

УДК 65.011 : 338

О ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА БПЛА ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В КНИТУ-КАИ

© 2023 М.Ф. Сафаргалиев, И.Н. Абдуллин, И.И. Мухаметдинова

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ,
г. Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 11.09.2023

Статья посвящена исследованию вопросов проектирования и организации производства БПЛА гражданского назначения в КНИТУ-КАИ. Авторы отмечают, что использование БПЛА значительно снижает затраты на сложные и трудоемкие работы. С развитием технологий в этой области, становится необходимым систематическое изучение и анализ результатов проводимых НИР. Статья акцентирует внимание на ключевых проблемах и факторах, определяющих успешность проектов в данной области. Авторы подчеркивают, что сектор БПЛА является конкурентным и динамичным, поэтому подходы и методы оценки эффективности НИР должны быть адаптируемыми и гибкими. Понимание особенностей оценки эффективности НИР в области проектирования и организации производства БПЛА имеет важное значение для принятия решений о распределении ресурсов и инвестиций. Отмечается значимость научной школы КНИТУ-КАИ по созданию современных российских БПЛА. Так, научной группой в составе Гайнутдинова В.Г., Абдуллина И.Н., Головиной Е.С. получен патент на полезную модель «Модульная конструкция беспилотного летательного аппарата вертикального взлета и посадки с комбинированной силовой установкой». Авторы отразили преимущества и недостатки существующих БПЛА вертикального взлета и посадки, а также проблему отсутствия навыков пилотирования у потенциальных потребителей. В рамках статьи авторами разработан план продаж, календарный план, а также рассчитана эффективность полных инвестиционных затрат в течение 5 лет реализации проекта.

Ключевые слова: БПЛА гражданского назначения, проектирование, организация производства, конкуренция, ресурсосбережение, эффективность.

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-6-24-31

EDN: GTBGWR

ВВЕДЕНИЕ

Исследование в сфере проектирования и организации производства БПЛА гражданского назначения становится чрезвычайно актуальным силу того, что их использование резко снижает затраты на сложные и трудоемкие виды работ.

С быстрым развитием технологий в сфере БПЛА, существует необходимость в систематической оценке и анализе результатов проводимых НИР. Такое исследование позволит определить ключевые проблемы, выявить узкие места и понять, какие факторы оказывают наибольшее влияние на успешность проектов в данной области. Сектор БПЛА является конкурентным и динамичным. Подходы и методы оценки эффективности НИР должны быть адаптируемыми

Сафаргалиев Мансур Фуатович, кандидат экономических наук, заведующий кафедрой экономики и управления на предприятии КНИТУ-КАИ.

E-mail: MFSafargaliev@kai.ru

Абдуллин Ильфир Наильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов КНИТУ-КАИ.

E-mail: INAbdullin@kai.ru

Мухаметдинова Ильвина Ирековна, ассистент кафедры экономики и управления на предприятии КНИТУ-КАИ.

E-mail: IIMukhametdinova@kai.ru

и гибкими, чтобы учитывать меняющиеся технологические тренды, рыночные условия и потребности клиентов. Понимание эффективности НИР в сфере БПЛА имеет важное значение для принятия решений о распределении ресурсов и инвестиций.

Вопросы создания различных типов современных БПЛА с учетом технологий их производства являются предметом исследований многих ученых. Так, особенности организации мелкосерийного производства беспилотных вертолетов за рубежом подробно описаны такими авторами, как: Е. А. Башаров, А. И. Ресинец, В. И. Резниченко [1]. Парамзин Д. С. Предпринял успешную попытку оценить влияние научно-технического прогресса в развитии производства беспилотных летательных аппаратов [2]. Оригинальные методы и модели управления качеством модульного проектирования сборочного производства беспилотных летательных аппаратов разработаны М. И. Бакустиной, Е. Г. Семеновой, В. В. Курловым [3]. Кальпина А. А. и Антипов Д. В. предложили цифровую модель технологического процесса изготовления композиционных материалов для производства беспилотных летательных аппаратов [4]. Андриян В.А. разработал научное обоснование организации процессов

испытаний и производства беспилотных спутниковых аппаратов [5]. А Викулов О.В. описал перспективные беспилотные летательные аппараты вертолетного типа отечественного производства [6].

В российской научной литературе также встречаются интересные исследования, направленные на оценку эффективности НИР в сфере проектирования и организации производства наукоемкого производства и продуктов, в том числе беспилотных летательных аппаратов, а также производственные задачи управления качеством и развития персонала при проектировании и организации производства БПЛА. Например, Гаврилова И.А. развила методы управления технической подготовкой производства при выполнении НИР и ОКР наукоемкой продукции [7]. Научно-технические проблемы создания и производства роторно-поршневых двигателей для БПЛА за рубежом изучили и подробно охарактеризовали А. Н. Костюченков, В. П. Минин, С. А. Клементьев, А. В. Федин [8]. Представляет научный интерес конкретная НИР по научным основам инжиниринга перспективных технологий автоматизированного производства авиационной, ракетно-космической, транспортной и военной техники, проведенная в Курганском государственном университете [9]. Коллектив авторов, состоящий из ученых В. С. Ведяшкина, А. С. Володова, Д. М. Дитриха, предложили результаты своего своевременно проведенного исследования «Индустрия 4.0 как основы производства БПЛА» [10]. Р. И. Абрамович, М. В. Васильев, А. Р. Харитонов, К.А. Чудин предложили направления совершенствования стратегического менеджмента и аспекты управления персоналом в сфере организационно-экономического обеспечения производства БПЛА [11]. Р.С. Загидуллин и Н.В. Родионов предприняли попытку и обосновали эффективность применения машинного обучения для прогнозирования параметров качества деталей и узлов БПЛА в условиях аддитивного производства [12]. Андрюхин, Н. Д. Прогнозное моделирование оптимальной загрузки технологического оборудования производства БПЛА провели Н. Д. Андрюхин и П. М. Кузнецов [13]. Рысбекова А.К. разработала научные решения для повышения эффективности коммерциализации результатов НИР [14]. Методическое обеспечение оценки эффективности основных видов НИР разработали Ю. А. Галицкий и В. Н. Женжебир [15].

Несмотря на значительную исследовательскую активность в области проектирования и организации производства наукоемкой авиационной техники, в том числе БПЛА, в настоящее время нет единого подхода к разработке

научного обеспечения оценки эффективности НИР в сфере проектирования и организации производства БПЛА, в том числе нет единого подхода к определению эффекта НИР - научно-технического, экономического, социального; остаются вопросы измерения качества, производительности, надежности, энерго- и материалоемкости и прочих характеристик; не полностью разработаны принципы распределения эффекта НИР между участниками инновационной деятельности в сфере БПЛА; нет четкого понимания по поводу структуры источников увеличения прибыли – снижение себестоимости, увеличение продаж за счет улучшения характеристик новых или модернизированных БПЛА.

В связи с этим, целью статьи являлась оценка эффективности НИР в сфере проектирования и организации производства БПЛА гражданского назначения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В последние года активно развиваются технологии проектирования и эксплуатации БПЛА как военного, так гражданского назначения. Данная статья имеет целью исследование особенностей оценки эффективности проектирования и организации производства БПЛА исключительно гражданского назначения.

В КНИТУ-КАИ результативно функционирует мощная научная школа по созданию современной беспилотной авиационной техники под научным руководством заведующего кафедрой конструкции и проектирования летательных аппаратов д.т.н., профессора Гайнутдинова Владимира Григорьевича.

В настоящее время силами команды вышеуказанной научной школы создаются современные беспилотные летательные аппараты вертикального взлета и посадки.

Важно отметить, что БПЛА вертолетного типа (мультикоптеры), характеризуются более низкой скоростью и продолжительностью полета в силу особенностей своей аэродинамической схемы. При этом БПЛА самолетного типа требуют дополнительных технических средств для обеспечения взлета и посадки, что напрямую отражается либо на времени развертывания комплекса, либо на массе полезной нагрузки. Модели конкурентов оснащаются наземными катапультами для взлета и сетками, либо парашютами для обеспечения посадки.

Создаваемый в КНИТУ-КАИ БПЛА, сохраняет все преимущества присущие аппаратам вертолетного типа, при этом по своим летно-техническим характеристикам приближается к аппаратам самолетного типа.

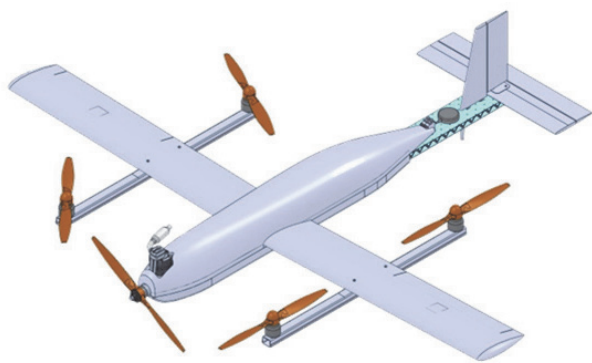


Рис. 1 – Внешний вид БПЛА многоцелевого назначения вертикального взлета и посадки, создаваемого в КНИТУ-КАИ.

Научной группой в составе Гайнутдинова В.Г., Абдуллина И.Н., Головиной Е.С. 11.07.2018 получен патент №RU181389 на полезную модель «Модульная конструкция беспилотного летательного аппарата вертикального взлета и посадки с комбинированной силовой установкой» заявка № 2018100241 от 09.01.2018.

Главными преимуществами, создаваемых БПЛА вертикального взлета и посадки являются: не требуется пусковая установка и взлетно-посадочная полоса; модульная сборка удешевляет сервисное обслуживание; технология, ориентированная на массовое производство; способность выполнять работу в составе группы; способны выполнять задачи в автоматическом режиме.

Основным недостатком существующих вертикально взлетающих беспилотных летательных аппаратов с электрическими бесщеточными двигателями (преимущественно коптеров), на которых и производится отработка программ управления группами, является малое время полета из-за большой массы используемых Po-Li батарей. Главные преимущества: возможность группового взлета с любой площадки, посадка на движущиеся объекты, отсутствие необходимости в стартовых устройствах нивелируются малым временем нахождения в полете.

Вторая проблема заключается в отсутствии навыков пилотирования у подавляющего большинства возможных потенциальных потребителей беспилотников самолетного типа и невозможности организации массового старта из-за необходимости использования громоздких стартовых устройств - катапульт. По этой причине пользователями этих аппаратов являются в основном профессиональные пилоты, а стартовое оборудование по массе и габаритам в несколько раз больше самих аппаратов и для перевозки требует соответствующих транспортных средств. Все это проявляется в высо-

кой стоимости эксплуатации создаваемого продукта.

Третья проблема – нерешенные вопросы технологичности изготовления самих беспилотных самолетов с вертикальным взлетом и посадкой и их высокой стоимости ограничивают возможности широкого распространения этих удобных и полезных устройств, обладающих достоинствами коптера и самолета.

Четвертая проблема – управление БЛА на расстояниях более 10 км. В настоящее время стандартная аппаратура связи позволяет работать на очень небольших расстояниях. Обеспечение канала связи достаточного для получения телеметрической информации и информации с полезной нагрузки БЛА, требует создания широкополосного канала связи позволяющего по энергетическим показателям осуществлять связь на расстояние до 100 километров.

Конструкция БЛА – модульная, время полной разборки (сборки) аппарата – 15 мин, не требует специальных инструментов. Модульная конструкция планера адаптирована к массовому производству. Возможность автоматического взлета и посадки на заданную ограниченную по размерам площадку не требуют вмешательства пилота для безопасного их осуществления. Возможность зависания аппарата на маршруте в заданных точках на любой высоте повышает возможности и качество фото-, видеосъемки.

В процессе выполнения НИР сформирован научный задел по:

- созданию наземной станции управления БЛА, в которой кроме осуществления управления, обменом информацией и контролем операций по подготовки к старту и полета в автоматическом и радиоуправляемом режимах заложены алгоритмы согласования контрольных точек маршрута с располагаемыми летно-техническими характеристиками БЛА;

- отработаны элементы технологии изготовления и сборки несущих конструкций с пространственным ферменным (сетчатым) заполнителем;

- отработаны автоматические режимы взлета и посадки с использованием данных с бародатчиков, ультразвуковых сенсоров, дальномеров (лидаров) при определении высоты для аппаратов взлетной массой 6 кг, 62 кг., 150 кг., 180 кг.;

- создано и отработано программное обеспечение для бортового компьютера, обеспечивающее стабилизацию и управление БЛА на режимах взлета и посадки с подъемными винтами-коптерного типа (управление путем изменения скорости вращения) и винтами вертолетного типа с автоматами перекоса (с постоянной поддерживаемой скоростью вращения).

Предусматривается исключительно гражданское применение изделия. Основными за-

казчиками и потребителями БЛА-7 станут: МЧС, Телерадиокомпания, РЖД и др.

МЧС – охрана лесных массивов, топливно-энергетические компании (трубопроводы и магистрали), охрана АЭС – мониторинг территории. Площадь лесных массивов в настоящее время составляют 17 % (11532 тыс. км²) территории Республики Татарстан. На протяжении одного полета, БЛА-7 может охватить территорию площадью 150 км². Для одновременного наблюдения лесных массивов РТ необходимо 75 самолетов.

Общая протяженность трубопроводного транспорта на территории Татарстана составляет 9117 км, в том числе для транспортировки газа - 2828 км и нефти - 6504 км. Их эксплуатируют пять основных предприятий: Один БЛА-7 может охватить 100 км., соответственно для одновременного наблюдения за трубопроводами РТ необходимо 90 самолетов.

Общая протяженность железных дорог общего пользования РТ - 848 км, промышленного железнодорожного транспорта - 232 км., соответственно для одновременного наблюдения за железными дорогами РТ необходимо порядка 10 самолетов. План продаж представлен в таблице 1.

На этапе НИОКР проект полностью обеспечен необходимым персоналом. Недостающий производственный персонал будет привлекаться из числа выпускников авиационных специальностей КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. Планируется, что в ходе выполнения проекта будет задействовано 13 человек и созданы дополнительные рабочие места. В работе планируется задействовать студентов и выпускников КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева по специальности «Самолето-вертолетостроение», а это поможет им приобрести опыт для дальнейшей работы в качестве конструкторов авиационной техники.

Календарный план представлен в таблице 2.

Таблица 1. План продаж БПЛА многоцелевого назначения вертикального взлета и посадки, создаваемого в КНИТУ-КАИ

Программа по годам	2024	2025	2026	2027	2028	Требования к БЛА
Количество БПЛА многоцелевого назначения вертикального взлета и посадки	4	12	60	90	120	Универсальность, дальность полета, стоимость, БВС внеаэродромного базирования

Таблица 2. Календарный план создания БПЛА многоцелевого назначения вертикального взлета и посадки на базе КНИТУ-КАИ

№	Наименование этапа	Ключевые контрольные точки	Плановый срок
1	Исследования и разработки	Расчет оптимальных параметров лопастей маршевого и подъемных винтов. Доработка программ для автоматического управления самолетом, стабилизации и переходным режимом. Проектирование канала связи, определение необходимого диапазона частот и полосы сигнала для обеспечения устойчивой связи, проведение испытаний макетов системы связи.	3
		Проведение наземных и летных испытаний опытного образца и отладка программы автоматической системы управления БЛА, отладка наземной станции управления (НСУ). Проведение патентных исследований согласно ГОСТ Р 15.011-96.	3
2	Доработка опытного образца по результатам испытаний	Уточнение конструкции опытного образца по результатам летных испытаний (корректировка электронных моделей, разработка конструкторской и технологической документации). Разработка электронных моделей оснастки для выклейки элементов планера. Изготовление оснастки для выклейки элементов планера.	3
		Создание опытного образца ППМ, разработка опытных образцов антенно-фидерных устройств БЛА и наземного пункта.	3

Таблица 2. Календарный план создания БПЛА многоцелевого назначения вертикального взлета и посадки на базе КНИТУ-КАИ (окончание)

3	Изготовление опытного образца и защита интеллектуальной собственности	Изготовление опытных образцов (2 экз.). Уточнение состава бортового оборудования и НСУ промышленного образца.	3
		Проведение патентных исследований согласно ГОСТ Р 15.011-96. Проведение мероприятий по защите интеллектуальной собственности (подача патентных заявок Федеральным институт промышленной собственности на полезную модель, а также на изобретение). Проведение предварительных испытаний опытного образца системы связи на неподвижных объектах.	3
4	Проведение испытаний опытного образца	Проведение наземных и летных испытаний опытного образца. Приёмочные испытания системы связи.	3
	Привлечение инвестиций и продвижение его на рынке	Поиск заказчиков. Формирование осведомленности о продукте на рынке. Представление возможностей продукта на тематических выставках и конференциях, в том числе международных авиационных выставках.	3

При переходе к серийному типу организации производства планируется закупить оборудование в лизинг.

Таблица 3 представляет собой показатели проекта, которые характеризуют инвестиционную привлекательность проекта по созданию БПЛА многоцелевого назначения вертикального взлета и посадки на базе КНИТУ-КАИ.

Так, чистая приведенная стоимость (NPV) в размере 40 525 000 рублей указывает на то, что проект ожидаемо принесет положительную прибыль, так как стоимость его будущих денежных потоков превышает начальные инвестиции. Дисконтированный срок окупаемости (PBP) в 4,87 лет означает, что проект окупится через указанный период времени с учетом дисконтирования денежных потоков. Внутренняя норма рентабельности (IRR) в размере 51,2% указывает на ожидаемую доходность проекта. Чем выше значение IRR, тем более привлекательным является проект. Норма доходности дисконтированных затрат (PI) в 261% показывает, что каждый

затраченный рубль принесет 2,61 рубля прибыли. Прибыль до налога, процентов и амортизации (EBITDA) в размере 97 205 000 рублей указывает на общую прибыль до вычета налогов, процентов по кредитам и амортизации. Прибыль до процентов и налога (EBIT) также составляет 97 205 000 рублей, что означает прибыль до вычета процентов по кредитам и налогов. Прибыль до налогообложения составляет 97 205 000 рублей, что указывает на прибыль до уплаты налогов. Чистая прибыль в размере 77 764 000 рублей представляет собой прибыль после вычета налогов и других расходов, и является одним из ключевых показателей эффективности проекта или предприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, авторы ставят себе задачу в последующем решить открытые вопросы измерения качества, производительности и других характеристик БПЛА и другие технические во-

Таблица 3. Эффективность полных инвестиционных затрат в течение 5 лет реализации проекта по созданию БПЛА многоцелевого назначения вертикального взлета и посадки на базе КНИТУ-КАИ

Наименование показателей	Ед. измерения	Значения
Чистая приведенная стоимость (NPV)	Руб.	40 525 000
Дисконтированный срок окупаемости (PBP)	Лет	4,87
Внутренняя норма рентабельности (IRR)	%	51,2
Норма доходности дисконтированных затрат (PI)		261%
Прибыль до налога, процентов и амортизации (EBITDA)	Руб.	97 205 000
Прибыль до процентов и налога (EBIT)	Руб.	97 205 000
Прибыль до налогообложения	Руб.	97 205 000
Чистая прибыль	Руб.	77 764 000

просы. Наряду с этим, по мнению авторов, требуется разработка методических аспектов оценки эффективности НИР в сфере проектирования и организации производства БПЛА гражданского назначения. Например, требуется разработка и апробация комплекса методик по оценке влияния ресурсосбережения эффективность организации производства изделий, а также рациональное распределение эффекта НИР между участниками проектной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Башаров, Е.А.* Особенности организации мелкосерийного производства беспилотных вертолетов за рубежом / Е. А. Башаров, А. И. Ресинец, В. И. Резниченко [и др.] // *Качество и жизнь*. – 2023. – № 1(37). – С. 28–34. – DOI 10.34214/2312-5209-2023-37-1-28-34. – EDN CBYLDW.
2. *Парамзин, Д.С.* Влияние научно-технического прогресса в развитии производства беспилотных летательных аппаратов / Д.С. Парамзин, А.В. Ратников // *Гражданская оборона на страже мира и безопасности* : Материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны: в 4 ч., Москва, 01 марта 2021 года. Том Часть I. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2021. – С. 92–98. – EDN LXDKBZ.
3. *Бакустина, М.И.* Методы и модели управления качеством модульного проектирования сборочного производства беспилотных летательных аппаратов / М.И. Бакустина, Е.Г. Семенова, В.В. Курлов // *Метрологическое обеспечение инновационных технологий* : Материалы III Международного форума в рамках празднования 80-летия Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, 300-летия Российской академии наук, Санкт-Петербург, 04 марта 2021 года / Под редакцией В.В. Окрепилова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2021. – С. 368–369. – EDN WIRNFQ.
4. *Кальпина, А.А.* Разработка цифровой модели технологического процесса изготовления композиционных материалов для производства беспилотных летательных аппаратов / А.А. Кальпина, Д. В. Антипов // *Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности*: Сборник научных статей по итогам десятой международной научной конференции, Казань, 30–31 октября 2020 года. Том Часть 2. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью «КОНВЕРТ», 2020. – С. 53–57. – EDN HDGGHK.
5. *Андрян, В.А.* Испытания и производство беспилотных спутниковых аппаратов / В.А. Андрян // *XLVII Гагаринские чтения 2021: Сборник тезисов работ XLVII Международной молодежной научной конференции*, Москва, 20–23 апреля 2021 года. – М.: Перо, 2021. – С. 582. – EDN JMHEUQ.
6. *Викулов, О.В.* Перспективные беспилотные летательные аппараты вертолетного типа отечественного производства / О. В. Викулов // *Инноватика и экспертиза: научные труды*. – 2023. – № 1(35). – С. 70–82. – EDN EVPBAX.
7. *Разработка фундаментальных научных основ многодисциплинарного проектирования магнетрических генераторов для беспилотных летательных аппаратов* / Руководитель НИР Исмагилов Ф.Р. – грант РФФИ № 18-08-00562. – 2018. – EDN OMQDYD.
8. *Гаврилова, И.А.* Развитие методов управления технической подготовкой производства при выполнении НИР и ОКР наукоемкой продукции / И.А. Гаврилова // *Экономика и управление: проблемы, решения*. – 2021. – Т. 2, № 6(114). – С. 155–160. – DOI 10.36871/ek.ur.p.r.2021.06.02.023. – EDN AOICJU.
9. *Костюченков, А.Н.* Научно-технические проблемы создания и производства роторно-поршневых двигателей для БПЛА за рубежом / А. Н. Костюченков, В. П. Минин, С. А. Клементьев, А. В. Федин // *Инноватика и экспертиза: научные труды*. – 2019. – № 3(28). – С. 143–156. – DOI 10.35264/1996-2274-2019-3-143-156. – EDN TJPDOF.
10. *НИР «Научные основы инжиниринга перспективных технологий автоматизированного производства авиационной, ракетно-космической, транспортной и военной техники» № 5* // *Сборник аннотаций научно-исследовательских работ, выполненных кафедрами университета за 2021 год* / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Курганский государственный университет. – Курган : Курганский государственный университет, 2022. – С. 9–10. – EDN XNRTZK.
11. *Ведяшкин, В.С.* Индустрия 4.0 как основы производства БПЛА / В. С. Ведяшкин, А. С. Володов, Д. М. Дитрих // *Гагаринские чтения - 2023* : Сборник тезисов докладов XLIX Международной молодежной научной конференции, Москва, 11–14 апреля 2023 года. – Москва: Издательство «Перо», 2023. – С. 412–414. – EDN SVECVY.
12. *Абрамович, Р.И.* Совершенствование стратегического менеджмента и аспекты управления персоналом в сфере организационно-экономического обеспечения производства БПЛА / Р. И. Абрамович, М. В. Васильев, А. Р. Харитонов, К. А. Чудин // *Молодежь. Техника. Космос: Труды четырнадцатой общероссийской молодежной научно-технической конференции*. В 4-х томах, Санкт-Петербург, 23–27 мая 2022 года. – Санкт-Петербург: Балтийский государственный технический университет «Военмех», 2022. – С. 147–150. – EDN VWFGGU.
13. *Загидуллин, Р.С.* Применение машинного обучения для прогнозирования параметров качества деталей и узлов БПЛА в условиях аддитивного производства / Р. С. Загидуллин, Н. В. Родионов // *Математическое моделирование: Тезисы II Международной конференции*, Москва, 21–22 июля 2021 года. – М.: Перо, 2021. – С. 59–61. – EDN VNFFPB.
14. *Андрюхин, Н.Д.* Прогнозное моделирование оптимальной загрузки технологического оборудования производства БПЛА / Н.Д. Андрюхин, П.М. Кузнецов // *Авиация и космонавтика: тези-*

- сы 21ой международной конференции, Москва, 21–25 ноября 2022 года / Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). – М.: Перо, 2022. – С. 190-191. – EDN DJCUZH.
15. Рысбекова, А.К. Оптимизация системы управления для эффективности коммерциализации результатов НИР / А. К. Рысбекова // Экономические и гуманитарные науки. – 2021. – № 8(355). – С. 12-19. – DOI 10.33979/2073-7424-2021-355-8-12-19. – EDN QDORJO.
 16. Галицкий, Ю.А. Оценка эффективности основных видов НИР / Ю. А. Галицкий, В. Н. Женжебир // Внедрение результатов инновационных разработок: проблемы и перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции: в 3 частях, Уфа, 15 августа 2017 года. Том Часть 1. – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2017. – С. 14-19. – EDN ZCVLIR.
 17. Патент РФ №181389 от 11.07.2018 // Модульная конструкция беспилотного летательного аппарата вертикального взлета и посадки с комбинированной силовой установкой / Гайнутдинов В.Г., Абдуллин И.Н., Головина Е.С.

ON DESIGN AND ORGANIZATION OF PRODUCTION OF CIVIL UAV IN KNRTU-KAI

© 2023 M.F. Safargaliev, I.N. Abdullin, I.I. Mukhametdinova

Kazan National Research Technical University named after V.I. A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia

The article is devoted to the study of issues of organization of research in the field of design and organization of production of civil UAVs. The authors note that the use of UAVs significantly reduces the cost of complex and labor-intensive work. With the development of technologies in this area, it becomes necessary to systematically study and analyze the results of ongoing research. The article focuses on the key problems and factors that determine the success of projects in this area. The authors emphasize that the UAV sector is competitive and dynamic, so the approaches and methods for evaluating the effectiveness of R&D should be adaptable and flexible. Understanding the peculiarities of evaluating the effectiveness of R&D in the field of designing and organizing the production of UAVs is important for making decisions on the allocation of resources and investments. The importance of the scientific school of KNRTU-KAI in the creation of modern Russian UAVs is noted. So, a scientific group consisting of Gainutdinov V.G., Abdullin I.N., Golovina E.S. A.V. a patent for a utility model “Modular design of a vertical takeoff and landing unmanned aerial vehicle with a combined power plant” was obtained. The authors reflected the advantages and disadvantages of existing VTOL UAVs, as well as the problem of lack of piloting skills among potential users. As part of the article, the authors developed a sales plan, a calendar plan, and also calculated the effectiveness of full investment costs over 5 years of project implementation.

Key words: Civil UAV, design, organization of production, competition, resource saving, efficiency.

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-6-24-31

EDN: GTBGWR

REFERENCES

1. *Basharov, E.A.* Osobennosti organizatsii melkoserijnogo proizvodstva bespilotnykh vertoletov za rubezhom / E. A. Basharov, A. I. Resinec, V. I. Reznichenko [i dr.] // *Kachestvo i zhizn'*. – 2023. – № 1(37). – С. 28-34. – DOI 10.34214/2312-5209-2023-37-1-28-34. – EDN CBYLDW.
2. *Paramzin, D.S.* Vliyanie nauchno-tehnicheskogo progressa v razvitiі proizvodstva bespilotnykh letatel'nykh apparatov / D.S. Paramzin, A.V. Ratnikov // *Grazhdanskaya oborona na strazhe mira i bezopasnosti: Materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj Vsemirnomu dnyu grazhdanskoy oborony: v 4 ch., Moskva, 01 marta 2021 goda. Tom CHast' I.* – Moskva: Akademiya Gosudarstvennoj protivopozharnoy sluzhby Ministerstva Rossijskoj Federatsii po delam grazhdanskoy oborony, chrezvychajnym situatsiyam i likvidatsii posledstviy stihijnykh bedstviy, 2021. – С. 92-98. – EDN LXDKBZ.
3. *Bakustina, M.I.* Metody i modeli upravleniya kachestvom modul'nogo proektirovaniya sborochnogo proizvodstva bespilotnykh letatel'nykh apparatov / M.I. Bakustina, E.G. Semenova, V.V. Kurlov // *Metrologicheskoe obespechenie innovatsionnykh tekhnologij: Materialy III Mezhdunarodnogo foruma v ramkah prazdnovaniya 80-letiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta aerokosmicheskogo priborostroeniya, 300-letiya Rossijskoj akademii nauk, Sankt-Peterburg, 04 marta 2021 goda / Pod redaktsiej V.V. Okrepilova.* – Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet aerokosmicheskogo priborostroeniya, 2021. – С. 368-369. – EDN WIRNFQ.
4. *Kal'pina, A.A.* Razrabotka cifrovoj modeli tekhnologicheskogo processa izgotovleniya kompozitsionnykh materialov dlya proizvodstva bespilotnykh letatel'nykh apparatov / A.A. Kal'pina, D. V. Antipov // *Prioritetnye napravleniya innovatsionnoy deyatel'nosti v promyshlennosti: Sbornik nauchnykh statej po itogam desyatoj mezhdunarodnoj nauchnoj konferentsii, Kazan', 30–31 oktyabrya 2020 goda. Tom Chast' 2.* – Kazan': Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu "KONVERT", 2020. – С. 53-57. – EDN HDGGHK.

5. *Andryan, V.A.* Ispytaniya i proizvodstvo bespilotnyh sputnikovyh apparatov / V.A. Andryan // XLVII Gagarinskije chteniya 2021: Sbornik tezisov rabot XLVII Mezhdunarodnoj molodyozhnoj nauchnoj konferencii, Moskva, 20–23 aprelya 2021 goda. – M.: Pero, 2021. – S. 582. – EDN JMHEUQ.
6. *Vikulov, O.V.* Perspektivnye bespilotnye letatel'nye apparaty vertoletnogo tipa otechestvennogo proizvodstva / O.V. Vikulov // Innovatika i ekspertiza: nauchnye trudy. – 2023. – № 1(35). – S. 70-82. – EDN EVPBAX.
7. Razrabotka fundamental'nyh nauchnyh osnov mnogodisciplinarnogo proektirovaniya magnitoelektricheskikh generatorov dlya bespilotnyh letatel'nyh apparatov / Rukovoditel' NIR Ismagilov F.R. – grant RFFI № 18-08-00562. – 2018. – EDN OMQDYD.
8. *Gavrilova, I.A.* Razvitie metodov upravleniya tekhnicheskoy podgotovkoj proizvodstva pri vypolnenii NIR i OKR naukoemkoj produkcii / I.A. Gavrilova // Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya. – 2021. – T. 2, № 6(114). – S. 155-160. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2021.06.02.023. – EDN AOICJU.
9. *Kostyuchenkov, A.N.* Nauchno-tekhnicheskie problemy sozdaniya i proizvodstva rotornoporshevnyh dvigatelej dlya BPLA za rubezhom / A. N. Kostyuchenkov, V. P. Minin, S. A. Klement'ev, A. V. Fedin // Innovatika i ekspertiza: nauchnye trudy. – 2019. – № 3(28). – S. 143-156. – DOI 10.35264/1996-2274-2019-3-143-156. – EDN TJPDOF.
10. NIR «Nauchnye osnovy inzhiniringa perspektivnyh tekhnologij avtomatizirovannogo proizvodstva aviacionnoj, raketno-kosmicheskoy, transportnoj i voennoj tekhniki» № 5 // Sbornik annotacij nauchno-issledovatel'skikh rabot, vypolnennyh kafedrami universiteta za 2021 god / Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii Kurganskij gosudarstvennyj universitet. – Kurgan : Kurganskij gosudarstvennyj universitet, 2022. – S. 9-10. – EDN XNRTZK.
11. *Vedyashkin, V.S.* Industriya 4.0 kak osnovy proizvodstva BPLA / V. S. Vedyashkin, A. S. Volodov, D. M. Ditrih // Gagarinskije chteniya - 2023 : Sbornik tezisov dokladov XLIX Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii, Moskva, 11–14 aprelya 2023 goda. – Moskva: Izdatel'stvo "Pero", 2023. – S. 412-414. – EDN SVECVY.
12. *Abramovich, R.I.* Sovershenstvovanie strategicheskogo menedzhmenta i aspekty upravleniya personala v sfere organizacionno-ekonomicheskogo obespecheniya proizvodstva BPLA / R. I. Abramovich, M. V. Vasil'ev, A. R. Haritonov, K. A. CHudin // Molodezh'. Tekhnika. Kosmos: Trudy chetyrnadcatoj obshcherossijskoj molodezhnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii. V 4-h tomah, Sankt-Peterburg, 23–27 maya 2022 goda. – Sankt-Peterburg: Baltijskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet "Voenmekh", 2022. – S. 147-150. – EDN VWFGGU.
13. *Zagidullin, R.S.* Primenenie mashinnogo obucheniya dlya prognozirovaniya parametrov kachestva detalej i uzlov BPLA v usloviyah additivnogo proizvodstva / R. S. Zagidullin, N. V. Rodionov // Matematicheskoe modelirovanie: Tezisy II Mezhdunarodnoj konferencii, Moskva, 21–22 iyulya 2021 goda. – M.: Pero, 2021. – S. 59-61. – EDN VNFFPB.
14. *Andryuhin, N.D.* Prognoznoe modelirovanie optimal'noj zagruzki tekhnologicheskogo oborudovaniya proizvodstva BPLA / N.D. Andryuhin, P.M. Kuznecov // Aviaciya i kosmonavtika: tezisy 21oj mezhdunarodnoj konferencii, Moskva, 21–25 noyabrya 2022 goda / Moskovskij aviacionnyj institut (nacional'nyj issledovatel'skij universitet). – M.: Pero, 2022. – S. 190-191. – EDN DJCUZH.
15. *Rysbekova, A.K.* Optimizaciya sistemy upravleniya dlya effektivnosti kommercializacii rezul'tatov NIR / A. K. Rysbekova // Ekonomicheskie i gumanitarnye nauki. – 2021. – № 8(355). – S. 12-19. – DOI 10.33979/2073-7424-2021-355-8-12-19. – EDN QDORJO.
16. *Galickij, Yu.A.* Ocenka effektivnosti osnovnyh vidov NIR / Yu. A. Galickij, V. N. Zhenzhebir // Vnedrenie rezul'tatov innovacionnyh razrabotok: problemy i perspektivy: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 3 chastyah, Ufa, 15 avgusta 2017 goda. Tom CHast' 1. – Ufa: OMEGA SAJNS, 2017. – S. 14-19. – EDN ZCVLIR.
17. Patent RF №181389 ot 11.07.2018 // Modul'naya konstrukciya bespilotnogo letatel'nogo apparata vertikal'nogo vzleta i posadki s kombinirovannoj silovoj ustanovkoj / Gajnutdinov V.G., Abdullin I.N., Golovina E.S.

Mansur Safargaliev, Candidate of Economic Sciences, Head of the Department of Economics and Management at the enterprise KNRTU-KAI. E-mail: MFSafragaliev@kai.ru

Ilfir Abdullin Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Construction and Design of Aircraft KNRTU-KAI E-mail: INAbdullin@kai.ru

Ijvina Mukhametdinova Assistant of the Department of Economics and Management at the enterprise KNITU-KAI. E-mail: IIMukhametdinova@kai.ru