

## ОСОБЕННОСТИ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И СОВРЕМЕННОЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

© 2012 А. И. Белоусов, А. Г. Маслова

Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

Анализируется современное состояние аэрокосмической отрасли и её влияние на развитие общества, отечественной и мировой экономики, рынка аэрокосмической техники и аэрокосмических услуг, а также монополизацию и глобализацию. Формулируются особенности авиационной и ракетно-космической техники (АиРКТ), определяющие требования к аэрокосмическому образованию (АКО).

*Аэрокосмическое образование, аэрокосмическая техника, модернизация образования, особенности аэрокосмической техники, требования к образованию.*

Создание и эксплуатация АиРКТ для исследования и использования воздушного и космического пространств – область деятельности, в которой для достижения научно-практических целей привлекаются невиданные до этого по объёмам финансы и по численности коллективы специалистов. Освоение этих пространств стало возможным благодаря мощному кадровому потенциалу и предшествующему научно-педагогическому опыту. Они также дали мощный импульс развитию образовательной теории и практики.

Аэрокосмическая промышленность относится к числу отраслей, обеспечивающих наибольшую экономическую эффективность. Прибыль мирового рынка космических услуг (связь, навигация, картография, телевидение, запуск космических объектов и многое другое) достигает 500 млрд. долларов в год. Россия зарабатывает в космосе 500 млн. долларов (в основном за счёт коммерческих запусков) [1].

Технологической основой отрасли считают три изобретения [2]: двигатель внутреннего сгорания (Этьен Ленуар, 1860 г.), аэроплан братьев Райт (он был создан с использованием математического моделирования и продувок в аэродинамической трубе, братья совершили полёт в 1903 г.) и триод, изобретённый радиоинженером Ли Форестом в 1906 г., на базе которого он создал ламповый детектор и усилитель, основав, по существу,

радиоэлектронику. Синтез этих достижений и знаний привёл к созданию трёх базовых аэрокосмических технологий: самолёто- и ракетостроения, двигателестроения и авионики (приборостроения). Под технологией понимаем обобщённый термин, описывающий проводимые работы на всех этапах жизненного цикла изделия (ЖЦИ) – НИОКР, проектирования, производства, испытаний (доводки), сертификации, эксплуатации, ремонта, утилизации. Эти три базовые технологии определили принципы формирования стратегий развития и структур управления в аэрокосмической отрасли – интенсивное и непрерывное совершенствование базовых технологий, частая сменяемость продукции, кардинальное изменение структуры спроса на рынке. При этом действуют такие отраслевые факторы, как сильная зависимость от государственных заказов, высокие сложность и стоимость, значительная продолжительность создания новой техники, мелкосерийное и даже единичное (уникальное) производство некоторых объектов.

Достижения и открытия, сделанные благодаря АиРКТ, развитие аэрокосмической отрасли стали одним из импульсов перехода от индустриального к постиндустриальному обществу. Конверсия аэрокосмических технологий в гражданский сектор открыла доступ к таким благам цивилизации, как транспорт, телевидение, спутниковая связь, компьютерная техника и

технологии, Интернет. Материальные потребности человека удовлетворены благодаря созданию технологий изготовления продуктов питания длительного хранения, текстильного сырья высокой износ- и термостойкости, а также многим другим достижениям авиационной и космической сфер деятельности. Таким образом, социальный эффект от воздействия АиРКТ на экономику определяется ростом уровня жизни благодаря предоставлению потребителям гаммы новинок из аэрокосмической отрасли.

Одна из особенностей аэрокосмической деятельности - помимо получения практических выгод на её развитие оказывают значительное влияние ещё два общечеловеческих стремления: к познанию и расширению сферы активной деятельности. Основу многих аэрокосмических программ составляют эти побудительные мотивы. Этим программам свойственна тесная взаимосвязь решения фундаментальных и прикладных проблем. АиРКТ является своеобразным полигоном для проверки научно-технической методологии в экстремальных условиях, экспериментальной базой для решения фундаментальных проблем науки и техники и конвертирования их в прикладном смысле для обеспечения производственно-технологического прорыва, начавшегося с середины прошлого века.

АиРКТ оказывает сильное влияние на формирование мировой экономики путём импорта космических технологий в гражданскую сферу деятельности, резкого увеличения объёма производства, изменения структуры мирового рынка в сторону инновационных высокотехнологичных отраслей. Это предопределяет экономический эффект аэрокосмической отрасли.

Отечественная аэрокосмическая промышленность в начале XXI века (в 2003 г.) состояла [3, 4] из почти 1700 предприятий и организаций оборонных отраслей, расположенных в 72 субъектах РФ, причём 129 из них в 32 регионах являлись градообразующими. По организационно-правовой форме среди них порядка 43 % государственных унитарных предприятий,

29 % акционерных обществ с государственным участием, 28 % акционерных обществ без государственного участия. В оборонном секторе промышленности работало около 2,5 млн. человек, что составляло около 5 % занятых в экономике и около 17 % занятых в промышленности. Вместе с членами семей это соответствовало 10 млн. человек или 6 - 7 % всего населения страны. В аэрокосмической отрасли производится около 27 % продукции машиностроения. Её доля в производстве наукоёмкой продукции авиационной техники, гражданского космоса, оптического приборостроения, электронной техники, взрывчатых веществ – 100 %, судостроения, радиоэлектронной аппаратуры – 90 %, средств связи – 70 %, сложной медицинской техники – 60 %, высокотехнологичного оборудования для топливно-энергетического комплекса – 30 %. Причём распределение военной и гражданской продукции, соответственно, следующее: авиационной – 71,6 и 28,4 %, а ракетно-космической практически обратное – 30,9 и 69,1 %. Вес предприятий отрасли во внешнеэкономической политике государства значителен: 35 % экспорта наукоёмкой машиностроительной продукции приходится на их долю.

Предприятия, создающие АиРКТ, обладают совершенной научно-технической базой, уникальным экспериментальным оборудованием, традиционно высокой организованностью и ответственностью, технологической дисциплиной, отлаженными программами разработки и производства сложных видов наукоёмкой техники. Они имеют высококвалифицированные кадры рабочих, техников, инженеров, организаторов производства, экономистов и учёных.

АиРКТ всегда была глубоко интегрирована в экономику страны, способствуя закреплению России как мировой державы, оказывая существенное влияние научно-технического авторитета на социально-экономическое и военно-политическое положение в мировом сообществе. К сожалению, аэрокосмическая отрасль России оказалась не готова к обвалу военных заказов в 90-х г.г. XX века.

Производственный потенциал её составляет порядка 50 % от мирового, но доля на международных аэрокосмических рынках не превышает 3%.

Конверсия аэрокосмической промышленности связана с системными и масштабными решениями сложнейших проблем политического, технического, экономического, социального, организационно-управленческого аспектов. Естественно, это не могло не привести к существенной переориентации профессионально-квалификационной структуры кадров аэрокосмической отрасли и запросов на подготовку специалистов новой формации, владеющих, в частности, методологией обеспечения выполнения требований на всех этапах ЖЦИ.

Высокая концентрация предприятий авиационно-ракетной отрасли в отдельных регионах страны (Поволжье, Подмосковье, Сибирь, Урал) способствовала созданию в них мощного научно-технического и образовательного потенциала, кардинальной структурной перестройке профессиональной подготовки специалистов этой отрасли и системы образовательных учреждений - появились профессиональные лицеи, профильные классы, технические колледжи, техникумы, вузы и факультеты АКО. Сегодня в условиях конверсии это база для создания современных высокотехнологичных производств различных отраслей и системы многоуровневого непрерывного АКО.

Особенности и специфика существующего положения АиРКТ и отрасли должны учитываться при разработке методологии развития и совершенствования АКО в современных условиях.

Особенностью авиакосмической отрасли является и то, что по уровню научно-технических разработок и практического использования их создан длительный запас инновационной прочности. В течение ближайших 10 – 25 лет Россия сможет быть одним из лидеров в области запусков пилотируемых КА, связи, навигации, оборонных систем, информационных технологий. На российской базе используются

международные космические станции, запускаются спутники многим странам. Следовательно, АКО обслуживает отрасль, в которой сосредоточен значительный интеллектуальный потенциал и длительный запас инновационной прочности. Главным условием этого лидерства является воспроизводство отраслевого кадрового потенциала. Именно этим обстоятельством определяются новые подходы к совершенствованию и развитию АКО.

АиРКТ способствовала созданию такого рынка, который работает в условиях мировой тенденции глобализации. Развитие АиРКТ имеет двустороннюю связь с глобализацией. Будучи детищем мирового научно-технического прогресса, АиРКТ использует его достижения и является мощным двигателем этого процесса благодаря непрерывной передаче другим отраслям человеческой деятельности бесценных по значению и беспрецедентных по объёму научных результатов, новых материалов и технологий. Но требуются огромные финансовые вложения на создание новой АиРКТ, понимание не скорой экономической отдачи. АиРКТ была и остаётся наиболее затратным видом техники. Отдача от вложений в неё носит часто неопределённый характер, период окупаемости вложений продолжителен. Специалисты аэрокосмического профиля должны быть компетентными в областях ресурсосберегающих технологий и управления своей деятельностью по параметрам технической, экономической, социальной, политической, научной, оборонной, философской и других видов эффективности. Конечно, полная коммерциализация создания и эксплуатации АиРКТ невозможна. Для одной страны нагрузка на бюджет становится слишком высокой. Отсюда вытекает целесообразность создания межгосударственных объединений, консорциумов, программ, а также вывод: АиРКТ становится одним из атрибутов, определяющих происходящие в современном мире процессы глобализации.

Следовательно, уникальность аэрокосмической промышленности заключается в возможности «взгляда со

стороны» как на отдельные государственные, так и на глобальные мировые проблемы, а также перспективы развития человечества. При этом авиакосмические средства и технологии общедоступны для любого человека в качестве транспорта, средства общения, информации и телекоммуникационных ресурсов. Но они сосредоточены в небольшой группе стран-лидеров. Появилась интеллектуальная монополия на рынке аэрокосмических услуг. Например, космические технологии используются в 100 странах, 40 из них имеют космические аппараты (как производители и покупатели), но только 20 стран проводят самостоятельные исследования и 8 самостоятельно выводят их на орбиту. В настоящее время мировым научно-техническим сообществом выделены 50 технологий, построенных на новых физических эффектах и кардинально определяющих судьбу человечества. Из них 26 приоритетно развиваются в США, по 10 – в европейских странах и Японии, 4 разработаны в аэрокосмической отрасли России.

Принадлежность аэрокосмических инженерных специальностей к инновационному сообществу требует сегодня не только проведения фундаментальных, поисковых и прикладных исследований, но и коммерциализации результатов НИР путём тиражирования, серийного производства и продажи готовых разработок (технологический трансферт) через ОНИЛ или технопарк. ОНИЛ выполняют НИР, НИОКР, опытное и серийное производство образцов новой АиРКТ (малая авиация и спутники, приборы и авионика, системы виброзащиты, охлаждения) по научной тематике одной или нескольких кафедр университета, а технопарк объединяет на базе научно-исследовательского университета научно-производственную, учебную и социально-культурную сферу обеспечения непрерывного инновационного цикла. И ОНИЛ, и технопарки работают, как правило, по циклу от идеи до технологического трансферта. Таким образом, реализуется интеграция уникального научного

потенциала вузов с бизнесом, доводится до уровня коммерческого продукта широчайший диапазон идей учёных, инженеров, программистов, студентов. Это самым благоприятным образом отражается на учебно-педагогической и научной атмосфере университета и развитии образовательно-, интеллектуально- и наукоёмких технологий. Об этом свидетельствует более чем 50-летний опыт ОНИЛ-1 «Вибрационная прочность и надёжность авиационных изделий» при кафедре конструкции и проектирования двигателей аппаратов, а также других ОНИЛ и кафедр КуАИ – СГАУ.

В период интенсивного развития научно-технического прогресса особое значение приобретает анализ структуры жизненного цикла научно-технических новшеств. Представление о нём даёт структурная схема - цепочка структурных элементов «Наука – Техника – Производство – Потребление» [5]. В условиях действия принципа «Образование через всю жизнь» считаем возможным обобщить представление этой цепочки дополнением структурного элемента «Образование», соединённого прямыми и обратными связями с каждым элементом описанной структурной схемы. Это обобщённое представление подчёркивает основополагающую роль АКО в научно-технических достижениях отрасли и взаимосвязей его с наукой, техникой, производством и потреблением, а также необходимость постоянного развития знаний, умений, навыков (ЗУН) и компетенций, приобретённых в вузе, благодаря самообразованию в процессе профессиональной деятельности и дополнительному профессиональному образованию.

Общемировые тенденции развития АиРКТ и соответствующей отрасли позволяют сформулировать требования к современной системе АКО, которые видятся в следующем:

- наличие запаса фундаментальных, прикладных и экономических знаний (прогноз развития техники, технологий, материалов; построение бизнес-процессов; управление аэрокосмическими проектами по

параметрам их экономической, социальной, научной, оборонной и других видов эффективности);

- соответствие социальному заказу общества на подготовку конкурентоспособных специалистов для аэрокосмической промышленности и современному уровню развития аэрокосмической науки и техники при управлении по стадиям жизненного цикла АиРКТ;

- полнота раскрытия целей и ценностей АКО;

- построение учебного плана с чётким определением места, роли и задач каждой учебной дисциплины в системе АКО;

- высокий уровень образовательной диверсификации (наличие большого количества образовательных программ), обусловленной такими особенностями АиРКТ, как высокие сложность, наукоёмкость, стоимость, опасность для жизни отдельных людей и человечества в целом;

разработка требований к смежным предметам и действенных межпредметных связей;

- выбор рациональных средств, методов и форм организации образовательного процесса с учётом особенностей каждой учебной дисциплины и её роли в подготовке конкурентоспособных специалистов, высокого уровня креативности, а также соблюдения высоких эталонов качества АКО;

- реализация принципов системного подхода при отборе программного материала;

- формулирование требований к приобретённым ЗУН и компетенциям, ознакомление с ними студентов по каждой учебной дисциплине;

- создание системы сквозных учебных пособий по каждой специальности и специализации с едиными коллективами редакторов, рецензентов, терминологией, обозначениями, полиграфическим оформлением;

- использование педагогических технологий с элементами верификации для обеспечения ответственности студентов за

результаты своей профессиональной деятельности;

- создание условий, позволяющих реализовывать социальные компетенции будущих специалистов аэрокосмической отрасли для обеспечения баланса между самостоятельностью и социальностью личности специалиста;

- развитие коллективных форм решения различных учебных задач в рамках лабораторных и практических занятий, НИР, курсового и дипломного проектирования, конкурсов по специальностям с использованием компьютерных технологий с целью формирования навыков решения командных задач, значимость которых в аэрокосмической науке и производстве является преобладающей;

- создание системы учебно-производственно-профессиональных практик на аэрокосмических предприятиях для постепенного вхождения студентов в условия реального производства, закрепления полученных знаний и приобретённых навыков, привлечения студентов к реализации обратной связи учебного процесса с аэрокосмическим производством, восполнения индивидуальных пробелов и выбора более качественного дальнейшего образовательного маршрута, приобретения профессиональных и начальных управленческих навыков как конкурентоспособных характеристик выпускника вуза.

### Библиографический список

1. 10 мифов о космосе и космонавтике. – Саквояж СВ, № 6, 2012. – С. 16.
2. Алексеев, Н.С. Разработка стратегий и структур управления в аэрокосмической промышленности России в условиях глобализации [Текст] / Н.С. Алексеев // дис. к.э.н.: 08. 00. 05 – М., 2001. – 175 с.
3. Беляков, Г.П. Оборонно-промышленный комплекс: проблемы реформирования и развития: монография / Г.П. Беляков. – Красноярск: СибГАУ, 2003. - 112 с.
4. Соколов, А.В. Состояние и тенденции развития российской оборонной

промышленности [Текст] / А.В. Соколов // ЭКО, 2003. - № 4. – С. 110 – 134.

5. Анисимов, Ю.П. Управление освоением конверсионной продукции на

научноёмких предприятиях [Текст] / Ю.П. Анисимов, В.Д. Билинкис, С.Г. Валухов,

С.А. Повеквечных. - Воронеж: Научная книга, 2009. – 407 с.

## **FEATURES OF AEROSPACE EQUIPMENT AND MODERN AEROSPACE ENGINEERING EDUCATION**

© 2012 A. I. Belousov, A. G. Maslova

Samara State Aerospace University  
named after academician S.P.Korolyov (National Research University)

The current state of aerospace branch is analyzed including its influence on the development of society, national and global economy, the market of aerospace services, monopolization and globalization. The features of aviation and space-rocket equipment defining requirements to modern aerospace education and its contents are formulated.

*Aerospace education, aerospace equipment, modernization of education, features of aerospace equipment, demand of aerospace education.*

### **Информация об авторах**

**Белоусов Анатолий Иванович**, доктор технических наук, профессор кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: [aibelousov@mail.ru](mailto:aibelousov@mail.ru). Область научных интересов: авиационное и ракетное двигателестроение, педагогические науки.

**Маслова Анна Григорьевна**, специалист по учебно-методической работе, институт дополнительного профессионального образования, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: [am082@yandex.ru](mailto:am082@yandex.ru). Область научных интересов: теория и методика профессионального образования, социология.

**Belousov Anatoliy Ivanovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Samara state aerospace university named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: [aibelousov@mail.ru](mailto:aibelousov@mail.ru). Area of research: aviation and rocket propulsion engineering, pedagogical sciences.

**Maslova Anna Grigorievna**, specialist of institute of supplementary professional education, Samara state aerospace university named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: [am082@yandex.ru](mailto:am082@yandex.ru). Area of research: pedagogical sciences.