

УДК 658.5

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА <sup>1</sup>**

**А.И. Канащенков<sup>1</sup>, А.И. Тихонов<sup>2</sup>, С.В. Новиков<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), г. Москва

В статье изложены результаты опытно-конструкторской работы коллектива Московского авиационного института по созданию высокотехнологичного производства радиолокационной станции. Предложены методы повышения разрешающей способности, помехозащищенности, применения сложных сигналов, углубления цифровизации аппаратуры, повышения ее надежности, сокращения стоимости жизненного цикла, адаптации к различным летательным аппаратам, даны рекомендации по их использованию. Сформулированы предложения коммерциализации данной новации, значительно увеличивающие экономическую эффективность от внедрения продукта на рынок.

**Ключевые слова:** конкурсный отбор, высокотехнологическое производство, научно-технический проект инновация, предприятие радиоэлектронной промышленности.

Непременным условием обеспечения высокого уровня развития российской экономики является устойчивое функционирование инновационно эффективного наукоемкого промышленного производства. Но существующий уровень качества управления, в том числе в области управленческих решений при отборе научно-технических проектов, недостаточно высок для того, чтобы обеспечить выживание машиностроительных отраслей промышленности даже при наличии достаточного количества сырьевых и финансово-экономических ресурсов [4, с. 125].

Система государственного управления выполняет в основном стимулирующую и регулирующие функции в условиях перехода и становления инновационной экономики: стимулирование спроса и предложения на инновационную продукцию, регулирование инновационных процессов различной отраслевой направленности [6, с. 132]. Особенно велика роль государственного регулирования, стимулирования и финансирования в сфере реализации научно-технических проектов.

Например, 9 апреля 2010 года было утверждено Постановление Правительства Российской Федерации № 218 "О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующие комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства" (ПП РФ 218) [1].

---

<sup>1</sup> Статья отражает вопросы проекта «Разработка и организация высокотехнологичного производства малогабаритной многорежимной бортовой радиолокационной системы Ku – диапазона волн для оснащения перспективных беспилотных и вертолетных систем» при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (Минобрнауки России) по договору с Минобрнауки России от «01» декабря 2015 г. № 02.G36.31.007.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) является активным участником реализации ПП РФ 218 в качестве Головного исполнителя НИОКТР. За период с 2010 по 2015 год ВУЗ успешно выполнил пять проектов с общим объемом финансирования около 794,5 млн. руб. Одним из основных подразделений – исполнителей ПП РФ 218 в МАИ является Научный центр специальных радиоэлектронных систем и менеджмента (НЦ СРМ), созданный в 2008 году с целью выполнения научно-технических разработок, ориентированных на конечный продукт в области специальных радиоэлектронных систем и менеджмента, а также предоставления услуг в этих областях.

Так, в рамках реализации ПП РФ 218, НЦ СРМ в период с 2010 по 2013 год разработал по заказу ОАО «Корпорация «Фазотрон-НИИР» многофункциональную бортовую радиолокационную систему (МБРЛС) для различных носителей народнохозяйственного и оперативно-тактического назначения, которая в настоящее время является самым уникальным изделием в России такого рода (табл.1) и позволяет в дальнейшем разработать и изготовить унифицированный ряд семейства БРЛС нового поколения.

При модернизации и разработке новых МБРЛС будут учитываться развитие систем назначения – носителей радиолокационных станций и авионики в целом, а также экономичность, технологичность и организационные факторы разработки и изготовления систем радиолокации, обусловленные современным этапом развития в этой области [2, с. 27].

Таблица 1

Сравнительные характеристики МБРЛС

Наименование основных параметров продукции	Созданная МБРЛС		Зарубежные аналоги			Отечественные аналоги
			TESAR	TUAVR	LYNX	
Диапазон частот	«Ku»	«X»	Ku (j)	Ku	Ku	нет
Масса (кг)	30 - 35	25 - 30	75	30	52	нет
Режимы МВП, КРТ, СНДЦ, Метео, ТО, ПО	МВП, КРТ, СНДЦ, Метео, ТО, ПО	МВП, КРТ, СНДЦ, Метео, ТО, ПО	ПО, ТО, СНДЦ	ПО, ТО, СНДЦ	ПО, ТО, СНДЦ	нет
Дальность (км) - МВП - КРТ - СНДЦ	1 - 10 6 - 28 13 - 19	- 18 - 100 33 - 63	- 18 - 28 -	- 3 - 14 -	- 39 - 50 28 - 39	нет
Разреш. способность	0,25	0,5	0,3	-	0,1	нет

Победа МАИ в 2015 году в шестой очереди открытого конкурса Минобрнауки России позволила НЦ СРМ МАИ открыть совместный проект с ФГУП «ПО «Октябрь» по разработке и организации высокотехнологичного производства малогабаритной многорежимной бортовой радиолокационной системы Ku – диапазона волн (ММБРЛС) для оснащения перспективных беспилотных и вертолетных систем.

Общая сумма инвестиций составит 340 млн. рублей, из которых 170 млн. рублей - субсидии. Данный проект рассчитан на 3 года и будет завершен не позднее 31 декабря 2018 года.

Предполагаемое использование результатов работ заключается в следующем:

1) на вертолетах и самолетах ММБРЛС могут быть применены для мониторинга наземной обстановки, обмена радиоданными, обеспечения безопасности полетов, группового полета строем, дозаправки в воздухе и посадки на необорудованные в радиотехническом отношении аэродромы.

2) при мониторинге наземной обстановки ММБРЛС могут обеспечить решение задач:

– формирования радиолокационного изображения земной поверхности;

– обнаружения и измерения координат наземных (надводных) целей.

3) для беспилотных летательных аппаратов гражданского назначения ММБРЛС могут быть использованы для предупреждения столкновений с препятствиями, мониторинга земной поверхности, обнаружения движущихся наземных целей, контроля состояния атмосферы и водной поверхности, лесов, сельскохозяйственных посевов, трубопроводов, а также для решения других задач поиска и мониторинга подстилающей поверхности и объектов на ней, контроля нарушения границ, нелегального проникновения в ограниченные зоны.

Таким образом, в ходе выполнения комплексного проекта должны быть решены следующие задачи:

– разработан эскизно-технический проект по созданию ММБРЛС для оснащения атмосферных летательных аппаратов различных типов (вертолет, беспилотный летательный аппарат (БЛА)) с целью выполнения мониторинга земной поверхности при проведении поисково-спасательных и специальных операций;

– выполнен рабочий проект, включающий разработку рабочей конструкторской документации и программного обеспечения ММБРЛС;

– изготовлены опытные образцы ММБРЛС;

– разработано и изготовлено стендовое оборудование для комплексной отработки радара и отладки программного обеспечения;

– проведены предварительные и приемочные испытания и откорректирована конструкторская документация (КД) и присвоены КД соответственно литеры О и О1;

– проведена подготовка высокотехнологичного производства миниатюрных радаров для оснащения атмосферных летательных аппаратов различных типов (вертолет, беспилотный летательный аппарат (БЛА)) с целью выполнения мониторинга земной поверхности при проведении поисково-спасательных и специальных операций.

Анализ открытой литературы и материалов интернета позволяет утверждать, что соответствующие характеристикам малогабаритной многорежимной бортовой радиолокационной системы Ку – диапазона волн (ММБРЛС) отечественные аналоги отсутствуют.

В табл. 2 показаны планируемые объёмы продаж в течение 5 лет после окончания проекта.

Т а б л и ц а 2

Планируемые объёмы продаж, млн. руб.

	2019	2020	2021	2022	2023	ИТОГО
Объём продаж плановый	170	340	1190	680	680	3060

При оценке экономической эффективности были определены следующие показатели:

- ставка дисконтирования – стоимость привлеченного капитала;
- период окупаемости – ожидаемое число лет, необходимое для полного возмещения затрат;
- дисконтированный период окупаемости – срок, требуемый для возврата вложенных средств в проект за счет чистого денежного потока с учетом ставки дисконтирования;
- средняя норма рентабельности – доходность проекта как отношение между среднегодовыми поступлениями от его реализациями и величиной начальных инвестиций;
- чистый приведенный доход – разность дисконтированных показателей чистого дохода и инвестиционных затрат;
- индекс прибыльности – отношение приведенной стоимости будущих денежных потоков от реализации инвестиционного проекта к приведенной стоимости первоначальных инвестиций;
- внутренняя норма рентабельности – значение ставки дисконтирования, при которой NPV равен нулю;
- модифицированная внутренняя норма рентабельности – скорректированная с учетом нормы реинвестиции внутренняя норма рентабельности (табл. 3).

Таблица 3

Показатели экономической эффективности

Показатель	Значение
Ставка дисконтирования, %	16,17
Период окупаемости - PВ, мес.	65
Дисконтированный период окупаемости - DPВ, мес.	70
Средняя норма рентабельности - ARR, %	27,54
Чистый приведенный доход – NPV, руб.	162 781 180
Индекс прибыльности - PI	1,47
Внутренняя норма рентабельности - IRR, %	20,10
Модифицированная внутренняя норма рентабельности - MIRR, %	21,61

Высокотехнологичное производство ММБРЛС должно обеспечить производственные мощности по выпуску ММБРЛС не менее 5 комплектов в 2019 году при затратах 170,0 млн. руб. и 35 комплектов в в 2021 году при затратах 1190,0 млн. руб.

В состав разрабатываемой ММБРЛС должны входить: радиочастотный модуль Ku-диапазона длин волн (разрабатывается) в составе:

- антенный модуль (разрабатывается);
- модуль приёмо-задающий (разрабатывается);
- передающий модуль (разрабатывается);
- модуль бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ) на базе микропроцессора «Эльбрус – 2С+» (закупается).

Динамично развивающийся рынок комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БЛА), называемыми также беспилотными авиационными системами (БАС), привлекает внимание ведущих мировых производителей авиационной техники, которые инвестируют значительные средства в их разработку и производство. По оценкам аналитиков, в

ближайшие десять лет в авиакосмической промышленности наиболее стремительно будет развиваться именно сегмент БЛА. Сейчас годовой объём этого рынка оценивается примерно в 3,4 млрд. долларов, а к 2017 году он должен возрасти до 7,3 млрд. долларов.

БАС гражданского применения являются, прежде всего, информационными системами, где целевая функция заключается в оперативном получении, накоплении и анализе информации для формирования достоверных сведений о контролируемых процессах и объектах, принятии необходимых решений, а также использовании получаемой информации для повышения эффективности управления полетом БЛА при решении целевых задач.

Применение БЛА гражданского назначения обеспечивает получение следующих результатов:

- возможность получения всеобъемлющей информации о параметрах состояния природной среды, промышленно-технологического комплекса, среды проживания современного человека;
- минимизация вероятности возникновения и сокращение сроков ликвидации антропогенных и природных катастроф;
- повышение эффективности технологической деятельности человека;
- устойчивость информационной поддержки деятельности человека в промышленности, сельском хозяйстве, лесном хозяйстве, рыболовстве и т.д.

Достижение перечисленных выше результатов требует создания разнообразных датчиков получения информации и объединения БАС в единую информационную систему. Датчики на борту БЛА в настоящее время являются наиболее затратным элементом бортового оборудования, и их относительная стоимость будет возрастать. При этом необходимы информационные системы, позволяющие функционировать в любое время года, суток, в любых погодных условиях, а также в условиях сильной задымлённости, пылевых бурь и обеспечивать большие дальности наблюдения.

Таковыми информационными системами являются радиолокационные системы (радары), которые обеспечивают получение, обработку и передачу этой информации пользователю (оператору) непосредственно или после её обработки в составе объединенной информационной системы.

Предлагаемый проект направлен на достижение следующих целей:

- создание малогабаритного многорежимной БРЛС, обеспечивающей её размещение, в том числе, на малоразмерных БЛА и позволяющей извлекать информацию, содержащуюся в отраженных радиосигналах, формировать изображение поверхности земли с высокой разрешающей способностью и выдавать обработанную информацию на ретрансляторы, другие ЛА и наземные пункты управления;
- интегрирование ММБРЛС с другими датчиками с целью повышения информативности и эффективности системы в целом;
- создание программного обеспечения, позволяющего реализовать обработку радиолокационных сигналов и обеспечить поддержку работы оператора в решении задач обнаружения и распознавания объектов, отслеживания динамики процессов, представляющих интерес при наблюдении;
- обеспечение взаимодействия оператора с радаром и обучение оператора управления радаром при начальной подготовке и подготовке оператора для решения конкретной поставленной задачи.

Как известно, наиболее распространёнными диапазонами радиоволн, используемыми в радиолокационных станциях беспилотных летательных аппаратов, являются X (8.5...10.6 ГГц), Ku (13.4...14.0, 15.4...17.7 ГГц) и Ka (33.4...36.0 ГГц). Параметры ММБРЛС при реализации в этих диапазонах существенным образом будут различаться (табл. 4).

Таблица 4

Условия	Разрешение, м									
	0.25	0.5	1	1.9	3.8	7.5	15	30	60	120
в Ka-диапазоне (км)	6	8	10	12	14	17	21	27	-	-
в Ku-диапазоне(км)	25	31	36	46	56	65	75	92	104	-
в X-диапазоне (км)	-	41	53	62	78	91	115	142	164	188

В табл. 5 представлены результаты расчётов сравнительных характеристик для этих вариантов

Таблица 5

Параметр	Диапазон		
	Ka	Ku	X
Масса антенного полотна, кг	1.14	2.2...2,6	2.8...3,2
Масса передатчика, кг	6.5...7	3	3,5
Диапазон разрешений, м	0.25...30	0.25...60	0.5...120
Максимальная дальность картографирования, км	27	104	188
Максимальная дальность автоматического обнаружения ( $P \geq 0.8$ ) объекта типа «автомобиль», км	17	65	91

Исходя из представленных данных ясно, что разрабатываемая радиолокационная система состоит из нескольких отдельных частей, каждая из которых по-своему уникальна. Однако, предполагаются продажи только готовой разработки, но не составных её частей. Итак, одной из ключевых задач реализации ПП РФ 218 для предприятий является получение конечного продукта, который в дальнейшем необходимо коммерциализировать, и тем самым через продажу получить финансовые средства, а непосредственно для Заказчика (Уполномоченного органа от Государства) – получить возврат субсидий через налоги и сборы, а в основе всей инновационной деятельности находится коммерциализация инновационной продукции и инноваций в целом, т.е. возможно рассматривать коммерциализацию инновационной продукции как процесс вывода инновационного продукта на рынок с целью получения экономической выгоды.

Одним из основных методов коммерциализации является использование инновационной продукции:

- на собственном предприятии для продажи продукции или использование в соответствующих процессах предприятия,

- создание дочернего предприятия, которое будет полностью заниматься производством,

- сбытом и продвижением инновационной продукции [3, с. 217].

Другим методом коммерциализации является совместное использование, которое может происходить в виде промышленной кооперации или совместного предприятия. Управление процессом коммерциализации можно подразделить примерно на пять основных стадий [5, с. 34, 7, с. 21].

1. Учет, выявление, идентификация, инвентаризация инноваций. Необходимо выяснить, к какому типу инноваций относится коммерциализируемая инновация.
2. Необходимо патентовать или рассматривать возможность использования новшества как ноу-хау. Такое решение зависит от технической значимости объекта, стадии его готовности для массового выпуска, наличия конкурентов, исследования рынка, внутренней и внешней среды инновационного предприятия и даже от масштабов данного предприятия и количества сотрудников, работающих на нем.
3. Оценка рыночной стоимости.
4. Коммерциализация – управление использованием интеллектуальной собственности, т.е. сам этап выведения научно-технического продукта на рынок, поиск покупателей, использование наиболее эффективных и прибыльных путей активизации преимуществ.
5. Проведение маркетинговых исследований, анализ внешней и внутренней среды, ситуационный анализ, поиск поставщиков и потребителей, мониторинг конкурентов, исследования необходимости модификации и модернизации интеллектуальной собственности.

### **Выводы**

Расширение областей применения БЛА и востребованность малоразмерных БЛА с взлётной массой 200 кг и менее остро ставит задачу существенного снижения массы, габаритов и энергопотребления радара, что обуславливает необходимость изыскания новых путей построения и технологий разработки и изготовления малогабаритных радаров, в том числе устройств цифровой обработки информации, формирования сигналов и управления, усиления мощности, передачи и приема радиосигналов.

Современное состояние элементной базы, технологий разработки и производства антенных и приемных устройств, синтезаторов частот, вычислительных средств позволяет обеспечить растущие требования, предъявляемые к малогабаритным радарам.

Одновременно, следует отметить, что в настоящее время наблюдается существенное технологическое отставание отечественных разработок от аналогичных по назначению зарубежных радаров.

Задание и реализация ОКТР по разработке и внедрению технологий создания ММБРС позволяют в максимальной степени сократить имеющееся в нашей стране технологическое отставание от современного мирового уровня развития радиолокационной и вычислительной техники БЛА.

Внедрение результатов созданного проекта позволит:

- за счет использования создаваемой продукции повысить производительность труда, снизить материало- и энергоёмкость производства;

- привлекать преподавателей к проведению передовых научно – исследовательских и опытно – конструкторских разработок;
- совершенствовать и создавать новые специализированные учебные программы.

### **Список литературы**

1. Постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 года № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства».
2. Новиков С.В., Канащенко А.А. Вопросы стратегического управления потенциалом предприятий радиопромышленности // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и финансов в современных условиях. М.: ИЦРОН 2016 С. 27-29.
3. Канащенко А.А., Канащенко А.И., Новиков С.В. Проблемы структурных преобразований современных корпораций и предприятий. Вестник Московского авиационного института. 2016. Т.24. №2. С 217-227.
4. Новиков С.В. Национальная экономика как крупномасштабная организационная социально-экономическая система (КОСЭС). М.: Вестник университета (ГУУ), №6. С. 125-132.
5. Новиков С.В. Контрактная система в сфере закупок товаров, работ и услуг. Учебное пособие. М.: Доброе слово, 2014. 176 с.
6. Тихонов В.А., Новиков С.В. Основные механизмы стимулирования и регулирования инновационной деятельности в России. Евразийский союз ученых. 2015. № 12-2 (21) с. 132-135.
7. Новиков С.В., Тихонов А.И. Государственные закупки инновационной продукции. В сборнике: Актуальные вопросы экономики и современного менеджмента сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. Самара, 2016. С. 21-24.

## **THE ORGANIZATION OF INNOVATIVE HI-TECH INDUSTRIAL PRODUCTION**

**A.I. Kanashenkov<sup>1</sup>, A.I. Tihonov<sup>2</sup>, S.V. Novikov<sup>3</sup>**

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

In article results of developmental work of staff of the Moscow aviation institute on creation of hi-tech production of radar station are stated. Methods of increase in resolution, noise immunity, application of difficult signals, deepening's of digitalization of the equipment, increase in her reliability, reduction of cost of life cycle, adaptation to various aircraft are offered, recommendations about their use are made. The offers of commercialization of this innovation considerably increasing economic efficiency from introduction of a product by the market are formulated.

**Keywords:** *competitive selection, high-tech production, scientific-technical project, radar, innovation, enterprise electronic industry.*

*Об авторах:*

КАНАЩЕНКОВ Анатолий Иванович – доктор технических наук, кандидат экономических наук, профессор, директор Научного центра специальных радиолокационных систем и менеджмента, Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), e-

mail: [kafedra501@mail.ru](mailto:kafedra501@mail.ru)

ТИХОНОВ Алексей Иванович – доктор технических наук, доцент, директор Инженерно-экономического института (ИНЖЭКИИ), Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), e-mail: [engecin\\_mai@mail.ru](mailto:engecin_mai@mail.ru)

НОВИКОВ Сергей Вячеславович – кандидат экономических наук, заместитель директора Инженерно-экономического института, Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), e-mail: [ncsrn@mail.ru](mailto:ncsrn@mail.ru)

*About the authors:*

KANASHHENKOV Anatolij Ivanovich – doctor of technical Sciences, candidate of Economics Sciences, Professor, Director of the Research center of special radar systems and management, Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: [kafedra501@mail.ru](mailto:kafedra501@mail.ru)

ТИХОНОВ Aleksej Ivanovich – candidate of technical Sciences, associate Professor, Director Engineering and Economics Institute, Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: [engecin\\_mai@mail.ru](mailto:engecin_mai@mail.ru)

NOVIKOV Sergej Vjacheslavovich – candidate of economics Sciences, Deputy Director Engineering and Economics Institute, Moscow Aviation Institute (National Research University), e-mail: [ncsrn@mail.ru](mailto:ncsrn@mail.ru)

## References

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 9 aprelja 2010 goda № 218 «O merah gosudarstvennoj podderzhki razvitija kooperacii rossijskih vysshih uczebnyh zavedenij i organizacij, realizujushhих kompleksnye proekty po sozdaniju vysokotehnologichnogo proizvodstva».
2. Novikov S.V., Kanashhenkov A.A. Voprosy strategicheskogo upravlenija potencialom predpriyatij radiopromyshlennosti // Aktual'nye voprosy jekonomiki, menedzhmenta i finansov v sovremennyh uslovijah. M.: ICROn 2016 S. 27-29.
3. Kanashhenkov A.A., Kanashhenkov A.I., Novikov S.V. Problemy strukturnyh preobrazovanij sovremennyh korporacij i predpriyatij Vestnik Moskovskogo aviacionnogo instituta. 2016. T.24. №2. S 217-227.
4. Novikov S.V. Nacional'naja jekonomika kak krupnomasshtabnaja organizacionnaja social'no-jekonomicheskaja sistema (KOSJeS). M.: Vestnik universiteta (GUU), №6. S. 125-132.
5. Novikov S.V. Kontraktnaja sistema v sfere zakupok tovarov, rabot i uslug. Uchebnoe posobie. M.: Dobroe slovo, 2014. 176 s.
6. Tihonov V.A., Novikov S.V. Osnovnye mehanizmy stimulirovanija i regulirovanija innovacionnoj dejatel'nosti v Rossii. Evrazijskij sojuz uchenyh. 2015. № 12-2 (21) s. 132-135.
7. Novikov S.V., Tihonov A.I. Gosudarstvennye zakupki innovacionnoj produkcii. V sbornike: Aktual'nye voprosy jekonomiki i sovremennogo menedzhmenta sbornik nauchnyh trudov po itogam III mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Samara, 2016. S. 21-24.