

УДК 629.7.067

М.Н. Бабенко,
А.В. Гайдачук, д-р техн. наук,
А.В. Кондратьев, д-р техн. наук

КАТЕГОРИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГРАЖДАНСКИХ САМОЛЕТОВ

Известно, что категория (понятие) безопасности является одной из составляющих, определяющих эффективность любого технического объекта, в том числе и проектов создания гражданских самолетов.

«Опасность» в [1] трактуется как понятие, определяющее угрозу нанесения какого – либо ущерба, урона. Соответственно, термин «безопасность» означает понятие, исключаящее (не содержащее) угрозу нанесения какого – либо ущерба объекту или субъекту, а также защищенность от таковой [1].

В [2 – 6] анализируются различные аспекты обеспечения защищенности операторов в процессе выполнения ими технологических процессов производства агрегатов самолетов из полимерных композиционных материалов (ПКМ), а также вопросы безопасности технологий, обеспечивающих полное или преобладающее отсутствие вредных или опасных факторов.

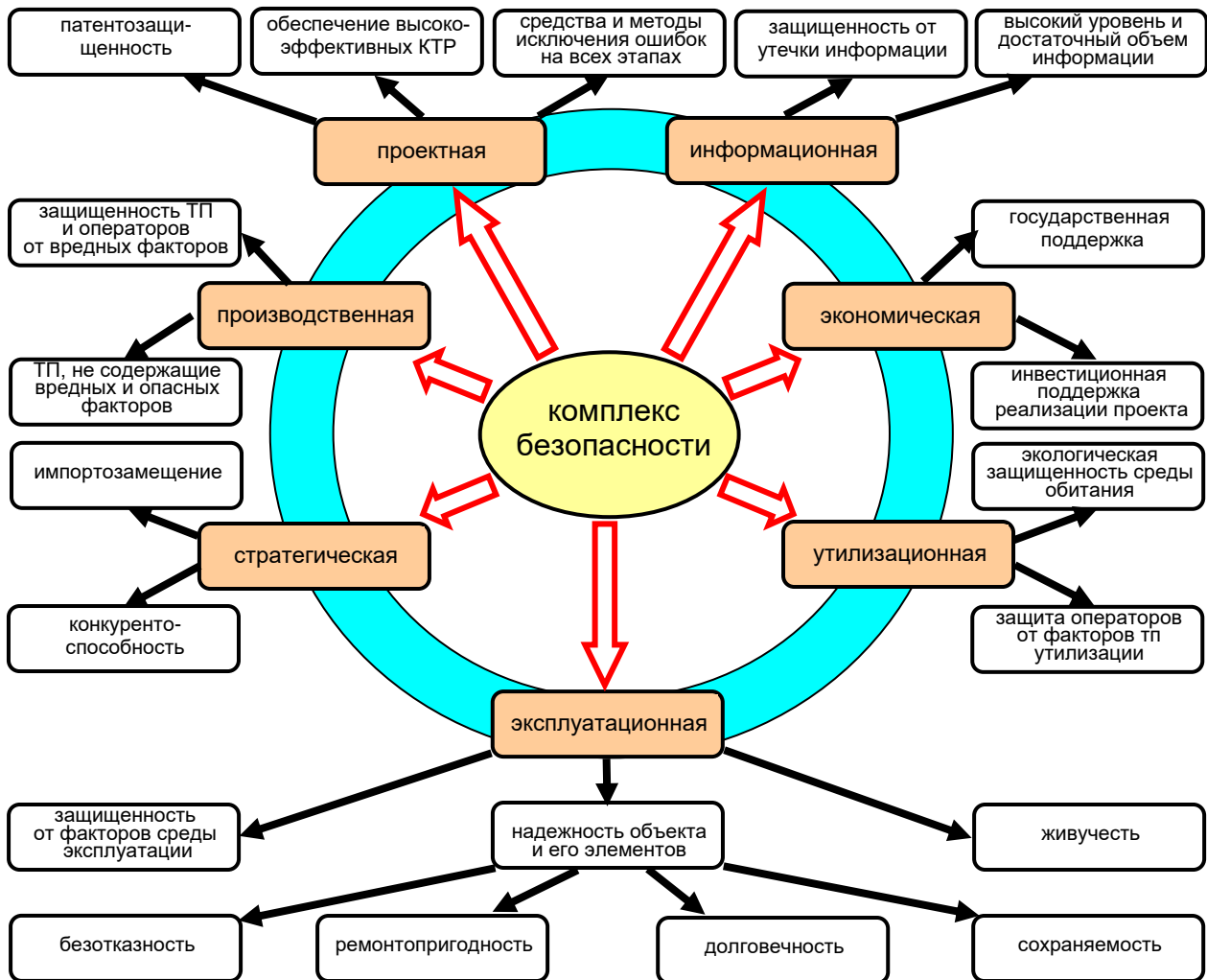
Оба аспекта этого понятия являются предметом изучения в процессе подготовки инженерных кадров в вузах в курсах по безопасности производственной жизнедеятельности [7]. Они также регламентируются соответствующими правилами и документами по охране труда и технике безопасности на производстве.

Однако этими составляющими безопасности как понятия категорийного весь их комплекс не исчерпывается. Так, в статье [12] обсуждаются частные аспекты эксплуатационной безопасности конструкционных материалов при совместном действии факторов функционирования технических объектов.

Представляется оправданным дать широкое определение безопасности, охватывающее основные составляющие этого категорийного понятия: безопасность – это категория, отражающая комплекс позитивных факторов различной природы, способствующих осуществлению любого проекта и реализующих его субъектов. Это определение на наш взгляд охватывает составляющие безопасности основных этапов жизненного цикла создания любого продукта (цикл Деминга): проектирование – изготовление (производство) – эксплуатация – утилизация. Кроме отмеченных выше составляющих в этот комплекс, по-видимому, необходимо включить стратегическую, информационную и экономическую составляющие безопасности.

Углубленный анализ многочисленных источников позволяет синтезировать блок-схему видов и составляющих категории безопасности в их

взаимосвязи, не претендующую на исчерпывающую полноту и завершенность (рисунок).



Блок-схема видов и составляющих комплекса безопасности технических объектов

Рассмотрим подробнее содержание семи составляющих комплекса безопасности и входящих в них аспектов. Как следует из блок-схемы, проектная составляющая включает в себя три основных аспекта: патентозащищенность конструктивно-технологических решений (КТР), обеспеченность высокой эффективности принятых КТР и наличие апробированных (достоверных) средств и методов выявления и исключения ошибок на всех этапах проектирования.

Патентозащищенность принятых в проекте КТР не только обеспечивает подтверждение их научной и технической новизны, но и гарантирует их высокое качество, позитивно влияющее на аспекты других составляющих безопасности: конкурентоспособность объекта проектирования, защищенность от утечки информации, свидетельствует о высоком уровне и объеме источников информации, используемых в процессе разработки КТР, и т.д.

Аспект обеспечения высокой эффективности КТР содержит обоснованные компоненты этого понятия, интегрально образующие функциональные свойства и характеристики создаваемого объекта: весовое совершенство, ресурс, надежность, долговечность и другие взаимосвязанные аспекты, составляющие комплекса безопасности.

Аспект, содержащий средства и методы, исключаящие или существенно снижающие вероятность ошибок на всех этапах проектирования, также является эффективным инструментом обеспечения высокого качества проектируемого объекта, так как известно, что не выявленная на предыдущих этапах проектирования ошибка усугубляется (усиливается) на последующих этапах [9].

Производственная составляющая безопасности и оба ее аспекта – защищенность операторов, выполняющих технологические процессы, (ТП) от воздействия на них вредных и (или) опасных факторов и ТП, не содержащие вредных и опасных факторов, применительно к производству агрегатов авиаконструкций из ПКМ подробно освещены в цитируемых выше публикациях [2 – 5], обобщенных их автором в квалификационной работе [7]. Вопросы безопасности производственной жизнедеятельности на предприятиях аэрокосмического производства нашли широкое отражение в учебнике [6] и не требуют дополнительного анализа.

Аспекты стратегической составляющей безопасности – импортозамещение и обеспечение конкурентоспособности объекта, составляющие часть стратегической эффективности [10], представляют собой особую актуальность для авиастроительной отрасли Украины сегодня в производстве отечественных гражданских самолетов на ГП «Антонов» в обострившейся конкуренции на мировом рынке продаж и услуг, глубокий анализ которой проведен в [11] и ряде последующих публикаций.

Аспекты стратегической составляющей безопасности определенным образом связаны и с аспектами экономической составляющей – востребованностью государственной поддержки проектов и инвестиционной поддержкой их реализации. О необходимости государственной поддержки проектов и ее эффективности при осуществлении европейских и американских проектов создания современных гражданских самолетов свидетельствуют многомиллиардные ассигнования авиастроительных корпораций. Примером такой поддержки служит, например, информация об организационно-техническом обеспечении прикладных исследований в аэрокосмическом комплексе США [12] и ряд других публикаций аналогичного профиля.

Основные аспекты информационной составляющей безопасности – защищенность от несанкционированной утечки информации и высокий уровень и достаточный объем источников информации имеют разную направленность и средства обеспечения.

Первый осуществляется специальными ограничительными документами и условиями хранения информации, а второй – специальными службами и современными информационными технологиями получения,

накопления, анализа, синтеза и удобной формой предоставления пользователям этих источников [13 – 15] и др.

Создание единой информационной среды и интегрирование ее во все звенья сопровождения изделия по жизненному циклу также способствуют выполнению основной задачи авиации Украины – обеспечить безопасность перевозок при минимуме затрат на перевозку тонно-километра груза или одного пассажирокилометра, снижение стоимости жизненного цикла самолета.

В соответствии с задачами сопровождения изделия по жизненному циклу единая база данных должна содержать данные о создаваемой авиационной технике предприятий-производителей и сервисных центров с описанием протекающих организационных, конструкторских и технологических процессов. В настоящее время методы и идеи сопровождения изделий авиационной техники по жизненному циклу и основанные на них интегрированные информационные технологии находят все большее применение во всех авиационных фирмах мира.

Развитие информационных технологий позволяет интенсифицировать процессы создания технической документации, конструкторской и технологической подготовок производства, управления производством и сопровождения изделия и, самое главное, реализовать информационную поддержку жизненного цикла изделия.

Данные для информационной поддержки собирают и упорядочивают в распределенной по организациям единой базе данных с открытым доступом к ним всех участников сопровождения по жизненному циклу.

Можно выделить три основных аспекта эксплуатационной составляющей безопасности:

- защищенность от факторов среды эксплуатации объекта;
- живучесть;
- надежность КТР, интегрально определяющих надежность всего объекта эксплуатации и включающая в себя четыре подаспекта:
 - безотказность в эксплуатации;
 - ремонтпригодность;
 - долговечность;
 - сохраняемость.

В определенной мере все эти аспекты применительно к авиации интегрированы в регламентирующих документах летной безопасности – воздушном кодексе Украины и нормах летной годности самолетов транспортной категории [16, 17], в особенности это относится к защищенности от факторов среды эксплуатации посредством введения разных случаев нагружения, предусматривающих соответствующие параметры внешних нагрузок, для которых рассчитывается прочность агрегатов и узлов самолета.

Надежность КТР, интегрально определяющих надежность всего объекта эксплуатации, в частности самолета, которая в соответствии с [18] формулируется как свойство самолета сохранять во времени в уста-

новленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнить полетные задания в расчетных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Содержание других аспектов, эксплуатационной безопасности приведено в [19].

Надежность является сложным свойством самолета и состоит из сочетаний свойств: безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости.

Безотказность – свойство самолета непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение времени выполнения полетного задания.

Ремонтпригодность – свойство самолета, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Ремонтпригодность входит в более общее свойство самолета – эксплуатационную технологичность. Эксплуатационная технологичность характеризует приспособленность самолета к выполнению всех видов работ по техническому обслуживанию и ремонтам, включая заправку, снаряжение, погрузку и выгрузку, т.е. оперативное обслуживание, не связанное с отказами и повреждениями.

Долговечность – свойство самолета сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Долговечность характеризует экономическую целесообразность эксплуатации самолета до предельного налета и календарного срока.

Сохраняемость – свойство самолета сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Надежность самолета является одним из свойств, в совокупности определяющей его качество (эффективность). В эту совокупность свойств входят также безопасность полета и живучесть [19].

Безопасность полета – свойство самолета непрерывно в течение времени полета сохранять работоспособное состояние тех систем и агрегатов, которые обеспечивают завершение полета без летного происшествия.

Живучесть – свойство самолета сохранять работоспособное состояние при воздействии поражающих средств и нерасчетных нагрузок, а также при наличии накопившихся повреждений.

Перечисленные свойства самолета проявляются в процессе эксплуатации при определенном воздействии внешней среды, зависящем от режимов полетов, климатических условий, интенсивности воздействия нерасчетных условий и при конкретных способах технического обслуживания.

Вопросам определения параметров надежности посвящено большое количество монографий, в частности [20 – 24], справочной литера-

туры [25 – 27], других источников и сотни статей, поэтому нет необходимости подробно анализировать этот аспект эксплуатационной безопасности.

Составляющая утилизационной безопасности содержит два аспекта: экологическую защищенность среды обитания и защищенность операторов от факторов ТП утилизации. Эти аспекты близки к аналогам аспекта защищенности ТП и операторов от вредных и опасных факторов производственной составляющей безопасности и защищенности от факторов среды эксплуатации составляющей эксплуатационной безопасности, но имеют свои специфические особенности. Анализ этой составляющей и ее аспектов содержится в [7, 28] и других работах, а также в ряде публикаций, например [29, 30] и др.

Подводя итог изложенному выше анализу составляющих безопасности объектов на этапах жизненного цикла их создания представляется необходимым отметить как новизну такого подхода, в комплексе рассматривающего известные и ранее составляющие в рамках отдельных часто не взаимосвязанных между собой отраслей знаний (дисциплин), нередко слабо отражающих или не отражающих вовсе их характер безопасности, составляющий ядро качества объектов любого проекта и эффективности его функционального назначения.

В связи с этим представляется целесообразным при оценке эффективности технического объекта, в том числе и гражданского самолета транспортного назначения, вводить в критерий этой оценки и показатели комплекса безопасности в количественном их выражении.

При этом некоторые из аспектов этих составляющих имеют четкие количественные регламенты (показатели, характеристики), которые могут при анализе эффективности объекта выражаться относительными безразмерными параметрами, отнесенными к сравниваемому прототипу. Те же аспекты составляющих безопасности, количественная оценка которых затруднена или представляется невозможной, могут и должны оцениваться по балльной шкале методом экспертных оценок аналогично предлагаемой для формирования эффективности этапа технологической подготовки производства агрегатов гражданских самолетов [31].

Выводы

1. На основе углубленного анализа особенностей разработки любого проекта технического объекта с учетом его реализации на протяжении жизненного цикла впервые установлено, что в число основных функциональных характеристик его эффективности входит безопасность как категория, отражающая комплекс позитивных факторов различной природы, способствующих осуществлению этого проекта субъектами-исполнителями.

2. Синтезирована блок-схема видов и составляющих комплекса безопасности объекта, включающая в себя семь основных взаимосвя-

занных составляющих: проектного, производственного, стратегического, эксплуатационного, информационного, экономического и утилизационного видов безопасности.

3. Установлены основные аспекты всех составляющих комплекса безопасности и проведен их анализ.

4. Новизна предложенного комплексного подхода заключается в реализации возможности учета всех основных составляющих безопасности, определяющих ядро качества объектов любого проекта и эффективность его функционального назначения.

Список использованных источников

1. Большой толковый словарь русского языка [Текст] / гл. ред. С.А. Кузнецов. – СПб.: Норинт, 2001 – 1536 с.

2. Гайдачук, А.В. Новый подход к оценке безопасности технологических процессов на ранних стадиях подготовки производства [Текст] / А.В. Гайдачук // Авиационно-космическая техника и технология. – 1996. – С. 369 – 373.

3. Гайдачук, А.В. Проблемы безопасности жизнедеятельности в производстве конструкций из полимерных композиционных материалов [Текст] / А.В. Гайдачук // Тр. междунар. конф. Теория и практика технологий производства изделий из композиционных материалов и новых металлических сплавов – 21 век. – М.: МГУ, 2001. – С. 646 – 651.

4. Гайдачук, А.В. Концепция безопасной технологии производства и реализации основных этапов жизненного цикла летательных аппаратов из полимерных композиционных материалов [Текст] / А.В. Гайдачук // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 11.– X., 2002. – С. 130 – 136.

5. Гайдачук, А.В. О концепции создания интегрированной системы прогнозирования и обеспечения безопасности жизнедеятельности в информационном комплексе подготовки и управления машиностроительным производством [Текст] / А.В. Гайдачук // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 12.– X., 2002. – С. 85 – 92.

6. Безпека життєдіяльності при проектуванні та виробництві аерокосмічних літальних апаратів: підруч. [Текст] / О.Я. Азаревич, О.В. Гайдачук, В.М. Кобрін, І.В. Кулішова, О.Д. Ткачова, Л.Б. Яковлев. – Х.: Харків. авіац. ін-т, 1997. – 366 с.

7. Гайдачук, А.В. Научные основы безопасной технологии производства конструкций летательных аппаратов из полимерных композиционных материалов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.07.04 – технология производства летательных аппаратов / Александр Витальевич Гайдачук; Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е.Жуковского «ХАИ». – X., 2002. – 35 с.

8. Гайдачук, О.В. Загальні принципи підвищення безпеки технологічних процесів виробництва конструкцій літальних апаратів із полімерних композиційних матеріалів [Текст] / О.В. Гайдачук // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4 (35). – Х., 2003. – С. 7 – 28.

9. Беляков, И.Т. Технологические проблемы проектирования летательных аппаратов [Текст] / И.Т. Беляков, Ю.Д. Борисов. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.

10. Коцюба, А.А. Сущность и содержание понятий эффективности в анализе перспективных объемов внедрения полимерных композиционных материалов в конструкциях отечественных гражданских самолетов [Текст] / А.А. Коцюба, А.В. Кондратьев // Технологические системы. – 2016. – № 4(77). – С. 28 – 36.

11. Кривов, Г.А. Мировая авиация на рубеже XX-XXI столетий. Промышленность, рынки [Текст] / Г.А. Кривов, В.А. Матвиенко, Л.Ф. Афанасьева. – К.: КВІЦ, 2003. – 296 с.

12. Белецкий, В.Н. Организация прикладных научно-исследовательских работ в аэрокосмическом комплексе США [Текст] / В.Н. Белецкий; под ред. Г.А. Кривова // Техническая информация УкрНИИАТ. – № 2 (10), 1999. – Киев: УкрНИИАТ, 1999 – 50 с.

13. CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукции) в авиастроении [Текст] / А.Г. Братухин, Ю.В. Давыдов, Ю.С. Елисеев и др. – М.: Изд-во МАИ, 2000 – 304 с.

14. Информационные технологии в наукоемком машиностроении. Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса [Текст] / под общ. ред. А.Г. Братухина. – Киев: Техника, 2001 – 728 с.

15. Бычков, С.А. Концепция развития компьютерных интегрированных технологий в процессе создания авиационной техники [Текст] / С.А. Бычков, А.Г. Гребеников // Технологические системы. – 1999 – №1. – С. 60 – 67.

16. Василевский, Е.Т. Основные положения воздушного кодекса Украины и норм летной годности самолетов транспортной категории [Текст] / Е.Т. Василевский, В.А. Гребеников, В.Н. Николаенко – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2006. – 332 с.

17. Единые нормы летной годности гражданских самолетов [Текст]. – М.: Машиностроение, 1985. – 470 с.

18. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення [Текст]. – 01.01.1996. – Київ: Держспоживстандарт України, 1994. – 21 с.

19. Анцелиович, Л.Л. Надежность, безопасность и живучесть самолета: учебник [Текст] / Л.Л. Анцелиович. – М.: Машиностроение, 1985 – 206 с.

20. Барлоу, Р. Математическая теория надежности: пер. с англ. [Текст] / Р. Барлоу, Ф. Прошан; под ред. Б.В. Гнеденко. – М.: Советское радио, 1969. – 488 с.
21. Волков, Л.И. Надежность летательных аппаратов [Текст] / Л.И. Волков, А.М. Шишкевич. – М.: Высшая школа, 1975. – 296 с.
22. Капур, К. Надежность и проектирование систем: пер. с англ. [Текст] / К. Капур, Л. Ламберсон; под ред. И.А. Ушакова. – М.: Мир, 1980. – 604 с.
23. Проников, А.С. Надежность машин [Текст] / А.С. Проников. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
24. Переверзев, Е.С. Параметрические модели отказов и методы оценки надежности технических систем [Текст] / Е.С. Переверзев, Л.Д. Чумаков. – Киев: Наук. думка, 1989. – 184 с.
25. Справочник по надежности: пер. с англ. [Текст] / Ю.Г. Епишин, Б.А. Смиренин; под ред. Б.Р. Левина. – М.: Мир, 1969. – Т. 1. – 339 с.
26. Справочник по надежности: пер. с англ. [Текст] / П.К. Горохов; под ред. Б.Е. Бердичевского. – М.: Мир, 1970. – Т. 2. – 304 с.
27. Справочник по надежности: пер. с англ. [Текст] / Ф.С. Соловейчик; под ред. Б.Е. Бердичевского. – М.: Мир, 1970. – Т. 3. – 376 с.
28. Утилизация летательных аппаратов: моногр. [Текст] / Н.В. Нечипорук, В.Н. Кобрин, В.В. Вамболь, Е.А. Полищук. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьков. авиац. ин-т», 2014. – 303 с.
29. Набокина, Т.П. Анализ технологий утилизационной фрагментации планеров воздушных судов [Текст] / Т.П. Набокина // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005 – № 22 (18). – С. 23 – 27.
30. Белоконь, Ю.А. Системная модель организационного взаимодействия в иерархической структуре исполнителей проекта комплексной утилизации авиационной техники [Текст] / Ю.А. Белоконь // Авиационно-космическая техника и технология – 2010. – № 1 (68). – С. 92 – 96.
31. Коцюба, А.А. Формирование, эффективности этапа технологической подготовки производства агрегатов гражданских самолетов [Текст] / А.А. Коцюба // Авиационно-космическая техника и технология – 2017. – № 2 (137). – С. 60 – 70.

Поступила в редакцию 25.01.2017.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.А. Бычков,

Государственное предприятие «Антонов», г. Киев.