

Анализ технологических инноваций в вертолетостроительной отрасли и сравнительная оценка конкурентоспособности российских и зарубежных проектов перспективных скоростных вертолетов

© Т.Г. Садовская¹, Я.Н. Афолина²

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

² Московский вертолетный завод им. М.Л. Миля, Москва, 121357, Россия

Выполнен анализ продуктовых и процессных технологических инноваций в вертолетостроительной отрасли. Приведены основные технико-экономические характеристики проектов перспективных скоростных вертолетов в России, США, Франции и Германии. Рассчитаны относительные и интегральные показатели технического уровня моделей перспективных скоростных вертолетов, выполнена сравнительная оценка их конкурентоспособности.

Ключевые слова: *качество, конкурентоспособность, перспективный скоростной вертолет, технологические инновации, единое информационное пространство.*

Современный этап научно-технического прогресса характеризуется усилением инновационной активности ведущих промышленных компаний, что обеспечивает создание принципиально новой, а также значительное усовершенствование наукоемкой продукции и процессов ее производства. В настоящее время происходит трансформация открытий и разработок в области инженерных наук в принципиально новые виды продукции военного, двойного и гражданского назначения. Между развитыми странами развернулась напряженная скрытая борьба за технологическое превосходство. Главным фактором успеха в этих условиях стали технологические инновации, а именно — способность использования научно-технических достижений для опережающего развития новых поколений вооружения, военной и специальной техники, а также широкого спектра наукоемкой гражданской продукции.

Научные исследования природы и принципов развития инновационных процессов берут начало в классических работах Н.Д. Кондратьева [1], Й. Шумпетера [2] и других ученых, сформировавших фундаментальные основы теории инноваций в начале прошлого века. Дальнейшее развитие эта теория получила в трудах Б. Санто [3], Б. Твисса [4], Р. Фостера [5] и других авторов, изучавших проблемы управления научно-техническими нововведениями и обновления производства промышленных компаний. В настоящее время инновация стала конкретной управленческой категорией. Ее определение, методы оценки и анализа инновационной деятельности закреплены в официальных документах международного уровня [6].

В настоящей статье исследуются особенности создания и развития технологических инноваций в вертолетостроительной отрасли, отличающейся высоким уровнем наукоемкости и конкурентной борьбы на мировом рынке.

По имеющейся на 2012 г. информации, мировой рынок вертолетной техники насчитывает около 50 тысяч гражданских и военных машин. Из них легкие вертолеты (до 3,5 т) составляют 73%, средние (до 15–20 т) — 24 %, тяжелые — 3 %. Первоначально мировой рынок вертолетов представлял собой рынок военных машин, но со временем активно начал формироваться рынок гражданской вертолетной техники. В настоящее время доля вертолетов на мировом рынке летательных аппаратов составляет около 18%. Стоит также отметить тенденцию увеличения этой доли, что связано с ростом закупок вертолетов развивающимися странами Латинской Америки, Азии и Африки [7].

В работе прослеживается влияние на развитие вертолетостроительной отрасли следующих факторов.

1. *Сочетание этапов эволюционного и революционного развития.* Как известно, в соответствии с законами диалектики эволюционный период развития техники и технологий сменяется революционным этапом. Эволюционное развитие означает постепенное частичное улучшение характеристик образцов продукции на основе применения ранее известных научных достижений — улучшения тактико-технических характеристик, расширения типажа и номенклатуры. Это не может привести к резкому повышению качества и конкурентоспособности, но постепенно приближает к физическому пределу использования существующих и хорошо апробированных технических решений.

Напротив, революционное развитие приводит к коренным качественным изменениям, созданию принципиально новых видов и типов продукции на основе научных открытий. При этом меняется принцип действия технического объекта. Для его создания используются не применявшиеся ранее физические процессы. Однако такой путь сопряжен с неопределенностью как технического, так и экономического характера, связан со значительными инвестиционными рисками.

В отрасли вертолетостроения конкурентная борьба между образцами техники революционного и эволюционного развития явно прослеживается на примерах проектов создания перспективных скоростных вертолетов (ПСВ) и модернизации классических моделей [8].

ПСВ представляет собой революционный летательный аппарат, сочетающий возможности вертолета и самолета. Впервые о такой разработке заявила американская компания Sikorsky Aircraft в 2005 г. Ее отличительной особенностью стали два соосных ротора, вращающиеся в противоположных направлениях, и толкающий винт, который создает горизонтальную тягу (рис. 1). В сентябре 2010 г. опытный образец вертолета Sikorsky X2 в ходе очередного испытательного полета установил рекорд скорости в 416,7 км/ч [9].



Рис. 1. Вертолет Sikorsky X2

Это событие фактически определило новую, революционную тенденцию в развитии технологий вертолетостроения. В том же году европейский концерн Eurocopter представил демонстрационную модель гибридного вертолета X3. Она имеет главный ротор, два горизонтальных винта и обычное хвостовое оперение (рис. 2) и создана с расчетом достижения скорости полета 410 км/ч [10].



Рис. 2. Вертолет Eurocopter X3

Вместе с тем, ряд экспертов высказывают сомнения в рациональности этих проектов для гражданского применения [8]. Это связано с высокой ценой приобретения воздушного судна и стоимостью его эксплуатации.

Эволюционное совершенствование хорошо зарекомендовавших себя моделей — второе важнейшее направление в развитии современного вертолетостроения. Американская компания Bell Helicopter осуществляет модернизацию вертолетов серии 407 и 412EP с целью повышения их грузоподъемности и других летно-технических характеристик [11, 12]. Концерн Eurocopter внедряет технологические инновации Blue Edge (изменение формы лопасти) и Blue Pulse (интеграция пьезоэлектрических сенсоров в заднюю кромку лопасти). Они ориентированы на экологические аспекты и позволяют существенно снизить шумность вертолетов [13].

Другая характерная черта современного этапа развития науки и техники — постепенное размывание границ между военным и гражданским секторами наукоемкого производства. Этот процесс обеспечивает быструю диффузию и интеграцию инноваций военного и гражданского назначения.

2. *Усиление процессов военно-гражданской интеграции.* Военно-гражданская интеграция [14] представляет собой взаимодействие военного и гражданского секторов экономики в интересах удовлетворения потребностей гособоронзаказа и системы военно-технического сотрудничества с иностранными государствами в эффективном вооружении, военной и специальной технике и потребностей рынка в конкурентоспособной продукции военного, гражданского и двойного назначения.

В мировом вертолетостроении современные стратегии развития корпораций должны быть ориентированы на диверсификацию — одновременное продвижение военной и гражданской продукции с приоритетом концентрации ресурсов (преимущественно государственных) на процесс создания высокотехнологичной продукции с конкурентными свойствами. Механизмы военно-гражданской интеграции позволяют активизировать технологический трансферт, фактически завоевывать внешние рынки «мирным путем». Кроме того, в крупных вертолетостроительных компаниях имеется возможность кросс-отраслевого маневра финансовыми, инвестиционными, кадровыми и другими ресурсами. Таким образом, можно получить синергетический эффект за счет взаимного финансирования предприятий, тиражирования опыта менеджеров, передачи компетенций и других источников.

Как известно, в вертолетостроении в последние десятилетия гражданские технологии развивались «под зонтиком» крупных военных программ, получавших государственное финансирование. Основной стратегией была коммерциализация (англ. *spin-off*) результатов военных разработок в виде продукции гражданского назначения. В качестве примера реализации такой стратегии следует привести проект создания гражданской модели вертолета Sikorsky S-92A Helibus на базе военной машины UH-60 Black Hawk [8].

Такая ситуация была характерна как для западных стран, так и для СССР. Но с окончанием холодной войны произошло сокращение финансирования американского и европейских оборонных бюджетов, что обусловило новую черту процессов военно-гражданской интеграции — активизацию развития новых технологий в гражданском секторе, ранее считавшимся второстепенным.

В вертолетостроении это создает предпосылки возникновения принципиально иной стратегии, основанной на использовании коммерческих гражданских технологий для создания вооружения и военной техники (англ. *spin-in*). Примером может служить Eurocopter EC 145 — многоцелевой вертолет, построенный с использованием композитных материалов. В 2006 г. военный вариант EC 145 был заказан для армии США. Сделка предусматривала поставку 345 вертолетов.

В зарубежных проектах ПСВ также предусмотрены военные и гражданские модификации вертолетов. Sikorsky X2 может представлять собой высокоскоростной боевой или пассажирский вертолет, тяжелый транспортный вертолет или летающий кран. По разработанной компанией Sikorsky Aircraft технологии планируется также построить беспилотный летательный аппарат. Основное назначение вертолета Eurocopter X3 — выполнение широкого круга задач гражданского и военного назначения.

Российские проекты ПСВ разрабатываются холдингом «Вертолеты России» совместно с Минобороны и Минпромторгом. Имея изначально гражданское назначение, они также могут быть задействованы для гражданских нужд [15].

Вертолетостроение в России становится одним из центров наукоемких и высокотехнологичных сегментов мирового машиностроения. Среди инноваций можно проследить несколько современных тенденций развития вертолетостроения: технология безопасности; энергоэффективность и сохранение экологии планеты; технология совершенствования качества выпускаемой продукции; увеличение ресурса деталей и снижение стоимости изделий; повышение уровня комфорта и безопасности полетов; увеличение коммерческой эффективности их эксплуатации.

Программа разработки ПСВ является в настоящее время важнейшим инновационным направлением развития отечественного вертолетостроения. Она предполагает две параллельные разработки — Ми-Х1 конструкторского бюро Миля (рис. 3) и Ка-92 конструкторского бюро Камова (рис. 4). Обе машины используют традиционные для этих КБ наработки.



Рис. 3. Макет вертолета Ми-Х1

Целевые летно-технические характеристики таковы: дальность полета — 1500 км; крейсерская скорость — около 450 км/ч. Проекты разрабатываются с улучшенными шумовыми характеристиками и показателями комфортности. В процессе разработки ОАО «Вертолеты России» совместно с главными разработчиками — КБ «Камов» и «Миль» — готовятся определить принципиальное направление, выбрав наилучшие технологические решения в рамках параллельных проектов ПСВ — Ми-Х1 и Ка-92 [16].



Рис. 4. Макет вертолета Ка-92

Основной элемент конструкции перспективного скоростного вертолета — толкающий винт, но все четыре прототипа ПСВ выглядят по-разному: Ми-Х1 представляет собой вертолет традиционной для ОАО «МВЗ им. М.Л. Миля» одновинтовой схемы с несущим и рулевым винтами, а также дополнительным толкающим винтом; вертолет Ка-92 отличается наличием соосных несущего и толкающего винтов. Основные тактико-технические характеристики рассматриваемых отечественных моделей и их зарубежных конкурентов представлены в табл. 1.

Для определения уровня конкурентоспособности [17, 18] исследуемых образцов ПСВ необходимо провести сравнительный анализ технического уровня исследуемых моделей. Для этого составляется массив технических характеристик и создается эталонная модель, значения которой являются наилучшими значениями показателей анализируемых вертолетов (табл. 2). Каждому показателю экспертным путем назначается весовой коэффициент.

Затем проводится расчет относительных показателей уровня качества вертолетной техники (без учета весовых коэффициентов) и интегрального показателя технического уровня качества рассматриваемых моделей ПСВ (табл. 3).

Как видим, отечественные разработки перспективного скоростного вертолета Ми-Х1 и Ка-92 превосходят американский вертолет Sikorsky Х2 и франко-германский аналог Eurocopter Х3 в основном по массовым характеристикам и характеристикам вместимости кабины вертолета, что имеет место и у существующих моделей вертолетной техники.

После глубокого анализа всех преимуществ и недостатков отечественных разработок ПСВ станет возможен выход на единую схему перспективного скоростного вертолета, которая и будет подлежать реализации в рамках программы российского вертолетостроения. Работа над отечественными моделями перспективного скоростного вертолета ведется по двум основным направлениям [19].

Таблица 1

Характеристики моделей перспективного скоростного вертолета

№	Характеристика	Модель вертолета			
		Ми-Х1	Ка-92	Sikorsky Х2	
1.		Общие характеристики			Еurocopter Х3
1.1.	Разработчик	ОАО «МВЗ им. Миля»	ОАО «Камов»	Sikorsky Aircraft	Еurocopter
1.2.	Страна	Россия	Россия	США	Франция/Германия
1.3.	Тип вертолета	Транспортный Пассажирский	Пассажирский	Экспериментальная платформа	Экспериментальный гибридный
1.4.	Схема вертолета	Одновинтовая схема с рулевым и хвостовым толкающими винтами	Двухвинтовая соосная схема с соосным толкающим винтом	Двухвинтовая соосная схема с толкающим винтом	Одновинтовая схема с двумя толкающими винтами на крыльях
2.		Летно-технические характеристики			
2.1.	Максимальная скорость, км/ч	500	570	481	430
2.2.	Крейсерская скорость, км/ч	450	430	460	407
2.3.	Дальность полета, км	1500	1400	1300	985
3.	Массовые характеристики				
3.1.	Максимальная взлетная масса, кг	10 000	10 050	3 600	4 920
3.2.	Силовая установка	2 двигателя Климова ВК-2500 (ВК-3000)	2 двигателя Климова ВК-3000	1 турбовальный двигатель LHTEC Т800	2 двигателя Rolls-Royce Turbomeca RTM322
3.3.	Мощность двигателей, л.с.	2 × 2 500 (2 × 3 000)	2 × 3 000	1 × 1 563	2 × 2 300
4.	Вместимость				
4.1.	Экипаж/пассажиры, человек	2 / 25	1 / 30	2 / 6	2 / 13

Таблица 2

Массив технических характеристик моделей перспективного скоростного вертолета

№	Характеристика	Модель вертолета				Эталонная модель	Весовой коэффициент
		Ми-Х1	Ка-92	Sikorsky Х2	Eurocopter Х3		
1.	Летно-технические характеристики						
1.1.	Максимальная скорость, км/ч	500	570	481	430	570	0,20
1.2.	Крейсерская скорость, км/ч	450	430	460	407	460	0,10
1.3.	Дальность полета, км	1500	1400	1300	985	1500	0,20
2.	Массовые характеристики						
2.1.	Максимальная взлетная масса, кг	10 000	10 050	3600	4920	10 050	0,20
2.2.	Мощность двигателей, л.с.	2 × 2 500	2 × 3 000	1 × 1 563	2 × 2300	2 × 3 000	0,10
3.	Вместимость						
3.1.	Экипаж, человек	2	1	2	2	2	0,10
3.2.	Пассажиры, человек	25	30	6	13	30	0,10

Таблица 3

Относительные и интегральные показатели технического уровня моделей ПСВ

№	Относительный единичный показатель качества	Модель вертолета				Эталонная модель	Весовой коэффициент
		Ми-Х1	Ка-92	Sikorsky X2	Eurocopter X3		
1.	Летно-технические характеристики						–
1.1.	Максимальная скорость	0,88	1,00	0,84	0,75	1,00	0,20
1.2.	Крейсерская скорость	0,98	0,93	1,00	0,88	1,00	0,10
1.3.	Дальность полета	1,00	0,93	0,87	0,66	1,00	0,20
2.	Массовые характеристики						–
2.1.	Максимальная взлетная масса	1,00	1,00	0,34	0,49	1,00	0,20
2.2.	Мощность двигателей	0,83	1,00	0,26	0,77	1,00	0,10
3	Вместимость						–
3.1.	Экипаж	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	0,10
3.2.	Пассажиры	0,83	1,00	0,20	0,43	1,00	0,10
Интегральный показатель качества		0,94	0,93	0,66	0,69	1,00	–

1. Незначительное увеличение скорости по отношению к возможностям современных вертолетов (примерно на 25 %), создание опытного образца, сертифицированные испытания, начало поставок (2018– 2020 гг.).

2. Существенное улучшение характеристик летательных аппаратов настоящего времени. Данное направление ориентировано на дальнюю перспективу и реализуется совместно с Министерством промышленности и торговли, Министерством обороны и научными авиационными центрами. В настоящее время работы по второму направлению находятся на стадии научных исследований.

Важнейшие критерии конкурентоспособности современных моделей вертолетной техники на мировом рынке — электронная паспортизация изделий и их поддержка на всех стадиях жизненного цикла (CALS-технология), что является современным подходом к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоемкой продукции, заключающимся в использовании компьютерной техники и современных информационных технологий, подразумевающим создание единого информационного пространства. Все этапы жизненного цикла любой промышленной продукции неразрывно связаны с автоматизированными системами управления и информационными технологиями (рис. 5). При использовании «безбумажных» технологий производства важно использование систем геометрического моделирования (рис. 6).

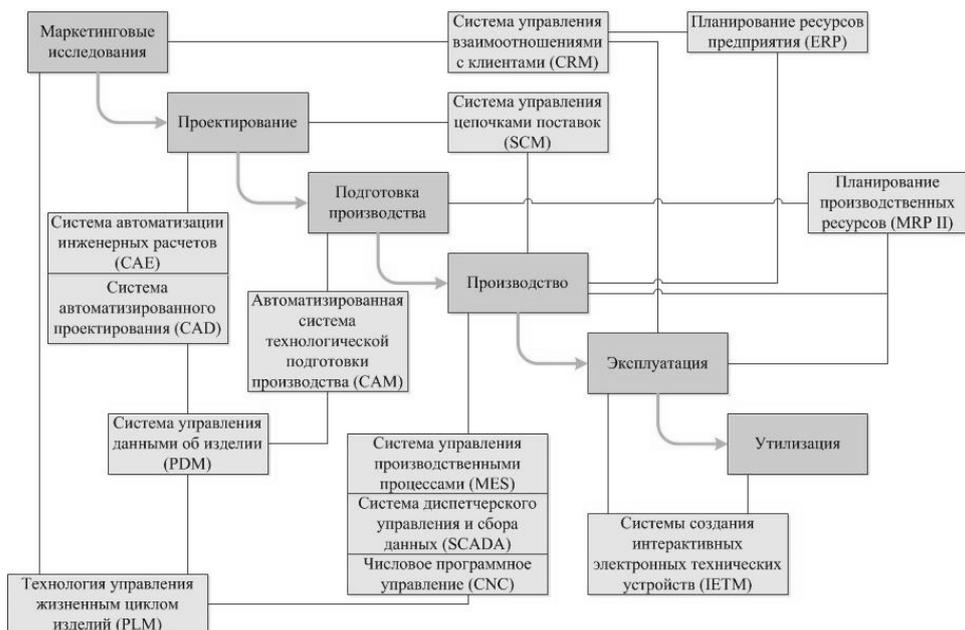


Рис. 5. Этапы жизненного цикла промышленной продукции и используемые основные автоматизированные системы



Рис. 6. Сопоставление этапов жизненного цикла и задач средств автоматизации

Качественно нового уровня электронного взаимодействия не только между отдельными подразделениями предприятия — производителя вертолетной техники, но и международными и отечественными компаниями позволит достичь межотраслевая система электронных паспортов в вертолетостроении. Данная работа должна отвечать требованиям современных международных стандартов.

Благодаря упрощению процедуры документооборота и его перевода в электронную форму («бесбумажная» технология производства по аналогии с производством самолетов Boeing 777 и Boeing 787 и двигателя автомобиля Smart), а также повышению эффективности автоматизированных систем управления, более рациональному использованию своих ресурсов, ускорению выполнения процессов, подключению к системе глобальной сети и т.д., обеспечивается возможность сокращения затрат.

В настоящее время в холдинге ОАО «Вертолеты России» внедряется единая отраслевая электронная торговая площадка B2B-VR, созданная на базе системы электронной торговли «B2B-Center». Таким образом, благодаря созданию единого информационного пространства отечественные модели ПСВ будут способны выйти на мировой рынок с достаточно высоким показателем конкурентоспособности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кондратьев Н.Д. *Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения*. Москва, Экономика, 2002, 237 с.
- [2] Шумпетер Й. *Теория экономического развития*. Москва, Прогресс, 1982, 176 с.
- [3] Санто Б. *Инновация как средство экономического развития*. Москва, Прогресс, 1990, 296 с.
- [4] Твисс Б. *Управление научно-техническими нововведениями*. Москва, Экономика, 1989, 271 с.
- [5] Фостер Р. *Обновление производства: атакующие выигрывают*. Москва, Прогресс, 1987, 272 с.
- [6] *OECD Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data — Oslo Manual*. Paris, OECD Publications, 2005, 163 p.
- [7] *Мировая экономика: новости, статьи, статистика, аналитика*. URL: <http://www.webeconomy.ru>.
- [8] Полищук А. Перспективы мирового вертолетостроения. *Новости ВПК*, 2011, № 4.
URL: http://vpk.name/news/52056_perspektivyi_mirovogo_vertoletostroeniya.html
- [9] X2 Technology™ Demonstrator. *Sikorsky*, 2013, № 6.
URL: <http://www.sikorsky.com/Innovation/Technologies/X2+Technology>
- [10] The X3 Concept: innovative rotary-wing aircraft. *Eurocopter*, 2013, № 11.
URL: http://www.eurocopter.com/site/en/ref/X3-Demonstrator_1099.html
- [11] The Bell 407 Specifications. *Bell Helicopter*, 2013, № 6.
URL: http://www.bellhelicopter.com/en_US/Commercial/Bell407/1291148332291.html
- [12] The Bell 412EPI Specifications. *Bell Helicopter*, 2013, № 6.
URL: http://www.bellhelicopter.com/en_US/Commercial/Bell412EPI/1192851367885.html
- [13] Gotzhein C. Eurocopter highlights its innovation and bluecopter® technology at Heli-Expo 2010. *Eurocopter*, 2010, № 2.
URL: http://www.eurocopter.com/site/en/press/Eurocopter-highlights-its-innovation-and-bluecopterA-technology-at-Heli-Expo-2010_661.html?iframe=true&width=700
- [14] Чемезов С.В., Турко Н.И., Куликов С.А., Дроговоз П.А. Проблемы стратегического менеджмента процессов военно-гражданской интеграции в высокотехнологичных отраслях промышленности РФ. *Проблемы стратегического менеджмента и механизмы военно-гражданской интеграции в высокотехнологичных отраслях промышленности*. Сб. науч. ст. Москва, ЦОП АВН, 2011, с. 5–22.
- [15] В России разрабатывают перспективный скоростной вертолет. *Военное обозрение*, 2013, № 5. URL: <http://armsofwar.ru/voennye-tehnologii/1271-v-rossii-razrabatyvayut-perspektivnyy-skorostnoy-vertolet.html>
- [16] Перспективный скоростной вертолет. *Оборонпром*, 2013, № 6.
URL: <http://www.oboronprom.ru/catalog/helicopters/perspektivnyi-skorostnoi-vertolet-psv>
- [17] Садовская Т.Г. *Организационно-экономическое проектирование бизнеса наукоемких предприятий*. Москва, Пограничная академия ФСБ России, 2010, 240 с.

- [18] Садовская Т.Г., Дроговоз П.А., Дадонов В.А., Мельников В.И. Применение математических методов и моделей в управлении организационно-экономическими факторами конкурентоспособности промышленного предприятия. *Аудит и финансовый анализ*, 2009, № 3, с. 364–379.
- [19] Российский скоростной вертолет появится в 2018 году. *Новости ВПК*, 2013, № 5.
URL:http://vpk.name/news/89471_rossiiskii_skorostnoi_vertolet_poyavitsya_v_2018_godu.html

Статья поступила в редакцию 26.07.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Садовская Т.Г., Афонина Я.Н. Анализ технологических инноваций в вертолетостроительной отрасли и сравнительная оценка конкурентоспособности российский и зарубежных проектов перспективных скоростных вертолетов. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/airborne/647.html>

Садовская Татьяна Георгиевна — профессор кафедры предпринимательства и внешнеэкономической деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана, доктор технических наук, почетный работник высшего профессионального образования России. Автор свыше 120 научных работ, в том числе 12 монографий в области теории и методологии организационно-экономического проектирования корпораций, организационно-экономического анализа бизнеса, организации внешнеэкономической деятельности, процессно-ориентированного управления высокотехнологичными предприятиями. e-mail: tiss99@mail.ru

Афонина Яна Николаевна в 2013 г. окончила кафедру предпринимательства и внешнеэкономической деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана, работает на Московском вертолетном заводе им. М.Л. Миля. e-mail: afonina.yana@gmail.com