действие может быть в форме перемещения работника в пространстве рабочего места, в речевой форме, в форме жестов. В практической деятельности рассмотренные три фазы при многих операциях протекают слитно, как непрерывный сенсомоторный акт.

В реальных производственных условиях, где участвует человек, обеспечить идеальное протекание трудовой деятельности не удаётся. В силу уже обозначенных и более детально рассмотренных ниже причин, человек допускает неправильные (неточные, ошибочные, несвоевременные) действия, пропуск необходимых действий, опрометчивые поступки и т.д. Часть из них не оказывает заметного влияния на показатели труда; другая часть сказывается на качестве продукции; третья – создаёт опасную ситуацию, от которой до несчастного

случая или аварии один шаг. Эту часть неправильных действий будем называть: опасные действия. Любое опасное действие может быть следствием одной или группы причин. Например, неправильная оценка состояния обслуживаемой установки может быть результатом недостатка профессиональных знаний или болезненного состояния работника, или отсутствия нужного времени для этой операции, или просто игнорирования работником требований о проверке состояния установки. Все многообразие непосредственных причин опасных действий можно свести к 4-м группам (классам) причин:

**А. Не умеет:** работник не владеет необходимыми для данной работы знаниями; не овладел соответствующими навыками, методами, приемами, способами.

**Б. Не хочет:** работник умеет качественно и безопасно выполнять данную работу (операцию), однако у него нет желания соблюдать требования безопасности, иначе говоря, - нет мотивации, не развита психологическая установка на соблюдение этих требований.

**В. Не может:** работник находится в таком физическом или психологическом состоянии, что, несмотря на умение, несмотря на желание, допускает опасное действие.

**Г. Не обеспечен:** работник не исполняет предписанное действие из-за не обеспечения его необходимыми условиями, инструментами, материалами, приборами, информацией и т.д.

Первые три группы причин (А, Б, В) обусловлены индивидуальными и личностными особенностями (качествами) работника. В целом, эти причины именуется человеческим фактором. Четвертая группа непосредственных причин является внешним по отношению к работнику фактором, иначе говоря, – это производственная среда, в которой протекает деятельность работника.

Производственная деятельность - процесс, в котором тесно переплелись факторы внешней среды и особенности человеческого

организма. Поэтому при анализе опасных ситуаций необходимо рассматривать систему "человек - среда обитания" в целом. Например, неоднократно отмечались факторы, обусловившие временную склонность к несчастному случаю, возраст и стаж пострадавшего от травмы. В системе "человек-машина" человек становится наиболее переменчивым компонентом. В любой предложенной задаче на его поведение действует около миллиона индивидуальных факторов. Это выражается в том, что никто из операторов не повторяет аналогичного задания точно такими же действиями.

### Эргономическая несовместимость оператора ТС.

Исследование и использование связей, реально имеющих место в системе человек – производственная среда, является предметом эргономики - научного направления, возникшего в середине XX века. Эргономика изучает вопросы оптимального распределения и согласования функций между человеком и машиной, на основании чего проектируется процесс деятельности человека, его функции, обосновываются оптимальные требования к техническим средствам и производственной среде.

Рациональная совместимость возможностей человека и характеристик технических средств, оптимальное распределение функций между элементами системы «человек-машина» существенно повышают ее надежность, эффективность и обуславливают оптимальное использование человеком технических средств в соответствии с их назначением. Для решения указанных задач эргономика использует данные и методы наук, изучающих свойства и возможности человека – физиологии, психологии, социологии и гигиены труда, антропологии, инженерной психологии и др. На их основании разрабатываются эргономические требования и рекомендации к различным видам технических средств, видам

деятельности, организации трудового процесса, рабочим местам и производственной среде. Эргономическая совместимость элементов системы «человек – техническое средство – производственная среда»

Система «человек – техническое средство - производственная среда» (или «человек-машина») может работать надежно, эффективно и с минимальным риском для здоровья человека при обеспечении информационной, антропометрической, биофизической, энергетической, технико-эстетической и других совместимостей характеристик технического средства, производственной среды с психофизиологическими и другими свойствами и особенностями человека.

Информационная совместимость заключается в обеспечении такой информационной модели устройства (машины) – средств отображения информации (СОИ) и сенсомоторных устройств (органы управления), которая отражала бы все нужные характеристики машин в данный момент и позволяла человеку (оператору) безошибочно принимать и перерабатывать информацию, в соответствии с его психофизиологическими характеристиками и возможностями (информационными зонами визуального поля, особенностями внимания, памяти и т.п.).

Средства отображения информации (СОИ) предназначены для получения человеком сведений о состоянии объекта управления. Эти данные предъявляются человеку в виде количественных и качественных характеристик. В сложных системах средства отображения информации зачастую становятся единственным источником информации об управляемом объекте и производственном процессе, т.к. объекты управления могут быть невидимы, неслышимы и неосязаемы.

Средства отображения информации бывают визуальные (зрительные) и акустические (звуковые). К визуальным СОИ относятся различные индикаторы (алфавитно-цифровые, знаковые, механические, на электронно-лучевых трубках и др.), используемые для отображения

нескольких параметров одного объекта, сигнализаторы, табло и мнемосхемы, которые используются для наглядного отображения функционально-технологической схемы управляемого объекта и информации о его состояниях, достаточной для принятия правильных решений; отображения связи и характера взаимодействия управляемого объекта с другими объектами и внешней средой; сигнализации о нарушениях в работе объекта; быстрого выявления, локализации и способов ликвидации неисправностей.

Органы управления предназначены для передачи управляющих воздействий от человека к машине и обеспечивают реализацию принятого решения (введение в действие дополнительных органов объекта управления, ввод и вывод информации на СОИ и т.п.). Органы управления состоят из приводного элемента и исполнительной части. Приводные элементы органов управления являются элементами рабочего места, с которым непосредственно соприкасается оператор, поэтому эргономические требования к ним должны учитывать анатомические, биомеханические и психофизиологические свойства человека. Выбор органов управления зависит от характера управляющих действий (включение, переключение, регулирование т.п.); требований к усилиям, точности, диапазону и скорости управляющих движений: рабочего положения тела человека (стоя, сидя, лёжа); характера информации, предъявляемой оператору и вводимой им в машину; места расположения органа управления; размера, структуры и расположения отведенного пространства, типа рабочего места (стационарное, подвижное) и др.

Пространственно-антропометрическая совместимость предполагает необходимость учёта размеров тела человека, его возможности обзора внешнего пространства, определения зоны досягаемости для конечностей и др.

Антропометрические характеристики человека подразделяются на статические и динамические. К статическим характеристикам относятся

размеры тела и его отдельных частей – рук, ног, кистей, стоп и т.п. К динамическим – возможные углы поворота отдельных частей тела, зоны досягаемости.

Биофизическая совместимость предполагает создание параметров (характеристик) окружающей (производственной) среды – уровней шума, вибрации, освещения, параметров микроклимата и т.п. – соответствующих нормативным документам и обеспечивающих приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние оператора.

Энергетическая (биомеханическая) совместимость предусматривает согласование прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений ручных и ножных органов управления, биомеханическими возможностями человека и в зависимости от частоты их использования и важности располагаться в соответствующих зонах досягаемости. Усилия на органах управления не должны быть слишком маленькими, чтобы можно было контролировать выполненные действия и не слишком большими, т.к. большие усилия приводят к быстрой усталости и перенапряжению мышц.

Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удовлетворённости человека от общения с машиной (прибором), от трудового процесса, за счёт изящного исполнения устройства и его дизайн

**Лекция 8.** Использование ресурсов человека в целях обеспечения безопасности

### Право на ошибку

В конце двадцатого века стало очевидно, что в вопросах использования ресурсов человека без коллективного вмешательства не обойтись. Такому выводу предшествовали многочисленные происшествия, обусловленные ошибками в деятельности человека. Раньше других на это

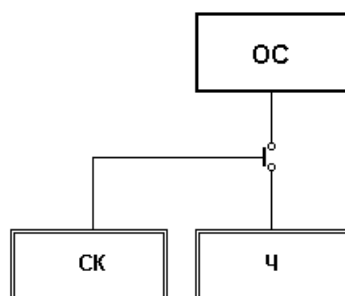
обратила внимание статистика авиационных происшествий. В этой связи в 1980 году появился уникальный документ "Руководство по предотвращению авиационных происшествий в гражданской авиации стран-членов ИКАО". В нем было провозглашено право человека труда и в первую очередь труда исполнителя на ошибку. "Руководство" было подготовлено для всех, но исполнено только теми странами, в которых культовым являлось профессиональное отношение к труду. России в числе ревностных исполнителей "Руководства" не оказалось.

На первый взгляд, в предоставлении человеку труда права на ошибку нет ничего особенного. В конце концов, в этом действии воплощается естественная привилегия человека иметь свободу проявления воли. Вместе с тем его осуществление могло вызвать значительный подъем безответственности со стороны исполнителей и, как следствие, рост числа происшествий. На самом деле этого не произошло. Те страны, в которых данная концепция применялась, стали свидетелями ее эффективности.

Принятое сорок лет тому назад "Руководство" оказало сильное влияние на мир. В целях недопущения негативных последствий применения права на ошибку мир обратился к методам корпоративного воздействия. Результатом этого стало создание корпоративной культуры, главной ценностью которой признавался авторитет профессионала. В концепции признания права на ошибку расчет делался на возможность использования человеком имеющихся у него ресурсов. Особенность ресурсов человека состоит в том, что ими можно воспользоваться, если человеку одновременно удастся состояться в двух качествах: как личность и как система, частью которой он как личность является. Признание права человека на ошибку – это лакмусовая бумажка, которая в наше время позволяет выявить истинное лицо системы. Оно определяет, в какой степени человек, находясь в системе, совмещает в себе два вида ответственности: как личности и как общности. Право на ошибку стало своего рода признанием за человеком особого статуса, которым с



профессиональной точки зрения необходимо и престижно воспользоваться. Для этого очень важно было настроить человека на то, чтобы он правильно распорядился собой и средствами системы, используя профессиональное знание и умение. Предполагалось, что такой подход позволит реализовать необходимую для системы управления безопасности функцию контроля человеком своего состояния в процессе деятельности (Рис.4.).



ОС - особая ситуации; СК - система контроля; Ч - человек

Рис.4. Принцип осуществления самоконтроля

Чтобы ошибки не смогли повлиять на ухудшение состояния системы, человек должен был использовать имеющийся у него резерв, реализуя функцию самоконтроля. Тогда вероятность возникновения негативных последствий (особой ситуации) из-за ошибки человека существенно уменьшается.

$$P_{oc} = P_{оч} P_{оск}, \quad (1)$$

где  $P_{оч}$  - вероятность совершения ошибки в полете;  $P_{оск}$  - вероятность отказа системы, контролирующей состояние человека.

Функция самоконтроля обладает необходимой эффективностью при условии, что на ее надежность не влияет деятельность, ориентированная на достижение результата. Оба вида деятельности человека должны быть взаимно независимыми. Это возможно, если деятельность, ориентированная на достижение результата в пространстве, например, контролируется временем, а деятельность, ориентированная на достижение результата во времени, контролируется пространством.

## Концепция КУО

Концепция контроля факторов угрозы и ошибок (КУО) представляет собой концептуальную модель, которая позволяет понять с эксплуатационной точки зрения, какие связи существуют между безопасностью и работоспособностью человека в быстроменяющихся сложных эксплуатационных условиях. Структура КУО позволяет одновременно рассматривать эксплуатационные условия и людей, выполняющих свои профессиональные обязанности в таких условиях. Концепция носит описательный характер и служит средством диагностики как характеристик работоспособности человека, так и эффективности функционирования системы. Ее описательный характер объясняется тем, что она позволяет определять характеристики работоспособности человека и эффективности функционирования системы в обычных эксплуатационных условиях, благодаря чему можно подготовить их достоверное описание. В свою очередь диагностический характер объясняется тем, что эта концепция позволяет количественно оценить сложность эксплуатационных условий применительно к описаниям характеристик работоспособности человека в этих условиях и наоборот.

Концепцию КУО можно применять несколькими способами. В качестве средства анализа состояния безопасности эту концепцию можно использовать применительно к одному событию, например при проведении анализа происшествия/инцидента; или ее можно использовать для определения системных закономерностей в большом числе событий, например при проведении эксплуатационных проверок. Концепция КУО может использоваться и в качестве средства лицензирования, т. к. она помогает уточнить требования к характеристикам работоспособности человека и выявить его сильные и слабые стороны, а это дает возможность определить квалификационные требования в более широкой перспективе управления безопасностью полетов. Следовательно, концепция КУО

может оказаться полезным средством при проведении обучения на рабочих местах (ОРМ). Кроме того, концепцию КУО можно использовать в качестве руководства для предоставления информации о требованиях к обучению, помогая тем самым соответствующей организации повысить актуальность осуществляемых ею учебных мероприятий и, соответственно, повысить эффективность профилактических мер организационного характера. Помимо этого, концепция КУО может использоваться в целях проведения обучения специалистов по контролю качества, которые несут ответственность за оценку эксплуатации средств в рамках проведения сертификации.

Концепция КУО состоит из трех основных компонентов, а именно: угроз, ошибок и нежелательных состояний. Согласно этой концепции угрозы и ошибки являются частью повседневной деятельности ТС, с которыми должны справляться операторы транспортных средств (ОТС), поскольку угрозы и ошибки могут спровоцировать возникновение нежелательных состояний. ОТС также должны контролировать нежелательные состояния, т. к. они могут привести к опасным последствиям. Контроль нежелательных состояний является одним из основных компонентов концепции КУО и имеет такое же важное значение, как и контроль факторов угрозы и ошибок. Контроль нежелательных состояний в значительной мере является последней возможностью избежать опасных последствий и, таким образом, обеспечить выдерживание порогового уровня безопасности.

Угрозы определяются как события или ошибки, возникающие вне сферы влияния ОТС, которые усложняют условия эксплуатации и должны контролироваться в целях выдерживания порогового уровня безопасности. При выполнении обычных операций ОТС приходится учитывать различные контекстуальные сложности, с тем, чтобы справиться с задачей управления. Такие сложности включают в себя, например, неблагоприятные метеорологические условия, высокие горы, окружающие

аэропорт, перегруженное воздушное пространство, неисправности воздушных судов и/или ошибки, которые совершают другие люди, находящиеся за пределами помещения службы управления воздушным движением (т. е. летные экипажи, сотрудники наземных служб или специалисты по техническому обслуживанию). В рамках концепции КУО такие сложности рассматриваются как угрозы, поскольку они могут снижать пороговый уровень безопасности.

Возникновение некоторых угроз можно предвидеть, поскольку ОТС знает о них и ожидает их появления. Например, для того чтобы предвидеть возможность смены ВПП или направления ее использования, диспетчер управления воздушным движением может воспользоваться информацией, содержащейся в прогнозах погоды. Другим примером является ненадежная связь в диапазоне высоких частот (ВЧ), которая обуславливает необходимость использования альтернативных вариантов. Некоторые угрозы могут возникать совершенно неожиданно. В этом случае ОТС должны уметь применять свои навыки и знания, которыми они овладели в ходе обучения, и использовать накопленный опыт работы. Независимо от вида угрозы (ожидаемой или внезапной) одним из показателей способности ОТС эффективно контролировать факторы угрозы является умение обнаружить угрозы достаточно заблаговременно и отреагировать на них посредством принятия соответствующих контрмер.

В рамках концепции КУО угрозы считаются фактическими (угрозы существуют и их нельзя избежать), а их последствия являются потенциальными. Одним из примеров является неработоспособное оборудование. Ситуация, когда основное и/или дополнительное оборудование находится в состоянии отказа или когда оборудование становится недоступным в результате предварительно запланированной работы по техническому обслуживанию, представляет собой фактическую угрозу. Различие в этом случае заключается в потенциальных последствиях и требуемых контрмерах, которые применяет ОТС с тем,

чтобы справиться с данной угрозой. Если отказ основного оборудования происходит внезапно, то возможные последствия являются более серьезными в тех случаях, когда резервная система находится в нерабочем состоянии в связи с проведением технического обслуживания. В рамках каждого сценария ОТС могут принимать различные меры. В том случае, если угроза проявляется в совершаемых ошибках, то имеет место нежелательное состояние, возникшее в результате неверно контролируемых факторов угрозы и ошибок. В такой ситуации ОТС забывает об угрозах и ошибках и контролирует нежелательное состояние.

Смысл состоит в том, что в соответствии с принципами, лежащими в основе концепции КУО, угрозы представляют собой ситуации и/или события, которые эксплуатационный персонал не может избежать или устранить, их можно только контролировать. Вот почему в основе КУО лежит принцип контроля факторов угрозы, а не ее предупреждения или устранения. Независимо от того, что они делают, и в какой степени они предвидят угрозу, ОТС могут только контролировать ее потенциальные последствия через стратегию принятия соответствующих контрмер. Определение термина "угроза" предполагает использование данного принципа: "События, возникающие вне сферы влияния диспетчера управления воздушным движением, которые должны контролироваться". Принципиальная исходная посылка, лежащая в основе концепции КУО, заключается в том, что угрозы являются неизбежными компонентами сложных эксплуатационных условий, и поэтому КУО предусматривает контроль факторов угрозы в отличие от их предупреждения или устранения.

Контроль факторов угрозы является структурным элементом контроля ошибок и нежелательных состояний. Собранные к настоящему времени данные о работе ОТС показывают, что неправильные действия по контролю факторов угроз часто непосредственно связаны с ошибками, которые в свою очередь чаще всего связаны с нежелательными

состояниями. Тем не менее, взаимосвязь "угроза – ошибка – нежелательное состояние" необязательно является явной и не всегда можно установить линейную зависимость или однозначную связь между угрозами, ошибками и нежелательными состояниями. Строго говоря, в концепции КУО даются две важные оговорки: 1) угрозы могут иногда непосредственно приводить к нежелательным состояниям без возникновения ошибок; и 2) эксплуатационный персонал может случайно совершить ошибки, когда не наблюдаются никакие угрозы. Кроме того, следует иметь в виду, что при возникновении некоторых угроз ошибки или нежелательные состояния могут не дать реальной возможности контролировать факторы этих угроз. Контроль факторов угрозы представляет собой наиболее упреждающий подход к поддержанию пороговых уровней безопасности посредством с самого начала сведения на нет ситуаций, ставящих под угрозу безопасность.

В концепции КУО ошибка определяется как "действие или бездействие ОТС, приводящее к отклонению от организационно обусловленных, либо планируемых или ожидаемых диспетчером управления воздушным движением результатов". Неконтролируемые и/или неправильно контролируемые ошибки часто приводят к нежелательным состояниям. Поэтому совершенные в условиях эксплуатации ошибки ведут к снижению пороговых уровней безопасности и повышению вероятности возникновения нежелательного события. Ошибки могут быть спонтанными (т. е. без прямой связи с конкретными, очевидными угрозами) или непосредственно связанными с угрозами, или быть частью цепи ошибок.

Независимо от того, какая ошибка совершена, ее влияние на безопасность зависит от того, смог ли ОТС обнаружить эту ошибку и принять соответствующие меры до того, как она приведет к нежелательному состоянию или, если она не будет учтена, – к опасным последствиям. Поэтому одна из целей концепции КУО заключается во

владении умением контролировать ошибки (т. е. умения обнаруживать ошибки и предпринимать ответные действия), а не только в том, чтобы в первую очередь определять причины ошибки (т. е. устанавливать причинные связи и предпринимать действия). С точки зрения безопасности считается, что совершенные в ходе эксплуатации ошибки, которые своевременно обнаружены и для ликвидации которых предприняты немедленные действия (т. е. контролируемые надлежащим образом), а также ошибки, которые не стали причиной нежелательных состояний или не снизили уровень безопасности, в эксплуатационном отношении не имеют значения. Владение умением контролировать ошибки имеет такое же, если не более важное значение, как и определение наиболее распространенных видов ошибок.

В концепции КУО используется три основные категории ошибок, такие как ошибки управления оборудованием, процедурные ошибки и ошибки связи. В концепции КУО ошибки классифицируются на основе критерия первичного взаимодействия ОТС в тот момент, когда ошибка совершена. Таким образом, ошибка включается в категорию ошибок управления оборудованием, если ОТС неправильно взаимодействует с оборудованием (например, с помощью органов управления, функции автоматизации или систем). Ошибка включается в категорию процедурных, если ОТС неверно использует какую-либо процедуру (например, контрольные карты, стандартные эксплуатационные процедуры). Ошибками связи считаются ошибки во взаимодействии ОТС с другими людьми.

Нежелательные состояния представляют собой рабочие условия, в которых непредусмотренная обстановка вызывает снижение порогового уровня безопасности. Нежелательные состояния, возникшие в результате неэффективного контроля факторов угрозы и/или ошибки, могут привести к ситуациям, ставящим под угрозу выполнение перевозки или снижающим пороговый уровень безопасности. Нежелательные состояния часто

считаются последним этапом перед инцидентом или происшествием, поэтому они должны контролироваться ОТС. К примерам нежелательных состояний относятся набор высоты или снижение воздушного судна до эшелона полета/высоты, на котором (которой) находится другое воздушное судно, или поворот воздушного судна в направлении, противоположном тому, которое было запланировано или указано. Важно четко проводить различия между нежелательными состояниями и последствиями. Нежелательное состояние представляет собой переходное состояние от нормального рабочего состояния к последствию. С другой стороны, последствия представляют собой конечное состояние, чаще всего как событие, о котором надлежит уведомить (например, инциденты и происшествия). Проведение различий между нежелательными состояниями и последствиями имеют важное значение для подготовки и принятия эффективных корректирующих мер. На этапе нахождения в нежелательном состоянии ОТС располагает возможностью посредством принятия соответствующих мер КУО восстановить ситуацию и вернуться к нормальному рабочему состоянию, восстанавливая тем самым пороговый уровень безопасности. После того как нежелательное состояние переходит в последствие, восстановление ситуации без снижения предельного уровня безопасности больше не представляется возможным. В этом случае подразумевается, что ОТС будут пытаться смягчить данное последствие, однако пороговый уровень безопасности уже понизился, и поэтому он должен быть восстановлен.

## **ТЕМА 7.**

### **Выявление опасности. Оценка и анализ безопасности транспортных систем**

*Методы идентификации опасности. Контроль функционирования. Расследование происшествий и инцидентов. Система донесений. Причинный анализ. Оценка уровня*



*безопасности. Оценка уровня риска. Выявление факторов опасности. Причинный анализ. Модель причинного анализа. Принципы разработки мероприятий по обеспечению безопасности транспорта. Подведение итогов, анализ и планирование мероприятий по обеспечению безопасности транспортных систем.*

## **Лекция 9. Оценка уровня безопасности**

### **Показатели безопасности**

Оценка уровня безопасности производится с использованием показателей безопасности. Показатели безопасности являются индикаторами состояния транспортной системы и используются для оценки эффективности деятельности транспортных предприятий и отрасли в целом, поэтому к ним предъявляются специальные требования. Показатели безопасности должны обладать необходимой чувствительностью, т. е. способностью реагировать на изменения состояния по безопасности, высокой избирательностью, т. е. способностью выявлять те процессы изменения в ТС, которые влияют на безопасность.

Для количественной оценки уровня безопасности используются статистические и аналитические показатели. Выбор показателей определяется целью их применения. Статистические показатели безопасности представляются физическими величинами или их отношением и вычисляются на основе данных статистических исследований или данных, полученных при эксплуатации транспортных средств. Количество статистических показателей достаточно велико. Все они могут быть представлены двумя группами показателей: абсолютными и относительными.

Группу абсолютных показателей составляют показатели, характеризующие суммарный ущерб, нанесенный в процессе эксплуатации ТС. К ним относятся неблагоприятные события (НС), происшедшие за

установленный промежуток времени. Это могут быть: количество погибших людей, количество происшествий, количество инцидентов.

Происшествием является любое событие, которое произошло во время эксплуатации ТС и повлекло за собой следующее:

- смерть или серьезное телесное повреждение;
- существенное повреждение ТС, включая разрушение его конструкции, или необходимость в крупном ремонте;
- ТС пропадает без вести.

Инцидентом является любое событие, кроме происшествия, связанное с использованием ТС, которое влияет или могло бы повлиять на безопасность эксплуатации.

Относительные показатели представляют собой отношение абсолютных показателей к показателям производственной деятельности, полученным за аналогичный период времени. Количество относительных показателей очень велико.

В практике гражданской авиации различных стран используются следующие относительные показатели:

количество катастроф на 100 млн. км налета:

$$V_1 = \frac{n_k}{S} 10^8,$$

где  $S$  - общий налет парка воздушных судов, км;

количество катастроф на 100 тыс. ч налета:

$$V_2 = \frac{n_k}{T} 10^6,$$

где  $T$  - общий налет всего парка воздушных судов, ч;

количество катастроф на 100 тыс. полетов:

$$V_3 = \frac{n_k}{N} 10^6,$$

где  $N$  - общее число полетов (взлет-посадок);

количество катастроф на 100 млн. ткм перевозок:

$$V_4 = \frac{n_k}{Q} 10^8,$$

где  $Q$  - объем перевозок, ткм;

количество катастроф на 100 тыс. га обработанных площадей:

$$V_s = \frac{n_k}{B} 10^8,$$

где  $B$  - объем выполненных работ, га;

количество погибших пассажиров на млн перевезенных:

$$W_1 = \frac{l}{L} 10^6,$$

где  $L$  - число перевезенных пассажиров;

количество погибших пассажиров на 100 млн. пас.-км перевозок:

$$W_2 = \frac{l}{C} 10^8,$$

где  $C$  - объем перевозок, пас.-км; показатель выживаемости:

Единого показателя безопасности, который был бы приемлем для всех случаев, не существует. Показатель, выбранный для выражения заданного уровня безопасности, должен соответствовать сфере применения, с тем чтобы обеспечить возможность эффективной оценки состояния безопасности с помощью тех же параметров, которые использовались при определении заданного уровня безопасности.

Наряду с показателями общего вида, получаемыми на основе всей статистики неблагоприятных событий в гражданской авиации, в ряде случаев целесообразно использовать частные показатели. В отличие от общих частные показатели получаются на основе той части статистики неблагоприятных событий и наработки, которая касается конкретного типа транспортного средства, конкретной группы причин (причины), конкретного предприятия

$$V_{l,j,f,t} = \frac{d_{l,j,f,t}}{A_{l,j,f,t}(t)}; \quad W_{l,j,f,t} = \frac{l_{l,j,f,t}}{A_{l,j,f,t}(t)},$$

где  $l, j, f, t$  - индексы конкретных типов ТС, групп причин, видов деятельности, предприятий.

Аналитические показатели вычисляются с использованием методов теории вероятности и поэтому называются вероятностными. По своей сущности они отражают процесс представления НС как случайных событий. В качестве вероятностного показателя безопасности принимают значение вероятности возникновения НС в  $N$  полетах. Если условия выполнения полетов одинаковы, то для вычисления вероятности используют частную теорему теории вероятности о повторении опытов, в соответствии с которой

$$Q(N) = C_N^n Q^n (1 - Q)^{N-n};$$

$$C_N^n = \frac{N!}{n!(N-n)!},$$

где  $Q$  - вероятность возникновения НС в одном полете.

В тех случаях, когда условия выполнения полетов неодинаковы, для вычисления  $Q(N)$  используют общую теорему теории вероятности о повторении опытов.

### Понятие риска

В практике встречаются различные трактовки термина "риск". В психологическом словаре риск трактуется как действие, направленное на привлекательную цель, достижение которой сопряжено с элементами опасности, угрозой потери, неуспеха. Возможно определение риска как характеристики деятельности, свидетельствующей о неопределенности ее исхода и возможных неблагоприятных последствиях в случае неуспеха, либо как меры неблагоприятия при неуспехе в деятельности, определяемой сочетанием вероятности и величины неблагоприятных последствий. Ряд трактовок раскрывает риск как вероятность возникновения несчастного случая, опасности, аварии или катастрофы при

определенных условиях (состоянии) производства или окружающей человека среды.

Общим во всех приведенных определениях является то, что риск включает неуверенность, произойдет ли нежелательное событие и возникнет ли неблагоприятное состояние. В соответствии с современными взглядами риск обычно понимается как вероятностная мера возникновения опасных техногенных или природных явлений, а также характеристика размера нанесенного при этом социального, экономического, экологического и других видов ущерба и вреда. Иными словами под риском следует понимать ожидаемую частоту или вероятность возникновения опасностей определенного класса, или же размер возможного ущерба (потерь, вреда) от нежелательного события, или же некоторую комбинацию этих величин.

Применение понятия риск позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий. Риск, фактически, есть мера опасности. Часто используемое понятие "степень риска" (Level of risk), по сути, не отличается от понятия риск, но лишь подчеркивает, что речь идет об измеряемой величине. Возникновение опасных ситуаций является результатом проявления определенной совокупности факторов риска, порождаемых теми или иными источниками, обстоятельствами, условиями.

Применительно к проблеме безопасности деятельности ГА такими событиями могут быть: ухудшение под воздействием неблагоприятных факторов полета здоровья или смерть человека (пользователя услуг воздушного транспорта), значительные повреждения или разрушение воздушного судна, загрязнения или разрушение экологической системы, вызванные факторами деятельности ГА, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличение затрат на безопасность.

Каждое нежелательное событие может возникнуть по отношению к определенной жертве - объекту риска. Связь объектов риска и

нежелательных событий позволяет различать индивидуальный, технический, экологический, социальный и экономический риск. Каждый вид риска имеет характерные источники возникновения.

Индивидуальный риск определяется вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций. Его можно оценить числом событий, принесших вред жизни и здоровью людей в результате проявления определенного фактора риска:

$$R_{\text{И}} = \frac{P(t)}{L(f)}$$

где  $R_{\text{И}}$  - индивидуальный риск;

$P$  - число пострадавших (погибших) в единицу времени  $t$  от определенного фактора риска  $f$ ;

$L$  - число людей, подверженных соответствующему фактору риска  $f$  в единицу времени  $t$ .

Индивидуальный риск может быть добровольным, если он обусловлен деятельностью человека на добровольной основе, и вынужденным, если человек подвергается риску в составе части общества (например, использование услуг потенциально опасного транспорта).

Технический риск - комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов:

$$R_{\text{Т}} = \Delta T(t) / T(f)$$

где  $R_{\text{Т}}$  - технический риск;

$T$  - число происшествий вследствие отказов техники в единицу времени  $t$  на идентичных технических системах и объектах;

$T$  - число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска  $f$ .

Использование рассматриваемых видов риска позволяет выполнять поиск оптимальных решений по обеспечению безопасности, как на уровне отдельных предприятий, так и в масштабах государства. Для этого необходимо выбрать значения приемлемого риска. Приемлемый риск сочетает в себе технические, экологические, социальные аспекты и представляет некоторый компромисс между приемлемым уровнем безопасности и экономическими возможностями его достижения, т.е. можно говорить о снижении индивидуального, технического или экологического риска, но нельзя забывать о том, сколько за это придется заплатить и каким в результате окажется социальный риск.

С анализом риска тесно связан процесс оценки риска. Оценка риска это процесс, используемый для определения величины (меры) риска для здоровья человека, материальных ценностей, окружающей природной среды и других ситуаций, связанных с реализацией опасности. Оценка риска - обязательная часть анализа.

На этом этапе установленные опасности должны быть оценены с целью выделения опасностей с неприемлемым уровнем риска. Этап служит основой для разработки рекомендаций и принятия мер по уменьшению опасностей. При этом и критерии приемлемого риска, и результаты оценки риска могут быть выражены как качественно, так и количественно.

Оценка риска включает в себя анализ частоты и анализ последствий. Однако, когда последствия незначительны и частота крайне мала, достаточно оценить лишь один из указанных параметров.

Существуют разные подходы к оценке риска. Первый из них - инженерный. Он опирается на статистику реализовавшихся опасностей, на вероятностный анализ безопасности, который обычно включает построение и расчет так называемых деревьев событий и деревьев отказов. С помощью первых прогнозируют возможные последствия развития той или иной опасности, а деревья отказов, наоборот, помогают проследить

все причины, которые способны вызвать какое-то нежелательное событие. Когда деревья построены, рассчитывается вероятность реализации каждого из сценариев (каждой ветви), а затем - общая вероятность небезопасных событий в анализируемой системе.

Второй подход, модельный, - основан на рассмотрении моделей воздействия вредных факторов на человека и окружающую среду. Эти модели могут оценивать воздействия как в ходе работы систем в штатном режиме, так и при возникновении в них особых ситуаций.

Оба подхода основаны на расчетах, однако, для таких расчетов далеко не всегда хватает надежных исходных данных. В этом случае приемлем третий подход - экспертный: вероятности различных событий, связи между ними и последствиями определяют не вычислениями, а опросом опытных специалистов. Наконец, в рамках четвертого подхода - социологического - исследуется отношение людей к разным видам риска, например с помощью социологических опросов.

То, что для определения риска могут использоваться столь несхожие между собой методы, не должно удивлять. В разных задачах под риском могут понимать или вероятность нежелательного события, или масштаб возможного ущерба от него, или комбинацию двух этих величин. Описывая риск, нужно учитывать и выгоду, которую получает общество, когда на него идет (бесполезный риск недопустим, даже если он ничтожно мал). Иными словами, величина риска - это не какое-то одно число, а вектор, состоящий из нескольких компонент. И поэтому обычно имеют дело с так называемым многокритериальным выбором, процедура которого описывается в теории принятия решений.

Анализ неопределенностей - составная часть оценки риска. Основными источниками неопределенностей при анализе рисков являются информация о надежности оборудования и персонала, а также допущения в принятых моделях аварийного процесса. Чтобы правильно оценить величину риска, необходимо понимать природу неопределенности и



причины ее возникновения. Интерпретация неопределенности - это перевод неопределенности исходных параметров, использованных при оценке риска, в неопределенность результатов. Источники неопределенности должны по возможности идентифицироваться. Основные параметры, к которым анализ чувствителен, должны быть представлены в результатах.

Сложные и трудоемкие расчеты зачастую дают значение риска, точность которого невелика. Для сложных технических систем точность расчетов индивидуального риска, даже в случае наличия всей необходимой информации, не выше одного порядка. При этом проведение полной количественной оценки риска более полезно для сравнения различных вариантов действий (например, варианты проведения конструктивных доработок авиатехники), чем для принятия заключения о степени безопасности объекта. Зарубежный опыт показывает, что наибольший объем рекомендаций по обеспечению безопасности вырабатывается с применением качественных (из числа инженерных) методов анализа риска, позволяющих достигать основных целей риск-анализа при использовании незначительного объема информации и затрат труда. Однако количественные методы оценки риска всегда очень полезны, а в некоторых ситуациях - и единственно возможны, например, при сравнении опасностей различной природы или при экспертизе особо опасных, сложных и дорогостоящих технических систем.

### **Лекция 10. Причинный анализ**

Проявление опасности в транспортной системе характеризуется возникновением неблагоприятных событий. Необходимое условие для обеспечения безопасности - вскрытие происшедших неблагоприятных событий с последующим изучением процесса их возникновения. Классическим методом изучения процесса возникновения

неблагоприятных событий является причинный анализ, в основе которого лежит установление причинной связи. Причинная связь - одна из форм всеобщей взаимосвязи явлений объективного мира. Причинная связь двух явлений (событий) состоит в том, что одно явление (событие) необходимо вызывает другое явление (событие). Это означает, что, когда возникает первое явление - причина, всегда возникает и второе - следствие (действие). «...Действие не содержит вообще ничего, что содержится в причине, и наоборот, причина не содержит ничего, чего нет в ее действии. Причина есть причина постольку, поскольку она порождает действие, и причина - это только определение: иметь действие, а действие - это лишь определение: иметь причину. В самой причине как таковой заключается ее действие, а в самом действии - причина. Если бы причина еще не действовала или если бы она перестала действовать, то она не была бы причиной, и действие, поскольку его причина исчезла, уже не действие...» (Гегель. Наука логики. - М.: Мысль, 1971).

Причинная связь характеризуется рядом присущих ей особенностей, которые формулируются следующим образом. Если имеется причина и необходимые условия ее проявления, то обязательно возникает и следствие. Если есть следствие — значит ему предшествовала причина (необходимый характер причинной связи). Причина вместе с условиями полностью определяет характер следствия (однозначность причинной связи). Одна и та же причинная связь может повторяться много раз (причинная связь носит общий характер). Причина всегда предшествует следствию. Причина причины данного явления (события) является также причиной этого явления (события).

Отношения между причиной и действием носят характер взаимодействия. «То, что здесь или теперь является причиной, становится там или тогда следствием и наоборот» (Энгельс Ф. Анти-Дюринг, 1957, с. 22). Причинная связь имеет свою внутреннюю структуру, особенности которой позволяют выделить три ее разновидности:

бинарная - двухзвенная связь причины и следствия;

причинная цепь - последовательная сменяемость причинных звеньев, при которой предшествующие причины являются следствием других причин и т. д.;

причинная сеть - дерево причинности, представляющее систему явлений, охваченных единой динамической структурой.

Исключительно важным моментом причинного анализа является выделение причин и условий. В причинном анализе понятия причины и условия неразделимы. Они существуют и проявляются только совместно.

Цель системного анализа безопасности состоит в том, чтобы выявить причины, влияющие на появление нежелательных событий и разработать предупредительные мероприятия, уменьшающие вероятность их появления. Любая опасность реализуется, принося ущерб, по какой-то причине или нескольким причинам. Без причин нет реальных опасностей. Следовательно, предотвращение опасностей или защита от них базируется на знании причин. Между реализованными опасностями и причинами существует причинно-следственная связь: опасность есть следствие некоторой причины (причин), которая, в свою очередь, является следствием другой причины и т.п. Таким образом, причины и опасности образуют иерархические, цепные структуры или системы. Графическое изображение таких зависимостей чем-то напоминает ветвящееся дерево. Поэтому полученные в процессе анализа безопасности графические изображения принято называть «деревьями причин и опасностей».

Построение «деревьев» является исключительно эффективной процедурой выявления причин различных нежелательных событий (аварий, травм, пожаров, дорожно-транспортных происшествий и т.д.). Основной проблемой при анализе безопасности является установление параметров или границ "дерева". Эти ограничения целиком зависят от конкретных целей анализа.

## Модель Ризона

Признание концепции происшествия по организационным причинам в масштабе отрасли стало возможным благодаря модели, разработанной профессором Джеймсом Ризоном. Согласно модели для того, чтобы произошло происшествие, требуется воздействие одновременно ряда содействующих факторов, каждый из которых необходим, но сам по себе недостаточен для нарушения защиты системы. Поскольку ТС имеют чрезвычайно хорошую защиту из нескольких уровней, единичные отказы редко имеют серьезные последствия. Отказы оборудования или эксплуатационные ошибки никогда не являются причиной нарушения защиты безопасности, а скорее служат пусковыми факторами. Нарушение защиты безопасности представляет собой замедленное последствие решений, принимаемых на самых высших уровнях системы, которые не проявляются до тех пор, пока их воздействие или разрушающий потенциал не будет инициирован конкретным стечением эксплуатационных обстоятельств. В концепции, выдвигаемой моделью Ризона, все происшествия включают сочетание активных и скрытых условий.

Активные отказы – это действие или бездействие, включая ошибки и нарушения, которые оказывают прямое негативное воздействие. Они, как правило, считаются опасными действиями. Активные отказы, как правило, ассоциируются с непосредственными исполнителями (пилотами, диспетчерами УВД, авиационными инженерами-механиками и т. д.) и могут привести к аварийным последствиям. Они обладают потенциалом проникновения через средства защиты ТС, предусмотренные организацией, регламентирующими органами и т. д. Активные отказы могут являться следствием обычных ошибок или они могут быть результатом отклонений от предписанных процедур и практики.

Активные отказы со стороны эксплуатационного персонала имеют

место в эксплуатационном контексте, который включает скрытые условия. Скрытые условия представляют собой условия, присутствующие в системе задолго до проявления вредного воздействия, которые приводятся в действие местными пусковыми факторами. Последствия скрытых условий могут не проявляться в течение длительного времени. По отдельности такие скрытые условия обычно не считаются вредными, поскольку изначально они не рассматриваются как отказы.

Скрытые условия проявляются после нарушения средств защиты системы. Такие условия обычно создают люди, которые сами весьма далеки во времени и пространстве от этого события. Эксплуатационный персонал "переднего края" наследует скрытые условия в системе, например условия, создаваемые плохой конструкцией оборудования или постановкой задачи, недостатками в организации или управленческими решениями. Лежащий в основе происшествия по организационным причинам подход направлен на выявление и уменьшение последствий этих скрытых условий. Активные отказы – это всего лишь симптомы проблем с безопасностью полетов, а не их причины. Даже в наиболее эффективно управляемых организациях большинство скрытых условий порождаются лицами, ответственными за принятие решений. Поскольку отрицательное воздействие управленческих решений не всегда можно предотвратить, следует принимать меры для их обнаружения и уменьшения их отрицательных последствий.

Если обратиться к рис. 5, то на нем модель Ризона изображена таким образом, чтобы можно было понять, какую роль в причинности авиационного происшествия играют организационные и управленческие факторы. Лежащее в основе модели Ризона понятие происшествия по организационным причинам можно лучше всего понять, применив модульный подход, состоящий из пяти структурных элементов. Верхний структурный элемент символизирует организационные процессы. Это такие виды деятельности, которые в любой организации в определенной

степени непосредственно контролируются. Типичные примеры этому – выработка руководящих указаний, планирование, обмен информацией, распределение ресурсов, надзор и т. д. Сбои или недостатки в этих организационных процессах порождают предпосылки к срывам по двум направлениям.



Рис. 5. Модель Ризона

Одно направление – это путь скрытых условий. Примеры скрытых условий могут включать: недостатки в конструкции оборудования, неправильные стандартные эксплуатационные правила и упущения в подготовке персонала. В общем, скрытые условия можно подразделить на две большие группы. Одна группа – это недостаточно эффективное выявление факторов опасности и управление факторами риска для безопасности, в результате чего факторы риска для безопасности, связанные с факторами опасности, не берутся под контроль, а свободно блуждают в системе и в конечном счете приводятся в активное состояние эксплуатационными пусковыми факторами.

Вторая группа известна как нормализация отклонений – понятие, которое, говоря простыми словами, указывает на эксплуатационный

контекст, в котором исключение становится правилом. В этом случае неадекватность выделенных ресурсов доходит до крайности.

Другим направлением, вытекающим из организационных процессов, является путь к условиям на рабочем месте. Условия на рабочем месте являются факторами, которые непосредственно влияют на эффективность деятельности людей в ТС. Далеко не оптимальные условия на рабочем месте порождают активные отказы со стороны эксплуатационного персонала. Активные отказы можно рассматривать либо как ошибки, либо как нарушения. С точки зрения происхождения по организационным причинам, меры по обеспечению безопасности должны быть направлены на контроль за организационными процессами, для того чтобы выявлять скрытые условия и таким образом усиливать средства защиты. Меры по обеспечению безопасности также должны быть направлены на улучшение условий на рабочем месте для сдерживания активных недостатков, поскольку именно взаимная причинная связь всех этих факторов приводит к сбоям в сфере обеспечения безопасности.

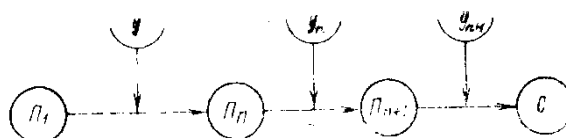
#### Модель причинного анализа на основе данных об особых ситуациях

Причина неблагоприятного события носит активный, преобразовательный характер и находится с неблагоприятным событием в необходимой связи, вызывая качественные изменения в состоянии системы «экипаж - воздушное судно». На практике эти изменения, как правило, приводят к возникновению особых ситуаций в полете. Реализация причины через свое действие может произойти только при наличии соответствующих условий.

Условия как пассивные формы всеобщего взаимодействия не находятся в необходимой связи с возникновением особой ситуации. Они выполняют как бы роль катализатора и могут ускорить или замедлить развитие процесса, влияют на его количественную сторону.

При установлении причинной связи возможны два встречающихся на практике случая. Первый характеризуется наличием всей необходимой для установления причинной связи информации, второй - отсутствием части необходимой информации. В первом случае мы имеем дело с установлением причинной связи в условиях достаточной информации. Во втором - с установлением причинной связи в условиях недостаточной информации. В тех случаях, когда такой информации недостаточно, причина определяется на основе использования вероятностных оценок, применение которых не означает отмены объективно существующего необходимого характера связи причины и действия. Оно означает лишь ограниченность, несовершенство методов ее познания. Причина, определяемая на основе вероятностных оценок, называется вероятной причиной.

Как правило, любая причинная связь многозвенна (Рис. 6.). С точки зрения причинного анализа все звенья причинной цепи равнозначны. Однако для практических целей в ряде случаев удобно и целесообразно выделять отдельные звенья.



П - причины; У - условия; С - следствие

Рис. 6. Многозвенность причинной связи:

Существуют два способа выделения звеньев причинной цепи по их положению в ней. Суть первого способа заключается в выделении первого и последнего звеньев причинной цепи. Первое звено является начальным звеном цепи и содержит событие, которое называется первопричиной. Последнее звено — конечное звено цепи содержит событие, которое



называется непосредственной причиной. Кроме того, в причинной цепи часто бывает целесообразно выделить звено, которое содержит событие, получившее название главной причины. Такое звено определяется из условий того, что при воздействии на причинную связь с целью ее уничтожения разрыв именно в этом звене наиболее вероятен и целесообразен. Вторым способом заключается в выделении звеньев причинной цепи по месту и времени их происхождения в авиационной системе. При этом выделяют такие три звена, как организация полетов, обеспечение полетов, полет.

При установлении причин в цепи необходимо стремиться к тому, чтобы вычленили два соседних звена, одно из которых причина, другое следствие. Построение причинной связи неблагоприятного события (НС) - сложный процесс. Его можно разбить на несколько этапов, каждый из которых в достаточной степени самостоятелен. Первый этап заключается в установлении вида неблагоприятного события, являющегося результатом неблагоприятного исхода полета, и идентификации вида особой ситуации, непосредственно предшествующей ему. Тем самым определяются степень опасности неблагоприятного события и условия его появления из предшествующей особой ситуации. Вторым этапом направлено на изучение динамики изменения опасности. В ходе его реализации устанавливается последовательность изменения состояний ТС.

Третий этап заключается в установлении причинных цепей особых ситуаций. Таких причинных цепей должно быть столько, сколько изменений состояний ТС произошло при перевозке. Схема определения причинной цепи для каждой ситуации идентична. Она включает выявление всей последовательности событий от первопричины до непосредственной причины, обусловивших с необходимостью возникновение рассматриваемой особой ситуации. При этом в каждой причинной цепи следует выделить три звена:

начальное - звено первопричины или причины, возникшей в результате недостатков и организации ТС и обусловившей появление отклонений в работе служб;

среднее - звено причин, представляющих собой отклонения в работе служб обеспечения транспортной перевозки и повлекших появление отказов ТС системы при выполнении перевозки;

конечное - звено непосредственных причин неблагоприятных событий или причин, представляющих собой отказы ТС при осуществлении перевозки.

Причинная цепь, относящаяся к особой ситуации, непосредственно приведшей к неблагоприятному событию, называется основной. Причинные цепи, относящиеся к любой другой особой ситуации, называются сопутствующими. Соответственно причины основной причинной цепи являются основными, а причины сопутствующих причинных цепей - сопутствующими.

Четвертый этап завершает построение схемы причинного анализа.

(Рис. 7.).

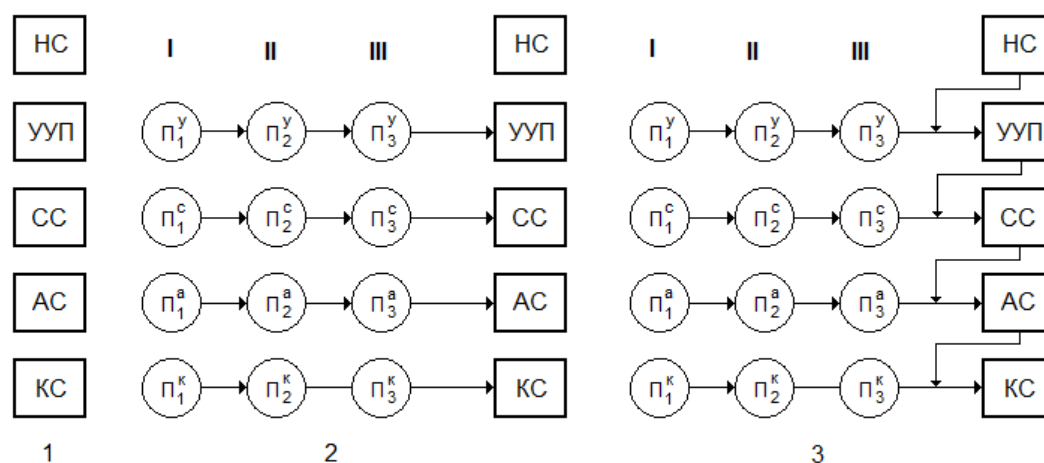


Рис. 7. Принцип построения модели причинного анализа на основе использования ОС

Он заключается в определении взаимосвязи между отдельными причинными цепями особых ситуаций. При этом следует иметь в виду

возможность двух принципиально отличающихся вариантов. Для первого варианта характерно то, что предыдущая причинная цепь по отношению к конечному звену последующей причинной цепи становится условием ее проявления. Второй вариант представляет собой случай, когда предыдущая причинная цепь по отношению к конечному звену последующей причинной цепи представляет собой причину ее появления.

В условиях реализации концепции управления безопасностью за человеком устанавливается право на ошибку. Оно предполагает введение нового вида ответственности по выполнению функций самоуправления, самоконтроля. На нее возлагается ответственность за возникновение особой ситуации. С целью выявления недостатков в реализации функций самоконтроля в причинной цепочке необходимо выделить все три звена. При этом определяющим становится первое звено, в котором рассматриваются недостатки в организации транспортного процесса. Дело в том, что функцию самоконтроля способен осуществлять тот, кто действует от имени организатора системы (от имени администрации). Оператор может находиться на одном уровне ответственности и возможностей с администрацией, если создана единая безопасная корпоративной культура. Корпоративная культура повышает статус простого оператора, превращая его в администратора по отношению к самому себе. В первом звене причинной цепочке совершается суд над корпоративной культурой, а, значит, над организацией системы.

## **ТЕМА 8**

### **Управление безопасностью транспортных систем**

*Государственное управление безопасностью. Коммерческое управление безопасностью. Использование ресурсов человека в целях обеспечения безопасности. Экология транспортных систем.*

#### **Лекция 11. Основы управления безопасностью**

В успешных транспортных организациях управление безопасностью является одной из основных производственных функций – аналогично функции управления финансами. Эффективное управление безопасностью предполагает реалистичный баланс между целями обеспечения безопасности и производственными целями. Таким образом, скоординированный подход, при котором анализируются цели и ресурсы данной организации, помогает добиться того, чтобы решения, касающиеся сферы безопасности полетов, были реалистичными и дополняли эксплуатационные потребности организации. В любой отрасли существуют пределы финансовых и эксплуатационных возможностей. Поэтому определение приемлемого и неприемлемого риска имеет важное значение для рентабельного управления безопасностью.

При надлежащем внедрении меры по управлению безопасностью повышают не только уровень безопасности, но и эффективность работы организации. Накопленный в ТС опыт и уроки, извлеченные из исследований происшествий, подчеркивают важность системного, проактивного и четкого подхода к вопросам управления безопасностью.

- **Системный** означает, что меры по управлению безопасностью будут осуществляться по заранее составленному плану и последовательно применяться во всей организации.

- **Проактивный** означает, что будет принят подход, при котором основной акцент делается на профилактике путем выявления опасных факторов и принятия мер по уменьшению риска, прежде чем произойдет какое-либо опасное событие и окажет неблагоприятное влияние на состояние безопасности.

- **Четкий** означает, что все меры по управлению безопасностью должны быть задокументированными, наглядными и осуществляться отдельно от других видов управленческой деятельности.

Системный, проактивный и четкий подход к вопросам безопасности гарантирует, что в долгосрочной перспективе обеспечение безопасности станет неотъемлемой частью повседневной работы организации и что предпринимаемые ею меры безопасности будут направлены на те области, где выгоды будут наибольшими.

Современные подходы к управлению безопасностью сформировались под влиянием роли организационных проблем как факторов, способствующих происшествиям и инцидентам. Безопасность невозможно обеспечить только за счет введения правил или директив, касающихся процедур, которым должен следовать эксплуатационный персонал. Область управления безопасностью охватывает большинство видов деятельности организации. По этой причине управление безопасностью должно начинаться с высшего руководящего состава, а результаты в сфере безопасности должны анализироваться на всех уровнях организации.

#### Направления деятельности в сфере управления безопасностью

Организации, наиболее успешно управляющие безопасностью полетов, на практике осуществляют ряд общих для них видов деятельности. Некоторые из этих конкретных мер; описаны ниже:

а) *Организационный аспект.* Они организованы таким образом, чтобы создавалась культура безопасности и снижались убытки, связанные с происшествиями.

б) *Оценка аспектов безопасности.* Они систематически анализируют предложения по внесению изменений в оборудование или процедуры, с тем, чтобы выявить недостатки и смягчить их последствия до того, как эти изменения будут реализованы.

с) *Представление данных об опасных случаях.* У них установлен официальный порядок представления данных об опасных событиях, и других небезопасных условиях.

d) *Методы выявления опасных факторов.* В рамках своих организаций они повсеместно применяют ретроактивные и проактивные системы выявления опасных факторов, такие, как добровольное представление данных об инцидентах, обследование состояния безопасности, оперативные проверки состояния безопасности и оценки аспектов безопасности.

e) *Расследование и анализ.* По получении данных об инцидентах и небезопасных условиях они предпринимают соответствующие действия и, по мере необходимости, инициируют проведение компетентных расследований и анализа состояния безопасности.

f) *Мониторинг результатов.* Они активно стимулируют обратную связь, необходимую для

обеспечения замкнутого контура процесса управления безопасностью, используя такие методы, как мониторинг тенденций и проведение внутренних проверок состояния безопасности.

g) *Популяризация вопросов безопасности.* Они активно распространяют результаты расследований и анализа состояния безопасности, обмениваясь уроками в сфере безопасности, извлеченными как из внутреннего опыта, так и внешнего, когда этого требуют обстоятельства.

h) *Надзор за безопасностью.* Как в государстве (регламентирующая сторона), так и в регулируемой организации действуют системы контроля и оценки показателей безопасности.

### Процесс управления безопасностью

Управление безопасностью основывается на фактическом материале в том смысле, что для выявления источников опасности необходимо провести анализ данных. С помощью методики оценки риска устанавливаются приоритеты, чтобы смягчить потенциальные последствия

существующих опасных факторов. Затем разрабатываются и реализуются с четким распределением сфер ответственности соответствующие стратегии, призванные уменьшить или ликвидировать указанные факторы. Ситуация подвергается переоценке на постоянной основе, и по мере необходимости принимаются дополнительные меры.

Для процесса управления характерно использование специфических этапов. К ним относятся:

а) *Сбор данных*. Первым шагом в процессе управления безопасностью является сбор связанных с безопасностью данных – фактического материала, необходимого для определения показателей безопасности или выявления скрытых небезопасных условий (опасных факторов). Указанные данные могут быть получены из любой части системы, а именно: используемое оборудование, эксплуатационный персонал, рабочие процедуры, взаимодействие “человек-оборудование-процедуры” и т. д.

б) *Анализ данных*. Путем анализа всей относящейся к проблеме информации можно выявить опасные факторы. Можно также определить условия, в которых указанные факторы представляют реальную угрозу, их потенциальные последствия и вероятность наступления события; иными словами, *Что* может произойти? *Как?* и *Когда?* Такой анализ может носить как качественный, так и количественный характер.

с) *Приоритизация небезопасных условий*. С помощью процесса оценки риска определяется степень серьезности факторов опасности. Те из них, которые представляют наибольший риск, рассматриваются на предмет принятия мер по повышению уровня безопасности. Для этих целей может потребоваться анализ затрат и выгод.

д) *Разработка стратегий*. Начиная с факторов риска, имеющих наивысший приоритет, можно рассмотреть несколько вариантов контроля этих факторов, например:

1) *распределение* риска среди максимально возможного круга лиц, берущих на себя риск.

(Это основной принцип страхования.);

2) *ликвидация* риска (возможно, путем прекращения этих операций или практики);

3) *принятие* данного фактора риска и продолжение эксплуатационной деятельности без изменений;

4) *уменьшение* риска путем принятия мер, призванных снизить его уровень или как минимум облегчить его контроль.

При выборе стратегии контроля риска необходимо проявлять осторожность, чтобы избежать привнесения новых факторов риска, в результате которых уровень безопасности станет неприемлемым.

e) *Утверждение стратегий*. После проведения анализа факторов риска и выбора надлежащего плана действий необходимо получить согласие руководства на его реализацию.

Проблема на данном этапе заключается в формулировании убедительного аргумента в пользу осуществления (возможно, дорогостоящих) изменений.

f) *Распределение обязанностей и реализация стратегий*. После решения о продолжении указанных усилий необходимо разработать ”практические” аспекты реализации плана. Они включают вопросы выделения ресурсов, распределения обязанностей, составления графиков, пересмотра эксплуатационных правил и т. д.

g) *Повторная оценка ситуации*. Реализация плана редко оказывается столь же успешной, как предполагалось изначально. Для получения замкнутого контура требуется обратная связь. Какие новые проблемы могли быть привнесены? В какой степени согласованная стратегия уменьшения риска соответствует ожидаемым результатам? Какие могут потребоваться изменения в системе или процессе?



h) *Сбор дополнительных данных.* В зависимости от результатов повторной оценки ситуации может возникнуть необходимость в дополнительной информации и повторении полного цикла, чтобы добиться более высокой эффективности принятых мер безопасности.

Управление безопасностью требует аналитических навыков, которые руководству, возможно, не всегда приходится применять в каждодневной работе. Чем сложнее анализ, тем более настоятельной становится необходимость использования наиболее подходящих аналитических методов. Для замкнутого цикла процесса управления безопасностью также требуется обратная связь, позволяющая администрации проверить правильность своих решений и оценить эффективность их реализации.

Для системного кризиса характерно то, что в своей начальной фазе развития он проявляется изменениями в наиболее чувствительных сферах жизни и деятельности человека. Показатели безопасности являются одной из таких лакмусовых бумажек. В этом качестве они впервые привлекли к себе внимание в середине семидесятых годов прошлого столетия, когда статистика упорно констатировала, что 50 и более процентов всех происшествий происходят из-за ошибок человека. Понадобились десятилетия, чтобы понять природу возникшего кризиса и найти способ его преодоления.

Оказалось, что научно-технический прогресс не только изменил структуру отношений в системе жизни человека, но и обнаружил его неготовность этим воспользоваться. Технический мир прочно завоевал право на свое существование, предоставив человеку только часть жизненного пространства в общей теперь уже эргатической системе. Итог оказался неожиданным. Обнаружилось, что с точки зрения надежности человек ничем не лучше техники да еще в той сфере деятельности, где он исконно считался эталоном надежности. Такова суть возникшего кризиса. Как оказалось, его причина состояла в использовании неправильного принципа организации отношений между человеком и техникой. В

результате человек в эргатической системе оказался без прав. Его просто уравнивали с техническими элементами системы. Это привело к тому, что в течение многих лет представление об управлении безопасностью стало отождествляться с деятельностью государственных органов по регламентированию надежности эргатической системы (Рис. 8.)

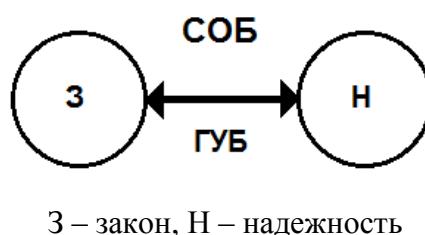


Рис. 8. Представление системы обеспечения безопасности (СОБ) в качестве государственного управления безопасностью (ГУБ)

Рост экономических потерь, вызванных проявлением опасности в системах, осуществляющих производственную деятельность, привел к необходимости дополнить систему обеспечения безопасности еще одной составляющей, которая стала выполнять функции коммерческого управления безопасностью (Рис. 9.).

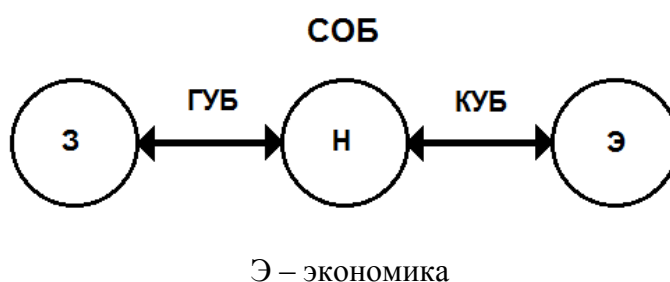


Рис. 9. Представление системы обеспечения безопасности (СОБ), дополненное коммерческим управлением безопасностью

Новый образ системы обеспечения безопасности позволил использовать инициативы, исходящие непосредственно от самой эргатической системы, и превратился в средство приобретения прибыли.

Его применение имело одно решающее ограничение. Оно обладало эффективностью только в том случае, когда отношение к безопасности приобретало статус высшего приоритета. При всех достоинствах первой и особенно второй моделей ни одна из них ничего общего с системой управления не имела. Проблема состояла в том, что ни государственная система управления безопасностью, ни коммерческое управление безопасностью возможностью гарантированно регламентировать характеристики деятельности человека не обладало.

Необходимость исправить создавшееся положение привела к пересмотру представлений о деятельности человека. Главным стал вывод о том, что любая деятельность человека – многоактный процесс, что акт деятельности состоит из пяти фаз, порядок и назначение которых неизменны, и что каждая фаза акта деятельности характеризуется своими, присущими только ей пространственно-временными отношениями. Причем, пятая (последняя) фаза акта деятельности предназначена для анализа произведенного результата. Это означает, что в отсутствие процедуры самоконтроля деятельность человека не обладает необходимой завершенностью.

Две предыдущих модели системы обеспечения безопасности ограничивались использованием акта деятельности человека в сокращенном варианте без пятой фазы. При этом нарушалась естественная последовательность изменения пространственно-временных отношений. В итоге не человек, а результат его деятельности определял пространственно-временные отношения, используемые при реализации следующего акта деятельности. Особая роль пятой фазы акта деятельности состоит в том, что в случае ее правильной организации человек осознанно вносит в эргатическую систему изменения, которые позволяют создать пространственно-временные отношения, необходимые для реализации следующего акта деятельности. Тем самым создаются условия для того, чтобы человек мог управлять своим состоянием и состоянием

энергетической системы в целом. Чтобы система обеспечения безопасности приобрела образ системы управления безопасностью, она должна исключить возможность использования акта деятельности в сокращенном варианте (Рис.10.).

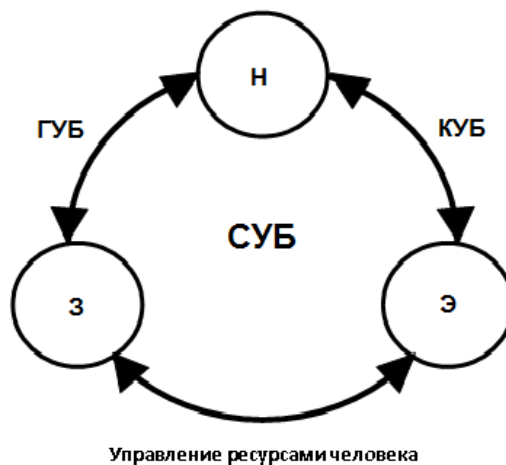
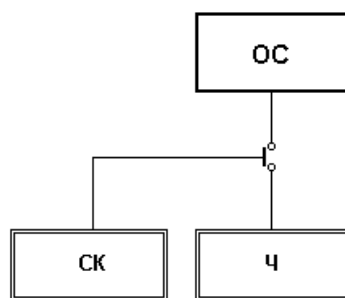


Рис. 10. Система управления безопасностью

Возможность реализации акта деятельности без пятой фазы – основная причина, по которой до сих пор не найдены эффективные способы устранения негативного влияния человеческого фактора (ЧФ) на безопасность, не решены задачи преобразования системы обеспечения безопасности в систему управления безопасностью. Первый и весомый вклад в этом направлении сделан гражданской авиацией, когда по инициативе ИКАО было декларировано право человека-оператора на ошибку. Право на ошибку стало своего рода признанием за человеком особого статуса, которым с профессиональной точки зрения необходимо и престижно воспользоваться. Для этого очень важно было настроить человека на то, чтобы он правильно распорядился собой и средствами системы, используя профессиональное знание и умение. Предполагалось, что такой подход позволит реализовать необходимую для системы управления безопасностью функцию контроля человеком своего состояния в процессе деятельности (Рис.11.).



ОС - особая ситуации; СК - система контроля; Ч - человек

Рис. 11. Принцип осуществления самоконтроля

Чтобы ошибки не смогли повлиять на ухудшение состояния системы, человек должен был использовать имеющийся у него резерв, реализуя функцию самоконтроля. Тогда вероятность возникновения негативных последствий (особой ситуации) из-за ошибки человека существенно уменьшается.

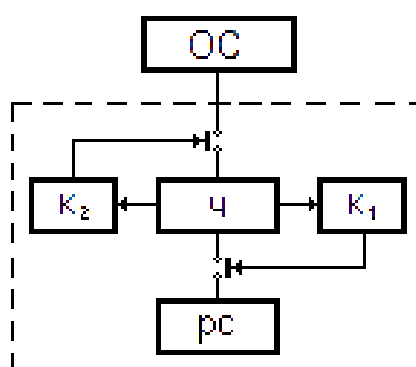
$$P_{oc} = P_{оч} P_{оск},$$

где  $P_{оч}$  - вероятность совершения ошибки в полете;

$P_{оск}$  - вероятность отказа системы, контролирующей состояние человека.

Функция самоконтроля обладает необходимой эффективностью при условии, что на ее надежность не влияет деятельность, ориентированная на достижение результата. Оба вида деятельности человека должны быть взаимно независимыми. Это возможно, если деятельность, ориентированная на достижение результата в пространстве, например, контролируется временем, а деятельность, ориентированная на достижение результата во времени, контролируется пространством. Признание права человека на ошибку внесло определенную лепту в решение проблемы ЧФ, но не стало панацеей. В расчет не были приняты особенности организации третьей фазы акта деятельности. Третья фаза акта деятельности предназначена для принятия решения. В ней закладывается образ результата деятельности, который может представлять собой идею или ее материализацию.

Принимая во внимание, что пространственно-временные отношения, характерные для третьей фазы, должны оставаться неизменными, вид будущего результата определяет выбор материала, из которого он создается. Им может быть время или пространство. С одной стороны, человек представляет собой личность, обладающую системной индивидуальностью. В этом проявляется его временная совместимость. С другой стороны, человек, представляет собой индивидуальность как часть системы. В этом проявляется его пространственная совместимость. Создавая идею, человек осуществляет временную совместимость. Материализуя идею, человек осуществляет пространственную совместимость. В условиях использования обоих вариантов принятия решения, необходимо, чтобы право на ошибку было реализовано в целях осуществления комплексной процедуры контроля, как собственного состояния человека, так и состояния его рабочей среды (Рис.12.).



К – контроль человеком состояния своей рабочей среды  
 К – контроль человеком собственного состояния  
 Ч – человек, осуществляющий деятельность  
 РС – рабочая среда

Рис.12. Принцип самоуправления

Поскольку человек в одной и той же фазе акта деятельности может проявить себя двумя способами, то и право на ошибку следует реализовать также двумя способами. В случае принятия решения в пользу создания

идеи используется временная совместимость человека. Соответственно в поведении человека преобладает доминанта обеспечения собственной безопасности. При этом право на ошибку воплощается в контроле человеком своего состояния средствами пространства. Это означает, что человек должен осуществить самостоятельно контроль своего функционального состояния. При принятии решения в пользу материализации идеи используется пространственная совместимость человека. В этом случае в поведении человека преобладает доминанта предупреждения опасности, исходящей от себя. Соответственно право на ошибку воплощается в осуществлении контроля средствами времени. Это равнозначно выполнению контроля состояния рабочей среды.

Процедура принятия решения ставит перед человеком задачу выбора способа совместимости. Она усугубляется тем, что по своей природе человек не может в равной степени успешно осуществлять свою деятельность по созданию идеи или ее материализации. Для каждого человека существует явно выраженное предпочтение. Все люди делятся на два типа, обладающие пространственной ориентацией (доминантой) и временной ориентацией (доминантой). Используется тот вид совместимости, который необходим для получения искомого результата. Соответственно полученный результат становится своеобразным индикатором достигнутой человеком совместимости. Учет этого обстоятельства заставляет по-новому относиться к структуре эргатической системе, выделяя в ней результат в качестве самостоятельного звена. В системе "человек – рабочая среда – результат" объектом контроля со стороны человека становится результат.

Итог любой деятельности – воздействие человека на окружающую среду. Реакцией является воздействие окружающей среды на результат деятельности, с которым у человека имеется пространственная и временная совместимость. Таким образом, через посредство результата деятельности объектом реакции со стороны возмущенной внешней среды

становится сам человек. Пренебрежение пятой фазой акта деятельности привело к тому, что существующая система обеспечения безопасности превратилась в источник возбуждения отношений, при которых результат деятельности стал активно влиять на состояние системы и человека в ней. Причем это обстоятельство никак не учитывалось. Выделение результата деятельности в качестве самостоятельного звена позволяет человеку активно вмешиваться в этот процесс. Для человека открывается очень важный механизм управления собой, по крайней мере, дважды в течение акта деятельности. Первый раз, осуществляя контроль своего функционального состояния до выполнения акта деятельности и упреждая тем самым возможность появления результата, квалифицируемого как ошибка. Второй раз, осуществляя контроль своего функционального состояния, после получения результата.

Стремление автоматизировать производственные процессы, а именно в этом направлении и шло их развитие, привело к тому, что деятельность человека подверглась самой жесткой регламентации. Такой подход был обусловлен еще и тем, что он позволял сконцентрировать все свое внимание на задачах преодоления пространственной несовместимости. Однако очень скоро выяснилось, что фокусирование внимания сугубо на пространственной проблеме не приводит к сколько-нибудь ощутимому эффекту. Установление жесткого регламента – мера, недостаточная даже для снятия пространственной проблемы. Причем, неважно, каким образом, этот регламент приобретает. В любом случае возникает необходимость осуществления контроля деятельности человека. Это обстоятельство привело к необходимости использовать ресурс человека по осуществлению временной и пространственной совместимости.

Каждый вид совместимости достигается своими средствами. Пространственная совместимость обеспечивается особого вида пластичностью, которая приобретает с помощью профессионального



знания. В свою очередь временная совместимость достигается приобретением еще одного вида пластичности, которая принимает образ мотива деятельности. Кроме того, необходимым условием для приобретения пространственной и временной совместимости является наличие у человека психофизиологического состояния, адекватного требованиям системы.

Для разных типов людей, равно как и для разных вариантов принятия решения, пространственная и временная совместимости выполняют одинаковые задачи. В частности, контроль при получении результата в виде идеи должен осуществляться средствами пространства, привлекая для этого профессиональное знание. В то же время использование профессионального знания необходимо для получения результата в виде материализации идеи. Напротив контроль при получении результата в виде материализации должен осуществляться средствами времени, привлекая для этого мотив. В то же время использование мотива необходимо для получения результата в виде идеи. Независимо от имеющейся пространственно-временной доминанты каждому человеку в целях обеспечения безопасности необходимо осуществлять комплексную оценку своего функционального состояния. Она возможна при условии приобретения человеком необходимой пластичности. Задача приобретения пластичности становится основной для устранения опасности, обусловленной деятельностью человека.

Мотив и профессиональное знание – это универсальные средства обеспечения совместимости человека с системой. В таком качестве они проявляют себя как сила (действие). Будучи векторной величиной, действие характеризуется направлением и точкой приложения. Двойственность человека становится причиной того, что мотив и профессиональное знание могут иметь разные точки приложения. Мотив, исходящий от личности и ориентированный на общность, становится источником создания идеи. Мотив, исходящий от общности и

ориентированный на личность, является средством, обеспечивающим контроль состояния рабочей среды. Профессиональное знание, исходящее от общности и ориентированное на личность, используется для материализации идеи. Профессиональное знание, исходящее от личности и ориентированное на общность, является средством, обеспечивающим контроль состояния человека.

В силу двойственной природы человека профессиональное знание может быть сформировано двумя способами. Один из них представляет собой непосредственное обучение ему из общего источника знания. В этом случае вектор профессионального знания исходит от общности и ориентирован на личность. Второй способ состоит в способности человека самостоятельно осуществлять преобразование общего (фундаментального) знания в профессиональное знание. В этом случае вектор профессионального знания исходит от личности. Формирование мотива происходит по схожему сценарию. Источником мотива может стать общий корпоративный ресурс, складывающийся поколениями. В то же время источником мотива может стать фундаментальное знание при условии, что человек способен им соответствующим образом воспользоваться.

Очевидно, что ресурс фундаментального образования приобретает разное значение для людей с временной и пространственной доминантой. Для людей, обладающих пространственной доминантой, фундаментальное образование не имеет никакого отношения к профессиональному образованию. Оно служит только одной цели – развитию способности производить идеи. Для людей, обладающих временной доминантой, оно становится источником возникновения профессионального образования. В России это обстоятельство нашло отражение в использовании феномена высшего профессионального образования.

В некоторых эргатических системах катастрофический исход является следствием ошибок, допущенных многими людьми на разных стадиях организации, подготовки и выполнения общей задачи. В то же

время всю ответственность за чужие ошибки принимает на себя звено, являющееся непосредственным исполнителем общей задачи. В гражданской авиации - это экипаж самолета. Экипаж отвечает своим здоровьем и жизнью в случае неудачного исхода полета. Пример гражданской авиации интересен тем, что он дает возможность рассмотреть эргатическую систему во всем ее многообразии. Все, что в ней происходит, имеет самое непосредственное отношение к полету, который осуществляется экипажем. Экипаж, более чем кто-либо, обладает пространственной и временной совместимостью с системой, непосредственно осуществляющей полет. Вместе с тем динамика развития состояний системы "Экипаж – ВС" такова, что экипажу крайне сложно сохранить оба вида совместимости. Именно это обстоятельство делает его уязвимым по отношению к последствиям, возникающим в случае катастрофического исхода. В противоположность экипажу те, кто занят организацией полетов, не испытывают необходимости в обеспечении полной совместимости с системой "Экипаж - ВС". Для осуществления своего влияния на полет им достаточно установить с системой "Экипаж - ВС" временную совместимость.

Выделение результата деятельности в качестве самостоятельного элемента эргатической системы позволяет исследовать зависимость от него функционального состояния всех участников производственного процесса. То, каким образом осуществляются обратные связи между результатом деятельности и человеком, составляет предмет дальнейших исследований. Их задача состоит в том, чтобы доказать неизбежность "наказания" результатом деятельности каждого человека независимо от его положения в эргатической системе и побудить всех участников производственного процесса участвовать в осуществлении принципа самоуправления (самоконтроля). Без этого превращение системы обеспечения безопасности в систему управления безопасностью невозможно.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белов С.В., Симакова Е.Н. Ноксология. Учебное пособие Приложение к журналам Безопасность жизнедеятельности. №5, №6 – М.: Издательство Новые технологии, 2010.
2. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С. В. Белов. — М. : Юрайт, 2010. — 671 с.
3. Ефремов С.В. Опасные технологии и производства. Техногенные опасности: Учеб. Пособие / С.В.Ефремов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 224 с.
4. Диллон Б., Сингх Ч. Инженерные методы обеспечения надежности систем: пер. с англ. – М.: Мир, 1984.- 318 с. ил.
5. Зюба Т.В. Производственная безопасность на транспорте. Учебное пособие. СПб, Академия ГА, 2004 г.
6. Крыжановский Г.А., Шашкин В.В. Управление транспортными системами.-СПб.: Академия транспорта России, 1998.-165 с.
7. Балясников В.В., Олянюк П.В. Модель устойчивости рабочего состояния человека-оператора.// Сборник научных трудов № 1.-СПб.: Академия транспорта РФ, 1994.
8. Ломов Б.Ф. Деятельность оператора в системе «человек-машина».- М.: Высшая школа, 1986, 1986
9. Мейстер Д. Эргономические основы разработки сложных систем./ Пер. с англ. Т.П. Бурмистровой и В.А. Цыпина. - М.: Мир, 1979.-456 с.
10. Девид Д. Браун. Анализ и разработка систем обеспечения техники безопасности/ Пер. С англ. А.Н. Жовинского. \_ М.: Машиностроение, 1979.-360 с.
11. Хенли Э.Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска / Пер. с англ. В.С. Сыромятникова, Г.С. Деминой; Под общ. ред. В.С. Сыромятникова. М.: Машиностроение, 1984. 528 с.

12. Федеральная целевая программа "развитие транспортной системы России (2010 - 2015 годы)" (в ред. Постановлений Правительства РФ от 20.05.2008 N 377, от 22.04.2010 N 278, от 12.10.2010 N 828, от 21.12.2010 N 1076, с изм., внесенными Постановлениями Правительства РФ от 21.12.2009 N 1035, от 22.12.2010 N 1088)

13. Воздушный кодекс РФ, ФЗ-60, 1997.

14. "О защите прав потребителей" (с изм. от 17 дек. 1999 г. № 212-ФЗ)

15. ГОСТ Р 51004-96. Услуги транспортные. пассажирские перевозки. М.1997

16. ГОСТ Р 51005-96. Услуги транспортные. грузовые перевозки. М.1997

17. О промышленной безопасности опасных производственных объектов. Федеральный закон №3588 от 20. 06. 1997.

18. Приказ Минтранса РФ от 12 мая 2005 г. N 45 Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года

19. Воздушный кодекс Российской Федерации. – М.: Норма – ИНФРА-М, 1999. – 80 с.

20. Doc 9859 ИКАО, Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) Издание второе, 2009.

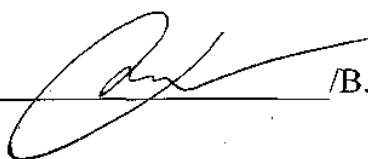
21. Cir 314, Контроль факторов угрозы и ошибок (КУО) при управлении воздушным движением. ИКАО, 2008

Конспект лекций подготовлен в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности) 280102 «Безопасность технологических процессов и производств».

Автор: Балясников В.В., доктор технических наук, профессор.

Конспект лекций обсужден и рекомендован к использованию в учебном процессе на заседании кафедры "Безопасность жизнедеятельности" « 6 » сентября 2012г. Протокол №1.

Зав. кафедрой № 27



/В.В. Балясников/