

О применении системного подхода при сертификации авиационной техники

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»

Сектор экономики Украины (в смысле стандарта ISO 9000-1-95), в котором осуществляется деятельность по сертификации авиационной техники (АТ), рассмотрен как большая система (БС). За основу взята авиатранспортная система (АТС), которая включает в себя как воздушные суда (ВС), так и многочисленные субъекты и объекты, обеспечивающие их функционирование как транспортных средств. Построен комплекс требований, выполнение которых с большой вероятностью гарантирует основное требуемое свойство АТС – безопасность полетов. Он назван БС «Обеспечение безопасности полетов ВС» (ОБП ВС). Эта БС совместно с БС «Экологические требования» и БС «Требования к субъектам предпринимательской деятельности на воздушном транспорте» формирует БС «Сертификация гражданской АТ». Используются введенные в работе «принципы сертификации». Однако при подходе, базирующемся на АТС, образуется слишком широкий круг вопросов, не укладывающийся в пределы одной специальности. Поэтому БС «ОБП ВС» делят на две: БС «Обеспечение надежности ВС» и БС «Использование ВС как транспортных средств». Соответствующим образом подразделяют БС «Сертификация гражданской АТ».

Ключевые слова: сертификация авиационной техники, большая система, иерархическая структура, авиатранспортная система, принцип сертификации, совокупность требований обеспечения безопасности полетов, разделение на две большие системы.

Изделия гражданской авиационной техники (АТ) относятся к товарам, сертификация которых на соответствие нормативным требованиям осуществляется в обязательном порядке. Несомненно, что сектор экономики Украины (в смысле стандарта ДСТУ – ISO 9000-1-95 [1]), в котором осуществляется указанная деятельность, относится к большим системам (БС) [2]: он состоит из большого количества взаимно связанных и взаимодействующих элементов. Последними являются организации, осуществляющие разработку, испытания, изготовление, техническое обслуживание и эксплуатацию воздушных судов и их компонентов [3], специализированные подразделения этих организаций, Межгосударственный авиационный комитет, Государственная авиационная служба Украины [4], группы ее представителей [5], подлежащие сертификации объекты АТ. Взаимодействие названных элементов БС «Сертификация гражданской АТ» носит достаточно сложный характер.

При изучении любой большой системы весьма полезным является *системный подход* [6]. Он заключается в расчленении (декомпозиции) целого на элементы, изучении их входов и выходов, а также связей между элементами. Последующее объединение элементов в целое позволяет выявить новые свойства систем, применять логико-математические методы, включая решение оптимизационных задач, использовать специальный символьный аппарат [6].

Совокупность субъектов и большей части объектов названной БС, процедуры сертификации, связи между организациями в ее процессе можно уяснить после ознакомления с учебником [7] и учебным пособием [8]. Хотя сколько-нибудь цельного описания обсуждаемой БС в названных источниках нет.

Существен еще один важный аспект. Должна быть понятна *логика построения* названной большой системы, ее функции в целом, юрисдикция, связи с внешней средой.

Исходной для анализа является авиатранспортная система (АТС). В нее входят воздушные суда (ВС), их экипажи, аэродромы (аэропорты, посадочные площадки), воздушные трассы (местные воздушные линии), службы подготовки

полетов и службы управления воздушным движением (рис. 1) [8]. Центральный блок на рисунке отражает, что главным приоритетом гражданской авиации является *безопасность полетов*, которая требует надежного функционирования всех подсистем АТС и их многочисленных элементов (субъектов и объектов).

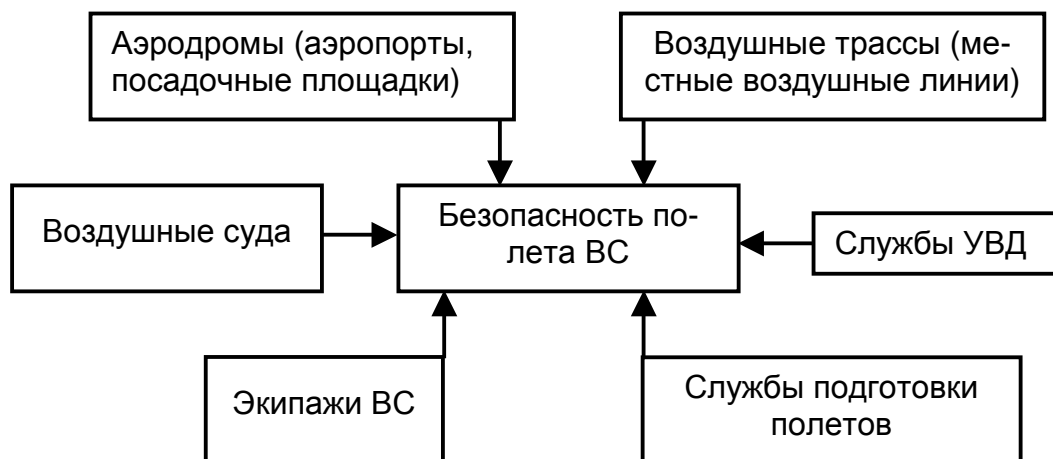


Рис. 1. Подсистемы первого уровня авиатранспортной системы

Не уменьшая общность изложения, можно включить в АТС также спортивную и любительскую авиацию.

Можно указать группы требований, выполнение которых с большой вероятностью гарантирует требуемое свойство АТС. Они перечислены на рис. 2 и вытекают из структуры АТС, потребности в высокой надежности конструкций ВС, высокой квалификации кадров, тесной связи безопасности полетов с погодными условиями. Выполнение этих требований гарантирует высокую надежность авиационной техники и гражданской авиации в целом. Поэтому названную совокупность условий можно назвать *системой «Обеспечение безопасности полетов гражданских ВС» (ОБП ГВС)*. Она принадлежит к БС.

Успех будет обеспечен, если к каждому компоненту системы применить *принципы сертификации*:

- установить обязательные процедуры (перечни действий), выполнение которых необходимо для выдачи документов, удостоверяющих лётную годность авиационной техники либо надлежащий уровень организаций, выполняющих разработку, изготовление, эксплуатацию и поддержание лётной годности АТ;
- провести испытания (для объектов) или аудиты (для субъектов), подтверждающие соответствие компонента системы требованиям нормативных материалов;
- привлечь к испытаниям и аудитам, а также к оценке их результатов специализированные организации и компетентных специалистов;
- четко установить взаимоотношения организаций, участвующих в сертификации авиационной техники и аудитах названных организаций;
- узаконить существование руководящего центра (в случае с украинской АТ существуют два взаимодействующих центра: Межгосударственный авиационный комитет и Государственная авиационная служба Украины [3-5, 8, 10]).

Требования к конструкциям изделий АТ	Требования к экипажам воздушных судов	1,2
Требования к службам управления воздушным движением	Требования к службам подготовки полетов ВС	3,4
Требования к разработчикам изделий АТ	Требования к обеспечению метеорологической информацией	5,6
Требования к проектированию изделий АТ	Требования к испытаниям изделий АТ	7,8
Требования 7 и 8 для существенных модификаций изделий АТ	Требования к производству изделий АТ	9,10
Требования к техническому обслуживанию ВС	Требования к ремонту изделий АТ специализированными предприятиями	11,12
Требования к учебным заведениям, готовящим авиационный персонал	Требования к организациям-эксплуатантам ВС	13,14
Требования к воздушным трассам и местным воздушным линиям	Требования к аэродромам, аэропортам, посадочным площадкам	15,16

Рис. 2. Компоненты БС «Обеспечение безопасности полетов гражданских воздушных судов»

Следующим приоритетом гражданской авиации является охрана окружающей среды. Этот приоритет порождает БС «Охрана окружающей среды от воздействия авиации», которая содержит требования к уровню шума воздушных судов на местности и к выделению ими вредных веществ.

Требования двух названных выше систем не могут быть реализованы без успешной экономической деятельности гражданской авиации. Для этого необходимы высокая квалификация и надежность кадров, занимающихся данной деятельностью, их хорошая техническая оснащенность. Этих субъектов много, связи

между ними весьма сложные, поэтому требования к ним также образуют большую систему.

Большие системы «Обеспечение безопасности полетов гражданских ВС», «Охрана окружающей среды от воздействия авиации», «Требования к субъектам предпринимательской деятельности на воздушном транспорте» совместно с принципами сертификации *порождают* в каждом государстве, обладающем авиационной промышленностью и гражданской авиацией, большую систему «Сертификация гражданской авиационной техники» (*Серт ГАТ*) (рис. 3). В основном во всех указанных государствах она одинакова, но может иметь отличия в некоторых нормативных материалах и процедурах, устанавливающих взаимоотношения организаций, участвующих в сертификации АТ (сравните [5] и [10]).

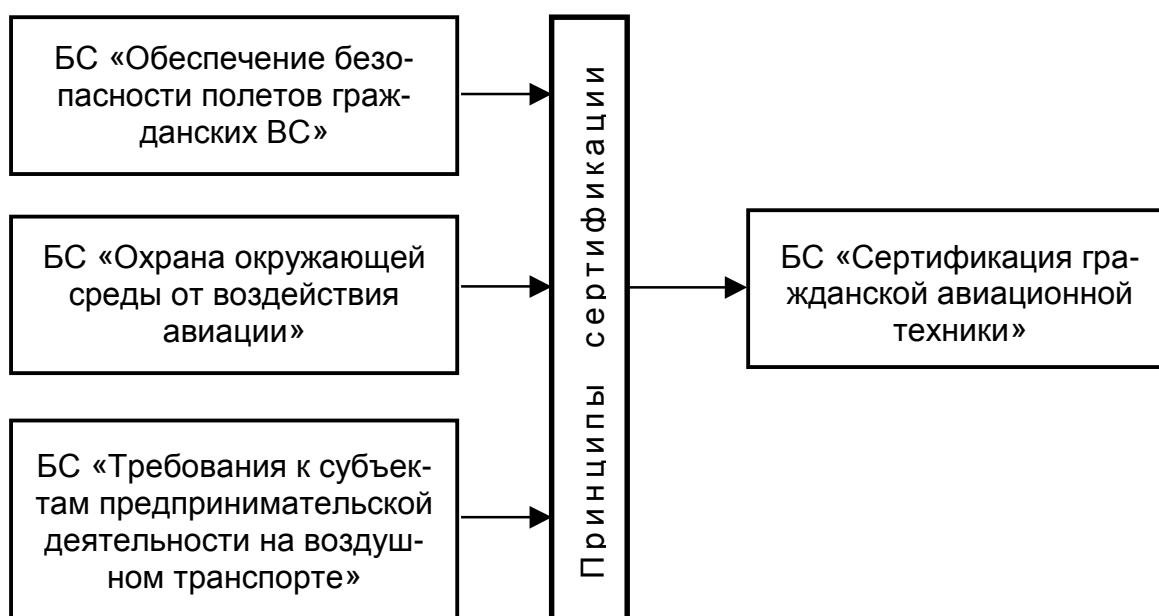


Рис. 3. Взаимодействие четырех больших систем

Крупные блоки, образующие первый (наиболее укрупненный) уровень описания БС «Сертификация гражданской авиационной техники», показаны на рис.4. Нетрудно заметить соответствие названий блоков структуре материала в учебнике [7].

Обратим внимание на то, что совокупность требований БС «Обеспечение безопасности полетов гражданских ВС», перечисленных на рис. 2, трансформируется в блок «Авиационные правила и другие нормативные документы» большой системы «Сертификация гражданской авиационной техники».

Построение БС «Сертификация гражданской авиационной техники» на основе рис. 2 требует рассматривать в едином комплексе как ВС и их компоненты, так и элементы, основная часть которых показана на рис. 5. При этом подсистема «Сертификация на воздушном транспорте» связана только с сертификацией субъектов предпринимательской деятельности в гражданской авиации.

Авиационные правила и другие нормативные документы	1
Сертификация разработчиков изделий АТ	2
Сертификация типов изделий АТ	3
Сертификация существенных модификаций изделий АТ	4
Сертификация экземпляров изделий АТ	5
Сертификация изготовителей изделий АТ	6
Сертификация организаций по техническому обслуживанию изделий АТ	7
Сертификация на воздушном транспорте	8

Рис. 4. Первый (наивысший) уровень описания БС «Сертификация гражданской авиационной техники»

Учебные заведения гражданской авиации	Аэродромы, аэропорты, посадочные площадки	Воздушные трассы и МВЛ	Объекты радионавигации УВД	Объекты радиолокации УВД
Объекты авиационной электросвязи	Светосигнальное оборудование аэропортов	Спецтехсредства обеспечения авиационной безопасности	Поисково-спасательные средства, оборудование и снаряжение	Авиационные тренажеры
Аэродромная пожарная техника, оборудование и снаряжение	Технические средства для выполнения авиационных работ	Оборудование для безопасной перевозки ВС опасных грузов	Аварийно-спасательные средства, оборудование и снаряжение	Наземная авиационная техника

Рис. 5. Компоненты АТС, требования к которым не относятся к ВС и их компонентам

Однако такой подход не принят в реальной практике сертификации АТ, а также в учебной дисциплине, готовящей студентов к такому виду деятельности [7, 8]. Образуется слишком широкий круг вопросов, не укладывающийся в пределах одной специальности. Из совокупности требований БС «Обеспечение безопасности полетов гражданских воздушных судов» (рис. 2) выделяются требования, связанные с надежностью воздушных судов и их компонентов, а также с наличием соответствующей технической документации. Образуется подсистема названной системы, показанная на рис. 6. Ее можно назвать «Обеспечение надежности воздушных судов» или *ОБП ГВС 1*. Другая часть требований, приведенная на рис. 2, связана с непосредственным использованием воздушных судов. Она образует подсистему *ОБП ГВС 2*:

$$ОБП ГВС \leftrightarrow ОБП ГВС 1 \cup ОБП ГВС 2,$$

где \cup – знак множественного сложения.

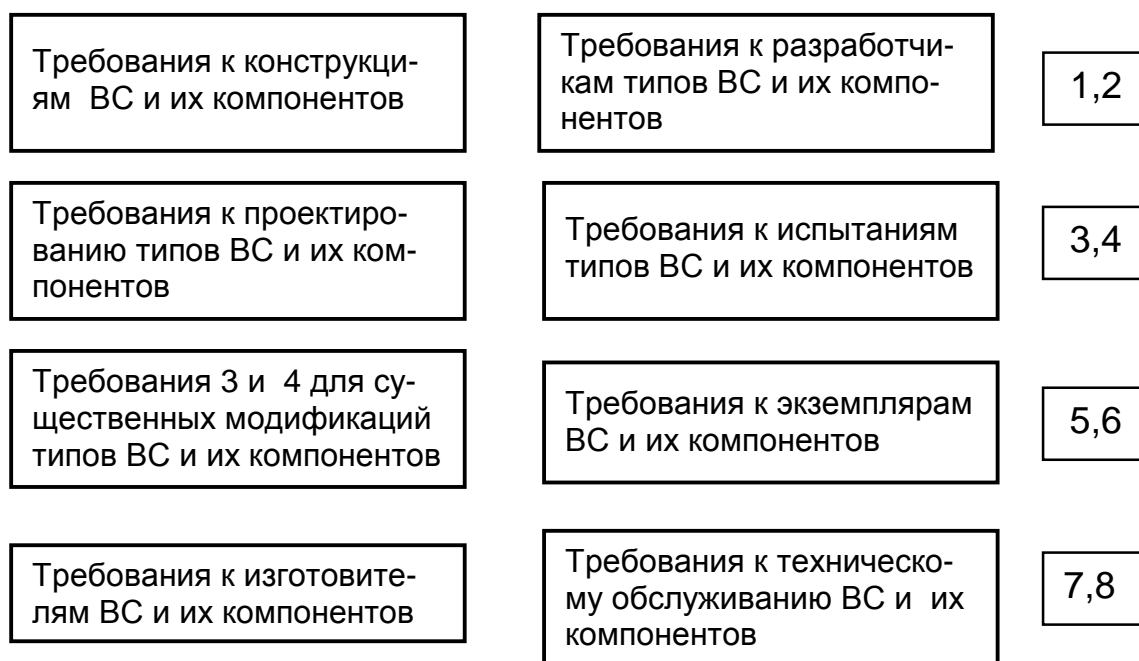


Рис. 6. Подсистема «Обеспечение надежности воздушных судов» или *ОБП ГВС 1*

Названные две подсистемы рассматриваются обособленно. Замена на схеме, изображенной рис. 3, системы *ОБП ГВС* подсистемой *ОБП ГВС 1* порождает подсистему *Серт ГАТ 1* системы *Серт ГАТ*. Аналогичным образом с помощью подсистемы *ОБП ГВС 2* формируется подсистема *Серт ГАТ 2*.

$$Серт ГАТ \leftrightarrow Серт ГАТ 1 \cup Серт ГАТ 2.$$

Первый (наивысший) уровень подсистемы *Серт ГАТ 1* изображен на рис. 7. При сравнении схем, приведенных на рис. 7 и рис. 4, видно, что в наименованиях элементов 2 – 7 у них словосочетание «изделий АТ» заменено на словосочетание «воздушных судов и их компонентов».

Авиационные правила и другие нормативные документы, связанные с надежностью воздушных судов и их компонентов	1
Сертификация разработчиков типов воздушных судов и их компонентов	2
Сертификация типов воздушных судов и их компонентов	3
Сертификация существенных модификаций воздушных судов и их компонентов	4
Сертификация экземпляров воздушных судов и их компонентов	5
Сертификация изготовителей воздушных судов и их компонентов	6
Сертификация организаций по техническому обслуживанию воздушных судов и их компонентов	7
Сертификация на воздушном транспорте	8

Рис. 7. Первый (наивысший) уровень описания подсистемы *Сепм ГАТ1*

Обратим внимание на изменения сущности элементов 1 и 8 в названных выше схемах:

– из нормативных материалов «уходят» части Авиационных правил, связанные с требованиями к компонентам АТС, приведенным на рис. 5. В частности, это касается АП-139 «Сертификация аэродромов» и АП-170 «Сертификация обслуживания аэродромов и воздушных трасс»;

– элемент 8 включает сертификацию большого числа субъектов и объектов, приведенных в таблице. Подробности процедур этой деятельности выходят за пределы многих специальностей, связанных с разработкой, производством и техобслуживанием воздушных судов и их компонентов. Целесообразно ограничиться перечислением элементов таблицы.

Объекты и субъекты сертификации на воздушном транспорте Украины

Объекты и субъекты в гражданской авиации Украины
Авиационные предприятия и индивидуальные предприниматели, осуществляющие и обеспечивающие коммерческие воздушные перевозки и авиационные работы (Эксплуатанты)
Эксплуатанты авиации общего назначения
Аэродромы, аэропорты, посадочные площадки
Воздушные трассы и местные воздушные линии
Организации, осуществляющие эксплуатацию радиотехнического оборудования обеспечения полетов и авиационной электросвязи
Организации, осуществляющие обслуживание воздушного движения (управление воздушным движением)
Объекты радионавигации
Объекты радиолокации
Объекты авиационной электросвязи
Системы светосигнального оборудования и светосигнальное оборудование
Организации, осуществляющие деятельность в области обеспечения авиационной безопасности
Специальные технические средства обеспечения авиационной безопасности
Организации, осуществляющие поисково-спасательную и/или аварийно-спасательную деятельность
Поисково-спасательные средства, оборудование и снаряжение
Аварийно-спасательные средства, оборудование и снаряжение
Аэродромная пожарная техника, оборудование и снаряжение для тушения пожаров на воздушных судах
Организации авиатопливообеспечения воздушных перевозок
Организации, контролирующие качество авиационных ГСМ, заправляемых в воздушные суда
Авиационные топлива, специальные жидкости, смазочные материалы
Материалы для эксплуатационного содержания и восстановительного ремонта аэродромов
Организации, осуществляющие деятельность по организационному обеспечению полетов
Авиационные учебные центры
Юридические лица, осуществляющие медицинское освидетельствование авиационного персонала и медицинское обеспечение полетов в гражданской авиации

Окончание таблицы

Объекты и субъекты в гражданской авиации Украины
Технические средства для выполнения авиационных работ
Оборудование для безопасной перевозки опасных грузов по воздуху
Авиационные тренажеры для обучения авиационного персонала
Наземная авиационная техника
Авиационный персонал

Выводы

На основе применения системного подхода обоснована структура курса «Сертификация авиационной техники» для специальностей, связанных с разработкой, производством и техобслуживанием воздушных судов и их компонентов. Взяв за основу структуру авиатранспортной системы, автор разделяет систему требований, обеспечивающих безопасность полетов воздушных судов, на две подсистемы, одна из которых связана с надежностью ВС, а другая – с их непосредственным использованием.

Список литературы

1. ДСТУ – ISO 9001-95. Системи якості. Модель забезпечення якості в процесі проектування, розроблення, виробництва, монтажу та обслуговування. Введення. 11.09.95. – К.: Держстандарт України, 1995. – С. 71-96.
2. Бусленко, Н. П. Лекции по теории сложных систем / Н. П. Бусленко, В. В. Калашников, И. Н. Коваленко. – М.: Сов. радио, 1973. – 440 с.
3. Повітряний кодекс України: закон України // Відомості Верховної Ради України: орган Верховної Ради України, N 48-49, 2011, ст.536.
4. Про затвердження Положення про Державну авіаційну службу України: Указ Президента України // Урядовий кур'єр. – 21.4.2011 р.
5. Авіаційні правила України, ч. 21. Процедури сертифікації авіаційної техніки. Правила сертифікації виробництва авіаційної техніки. Розділи А, ..., G.– Затверджено наказом Міністерства транспорту і зв'язку України №703 від 14.12.2000 р. та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 12.01.2001 р. за № 10/5201. – 43 с.
6. Колесников, Л. А. Основы теории системного подхода / Л. А. Колесников. – К.: Наук. думка, 1988. – 176 с.
7. Красоткин, А. А. Сертификация авиационной техники: учебник / А. А. Красоткин. – М.: МАИ, 2007. – 356 с.
8. Рябченко, В. М. Сертификация авиационной техники в Украине: учеб. пособие: в 3 ч. – Ч. 1: Сертификация разработчика образцов авиационной техники. Сертификация типа: / В. М. Рябченко. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2013. – 215 с.
9. Проектирование самолётов: учебник / А. А. Бадягин, С. М. Егер, В. Ф. Мишин, Ф. И. Склянский, Н. А. Фомин. – М.: Машиностроение, 1972. – 516 с.
10. Авиационные правила, ч. 21. Процедуры сертификации авиационной техники. – М.: ОАО «Авиаиздат», 1999. – 43 с.

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. П. А. Фомичев, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина.

Поступила в редакцию 01. 06. 2014

Про використання системного підходу при сертифікації авіаційної техніки

Сектор економіки України (у розумінні стандарту ISO – 9000-1-95), в якому здійснюється діяльність щодо сертифікації авіаційної техніки (АТ), розглянуто як велику систему (ВС). За основу взято авіатранспортну систему (АТС), котра включає як повітряні судна (ПС), так і численні суб'єкти і об'єкти, які забезпечують їх функціонування як транспортних засобів. Побудовано комплекс вимог, виконання яких з великою вірогідністю гарантує основну необхідну властивість АТС - безпеку польотів. Ця сукупність названа ВС «Забезпечення безпеки польотів цивільних ПС» (ЗБП ЦПС). Вона разом з ВС «Екологічні вимоги» і ВС «Вимоги до суб'єктів підприємницької діяльності на повітряному транспорті» формує ВС «Сертифікація цивільної АТ». При цьому використано введені в роботу «принципи сертифікації». Проте при підході, який базується на АТС, утворюється занадто широке коло питань, яке не вкладається в межі однієї спеціальності. Тому ВС «ЗБП ЦПС» розділена на дві: ВС «Забезпечення надійності ПС» і ВС «Використання ПС як транспортних засобів». Відповідним чином підрозділяється ВС «Сертифікація цивільної АТ».

Ключові слова: сертифікація авіаційної техніки, велика система, ієрархічна структура, авіатранспортна система, принцип сертифікації, сукупність вимог забезпечення безпеки польотів, розподіл на дві великі системи.

On the application of a systematic approach for the aircraft certification

The economic sector of Ukraine (in the sense of ISO 9000-1-95), in which the activity is carried out for aviation techniques (AT) certification, is considered as a large system (LS). Based on the air transport system (ATS), which includes both aircrafts (AC) and numerous subjects and objects, ensuring their functioning as vehicles. The complex of requirements is built, which is likely basic guarantees of the flights safety as required property of ATS. He called as LS "Ensure of the flights safety of the aircrafts" (EFS AC). This LS together with LS "Environmental requirements" and LS "Requirements to the performers of entrepreneurial activities on the air transport" generates LS "The civil aircrafts certification". This uses "the certification principle", which is formulated in the article. However, an approach based on the ATS, is generate a very wide range of issues, that do not fit within one specialty. Therefore LS "EFS AC" is divided into two: LS "Ensuring of the reliability of AC" and LS "Using of AC as vehicles". Accordingly divided LS "The civil aircrafts certification".

Keywords: aviation techniques certification, large system, hierarchical structure, air transport system, certification principle, complex of requirements of safety flights guarantees, subdivided into two large systems.