

Лекция № 6

2.2. Количественные и качественные требования к БзП

Заданный уровень безопасности полетов должен характеризоваться величиной, имеющий верхний и нижний граничный уровень.

Верхний граничный уровень – это такой показатель заданного уровня безопасности полетов, к которому должны стремиться при создании ЛА. Верхний уровень безопасности полета для ЛА военного назначения сопоставляют с вероятностью гибели хотя бы одного члена экипажа 10^{-7} на один час полета.

Нижний граничный уровень – это такой показатель заданного уровня безопасности полетов, который может быть обеспечен данным уровнем технического развития и пр. факторами. Для определения нижнего уровня безопасности полетов, как правило, используют метод статистической аналогии. Суть его заключается в том, что для вновь создаваемого самолета выбирается самолет – аналог, при этом принимается, что вероятность катастрофы вновь создаваемого самолета на первый вылет должна быть не менее вероятности выбранного самолета-аналога, находящегося в массовой эксплуатации.

Для обеспечения нижнего граничного уровня безопасности полетов в процессе создания и эксплуатации изделий АТ необходимо обеспечивать и контролировать количественное значение их показателей безопасности и надежности.

Такие показатели должны быть вынесены в тактико-техническое задание в виде требований к проектируемому ЛА.

Контроль показателей безопасности и надежности, предъявляемых к разрабатываемому изделию должен производиться на различных этапах его создания:

- разработка эскизного и технического проекта, изготовление макета ЛА;
- стендовых испытаний двигателей и изделий бортового оборудования;
- государственных испытаний ЛА и его составных частей;
- войсковых испытаний ЛА;
- эксплуатации.

Контроль показателей безопасности и надежности заключается в проверке полного и своевременного выполнения работ по комплексной программе обеспечения БНКТ изделия и в оценке соответствия заданным в ТТЗ требованиям значений показателей на определенных стадиях разработки, испытаний и эксплуатации изделий.

Основными показателями уровня надежности и безопасности летательных аппаратов являются:

вероятность безотказной работы авиационного комплекса при выполнении боевого задания $P_{бз}$, которая определяется как вероятность того, что в типовом полете не возникнет отказ, приводящий к невыполнению боевого задания;

вероятность выполнения полетного задания авиационным комплексом $P_{пз}$ (определяется для средней продолжительности полета);

средний налет на отказ или повреждение самолета определяется как отношение числа налета к математическому ожиданию суммарного числа отказов и повреждений изделий, выявленных в полете и при техническом обслуживании за определенный период эксплуатации T_c ;

коэффициент тяжести авиационных происшествий $K_{АП}$;

вероятность отсутствия авиационных происшествий самолета в течении первых 5000 часов суммарного налета в авиационных частях $P_{АП}^{5000}$;

средний налет самолета на авиационное происшествие, который определяется как отношение налета рассматриваемой совокупности ЛА за определенный период эксплуатации к числу авиационных происшествий в течении этого налета $T_{ап}$ (соответствует 6-8 году эксплуатации).

2.3. Нормирование безопасности полетов

Управление уровнем безопасности полетов на всех стадиях жизненного цикла ЛА невозможно без нормирования этого уровня, т.е. задания требований к его количественной характеристике.

В основу нормирования положен принцип реальной достижимости заданной нормы безопасности полетов, которая может быть обеспечена состоянием науки и техники, развитием технологии авиационной техники, профессионализмом авиационных специалистов и располагаемыми материальными ресурсами.

Основная задача нормирования - обеспечить поступление в авиационные части летательных аппаратов с заданным уровнем БЗП. При этом на стадии проектирования требуемый уровень БЗП закладывается, при постройке ЛА обеспечивается, а на стадии эксплуатации не только поддерживается, но и повышается. ЛА создается с учетом удовлетворения специальным требованиям, изложенным для летательных аппаратов военного назначения в тактико-технических требованиях, а для ЛА гражданской авиации - в нормах летной годности.

Можно выделить два подхода к нормированию уровня безопасности полетов.

1. Нормирование особых ситуаций и частот их возникновения. Принцип нормирования заключается в следующем: отрицательные последствия опасного фактора задаются качественно-особыми ситуациями, а возможность их возникновения - количественно-вероятностями (частотами) возникновения на 1 час полета, при этом чем опаснее ситуация, тем меньше допустимая вероятность ее возникновения.

Напомним, что особые ситуации по степени их опасности разделяются на усложнение условий полета, сложную, аварийную и катастрофическую ситуацию.

С точки зрения возможностей возникновения особых ситуаций принято выделять пять основных уровней частот событий. Соотношение между особыми ситуациями и этими уровнями частот показаны на рис.5.2. Уровни частот событий соответствуют следующей повторяемости:

умеренно-вероятные события могут не встретиться на каждом ЛА данного типа, но на отдельных ЛА могут встретиться несколько раз за ресурс;

маловероятные события могут встретиться несколько раз в парке ЛА данного типа за их общее время эксплуатации;

крайне маловероятные события могут не произойти за время эксплуатации всего парка ЛА данного типа, но они все же должны рассматриваться как возможные;

практически невероятные события настолько невероятны, что их не следует рассматривать как возможные.

Изложенный способ нормирования уровня реализуется для ЛА гражданской авиации. Недостаток его состоит в том, что уровень БзП непосредственно количественно не нормируется.

2. Нормирование количественных значений показателей безопасности полетов. При таком подходе уровень БзП задается количественно конкретными показателями. Нормирование при этом может осуществляться в различной форме. Например, в форме ограничения числа АП за заданный суммарный налет, как это реализовано на истребителе F-15 - не более 8 АП за каждые 100 тысяч часов налета к моменту достижения суммарного налета 200 тысяч часов; заданием уровня риска на 1 час полета, как это реализовано для самолета "Конкорд" - вероятность катастрофы из-за нарушения норм летной годности 10^{-7} на 1 час полета.

Для изделий авиационной техники нормируют и контролируют показатели БзП, обусловленные только конструктивными и производственными недостатками. Порядок нормирования показателей БзП и их контроля на различных стадиях жизненного цикла ЛА регламентируется стандартом ГОСТ В 20570-88. Для групп и подгрупп изделий авиационной техники нормированные значения показателей БзП регламентированы нормами БНКТ (безопасности полетов, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности). Для вновь разрабатываемого ЛА нормативные значения показателей БзП устанавливают в тактико-техническом задании (ТТЗ), исходя из требуемых значений показателей боевой эффективности и боеготовности с учетом: Норм БНКТ; особенностей применения и условий эксплуатации; достигнутого и прогнозируемого уровня показателей БзП отечественных изделий авиационной техники и зарубежных аналогов.

В общем случае при учете оговоренных выше условий нормативные значения показателей БзП, устанавливаемые в ТТЗ и в нормах БНКТ, могут отличаться друг от друга. При разработке ТТЗ должен соблюдаться принцип опережающего нормирования. Это означает, что для вновь создаваемого ЛА требуемый уровень БзП должен быть выше, чем достигнутый у аналогичных образцов, находящихся в эксплуатации, при этом величина нормативных показателей БзП зависит от календарного времени начала разработки ЛА. Поясним это графически. Для ЛА-аналога известен график зависимости показателя БзП, например $T_{АП}$ по годам эксплуатации (рис.5.3, сплошная линия). Этот график экстраполируется на период 1-2, определяемый временем проектирования, постройки и испытаний нового ЛА. В качестве нормируемого значения показателя $T_{АП}$ задается определенный таким образом средний налет $T_{АП}$. Он должен быть не меньше установленного для данного года начала разработки ЛА.

Требования к уровню БзП в целом задаются в ГТЗ в форме: отсутствие АП с определенной контрольной вероятностью P_k в течение первоначального заданного налета t_{Σ_1} ;

средний налет на одно АП $T_{АП}$ на определенный год эксплуатации (налет $t_{\Sigma_1} > t_{\Sigma_2}$) должен быть не меньше установленной величины $T_{АПз}$.

В предположении пуассоновского потока АП будет справедливо:

$$P_k = e^{-\lambda_g t_{\Sigma_1}} \quad (5.1)$$

где λ_n - допустимая интенсивность АП, определяемая

$$\lambda_g = - \frac{\ln P_k}{t_{\Sigma_1}} \quad (5.2)$$

Учитывая, что $\lambda = \frac{1}{T_{АП}}$, имеем $\lambda_g = Q_3$, где Q_3 заданный уровень риска на 1 час полета, определяющий отправную норму уровня БзП при проектировании ЛА.