

На правах рукописи



Борисов Юрий Александрович

**МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХОЛДИНГА НА РЫНКЕ
АВИАЦИОННЫХ УСЛУГ В СФЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ВЕРТОЛЁТНОЙ ТЕХНИКИ**

Специальность: **05.02.22** Организация производства (транспорт)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Санкт-Петербург – 2020

Работа выполнена в Акционерном обществе «Научно-производственное объединение «Санкт-Петербургская авиаремонтная компания» (АО НПО «СПАРК»).

Научный консультант Доктор технических наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, профессор кафедры «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и авиационных двигателей» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (ФГБОУ ВО «МГТУ ГА»)
Чинючин Юрий Михайлович

Официальные оппоненты: **Шапкин Василий Сергеевич,**
доктор технических наук, профессор, Заслуженный работник транспорта РФ, Первый заместитель генерального директора Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» (ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»)

Столяров Николай Андреевич,
доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры «Безопасность полетов и летная эксплуатация» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева» (ФГБОУ ВО УИ ГА)

Худоленко Олег Владимирович,
доктор технических наук, Почетный работник транспорта РФ, Заместитель генерального директора по научно-техническому прогрессу и сертификации Акционерного общества «Научно-производственная компания «Применение авиации в народном хозяйстве» (АО «НПК «ПАНХ»)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации» (ФГБОУ ВО «СПбГУ ГА»)

Защита состоится « 19 » мая 2021 года в 14.00 на заседании Диссертационного совета Д 223.011.01, созданного на базе ФГБОУ ВО «МГТУ ГА» по адресу: 125993, Москва, А-493, ГСП-3, Кронштадтский бульвар, д. 20.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке «МГТУ ГА» и на сайте ФГБОУ ВО «МГТУ ГА» по ссылке:

http://www.mstuca.ru/scientific_work/dissertations_councils/d223_01/doc/Борисов_диссертация.pdf

Автореферат разослан " ____ " _____ 2021 г.

Отзывы на автореферат направлять в двух экземплярах, заверенных печатью организации, на имя ученого секретаря диссертационного совета

Ученый секретарь
Диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор

 Самойленко В.М.

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. Перестройка народного хозяйства в Российской Федерации (РФ) на новые рыночные условия кардинально изменила взаимоотношения производственных предприятий с государственными структурами во всех сферах деятельности, в том числе и в авиационной сфере. Возникающие авиакомпании, авиационно-технические базы и авиаремонтные предприятия либо акционировались и стали самостоятельными хозяйствующими субъектами, либо становились государственными унитарными авиационными предприятиями (ГУАП) и вступали между собой в рыночные отношения. В результате образовались цивилизованный рынок авиационных перевозок (регулярные пассажирские и грузовые перевозки) и рынок авиационных услуг, к которым относятся местные авиаперевозки с малым пассажиропотоком, чартерные перевозки, выполнение различных видов авиационных работ, техническое обслуживание и ремонт летательных аппаратов, подготовка и поддержание профессиональной квалификации авиационных кадров, и ряд других услуг.

Государство не осуществляет планирование хозяйственной деятельности авиапредприятий, оставив за собой функции надзорного органа, в частности, по обеспечению безопасности полётов в гражданской авиации.

Параллельно с внутренним рынком образовался внешний рынок авиационных услуг. Во времена СССР большое количество самолётов и вертолётов было продано в авиакомпании зарубежных стран. Обеспечение запасными частями и ремонт этих самолётов и вертолётов выполнялись также государственными структурами гражданской авиации. После распада СССР плановые отношения с зарубежными партнёрами перешли в рыночные. Особенно это коснулось авиаремонтных предприятий. В частности, проблемы обеспечения ремонтным фондом и всеми необходимыми для ремонтного производства ресурсами легли на плечи самих авиаремонтных предприятий. Если раньше всё необходимое для производства поступало в плановом порядке, то теперь всё приобретается на образовавшихся промышленных рынках, в том числе на рынке авиационных услуг.

Эти обстоятельства существенно усложнили условия для нормального осуществления производственной деятельности многих авиаремонтных предприятий, находящихся на территории образованной РФ и, конечно, на территориях бывших Республик, входивших в состав СССР. По этой причине большинство мелких субъектов рынка авиационных услуг, исчерпав полученные при первоначальном образовании ресурсы (летательные аппараты, производственные мощности и др.), не могли продолжать деятельность и ликвидировались, поглощаясь более успешными предприятиями или объединяясь с ними. Так в 1998 году на базе двух акционированных авиаремонтных предприятий был образован авиационный холдинг «АВИАБАЛТИКА». К руководству авиационным холдингом пришла команда, нацеленная на создание успешного диверсифицированного авиационного предприятия, работающего на рынке авиационных услуг РФ и зарубежных стран.

Гражданская авиация относится к высокотехнологичным отраслям. Для перевозки пассажиров и грузов, для выполнения различных видов авиационных работ используются современные типы самолётов и вертолётов. Производство самолётов и вертолётов и их эксплуатация жестко регулируется и контролируется в рамках Российского авиационного законодательства и системы нормативных документов Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

Авиаремонтное предприятие, имеющее дело с сложной авиационной техникой, может развиваться в условиях конкуренции на рынке авиационных услуг только при условии, если производство базируется на последних достижениях науки и техники, и, если в управлении производством используются современные методы анализа, оценки, планирования, регулирования, управления и прогнозирования.

Современные методы управления высокотехнологичными предприятиями предполагают предварительную научную проработку решений, принимаемых топ-менеджерами на всех уровнях управления предприятием. С этой целью была поставлена задача - создать на предприятиях холдинга «АВИАБАЛТИКА» систему научного сопровождения основных сфер деятельности: оперативной, стратегической и кадровой.

Степень разработанности проблемы. Решению данной проблемы посвящены научные труды и накоплен значительный опыт по разработке и внедрению эффективных организационных форм, методов и механизмов анализа, оценки, прогнозирования, планирования и управления различными видами производственной деятельности, направленной на повышение эффективной и безопасной технической и летно-технической эксплуатации гражданской авиационной техники. Среди ведущих ученых и авиационных специалистов следует выделить таких, как Агарков А., Андрейчиков А.В., Анкудинов И.Г., Арцыман С.М., Басовский Л.Е., Бром А.Е., Винокуров В.А., Воробьев В.В., Глумаков В.Н., Далецкий С.В., Далингер Я.М., Ильченко А.Н., Козлов А.И., Камакин В.А., Квятковская И.Ю., Кирпичев И.Г., Когаловский М.Р., Козлов А.И., Кони́на Н.Ю., Коршунов А.И., Кулешов А.А., Ламбен Ж., Локтаев С.В., Макин Ю.Н., Мыльникова Е.М., Ноздрев Р.Б., Рухлинский В.М., Рыбкин П.Н., Соловьев Б.А., Ситников С.Г., Столяров Н.А., Томпсон А.А., Хаймович И.Н., Худоленко О.В., Чинючин Ю.М., Шапкин В.С., Яговкин Н.Г. и другие.

Объект исследования – процессы функционирования диверсифицированного авиационного холдинга на мировом рынке авиационных услуг.

Предмет исследования – методология, принципы и процедуры, математические модели и средства их реализации, обеспечивающие научное сопровождение процессов формирования и принятия управленческих решений в сферах оперативной и стратегической деятельности, кадровой политики.

Цель диссертации и решаемые задачи.

Диссертационная работа направлена на создание высокоэффективной инновационной системы управления процессами функционирования авиационного холдинга и средств её практической реализации.

Для достижения данной цели в диссертации поставлены и решены следующие задачи:

1. Проведены анализ и структурирование рынка авиационных услуг в главных сегментах, представляющих интерес для холдинга, с определением видов, объемов, качественных и количественных характеристик потребностей и возможностей потенциальных заказчиков.
2. Сформирована структура системы научного сопровождения процессов оперативного управления производством и стратегического развития холдинга, с учетом организационно-технических мероприятий по реализации кадровой политики.
3. Разработана концепция и построена математическая модель диверсифицированного производства («виртуальное производство») с необходимым алгоритмическим и программным обеспечением процессов оперативного планирования, мониторинга и управления производством.
4. Разработана методика выбора и обоснования математических моделей функционирования авиахолдинга, адекватных реальным условиям рынка авиационных услуг, при формировании оптимального плана и принятии решений по стратегическому развитию авиахолдинга;
5. Отработано алгоритмическое и программное обеспечение для решения задач математического моделирования и технико-экономической оценки эффективности планируемых стратегических решений по развитию авиахолдинга;

Соответствие паспорту специальности. Содержание диссертационной работы соответствует формуле и области деятельности согласно паспорту специальности 05.02.22 - Организация производства (транспорт). Специальность включает в себя разработку и совершенствование научных, методологических и системотехнических принципов организации производства, методов и средств планирования и управления производственными процессами, создание и применение методов и средств мониторинга, исследование и анализ различных организационных, технологических и технических решений на всех уровнях организации процессов создания конкурентоспособной продукции и производственных услуг на основе широкого использования новых информационных технологий».

Личное участие автора. Автор диссертации, создавший в 1991 году специализированную фирму и доведший её до размеров полномасштабного современного авиационного холдинга, разработал методологию научного сопровождения процессов принятия управленческих решений и внедрил её в производственную деятельность холдинга. Ему принадлежат: общее руководство

работами по созданию системы управления, разработка общей методологии управления на основе современных методов математического моделирования, формирование и постановка задач, непосредственное участие в выборе и обосновании оптимальных методов и алгоритмов решения задач, в апробации полученных результатов, в выборе новых стратегических направлений по развитию авиахолдинга с оценкой технико-экономической эффективности принимаемых управленческих решений.

Положения, выносимые на защиту. Результаты анализа состояния и перспектив развития рынка авиационных услуг, позволившие сформировать перечень сегментов рынка, освоение которых обеспечивает устойчивое развитие холдинга авиационной направленности.

- Методологический подход к формированию структуры научного сопровождения процессов управления диверсифицированным авиационным холдингом в сферах: оперативного управления, стратегического развития и кадровой политики.

- Методология выбора и обоснования состава математических моделей диверсифицированного производства, типа «виртуальное производство», с алгоритмическим и программным обеспечением, позволяющим автоматизировать оперативное планирование и диспетчирование (управление) производства.

- Методология и результаты построения математических моделей поведения (состояния) авиахолдинга в реальных условиях рынка, для использования их топ-менеджерами при принятии стратегических решений по развитию холдинга.

- Результаты применения математического моделирования и технико-экономических оценок вариантов при формировании стратегического плана развития холдинга, оптимального для конкретных условий рынка авиационных услуг.

- Методология и результаты разработки системы управления руководящими кадрами и ведущими специалистами авиахолдинга, позволяющей непрерывно обеспечивать полное и своевременное выполнение кадрового заказа для всех уровней управления, в том числе для оперативного и стратегического уровней.

Методы исследования. Результаты исследований, выполненных в работе, базируются на использовании методов математического моделирования, теории вероятностей, математической статистики и многомерной оптимизации, теории принятия решений, методов ситуационного управления. При решении проблем управления персоналом использовались профессиографический и психологический формы и методы тестирования личности.

Научная новизна. Разработанная секторная классификация рынка авиационных услуг, отличающаяся установлением вероятностных связей между секторами рынка (территориальными и временными), **позволяет** сформулировать текущие задачи и описать вектор долгосрочного прогноза для диверсифицированного холдинга, ориентированного на российский и зарубежный рынки авиационных услуг.

Принципы формирования, на основе разработанной методологии, структуры и содержания научного сопровождения управленческих решений, отличающийся сосредоточением функций управления в специально созданном подразделении авиахолдинга и распределением исполнительских функций между ячейками, интегрированными в производственные структуры дочерних предприятий холдинга, **позволяет** распространить практику научного подхода к деятельности во всех структурах холдинга и обойтись, в основном, собственными силами при научных проработках принимаемых управленческих решений.

Математическая модель капитального ремонта вертолётов типа «виртуальное производство», отличающаяся учётом практически всех влияющих на процесс ремонтного производства факторов: индивидуальных особенностей каждого ремонтируемого вертолёта (тип, модификация, комплектация, условия эксплуатации), ресурсных возможностей предприятия (календарно-временных, территориальных, энергетических, кадровых, финансовых), возможностей кооперативных связей, **позволяет** автоматизировать составление оперативного плана производства, рассматривать различные варианты плана, «проигрывать» возможные нештатные ситуации, определять воздействие их на показатели ремонтного производства в целом и заранее назначать пути возвращения производства в плановое русло.

Математические модели поведения диверсифицированного холдинга на рынке авиационных услуг, отличающиеся использованием вероятностных оценок параметров рынка и ресурсных возможностей предприятий холдинга, **позволяют** производить вариативное стратегическое планирование (варианты плана: оптимистический, пессимистический, промежуточный) с определением рисков.

Методология и структура системы подготовки, повышения квалификации и переподготовки руководящего состава холдинга, отличающейся постоянным вниманием к состоянию кадрового состава, использованием современных профессиографических и психологических методов тестирования, индивидуальным подходом к выбору методов и средств обучения руководителей разного уровня, **позволяет** своевременно готовить резерв для осуществления оперативных и стратегических планов развития авиахолдинга.

Практическая ценность работы состоит в том, что её результаты **дают возможность**:

- формировать стратегические планы развития диверсифицированного авиационного холдинга, опираясь на текущее и прогнозируемое состояние различных сегментов рынка авиационных услуг;
- вести научное сопровождение принимаемых управленческих решений на всех уровнях руководства созданной для этих целей организационной структуры, интегрированной в производственные подразделения дочерних предприятий холдинга;
- формировать оперативные планы производства на нужную глубину путём автоматизированного составления нескольких вариантов плана и выбора «лучшего» из них;
- вести автоматизированное диспетчирование оперативного плана, своевременно выявлять возникшие или потенциально возможные отклонения, рассматривать варианты выхода из создавшейся ситуации и реализовывать лучший вариант;
- анализировать с помощью аппарата математического моделирования стратегическое «поведение» холдинга (изменение технико-экономических показателей его деятельности) при выборе новых направлений деятельности, при изменении условий рынка авиационных услуг и конкурентной среды, при других внешних воздействиях;
- обеспечивать потребности в руководящих кадрах при структурных преобразованиях оперативного и стратегического уровней управления на основе постоянно действующей системы мониторинга руководящих кадров и индивидуальной подготовки необходимого кадрового резерва.

Внедрение основных результатов.

1. Разработанные в диссертации современные программы, модели, методы, алгоритмы, технические средства и организационно-технические и технологические рекомендации по совершенствованию производственных и управленческих процессов **внедрены** в АО СПАРК, осуществляющее полномасштабный капитальный ремонт вертолётного парка различного назначения.
2. Разработанные структуры Сервисных центров различных производственных уровней, созданные при непосредственном участии автора, **успешно функционируют** в следующих странах: Мексика, Мьянма, Пакистан, Судан, Литва.
3. Разработанные в процессе диссертационного исследования комплексы проверочно-диагностирующей аппаратуры **поставлены и используются** в следующих организациях: АО «Нижевартовскавиа», АО «Газпром авиа» (все филиалы), АК «ЯМАЛ», СЛЮ «Россия», подразделения МО РФ, авиации МЧС России, авиации Росгвардии и др.
4. Внедрение результатов диссертационного исследования **подтверждено** полученными лично автором и в соавторстве патентами на изобретения и полезные модели, на промышленный образец и интеллектуальную собственность.
5. Значительная часть авторских разработок, приведенных в диссертации, **используется** в учебном процессе СПбГУ ГА и МГТУ ГА.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационного исследования представлялись на международных авиационных выставках: МАКС (2009, 2011, 20013, 2015, 2017, 2019 гг.), Фарнборо (2012, 2014, 2016, 2018 гг.), Ле Бурже (2011, 20013, 2015, 2017, 2019

гг.), докладывались на ежегодной научно-практической конференции «Эксплуатации вертолетной техники», проводимая в АО «СПАРК», на совещаниях руководителей авиаремонтных предприятий РФ и стран ЕС (2012, 20013, 2015, 2017 гг.).

Публикации. По материалам диссертационного исследования опубликовано 25 научных статей, из них 14 статей в журналах, рекомендованных ВАК, получены патенты: 4 на изобретения, 12 на полезные модели, 1 на промышленный образец и 1 на интеллектуальную собственность.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографии и приложений. Основная часть содержит 260 страниц и включает в себя 114 рисунков и 25 таблиц. Список литературы содержит 219 наименований, патентов на изобретения – 4 наименования, патентов на полезную модель – 12 наименований, патентов на промышленные образцы – 1 наименование, объектов интеллектуальной собственности – 1 наименование. В приложениях приведены: примеры тематических планов учебных дисциплин, документов, диагностических процедур и обучающих технологий, используемых в работе с руководящим составом.

Основное содержание работы

В первой главе проведено обоснование необходимости создания в новых хозяйственно-экономических условиях авиационного холдинга и системы научного сопровождения процессов его функционирования, излагается история создания, организационная структура и основные характеристики системы. Одним из приоритетных направлений создания и развития холдинга определено формирование и специальная подготовка руководящего управленческого персонала и ведущих специалистов, способных в реальных условиях реализовать систему научного сопровождения авиационной холдинговой деятельности на различных иерархических уровнях управления.

Система представляет собой человеко-машинный комплекс, позволяющий, на базе ЭВМ, путём математического моделирования производственных процессов и технико-экономического сопровождения априори определять целесообразность и приоритетность принимаемых решений. Постановка задач и оценка результатов возлагается на экспертов, а окончательное решение принимает руководство предприятия, так называемое, Лицо Принимающее Решение (ЛПР).

По мере развития холдинга и освоения новых сегментов рынка авиационных услуг комплекс интеллектуальной поддержки пополняется новыми элементами, подкрепляющими научную базу системы управления холдинговой деятельностью, в частности, при освоении новых видов продукции, при изменении конъюнктуры рынка и при других ситуациях. В табл.1 приведен перечень основных направлений технико-экономического прогнозирования и математического моделирования, составляющего основу комплекса **«Научное сопровождение деятельности холдинга»**.

Разработанные за период более 10 лет наиболее прогрессивные и проверенные на практике технико-экономические проекты, пополнявшие комплекс «Научное сопровождение деятельности холдинга», классифицирован по двум признакам: тематической направленности, рис. 1; организационной принадлежности, рис. 2.

В дочерние предприятия холдинга по каждому направлению деятельности включаются подготовленные экономисты, технологи, конструкторы. в должностных инструкциях которых предусмотрено, помимо выполнения основных обязанностей, участие в научно-исследовательских работах (НИР) в качестве соисполнителей, исполнителей или руководителей. Тематика НИР и технико-экономических разработок, относящихся к деятельности холдинга в целом, формируется группой экспертов, непосредственно подчинённых ЛПР. Исследования, затрагивающие какие-либо стороны деятельности только одного дочернего предприятия, формируются группой экспертов этого предприятия по согласованию с экспертами, подчинёнными ЛПР.

Таблица 1

Основные технико-экономические проекты и математические модели,
разработанные на разных этапах развития холдинга АВИАБАЛТИКА

Этапы развития холдинга АВИАБАЛТИКА	Тематика разработок, математического моделирования и процедур действий
Становление авиакомпаний АВИАБАЛТИКА и ОАО СПАРК до образования холдинга АВИАБАЛТИКА 1991 – 1998 годы	Диагностика персонала с выделением профессионально значимых качеств Диагностика состояния рынка авиационных услуг и динамики его развития Прогнозирование технико-экономических показателей при использовании вертолётов для перевозок и для некоторых видов авиационных работ
Образование и становление холдинга АВИАБАЛТИКА 1998 – 2000 годы	Моделирование распределения инвестиционных ресурсов между направлениями модернизации авиаремонтного производства Моделирование процессов освоения холдингом новых сегментов рынка авиационных услуг Разработка методического и программного обеспечения оперативного планирования многопрофильного авиаремонтного производства
Устойчивое развитие холдинга: рост объёма производства, освоение новых сегментов рынка авиационных услуг. 2000 – 2007 годы	Разработка методического и программного обеспечения для Учебного центра по подготовке и переподготовке специалистов всех профессий, эксплуатирующих и обслуживающих вертолёты разных типов Методическое обеспечение разработки и ввода в эксплуатацию комплексного лётного тренажёра вертолёта Ми-8МТВ с современной системой визуализации Методическое и технико-экономическое обоснование разработки и поставки под ключ в зарубежные авиакомпании Учебных центров и Сервисных центров технического обслуживания и ремонта вертолётов
Освоение и производство наукоёмкой продукции двойного назначения 2008 – 2022 годы	Разработки диагностического и проверочного оборудования, базирующегося на компьютерных технологиях Моделирование технико-экономических процессов, сопровождающих освоение рынка наукоёмкой продукции двойного назначения

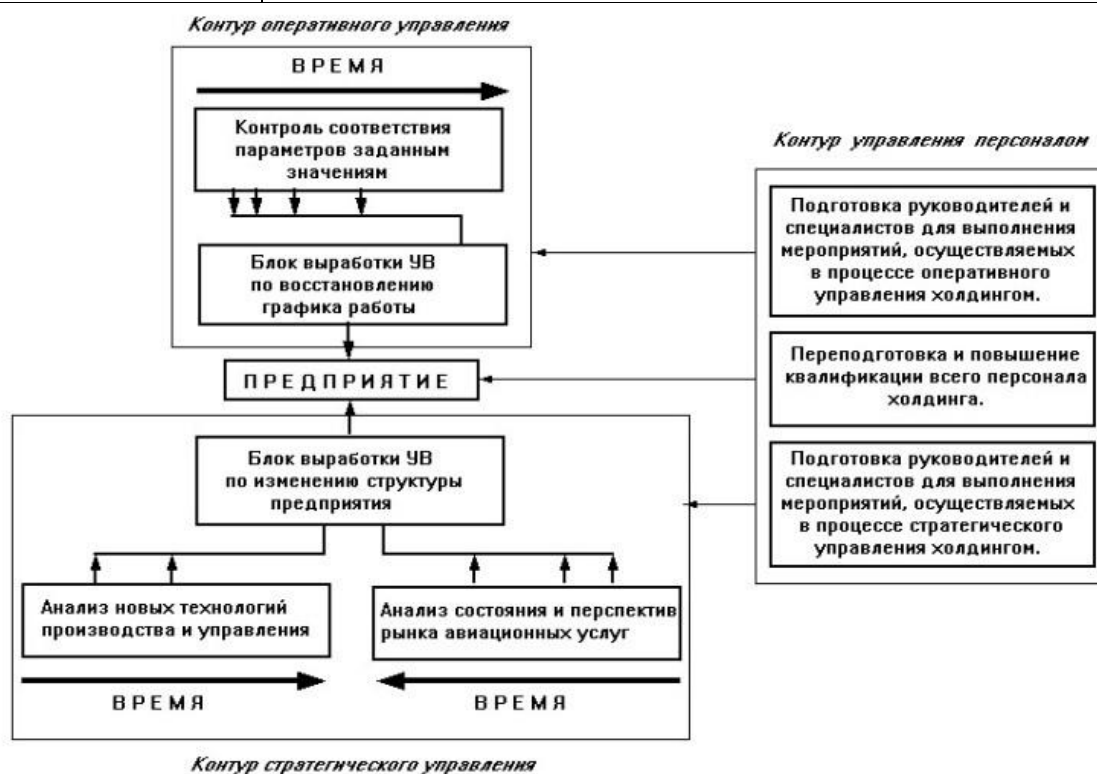


Рис.1. Тематическая направленность комплекса



Рис.2. Матричная схема организации научно-исследовательских работ

Разработанная организационная структура выполнения НИР, с управляющим центром и распределёнными по всем подразделениям холдинга исполнителями, обеспечивает научную деятельность и научное сопровождение принимаемых управленческих решений, касающихся различных сфер деятельности авиахолдинга.

Во второй главе представлены результаты исследования и разработки методологических основ, механизмов и методов, алгоритмов и математических моделей производственных процессов, используемых в качестве научного сопровождения **оперативного управления деятельностью** дочерних компаний авиаремонтного холдинга. Научное сопровождение ориентировано на регулярное проведение системного анализа и совершенствование производственного процесса в целом и его составляющих, разработку среднесрочных календарных планов работы, с учётом индивидуальных условий и особенностей конкретных видов производства дочерних структур, контроль выполнения планов, научно обоснованный выбор корректирующих управляющих воздействий (решений) при возникновении нештатной производственной ситуации.

Принимая во внимание многогранность и сложность процессов функционирования холдингового авиаремонтного авиапредприятия, научное сопровождение его деятельности, в том числе, его дочерних структур, предусматривает разработку и внедрение современных методов и технических средств автоматизации процессов оперативного управления производством.

Для вербального описания технологических процессов производств используется обобщённая математическая модель типа «*виртуальное производство*», приемлемое для описания больших массивов данных, например, реляционных баз данных, и введено понятие «*сущность*». «*Сущность*» определяется как любой различимый объект, который мы можем отличить от другого объекта, информацию о котором необходимо хранить в базе данных. Сущностями могут быть люди, рабочие места, вертолеты, рейсы, вкус, цвет и т.д.

Любое производство имеет целью получение на выходе заранее известного результата, представляющего интерес для определённой группы потребителей. Применительно к дочерним предприятиям авиахолдинга, такими результатами являются:

- для капитального ремонта – вертолёт с восстановленным межремонтным ресурсом;
- для разработки и изготовления комплекта контролирующей и диагностической аппаратуры – проект комплекта, отвечающий техническим условиям, с последующим изготовлением самого комплекта

В вербальном описании производственного процесса этот результат будем называть «*целевой сущностью*», а для конкретного описания воспользуемся понятием «*множество*». Действительно, вертолёт с восстановленным межремонтным ресурсом – это множество исправных деталей, соединённых по некоторым правилам между собой в узлы, агрегаты и системы. Аналогично, комплект аппаратуры – это множество механических деталей, плат элементной базы, программных продуктов, соединённых по другим правилам в испытательные и диагностирующие стенды и комплексы.

«*Целевая сущность*» в процессе производства изменяется от некоторого начального состояния до конечного, обеспечивающего получение заданного результата.

Используя понятия «*сущность*» и «*множество*» и принятые правила их обозначения, любой производственный процесс можно представить, как изменение во времени содержания целевой функции (*Target Entity, T.E*) в результате воздействия активной сущности (*Active Entity, A.T*) под управлением управляющей сущности (*Governing Entity, G.E*) с использованием обеспечивающей сущности (*Providing Entity, P.E*), а именно,

$$T.E = (t, A.E, G.E, P.E),$$

где *T.E, A.E, G.E, P.E* – суть множества сведений о типе и экземплярах соответствующих сущностей.

Содержание сущностей – активной, управляющей и обеспечивающей – тоже изменяется во времени. У активной сущности в производственном процессе особая роль. Активная сущность представляет собой коллектив специалистов с определённым уровнем знаний и умений, который непосредственно выполняет действия по изменению целевой сущности. Если специалисты не оказывают воздействия на целевую сущность (попросту, не работают), производство останавливается. Поэтому приходится использовать три шкалы отсчёта времени:

1. Обычное время *t* (астрономическое, физическое, календарное и др.). Оно измеряется в минутах, часах, сутках, месяцах, годах и т. д.

2. Рабочее время *tw* – время действительного взаимодействия рабочих (техников, инженеров и др.) с предметами труда. В силу биологических особенностей человека рабочее время в отличие от календарного не непрерывно. Оно измеряется в рабочих часах, рабочих днях (сменах), неделях, месяцах, годах.

3. Нормативно-технологическое время (нормативная трудоемкость) *tl*. Для выполнения любой операции по изменению целевой сущности (например, сборка (соединение деталей в соответствии с чертежом) какого-либо агрегата или установка его на своё место, а также снятие или разборка) требуются определённые затраты труда (чел.-ч).

Между шкалами существуют формулы соответствия. Так, количество рабочих часов между двумя календарными датами *t_{нач}* и *t_{кон}*

$$\Delta tw = (N_{\text{сут}} - N_{\text{вых}} - N_{\text{пр}}) * \Delta tw_{\text{сут}},$$

где *N_{сут}* – количество суток между календарными датами;

N_{вых} – количество выходных дней между календарными датами;

N_{пр} – количество праздничных дней между календарными датами;

Δtw_{сут} – нормированное количество рабочих часов в сутках.

Соотношение между рабочим временем и нормативно-технологическим устанавливается по уравнению

$$\Delta tw = \sum^{N_{\text{опер}}} \frac{\Delta tl_{\text{опер}}}{K_{\text{раб}}},$$

где $N_{\text{опер}}$ — количество операций, выполненных над элементами целевой сущности;

$\Delta tl_{\text{опер}}$ — трудоёмкость (нормативно-технологическое время) операции;

$K_{\text{раб}}$ — количество рабочих, выполняющих конкретную операцию.

Содержание сущностей, участвующих в производственном процессе, индивидуально для каждого конкретного производства и изменяется в процессе производства. Однако, существуют универсальные способы формирования содержательной части поименованных выше сущностей. При использовании обобщённых параметров эти способы выглядят следующим образом.

Активная сущность — это множество рабочих, техников, инженеров и других специалистов, непосредственно воздействующих на составляющие целевой функции, изменяя её структуру и свойства составляющих элементов

$$A.E = \{SP_1, SP_2, SP_3, \dots, SP_n\}.$$

Множество $A.E$ (Active Entity) состоит из n множеств SP , содержащих сведения о n специалистах, необходимых для выполнения в данный момент конкретной операции:

$$SP_1 = \{Personal\ data, Knowledge\ level, Skill\ level\};$$

$$\vdots$$

$$SP_n = \{Personal\ data, Knowledge\ level, Skill\ level\}.$$

Множество $\{Personal\ data\}$ содержит необходимые для производства персональные сведения специалиста. Множество $\{Knowledge\ level\}$ содержит документы, подтверждающие достаточный уровень знаний специалиста. Множество $\{Skill\ level\}$ содержит документы, подтверждающие наличие необходимых навыков. Содержимое множества $A.E$ однозначно связано с характером (сложностью, длительностью и т.д.) выполняемой операции. Место этой операции на технологической цепочке производства относительно некоторой точки отсчёта зависит от количества труда, «внесённого» специалистами при выполнении предыдущих операций. В качестве точки отсчёта обычно принимается начало производственного процесса.

Для подсчёта количества «внесённого» труда используется шкала нормативно-технологического времени (нормативной трудоёмкости) tl

$$\Delta tl = \sum^{P_{\text{опер}}} tl_{\text{опер}},$$

где $P_{\text{опер}}$ — количество операций между точкой отсчёта и рассматриваемой операцией;

$tl_{\text{опер}}$ — трудоёмкость каждой из этих операций.

Таким образом, содержимое множества $A.E$ (Active Entity) (кто должен выполнять операцию) есть функция нормативной трудоёмкости, то есть «внесённого труда» на предыдущем отрезке производственного процесса.

Управляющая сущность $G.E$ (Governing entity) — суть сведения, которые содержат ответы на все возникающие при выполнении операции вопросы, в том числе на следующие: что должны делать специалисты для выполнения конкретной операции, какими техническими средствами должны при этом пользоваться; какие расходные материалы должны использовать. Естественно, что ответы на поставленные вопросы сугубо индивидуальны для любой операции, а её местоположение и её суть зависит от «внесённого труда» на предыдущем отрезке производственного процесса. А это значит, что содержимое множества $G.E$ есть функция нормативной трудоёмкости.

Однако, несмотря на индивидуальность содержимого множества $G.E$, можно указать на некоторую обязательность структуры этого множества. В структуре множества $G.E$ должны быть

подмножества *TECH* (*Technology*), *TOOL* (*Tools and equipment*), *EX.DABL* (*Expendable materials*), в которых в той или иной форме описывается технология операции и приводятся перечни инструментов, оборудования и расходных материалов

$$G.E = \{TECH, TOOL, EX. DABL, \dots\}.$$

Обеспечивающая сущность *P.E* (*Providing entity*) – суть набора инструментов, оборудования (например, ложементы и др.) и расходных материалов, подобранный по спискам из подмножеств *TECH*, *TOOL*, *EX.DABL* множества *G.E*.

Итак, множество, характеризующее конкретный проект ИЗДЕЛИЯ (*PRODACT*), *PROD*, состоит из множеств:

- *GEN.FORM* (*General form* – Общие виды);
- *SYST* (*Systems* – Функциональные системы);
- *UNI* (*Units* – Агрегаты);
- *KNO* (*Knops* – Узлы);
- *DET* (*Details* – Детали);
- *PROD* = {*GEN.FORM*, *SYST*, *UNI*, *KNO*, *DET*};
- *SIST* = {*SIST*₁, *SIST*₂, ..., *SIST*_N, *ASS.SIST*};
- *UNI* = {*UNI*₁, *UNI*₂, ..., *UNI*_M, *ASS.UNI*};
- *KNO* = {*KNO*₁, *KNO*₂, ..., *KNO*_P, *ASS.KNO*};
- *DET* = {*DET*₁, *DET*₂, ..., *DET*_R, *ASS.DET*};

где: *N*, *M*, *P*, *R* – количество систем, агрегатов, узлов и деталей;

ASS.SIST, *ASS.UNIT*, *ASS.KNO*, *ASS.DET* – множества, содержащие сведения о порядке сборки деталей в узлы, узлов в агрегаты, агрегатов в системы, соответственно;

PROD, множество, описывающее содержательное наполнение Целевой сущности, изменяется от нулевого состояния (начала производственного процесса) *PROD*_{нач} = ∅ до конечного состояния;

*PROD*_{кон} = {*SYST*, *UNI*, *KNO*, *DET*}, множество соответствия изготовленному изделию. В интересах организации производства назначается некоторая номенклатура промежуточных («реперных») состояний Целевой сущности и множества *PROD*. Номенклатура учитывает условия, в которых протекает производство (располагаемые: «рабочая сила», энергообеспечение, производственные площади и многое другое), и, в принципе, может быть любой.

Состояние целевой сущности и множества *PROD* однозначно определяется нормативной трудоемкостью $tl^{№Z}$

$$tl^{№Z} = \sum^{№Z} tl_{дет} + \sum^{№Z} tl_{узн} + \sum^{№Z} tl_{агр} + \sum^{№Z} tl_{сист}.$$

Нормативная трудоемкость в состоянии №Z складывается из следующих составляющих:

– суммы трудоёмкостей изготовления деталей, не вошедших в собранные узлы,

$$tl_{дет} = \sum^{P_{опер}} tl_{опер},$$

где *P_{опер}* – число операций по изготовлению детали;

tl_{опер} – трудоёмкость каждой операции;

– суммы трудоёмкостей изготовления деталей, образующих узел $\sum^{P_{опер}} tl_{опер}$, и суммы трудоёмкостей операций по сборке этого узла $\sum^{K_{сб.узн}} tl_{опер}$

$$tl_{узн} = \sum^{P.опер} tl_{опер} + \sum^{K \text{ сб.узн}} tl_{опер},$$

где $K_{\text{сб. узл}}$ – число операций по сборке узла;

– из суммы трудоёмкостей изготовления узлов, образующих агрегат $\sum^{D.узн} tl_{узн}$, суммы трудоёмкостей изготовления деталей, нужных для сборки агрегата $\sum^{E.дет} tl_{дет}$, где $E_{дет}$ – количество таких деталей, и суммы трудоёмкостей операций по сборке агрегата $\sum^{G.сб.агр} tl_{сб.агр}$, где $G_{сб.агр}$ операции по сборке агрегата

$$tl_{агр} = \sum^{D.узн} tl_{узн} + \sum^{E.дет} tl_{дет} + \sum^{G.сб.агр} tl_{сб.агр};$$

– из суммы трудоёмкостей изготовления агрегатов, образующих систему $\sum^{I.агр} tl_{агр}$, изготовления деталей, нужных для сборки системы $\sum^{J.сист} tl_{дет}$, где $J_{сист}$ – количество таких деталей, и суммы трудоёмкостей операций по сборке системы $\sum^{Q.сб.сист} tl_{сб.сист}$, где $Q_{сб.сист}$ – операции по сборке системы

$$tl_{сист} = \sum^{I.агр} tl_{агр} + \sum^{J.сист} tl_{дет} + \sum^{Q.сб.сист} tl_{сб.сист}.$$

Трудоёмкость всего изделия складывается из суммы трудоёмкостей изготовления систем изделия $\sum^{V.сист} tl_{сист}$, где $V_{сист}$ – количество систем в изделии, суммы трудоёмкостей изготовления деталей, нужных для сборки изделия $\sum^{W.изд} tl_{дет}$, где $W_{изд}$ – количество таких деталей, и суммы трудоёмкостей по окончательной сборке изделия $\sum^{U.сб.изд} tl_{сб.изд}$, где $U_{сб.изд}$ – число операций по окончательной сборке изделия

$$tl_{изд} = \sum^{V.сист} tl_{сист} + \sum^{W.изд} tl_{дет} + \sum^{U.сб.изд} tl_{сб.изд}.$$

Переход от одного «реперного» состояния к следующему происходит через промежуточные состояния в результате технологического воздействия на материальные объекты целевой сущности (детали, узлы, агрегаты и др.) в конкретной последовательности технологических элементов (это часть технологической последовательности всего производства). Состояние между двумя соседними технологическими элементами может быть отнесено как к предыдущему технологическому элементу, так и к последующему. Для предыдущего технологического элемента это будет выходное состояние, а для последующего – входное состояние

$$PROD_i^{вых} = PROD_{i+1}^{вход},$$

где i – номер предыдущего технологического элемента.

Все аспекты исследований, разработки и использования **математической модели типа «виртуальное производство»** рассмотрено на примере оперативного управления капитальным ремонтом вертолётa.

Отличительной особенностью авиаремонтного производства является индивидуальность процесса ремонта каждого ремонтируемого изделия. Вертолётное авиаремонтное предприятие холдинга АВИАБАЛТИКА ремонтирует несколько разных семейств вертолётов (например, вертолёты семейства Ми-8 и вертолёт семейства Ка-32). Причём, каждое семейство имеет несколько модификаций, например, Ми-8Т, Ми-8МТВ, Ми-8АМТ и другие. Более того, вертолёт одной модификации имеют разную, иногда индивидуальную, комплектацию. Более того, индивидуальными оказываются набор уже выполненных доработок по бюллетеням и набор доработок, которые должны быть выполнены в процессе ремонта.

В результате, для каждого ремонтируемого вертолѐта формируются и используются индивидуальные технологические документы, комплектующие изделия и расходные материалы. Оперативное управление таким производством без автоматизации информационных процессов и использования математического моделирования невозможно.

Последовательность и объѐм работ, которые необходимо выполнить при капитальном ремонте конкретной модификации вертолѐта для всех комплектаций оборудования, заданы нормативными документами, изданными либо фирмой-изготовителем, либо органом государственного регулирования гражданской авиации РФ. Технология доработок по бюллетеням изложена в самих бюллетенях.

Математическая модель авиаремонтного предприятия должна позволять решать в процессе оперативного управления следующие задачи:

- составление и корректировка производственных дневных планов для всех подразделений на заданную глубину прогноза;
- автоматический контроль выполнения дневных планов подразделениями предприятия;
- при обнаружении нештатной ситуации (невыполнение дневного плана каким-либо подразделением) выдачу менеджеру информации о причинах появления нештатной ситуации;
- «проигрыш» на модели последствий нештатной ситуации для всех подразделений предприятия;
- «проигрыш» на модели различных управляющих воздействий и выбора из них оптимального для возвращения к штатной ситуации;
- составление новых производственных дневных планов для всех подразделений (в случае необходимости).

Формирование оперативного плана работы авиаремонтного предприятия, как единого целого, базируется на трёх группах нормативных и организационных документов:

- сертифицированные технологии производственных процессов, выполняемых в процессе ремонта вертолѐта;
- располагаемые предприятием ресурсы: энергия, помещения, кадры;
- организационная структура предприятия.

Капитальный ремонт вертолѐта представляет собой последовательность укрупнённых технологических операций (этапов), показанных на рис.3.

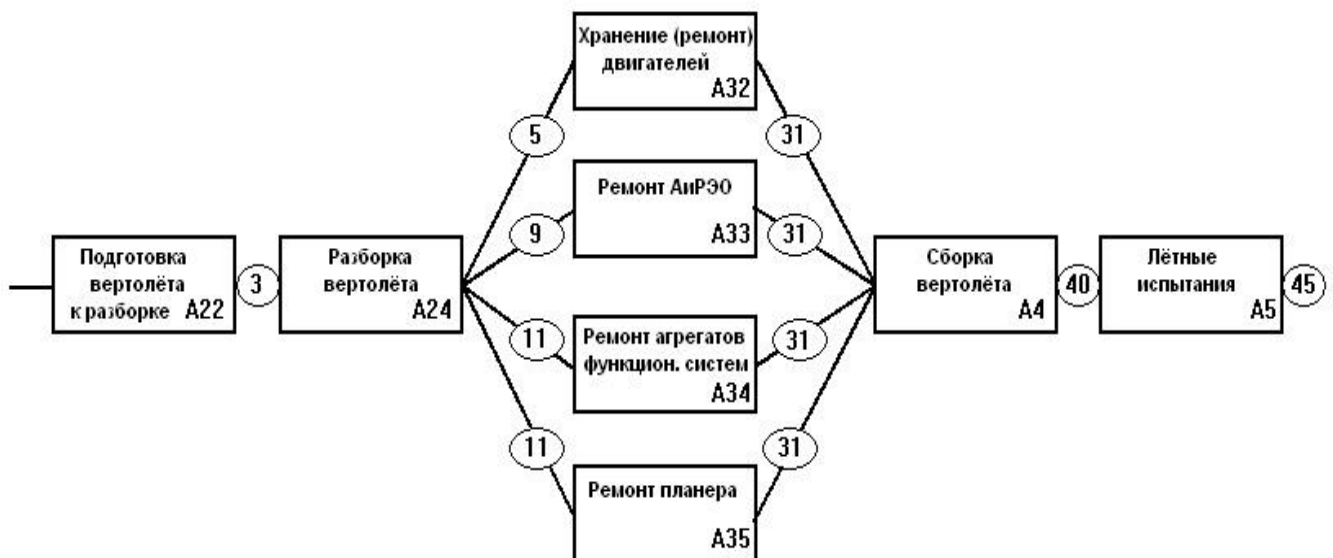


Рис 3. Схематическое представление цикла капитального ремонта вертолѐта с использованием обозначений функциональных ячеек

На связях между технологическими этапами указаны дни технологического цикла ремонта вертолѐта передачи вертолѐта и(или) его составляющих следующему этапу (числа в овалах

условны). Разбивка цикла ремонта вертолѐта на показанные на рис.3 этапы применима для вертолѐтов разных семейств, модификаций и комплектаций. Различие будет в характеристиках этапов: длительности, трудозатратах и др.

В настоящее время для исследования структур, параметров и характеристик производственно-технических и организационно-экономических структур, коими и являются авиаремонтные предприятия, разработана **IDEF0** – технология моделирования функций. В соответствии с концепцией **IDEF0** процесс производства представляется комплектом моделей функций без привязки к организационной структуре предприятия. Концепция **IDEF0** позволяет путѐм декомпозиции «дробить» функции на составляющие, вплоть до функций, дальнейшее «дробление» которых не имеет смысла.

Комплект моделей начинается с контекстной модели верхнего уровня (так называемой, мегамодели А-0) и последующих декомпозиций. Например, декомпозиция блока А2 «Готовить вертолѐт к разборке и разбирать», показанная на рис.4, позволяет вычленить функциональную ячейку А24 «Производить разборку вертолѐта на агрегаты и узлы».

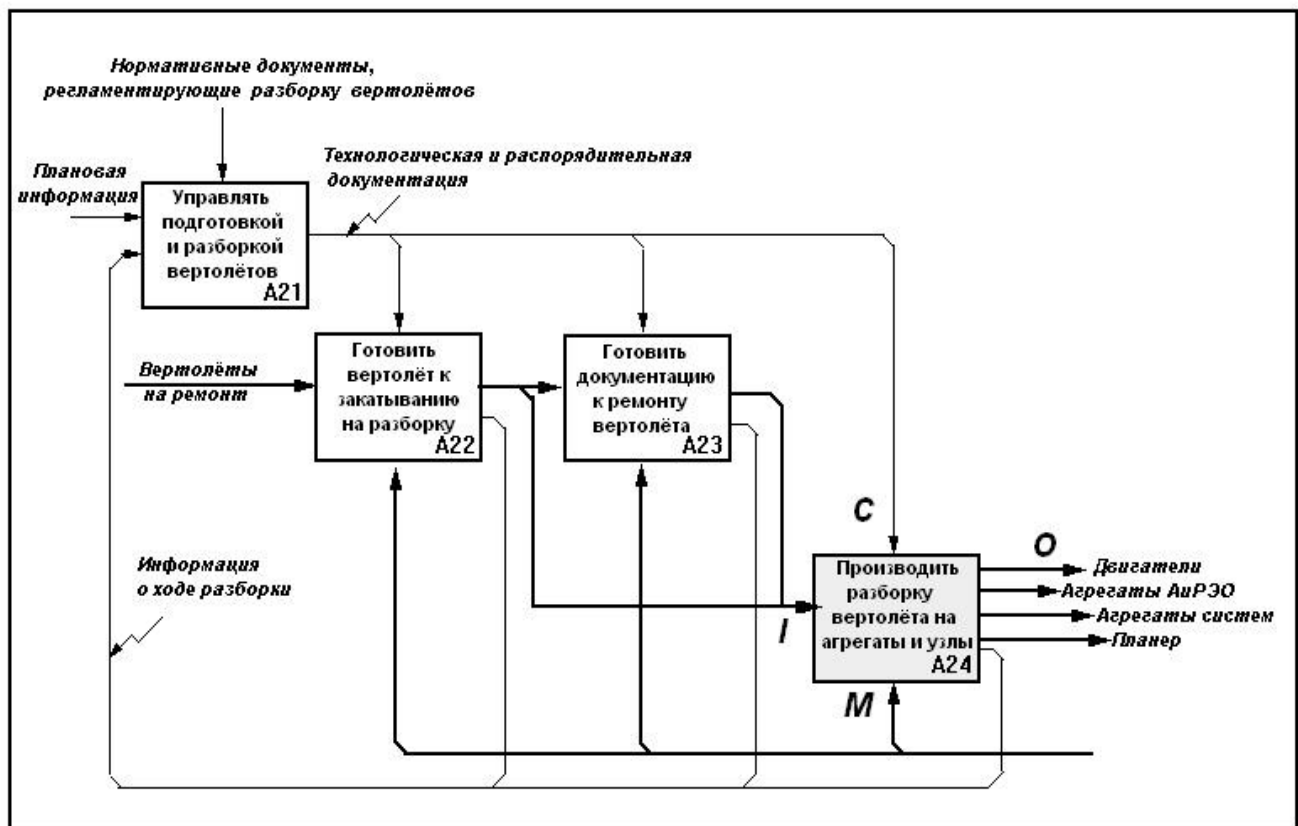


Рис. 4. Декомпозиция блока «Готовить вертолѐт к разборке и разбирать»

Каждая функциональная ячейка (блок) модели взаимодействует с другими ячейками посредством четырёх видов информационных потоков. Например, применительно к ячейке «Производить разборку вертолѐта на агрегаты и узлы», будут следующие потоки:

- информационный поток **I(Input)** – сведения о том, какие конкретно экземпляры вертолѐтов и когда поступят в цех на разборку (левая граница ячейки);
- информационный поток **C(Control)** – сведения о том, какие технологические операции, когда и какими силами необходимо выполнить, чтобы разобрать конкретный экземпляр вертолѐта в запланированный период (верхняя граница ячейки);
- информационный поток **M(Mechanism)** – сведения о том, какие и когда потребуются инструменты, специальное оборудование, контейнеры и ложементы, необходимые для выполнения технологических операций, описанных в информационном потоке **C(Control)** (нижняя граница ячейки);

• информационный поток $O(\text{Output})$ – сведения о комплектах разобранных узлов и агрегатах, которые передаются по технологической цепочке в другие подразделения, и времени, когда передача должна быть выполнена (правая граница ячейки).

Структура и содержание этих информационных потоков определяются при рассмотрении технологических этапов цикла ремонта конкретного экземпляра вертолѐта, после чего следует перейти к формированию информационных потоков этапов и распределению потоков по рабочим дням (сменам). Иллюстрацию этих процедур проведѐм на примере технологического этапа – «Разборка вертолѐта», параметры которого определяются «Руководством по капитальному ремонту вертолѐта». На основании этих данных определяется содержание фрагментов информационных потоков $I(\text{Input})$, $C(\text{Control})$, $M(\text{Mechanism})$, $O(\text{Output})$. Продолжительность разборки определяется для конкретных условий подразделения разборки (месячной программы, вместимости ангара и т.д.). На рис.5, в качестве примера, приведено схематическое изображение процесса разборки (длительность разборки 8 рабочих дней(смен)). Для обозначения информационных и реальных потоков (I , C , M , O) принята следующая система индексации. Рядом с именем потока располагается идентификационный номер конкретного экземпляра вертолѐта N (IN , CN , MN , ON).



Рис. 5. Схематическое изображение процесса разборки

На рис.5 обозначения соответствуют $N=14(I14, C14, M14, O14)$. Нижний индекс соответствует номеру ячейки функциональной математической модели, которая относится к рассматриваемому процессу (для процесса разборки – это ячейка $A24$). Верхним индексом обозначаются номер фрагмента потока и общее количество фрагментов (в скобках).

Результаты рассмотрения технологического цикла разборки оформляются в виде, например, технологии разборки вертолѐта с идентификационным номером $N=14$, табл.2.

Таблица 2

Содержание фрагментов информационных потоков
 $INPUT$, $CONTROL$, $MECHANISM$ и $OUTPUT$

Фрагмент потока	Информация, содержащаяся во фрагменте
$I14^{1(1)}_{A24}$	Характеристика поступающего на разборку вертолѐта и перечень узлов и агрегатов, поступающих вместе с ним
$C14^{1(1)}_{A24}$	Перечень технологических и распорядительных документов, необходимых для разборки
$M14^{1(3)}_{A24}$	Перечень специального инструмента и оборудования, необходимого для разборки вертолѐта в соответствии с технологией разборки в течение первых трёх рабочих дней
$M14^{2(3)}_{A24}$	Перечень специального инструмента и оборудования, необходимого для разборки вертолѐта в соответствии с технологией разборки в течение четвёртого, пятого и шестого рабочих дней

Продолжение Табл. 2

$M14_{A24}^{3(3)}$	Перечень специального инструмента и оборудования, необходимого для разборки вертолѐта в соответствии с технологией разборки в течение седьмого и восьмого рабочих дней
$O14_{A24}^{1(4)}$	Перечень не ремонтируемых на предприятии узлов и агрегатов, которые должны быть переданы либо для хранения на склад, либо для отправки в ремонт на другие предприятия
$O14_{A24}^{2(4)}$	Перечень снятых с вертолѐта аппаратуры и агрегатов А и РЭО для передачи их в цех ремонта
$O14_{A24}^{3(4)}$	Перечень снятых с вертолѐта узлов, агрегатов и деталей функциональных систем для передачи их в ремонт
$O14_{A24}^{4(4)}$	Состав комплекта «планер» для передачи его в цех ремонта планера

Аналогичным образом определяются характеристики для всех этапов технологической цепочки ремонта вертолѐта. Объединение полученных данных позволяет построить технологический график ремонта конкретного вертолѐта, учитывающий все его индивидуальные особенности. Технологический график ремонта это по сути график взаимодействия между подразделениями, за которыми закреплено: получение материальных объектов для ремонта и передачи их после ремонта; получение технологической и распорядительной документации; материально техническое обеспечение.

Оперативный план-график может быть сформирован на любой период. Исходными данными для составления плана являются: даты поступления конкретных вертолѐтов в ремонт и технологические графики их ремонта. Дополнительно требуется график нерабочих дней на период прогноза, так как технологический график ремонта базируется на шкале рабочих дней, а план-график работы предприятия – на шкале календарных дней.

План работы авиаремонтного предприятия формируется для диспетчерской службы предприятия. План должен дать ответ на главный вопрос – когда и как должны взаимодействовать между собой подразделения предприятия, чтобы обеспечить выполнение сформированного плана. Форма представления плана должна быть удобной для автоматизированного контроля выполнения запланированных мероприятий. Выполнение запланированных мероприятий в срок и в полном объѐме будет свидетельствовать о выполнении плана подразделениями и предприятием в целом. Форма представления сформированного плана может быть разной. Возможно влияние эстетических пристрастий руководства предприятия или разработчиков системы управления производством.

По нашему представлению, информативной и удобной как при формировании, так и при дальнейшем использовании является экранная табличная форма, идея которой показана на рис.6.

Ячейка этапа, соответствующая планируемой дате, затушёвывается по образцам, показанным на рисунке. На день, когда подразделение взаимодействует с другими подразделениями, на затушёвку накладывается квадрат. Поля квадратов являются активными полями. При воздействии на них курсором мыши или прикосновением, если экран сенсорный, выводится краткое содержание фрагментов информационных потоков, описывающих характер взаимодействия.

Сообщения от подразделений поступают в автоматизированную систему диспетчирования. В конце рабочего дня по этим сообщениям производится автоматическая проверка соответствия реальных материальных потоков запланированным по тем ячейкам план – графика, в которых размещены квадраты. Если пришли все запланированные сообщения, квадрат окрашивается в зелёный цвет. Если поступили не все запланированные сообщения, квадрат окрашивается в красный цвет. В подобных случаях диспетчерская служба совместно с подразделением анализирует сложившуюся ситуацию и принимает меры по ликвидации отставания от плана. Если избежать отставания не удаётся, то производится коррекция плана ремонта этого вертолѐта, а возможно и некоторых других.

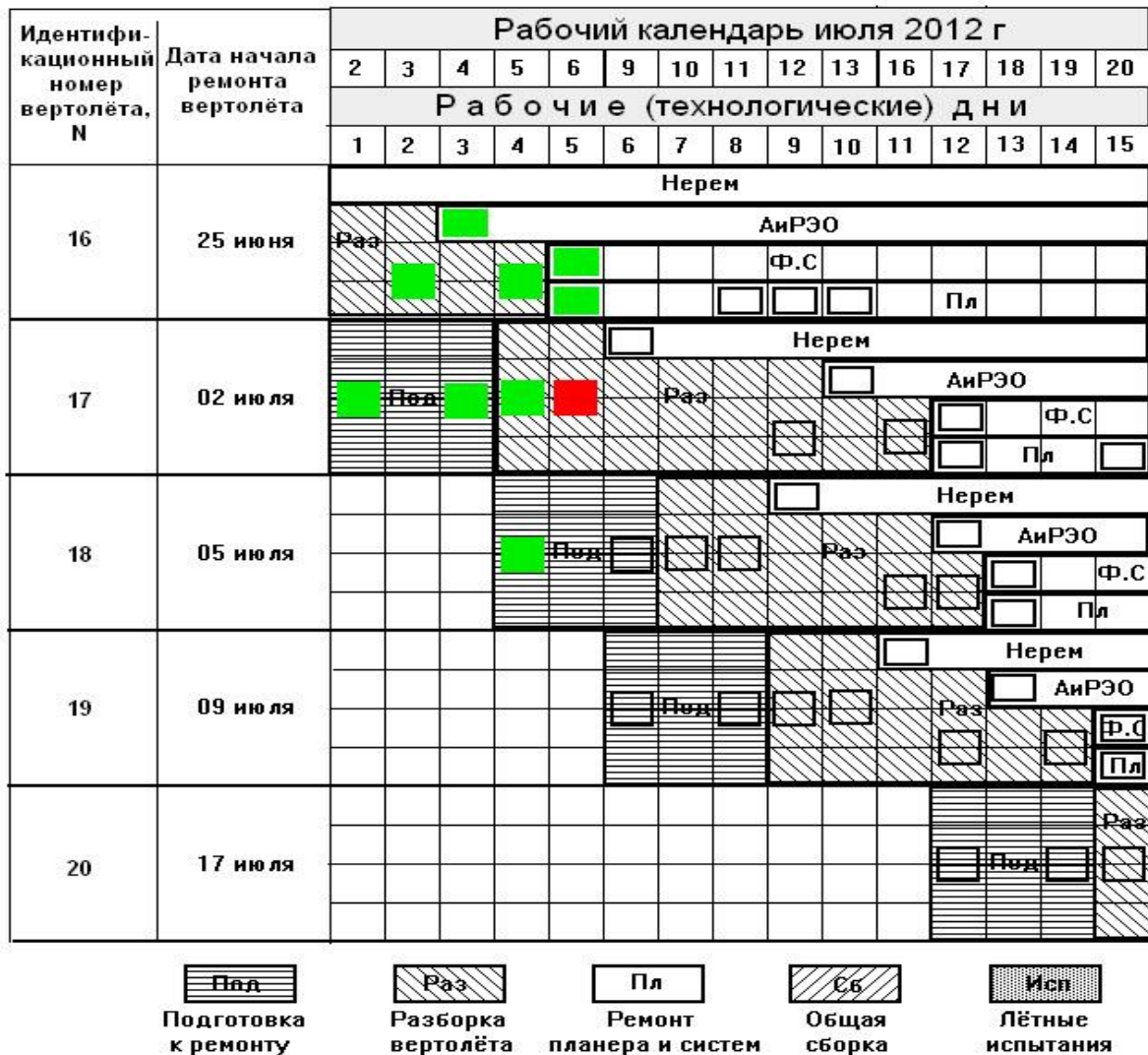


Рис. 6. План – график (фрагмент) работы предприятия по ремонту на примере пяти вертолѐтов с N=16 по N=20

Таким образом, разработанная методика и алгоритм автоматизированного формирования оперативного плана работы позволяют практически мгновенно учитывать всевозможные факторы и находить оптимальный план работы авиапредприятия и его подразделений, выделяя при этом необходимые управляющие воздействия по обеспечению взаимодействия между ними.

Третья глава посвящена разработке методологии стратегического управления производственной деятельностью холдинговой компании по ремонту и восстановлению вертолетной техники. Приведены результаты анализа сегментов и потенциальной емкости рынка авиационных услуг, выделены главные этапы научного сопровождения производственных процессов, определены основные направления и содержание стратегических управляющих воздействий, обеспечивающих научное сопровождение при принятии решений по выбору стратегических целей авиационного холдинга на выделенных этапах его развития.

Проведенный анализ ведущих отечественных и зарубежных холдинговых компаний показал, что не существует стратегии, единой для всех компаний, как и не существует единого универсального механизма стратегического управления. Каждая фирма уникальна в своем роде, и процесс выработки стратегии для каждой фирмы уникален. В этой связи, начиная с ранних этапов создания холдинга и до настоящего времени, силами ведущих специалистов проводится постоянный научный поиск инновационных форм и методов дальнейшего развития международной авиационной холдинговой деятельности, в которую вовлечены, в качестве дочерних, вертолетные организации более 20 государств мира.

Реализация решений по достижению стратегических целей сопряжена с привлечением значительных материальных и финансовых ресурсов, объемы которых определяют устойчивость перспективного развития холдингового объединения. Задача **рационального распределения ресурсов**, идущих на совершенствование производственной деятельности, относится к классу задач векторной или многопараметрической оптимизации.

Общая постановка такой задачи, применительно к авиаремонтному предприятию, представляет собой:

• **целевую (min/max) функцию** $Q = F(X)$ при некоторых условиях G , ограничениях E и воздействующих факторов внешней среды E ;

• **независимые переменные** $X = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$ – финансовые средства, выделенные на реализацию управляющих воздействий (УВ). УВ – это комплекс различных мероприятий: технологических, конструкторских, организационных и других, при выполнении которых происходит изменение показателей эффективности деятельности авиаремонтного предприятия

$Q = \{Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_m\}$;

• **действующие ограничения** (на годовой и общий кредит, на производственные площади и др.) – характеризуются параметрами $G = \{G_1, G_2, G_3, \dots, G_k\}$;

• **факторы внешней среды** (условия кредитования, обстановка на рынке авиационных услуг и др.) – характеризуются параметрами $E = \{E_1, E_2, E_3, \dots, E_j\}$.

УВ реализуются, как правило, в течение определённого временного периода с изменяющимися во времени располагаемыми ресурсами, в связи с чем сами результаты реализации УВ также носят переменный характер. Поэтому выбор рационального распределения ресурсов между УВ производится по результатам итогового анализу деятельности предприятия в целом за некоторый прогнозируемый период, прежде всего, по основным показателям продукции: себестоимости продукции $dC = f(X(t)dt)$; количеству выпускаемой продукции $dq = f(X(t)dt)$; цены выпускаемой продукции $dp = f(X(t)dt)$. В данном случае функция $f(X(t))$ отражает тот самый комплекс конструкторских, технологических, организационных и других мероприятий, которые несет в себе каждое УВ. Реализуемый финансовый ресурс является независимой переменной и соответствующие ему изменения себестоимости, количества и цены продукции определяются с использованием действующих рабочих методик для разных по назначению и содержанию УВ.

В качестве примера, рассматривается применение методики для решения задачи «оптимального» распределения имеющихся финансовых ресурсов в реальных условиях авиаремонтного производства между следующими направлениями дальнейшего развития:

- совершенствование технологического процесса покраски вертолётов;
- подготовка и внедрение технологического цикла – переоборудование транспортного варианта вертолёта семейства Ми-8 в пассажирский вариант и в вариант «САЛОН»;
- подготовка и осуществление проекта 1+2. Суть проекта – использование агрегатов систем вертолётов, списанных военным ведомством по истечению общего срока эксплуатации и хранения, но имеющих малый налёт и годных после их капитального ремонта для установки на планер вертолёта 1-ой категории;
- совершенствование технологических процессов ремонта агрегатов гидромеханических систем вертолётов;
- совершенствование технологических процессов ремонта агрегатов авиационного и радиоэлектронного оборудования вертолётов;
- модернизация системы управления предприятием;
- модернизация системы материально-технического снабжения;
- совершенствование маркетинговой службы предприятия;
- косметический ремонт производственных и административных помещений;
- оформление наружного фасада и внутренней территории предприятия.

При составлении математической модели всего производства целесообразно ограничиться тремя вариантами модели каждого УВ: максимальный (наилучший) вариант, при котором

выполняются все мероприятия и в возможно короткие сроки; минимальный вариант (наихудший), когда перечень мероприятий уменьшен до разумного минимума, а длительность их реализации увеличена до разумного предела; промежуточный вариант.

При использовании ЭВМ прогнозируемый период реализации УВ и время последствия разбивается на временные интервалы, увязанные с периодичностью отчётности предприятия (1 год). Модель УВ оформляется в виде пакета таблиц. Каждая таблица соответствует одному варианту УВ и одному виду продукции, табл. 3.

Изменение параметров за период временного интервала для каждого вида выпускаемой продукции подсчитываются с помощью следующих уравнений:

$$\text{по себестоимости } C_{1,Z+1} = ((C_1 - \Delta C_{01-1} - \Delta C_{02-1} - \Delta C_{03-1} - \Delta C_{04-1} - \Delta C_{05-1}) * \\ * (1 - 3\Pi (\Delta lab_{06-1} + \Delta lab_{07-1} + \Delta lab_{09-1} + \Delta lab_{10-1})))_Z ;$$

$$\text{по цене } p_{1,Z+1} = (p_1 + \Delta p_{01-1})_Z ;$$

$$\text{по количеству } q_{1,Z+1} = ((q_1 + \Delta q_{01-1}) * (1 + \Delta q_{08-1} + \Delta q_{10-1}))_Z .$$

Таблица 3

Вариант реализации управляющего воздействия по одному из видов продукции

Порядковый номер временного интервала	Реализуемый финансовый ресурс (затраты)	Изменение себестоимости продукции	Изменение количества выпускаемой продукции	Изменение цены выпускаемой продукции
$Z=1$	X_1	ΔC_1	Δq_1	Δp_1
$Z=2$	X_2	ΔC_2	Δq_2	Δp_2
$Z=3$	X_3	ΔC_3	Δq_3	Δp_2
$Z = Z_{end}$	X_{end}	ΔC_{end}	Δq_{end}	Δp_{end}

Приведённые уравнения описывают изменения показателей продукции № 1 при переходе от периода прогнозирования с номером Z к следующему периоду с номером $Z+1$. Аналогичные уравнения описывают изменения показателей по всем видам продукции. Найденные изменения показателей всех видов продукции позволяют определить баланс между доходами за счёт реализации УВ и расходами на их реализацию

$$deb_Z = \sum_{Prod} ((p - C) * q)_Z - \sum_{Prod} ((p - C) * q)_{нач.сост} + (tr_{07,Z} - tr_{07,Z-1}) - \sum_{contact} mon_Z ,$$

где $\sum_{Prod} ((p - C) * q)_Z = ((p_1 - C_1) * q_1 + (p_2 - C_2) * q_2 + \dots + (p_7 - C_7) * q_7)_Z$ - дополнительные доходы за временной период прогнозирования с номером Z ;

$\sum_{Prod} ((p - C) * q)_{нач.сост} = ((p_1 - C_1) * q_1 + (p_2 - C_2) * q_2 + \dots + (p_7 - C_7) * q_7)_{нач.сост}$ - дополнительные доходы в начальный период перед прогнозированием;

$(tr_{07,Z} - tr_{07,Z-1})$ - уменьшение товарных запасов за период с номером Z ;

$\sum_{contact} mon_Z = (mon_1 + mon_2 + \dots + mon_{10})_Z$ - расходы, идущие на реализацию всех УВ за период с номером Z .

По уравнению $deb = \int (Z)$ находится номер периода прогноза K , когда дополнительные полученные средства равны или превышают средства, необходимые для реализации УВ, т.е. когда $deb_Z \geq 0$.

Одним из важнейших внешних факторов является кредитная политика предприятия. На начальных временных периодах прогнозирования с номерами от 1 до $K-1$ получаемых дополнительных средств недостаточно для реализации УВ. Предприятие вынуждено брать кредит, который не оплачивается, и от периода к периоду возрастает. Величина неоплаченного кредита с процентами $SumCr$ определяется по формулам вида:

$$SumCr_1 = deb_1 * (1 + percent_K) * (K-1);$$

$$SumCr_2 = SumCr_1 + deb_2 * (1 + percent_{K-1}) * (K-2);$$

$$SumCr_{K-1} = SumCr_{K-2} + deb_{K-1} * (1 + percent_1).$$

Начиная с периода прогнозирования с номером K , дополнительные средства становятся больше средств, необходимых для реализации УВ. Разница используется для погашения неоплаченного кредита. Неоплаченный кредит уменьшается

$$SumCr_K = SumCr_{K-1} - deb_K.$$

На некотором периоде прогнозирования L кредит оплачивается полностью, т.е. $SumCr_l$ становится менее или равной 0. Начиная с этого периода прогнозирования, дополнительные средства накапливаются в виде дополнительной прибыли и подсчитываются по формулам накопленной прибыли:

$$SumPr_l = - SumCr_l;$$

$$SumPr_{l+1} = SumPr_l + deb_{l+1};$$

$$SumPr_{Zfin} = SumPr_{Zfin-1} + deb_{Zfin}.$$

Помимо технико-экономических параметров, определяются производственные потребности для реализации расчётного варианта распределения ресурсов: производственные площади, энергопотребление, штатный состав и др.

Для решения данной задачи используется метод Монте-Карло. Суть метода сводится к формированию случайного варианта распределения ресурсов и определения изменения основных технико-экономических показателей предприятия за некоторый (выбранный) период – период прогноза. Описанная итерация повторяется многократно до достижения определенных результатов.

Случайный вариант распределения ресурсов находится в результате случайного выбора для каждого УВ одного из трёх вариантов модели: максимального, промежуточного или минимального. Если полученный таким образом вариант распределения не встречался ранее, он принимается за расчётный и начинается пошаговый (с интервалом в один год) расчёт технико-экономических показателей предприятия на выбранную глубину прогноза. Общий алгоритм решения показан на рис.7.

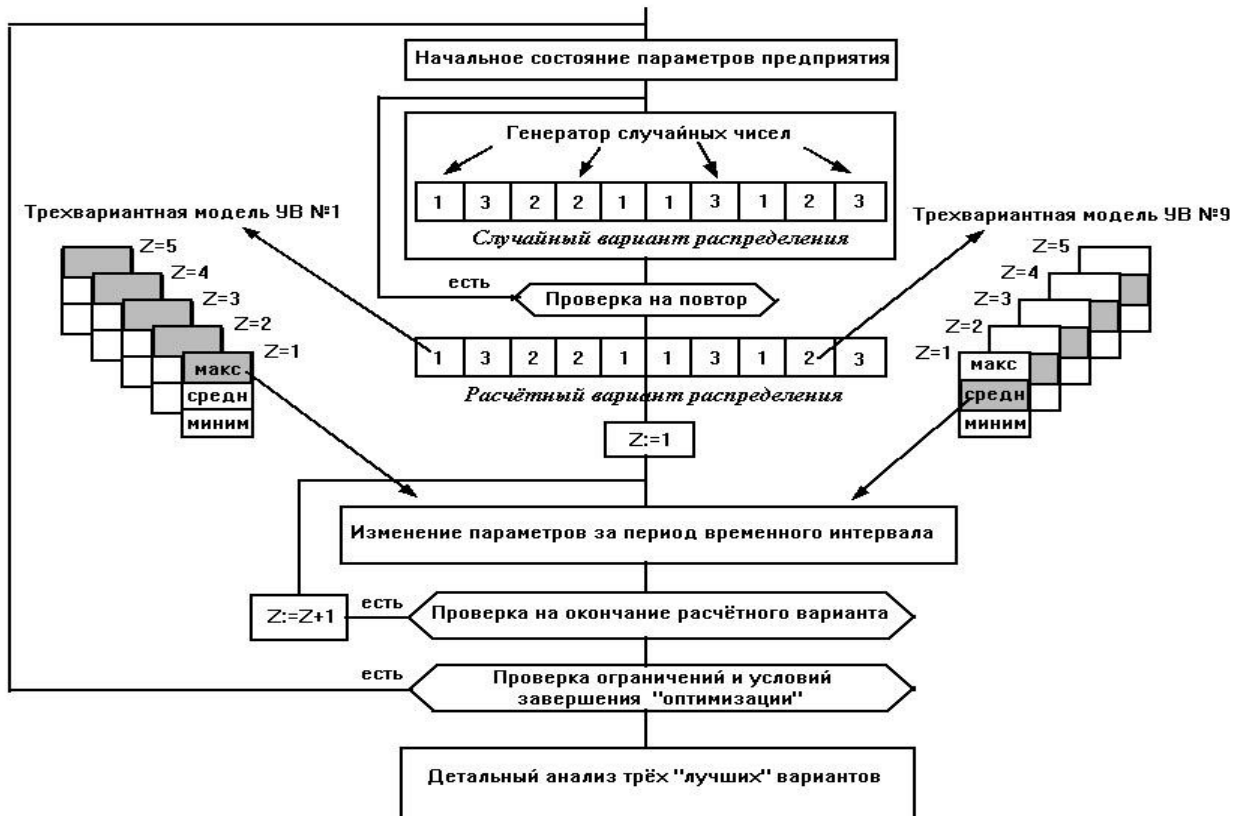


Рис.7. Общий алгоритм пошагового расчёта

Для обозначения информационных и реальных потоков (I, C, M, O) принята следующая система индексации. Рядом с именем потока располагается идентификационный номер конкретного экземпляра вертолёта N (IN, CN, MN, ON).

По окончании итерации (расчётного варианта распределения) проверяются условия выхода из итерационного процесса. Если условия ещё не наступали, итерационный процесс продолжается – формируется новый случайный вариант распределения и повторно выполняются приведённые выше расчёты. К сожалению, не существует детерминированного способа определить априори момент выхода из итерационного процесса. Поэтому разработан метод, позволяющий получить результат с некоторой заданной точностью. Суть этого метода проиллюстрирована на рис. 8.

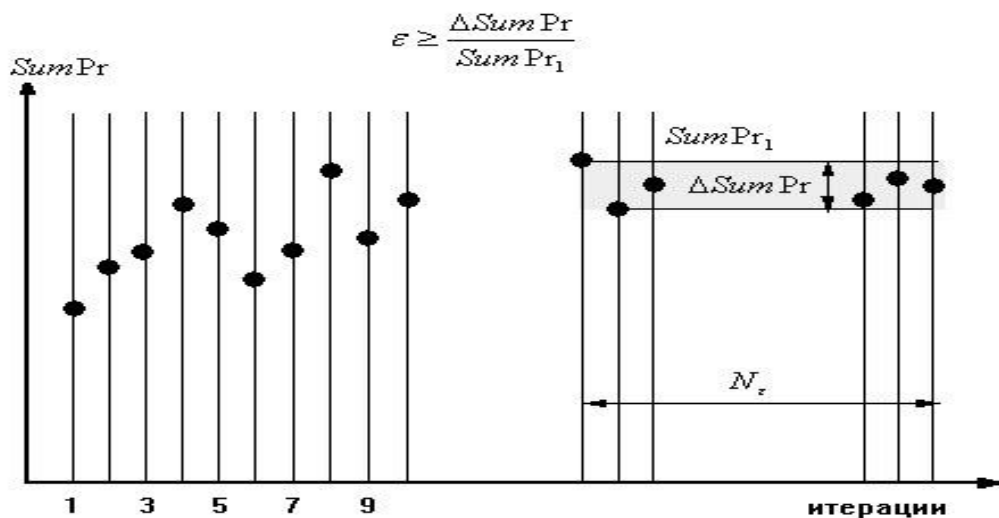


Рис.8. Иллюстрация метода выхода из итерационного процесса

В качестве целевой функции принимается $SumPr$ - величина накопленной прибыли на конец периода прогнозирования. Целевая функция может быть иной, в зависимости от дополнительных условий прогнозирования. Прекращение итерационного процесса происходит, когда выполняются 2 условия:

а) 3 «лучших» результата удовлетворяют условию $\varepsilon \geq \frac{\Delta SumPr}{SumPr_1}$, что гарантирует нахождение

этих результатов в коридоре $100 \cdot \varepsilon \cdot \%$;

б) 1-ое условие непрерывно выполняется на заданном количестве итераций N_ε .

Результаты 5000 итераций показаны на рис. 9.

Для рассматриваемой задачи (10 УВ при трёхвариантных моделях) возможное количество вариантов распределения равно $3^{10} \approx 60 \text{ тыс.}$ Практика решения рассматриваемой и подобных задач показала, что при достижении 1000 ... 1500 итераций начинает выполняться первое условие при $(100 \cdot \varepsilon) = 10 \cdot \%$. Во всех последующих итерациях это условие также выполняется, т. е., работает принцип (Парето 20/80). В качестве целевой функции принималась накопленная за период прогноза прибыль.

При организации вычислительного процесса можно ввести ограничения по одному или нескольким параметрам, например, по максимальной величине накопленного (неоплаченного) кредита.

Помимо показанных на рис.9, других общих показателей, выводится подробная информация о показателях по каждому виду продукции.

Результаты 3-х лучших вариантов [5 001 итераций]

	Паспорт варианта	Номер итерации	Накопленная прибыль на конец 7-го года, тыс. рубл	Рентабельность последнего года %	Максимальный невыплаченный кредит, тыс. руб	Год максимального кредита	Время полной выплаты кредита, год
1	[1; 1; 1; 2; 1; 1; 2; 2; 1; 2]	144	821 627	132	256 855	3	3,98
2	[1; 1; 3; 1; 1; 3; 3; 2; 1; 2]	458	783 189	104	51 116	2	3,13
3	[1; 1; 1; 3; 1; 3; 2; 2; 2; 1]	400	744 262	100	114 299	3	3,52

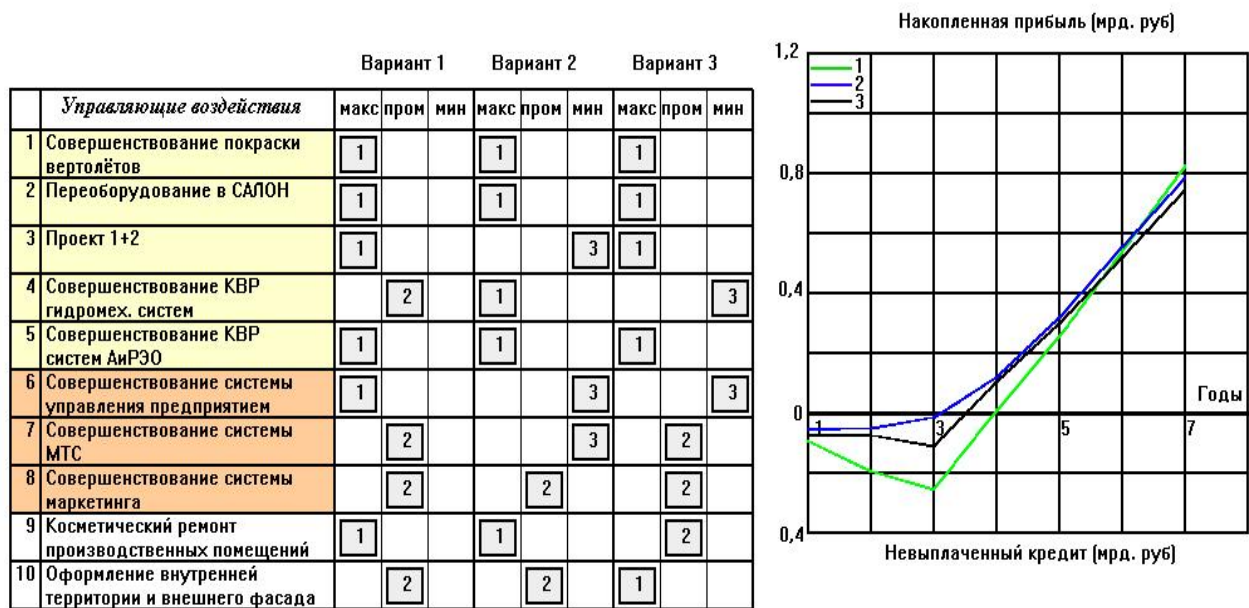


Рис. 9. Результаты расчёта после 5000 итераций

На основании детального анализа выведенной информации ЛПР выбирает вариант распределения (вариант прогноза), который становится базой при разработке бизнес-плана предприятия. Полученные при прогнозировании данные используются, как основа, для всех разделов бизнес-плана: технологических и конструкторских разработок; структуры финансов предприятия; реконструкции существующих и строительства новых производственных помещений; оснащения предприятия автоматизированными системами управления, кадровой политикой и др.

Таким образом, стратегическое управление диверсифицированным холдингом авиационной направленности в современных условиях сопряжено с предварительным анализом состояния и перспектив рынка авиационных услуг и предварительными технико-экономическими проработками вариантов управленческих решений по дальнейшему развитию холдинга и его дочерних предприятий. К таким направлениям относятся: совершенствование существующих производств; оптимизация распределения имеющихся ресурсов; разработка новых производств и освоение новых сегментов рынка авиационных услуг.

Четвертая глава содержит основные результаты исследований и разработки новых высоко технологичных методов и современных технических средств по поддержанию летной годности вертолетной техники для практического решения задач управления ее техническим состоянием в условиях развития холдинговой деятельности на мировом рынке авиационных услуг.

В понятие «авиационные услуги» входит всё, что связано с эксплуатацией воздушных судов в течение их календарного срока службы. На рис. 10 раскрывается содержание термина «авиационные услуги» применительно к вертолётной технике.



Рис. 10. Виды авиационных услуг, связанных с эксплуатацией вертолётов

Особое внимание уделяется зарубежному рынку авиационных услуг в связи с удачным сочетанием эксплуатационных и стоимостных характеристик вертолёта Ми-8 и его модификаций, много лет востребованных на мировом рынке. По данным торгующих организаций в настоящее время более 1700 вертолётов семейства Ми-8 проданы в частные авиакомпании (а/к) и государственные организации (полиция, пожарная охрана, армия и др.) многих стран мира. В результате образовался сегмент мирового рынка авиационных услуг – **поддержание лётной годности (ПЛГ)** вертолётов семейства Ми-8 в зарубежных а/к. Наличие надёжной базы по ПЛГ уже

эксплуатируемых в регионе вертолёт – это дополнительный стимул для дальнейших покупок вертолётов семейства Ми-8 а/к этих регионов.

Качественное освоение этого сегмента рынка и создание инфраструктуры российскими компаниями имело и имеет не только коммерческое, но и политическое значение.

Для принятия решения о выходе на этот сегмент рынка и определения новых, более конкурентных форм работы, необходимо было определить, в первую очередь, ёмкость этого сегмента. Оценка трудозатрат по действующим ценам свидетельствует о перспективности освоения рынка. Суммарные затраты на техническое обслуживание, замену агрегатов и узлов и капитальные ремонты составили 8 млн 800 тыс. \$ США на один вертолёт в течение его назначенного ресурса (7000 лётных часов).

Вертолёты семейства Ми-8 эксплуатируются в различных зарубежных, а/к и организациях, отличающихся друг от друга общим количеством вертолётов и интенсивностью их эксплуатации. Для успешного освоения этого сегмента рынка авиационных услуг необходимо было разработать пакет предложений, позволяющий для конкретных условий той или иной, а/к выбрать оптимальный вариант ПЛГ принадлежащих этой а/к вертолётов.

Организационно каждое предложение Заказчику было оформлено в виде проекта **Сервисного центра (СЦ)**, расположенного на территории, а/к, в котором выполняются работы по ПЛГ. Сервисный центр создаётся, курируется и взаимодействует с базовым авиаремонтным заводом (БРЗ), расположенным на территории России. Для учёта потребностей различных а/к разработаны и предлагаются Сервисные центры четырёх уровней, отличающиеся друг от друга распределением между СЦ и БРЗ работ по капитальному ремонту (КР), табл.4.

Таблица 4

Распределение работ по КР
вертолёта между БРЗ и СР разных уровней

Этапы ремонта	Варианты СЦ	СЦ 1-го уровня	СЦ 2-го уровня	СЦ 3-го уровня	СЦ 4-го уровня
Разборка	СЦ	СЦ	СЦ	СЦ	СЦ
	БРЗ				
Подготовка к транспортировке	СЦ	СЦ	СЦ	СЦ	СЦ
Транспортировка					
Ремонт планера	БРЗ	СЦ	СЦ	СЦ	СЦ
Ремонт компонентов планера	БРЗ	СЦ 15%	СЦ 60%	СЦ	
		БРЗ			БРЗ
		Сборка	БРЗ		СЦ
СЦ					
Испытания	БРЗ	СЦ	СЦ	СЦ	
	СЦ				
Подготовка к транспортировке	БРЗ	БРЗ	БРЗ		
Транспортировка					

Факторами, влияющими на потребное количество мест в ангаре СЦ, являются общее количество вертолётов в а/к $N_{\text{верт}}$, суточный налёт одного вертолёта $T_{\text{сут}}$ и распределение общего налёта между вертолётами а/к. Зависимость потребных мест в ангаре определялась путём многократных расчётов с использованием компьютерной программы для различных сочетаний факторов $N_{\text{верт}}$ и $T_{\text{сут}}$ при случайном распределении общего налёта. Результаты расчёта оформлены в виде графика (рис. 11), где координатное пространство - $T_{\text{сут}}$ разделено линиями потребных мест в ангаре.

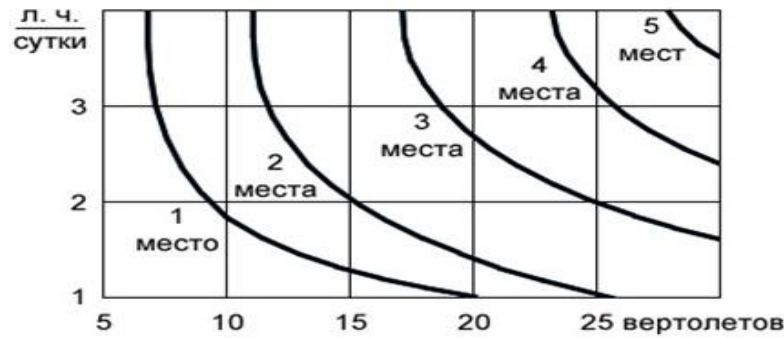


Рис. 11. Области потребной занятости ангара для проведения работ по техническому обслуживанию (ТО)

Помимо технических и технологических сторон Предложений Заказчику важна экономическая эффективность предлагаемых решений. Для оценки целесообразности тех или иных решений использован обобщенный экономический показатель – стоимость работ по ТО и/или КР, приходящаяся на один лётный час. Этот важный экономический показатель зависит от многих факторов, в том числе, от уровня СЦ. Были выполнены подробные технико-экономические проработки СЦ для разных условий и исходных данных. Результаты проработок представлены на рис. 12 и рис. 13.

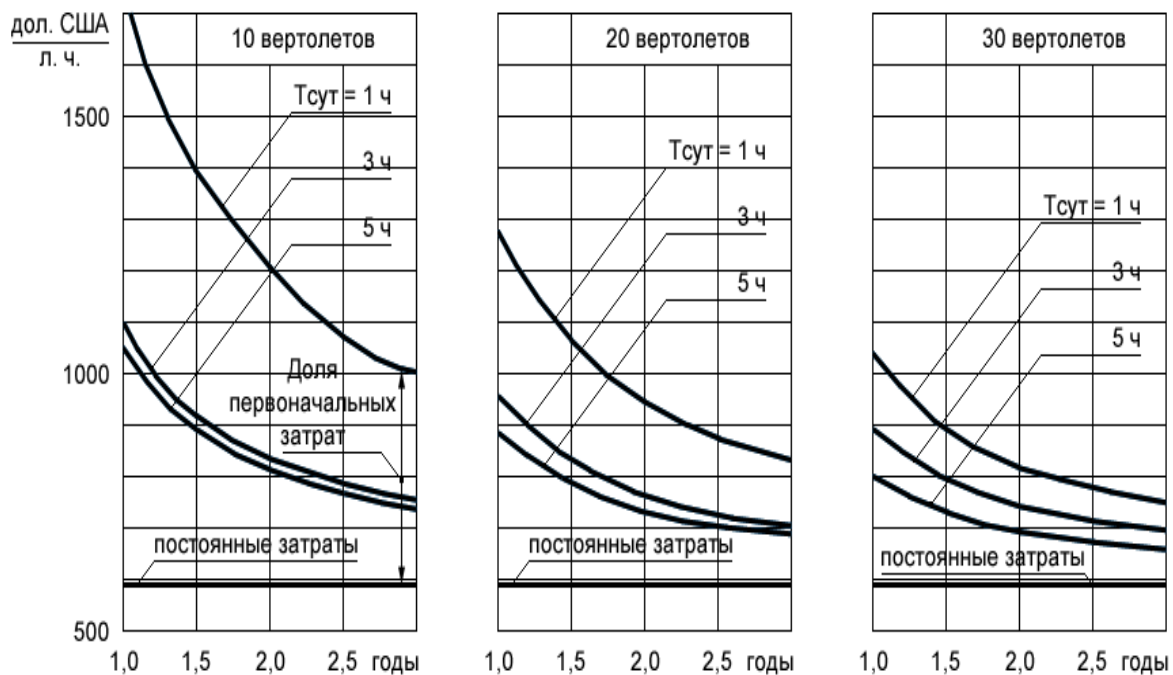


Рис. 12. Стоимость работ по ТО на лётный час, обеспечивающая окупаемость первоначальных затрат, в зависимости от срока окупаемости

Образование холдинга АВИАБАЛТИКА потребовало проведение анализа технологических процессов, используемых в процессе ремонта вертолётов и применяемого при этом **контрольно-проверочного оборудования (КПО)** для оценки технического состояния вертолетов. Связано это было с выходом на мировой рынок авиационных услуг с представлением нового продукта – поставкой под ключ Сервисных центров ПЛГ вертолётов семейства Ми-8 в зарубежные а/к. Поставляемые Сервисные центры должны были быть оборудованы самыми современными комплексами технологического КПО нужного назначения, которое, как оказалось, на рынке авиационных услуг отсутствовало.

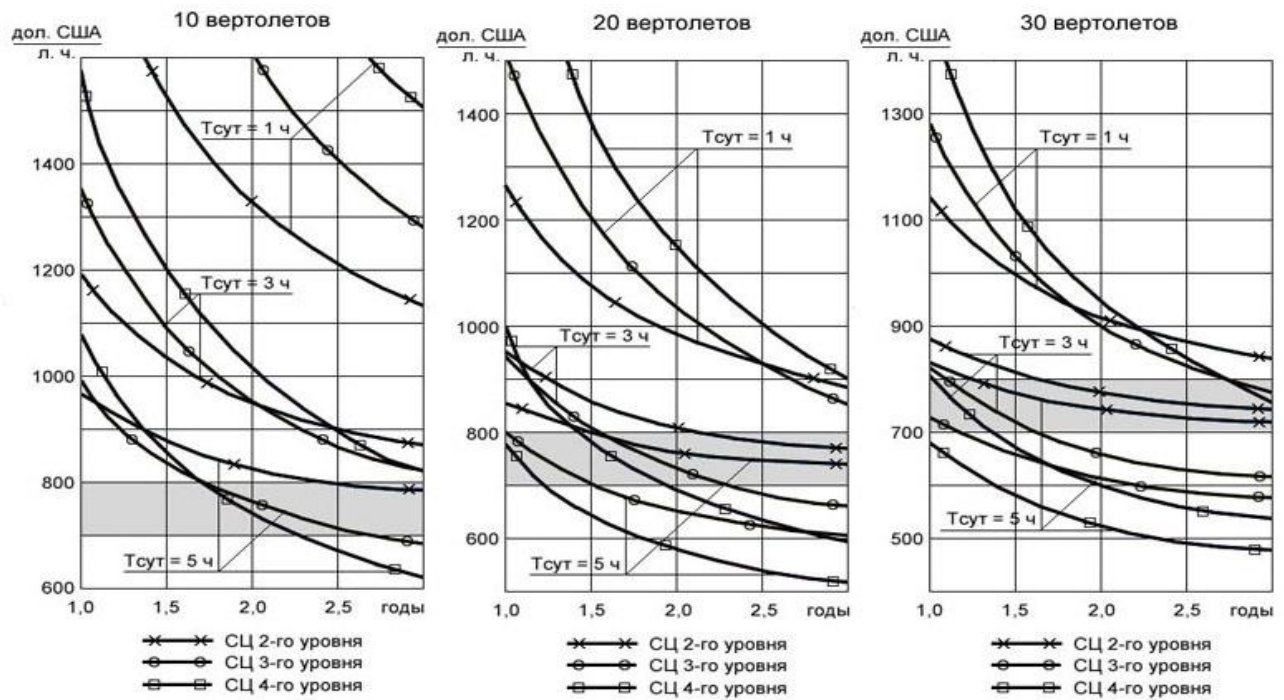


Рис. 13. Стоимость КР на летный час, обеспечивающая окупаемость первоначальных затрат, в зависимости от срока окупаемости для а/к с разным количеством вертолётов и суточным налётом

Было принято решение о необходимости проведения специальных исследовательских работ и открытии нового для авиахолдинга направления деятельности по разработке и производству проверочных и диагностических средств авиационной направленности, базирующихся на современных информационных технологиях и вычислительной технике.

В результаты проведенного анализа были сформированы основные направления возможного использования нового продукта, рис. 14.



Рис. 14. Основные направления исследований по освоению сегмента рынка авиационных услуг – «Разработка и поставка современного КПО»

Контрольно-проверочные комплексы (стенды), применяемые при капитальном ремонте вертолетов, требуют особого внимания, поскольку они базируются на компьютерных технологиях и должны обеспечивать решение таких научно-практических и производственно-технических задач, которые направлены на минимальные затраты времени, трудовых ресурсов и материальных средств.

Разработан Стенд для испытания и снятия характеристик гидравлического демпфера втулки несущего винта вертолета, предназначенный для испытания и снятия характеристик гидравлического демпфера в полном объеме заменивший три стенда, использующихся ранее.

Управление процессом измерения осуществляется промышленным компьютером, входящим в состав стенда. Применение промышленного компьютера для управления работой стенда позволяет автоматизировать процесс испытаний демпфера после ремонта и дает возможность выбора оператором из базы данных вариантов отказов и повреждений по признаку проявления дефекта.

Наиболее слабым звеном демпфера является система клапанов. Разработана специальная расширенная программа испытаний каждого клапана и разработана его математическая модель. Расширение программы заключалось в «проливке» каждого клапана не в одной точке, а во всём диапазоне работы демпфера, в результате чего снималась гидравлическая характеристика клапана. Испытание клапана автоматизировано с вводом измеряемых параметров в компьютер и с выводом гидравлической характеристики клапана.

Для выявления причин значительного отклонения гидравлической характеристики клапана от нормы разработана и используется диагностическая **математическая модель клапана**. Суть модели – увязать вид гидравлической характеристики с повреждениями, которые оказались не устранёнными при ремонте.

Для целей получения гидравлической характеристики проточная часть клапана делилась на восемь участков (рис.15).

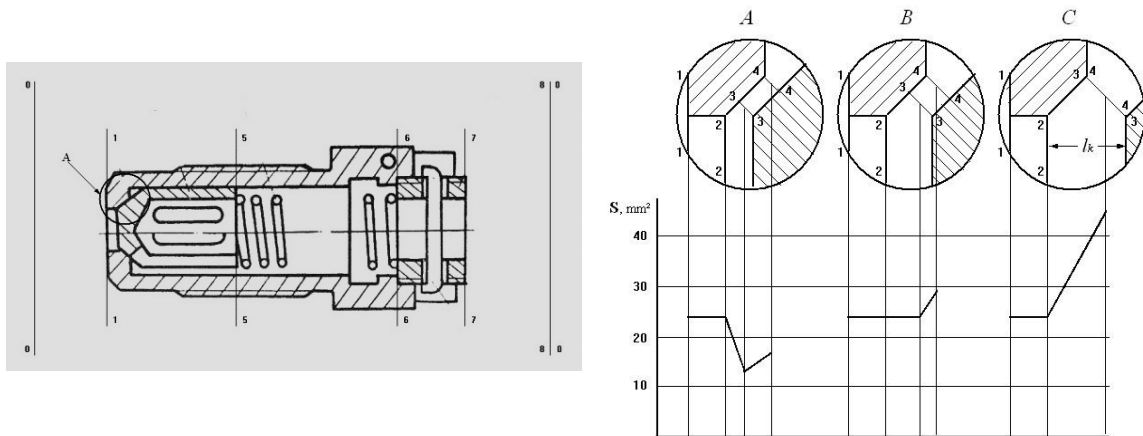


Рис.15. Сечения проточной части клапана с выделением сечений в районе щели при трёх положениях поршня клапана: **A** – положение поршня, при котором щель является самым узким сечением; **B** – положение поршня, соответствующее равенству площадей сечений щели и входного отверстия; **C** – положение поршня, когда щель «пропадает»

По линейным размерам образовавшихся каналов подсчитываются площади их поперечного сечения для любых положений поршня l_k .

Потери давления на клапане подсчитываются как сумма потерь давления на каждом из участков, подсчитанных, в свою очередь, по формулам, рекомендуемым в справочной литературе по гидравлике

$$Q = \beta * \sum_{Z=1}^{Z=8} S * \sqrt{2 * \Delta p / \rho},$$

где $\Delta p = p_{\text{ман}} = \frac{P}{F} - 1$ (поскольку камера слива соединена с атмосферой);

Z – номер участка проточной части клапана;

β – коэффициент учёта особенностей потока жидкости в клапане, которые не учитываются формулами классической гидравлики.

Особенности течения на выделенных участках и расчётные формулы:

Участок 0 – 2. Сужение потока с площади одной четверти кольца ($D=90$ мм, $d=32$ мм) до площади входного отверстия в клапане $d=5,5$ мм с преобразованием формы потока:

$$\Delta p = \xi * \rho * V_2^2 / 2; \quad \xi = 0,5 * (1 - S_2 / S_0);$$

Участок 2 – 3. Сужение потока от площади входного отверстия S_2 до площади щели S_3 с поворотом на 45 град. и изменением формы потока из цилиндрической в конусную щелевую:

$$\Delta p = \xi * \rho * V_3^2 / 2; \quad \xi = \xi_{\text{пов}} + \xi_{\text{суж}}; \quad \xi_{\text{пов}} = 0,3; \quad \xi_{\text{суж}} = 0,5 * (1 - S_3 / S_2);$$

Участок 3 – 4. Происходит движение жидкости в конусообразной щели. Потери давления при движении складываются из потерь на трение и потерь на расширение канала:

$$\text{- для ламинарного режима } \Delta p = \frac{12 * \nu * \rho * l_{\text{щели}}}{h_{\text{щели}}^2} * \frac{V_3 + V_4}{2};$$

$$\text{- для турбулентного режима } \Delta p = \xi * \rho * V_3^2 / 2; \quad \xi = \xi_{\text{расш}} + \frac{\lambda * l_{\text{щели}}}{2 * h_{\text{щели}}}; \quad \xi_{\text{расш}} = (1 - S_3 / S_4)^2;$$

Участок 4 – 5. Происходит поворот потока и расширение с изменением формы. Поток из щелевого конусообразного преобразуется в цилиндрический:

$$\Delta p = \lambda * \frac{l_{5-6}}{d_{5-6}} * \rho * \frac{V_5^2}{2}; \quad \lambda = \frac{64}{\text{Re}} \text{ для лам. режима; } \lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \text{ для турб. режима;}$$

Участок 6 – 7. Жидкость движется по внутреннему цилиндрическому каналу натяжной гайки. Потери давления возникают из-за сужения потока и трения о стенки:

$$\Delta p = \xi * \rho * V_6^2 / 2 \quad \xi = \xi_{\text{суж}} + \lambda \frac{l_{6-7}}{d_{6-7}} \quad \xi_{\text{суж}} = 0,5 * (1 - S_7 / S_6);$$

Участок 7 – 8. Внезапное расширение потока и преобразование его из цилиндрического в четвертую часть кольцевого потока (между штоком и корпусом демпфера)

$$\Delta p = (1 - \frac{S_7}{S_0})^2 * \rho * \frac{V_7^2}{2}.$$

Для определения значения коэффициента β воспользуемся уравнением равновесия поршня и двумя «реперными» точками, приведёнными в Руководстве по ремонту демпфера: 1-я – при максимальном значении действующей на шток силы 920 кгс; амплитуда колебания штока

должна быть 3 мм; 2-я– при максимальном значении действующей на шток силы 1000 кгс; амплитуда колебания штока должна быть 9 мм, при этом:

$$- \text{уравнение равновесия в первой точке} \quad p_{\text{ман.1}} * F_{\text{торц}} = P_{\text{зат}} + k * l_{k.1};$$

$$- \text{уравнение равновесия во второй точке} \quad p_{\text{ман.11}} * F_{\text{торц}} = P_{\text{зат}} + k * l_{k.11},$$

где $F_{\text{торц}}$ – площадь торцевой поверхности поршня;

$P_{\text{зат}}$ – сила предварительной затяжки пружины;

k – коэффициент жёсткости пружины;

$l_{k.1}$ и $l_{k.11}$ – положение поршня клапана.

С учётом найденного значения коэффициента β строится гидравлическая характеристика клапана $\Delta p_{\Sigma} = f(Q)$ и зависимости других величин, например, $l_k = f(Q)$, $S_3 = f(Q)$, $S_3 = f(l_k)$ и т.д.

Описанная выше система уравнений (диагностическая математическая модель клапана) позволяет рассчитывать гидравлическую характеристику не только для «идеального клапана», но и для клапана с отличной от «идеальной» проточной частью, и с иными параметрами пружины: предварительной затяжкой и коэффициентом жесткости.

Предварительно, по алгоритму, описанному выше, с помощью модели формируется банк гидравлических характеристик клапанов с возможными повреждениями. Путём сравнения реальной гидравлической характеристики неисправного клапана с характеристиками из банка находится характеристика, совпадающая в заданных пределах с реальной характеристикой. По изменённым в модели параметрам по сравнению с «идеальными» и определяется вид повреждения клапана.

Таким образом, введение «проливки» (снятия гидравлической характеристики) клапанов в полном диапазоне их работы исключает попадание на сборку демпфера клапанов, способных негативно повлиять на силовую характеристику демпфера вплоть до выхода её за заданные пределы. Это обстоятельство исключило случаи разборки демпферов после сдаточных испытаний. В результате снизились себестоимость и продолжительность ремонта демпфера.

С момента поступления вертолёт Ми-8 в массовую эксплуатацию для проверки и регулировки **«Соконусности несущего винта»** использовалась специальная установка. Способ проверки носил весьма примитивный характер.

Соконусность регулируется на двух режимах. На режиме малого газа разброс меток от лопастей в пределах 20 мм удерживается путём отгибания регулирующих аэродинамических пластин. После регулировки соконусности на режиме малого газа производится регулировка на режиме правой коррекции. При этой регулировке разброс меток от лопастей в пределах 20 мм удерживается за счёт изменения длины вертикальных тяг поворота лопасти.

Появление цифровых фотокамер и компактных вычислительных устройств позволило разработать современную, более совершенную, установку СПАРК-КОНУС для бесконтактного замера соконусности лопастей несущего винта. Взаимное расположение камеры и лопастей с некоторыми геометрическими характеристиками, поясняющими принцип работы установки СПАРК-КОНУС, показано на рис.16.

Бесконтактный способ замера соконусности позволяет производить замеры не только на земле, но и в полёте. В отличие от предыдущего способа СПАРК-КОНУС позволяет фиксировать поведение лопастей в полёте при различных скоростях полёта и при различных нагрузках несущего винта. Информация о поведении лопастей становится более полной и позволяет уменьшить соконусность не только для земных условий (малый газ и правая коррекция), но и для полётных условий, на которых вертолёт, собственно, и эксплуатируется.

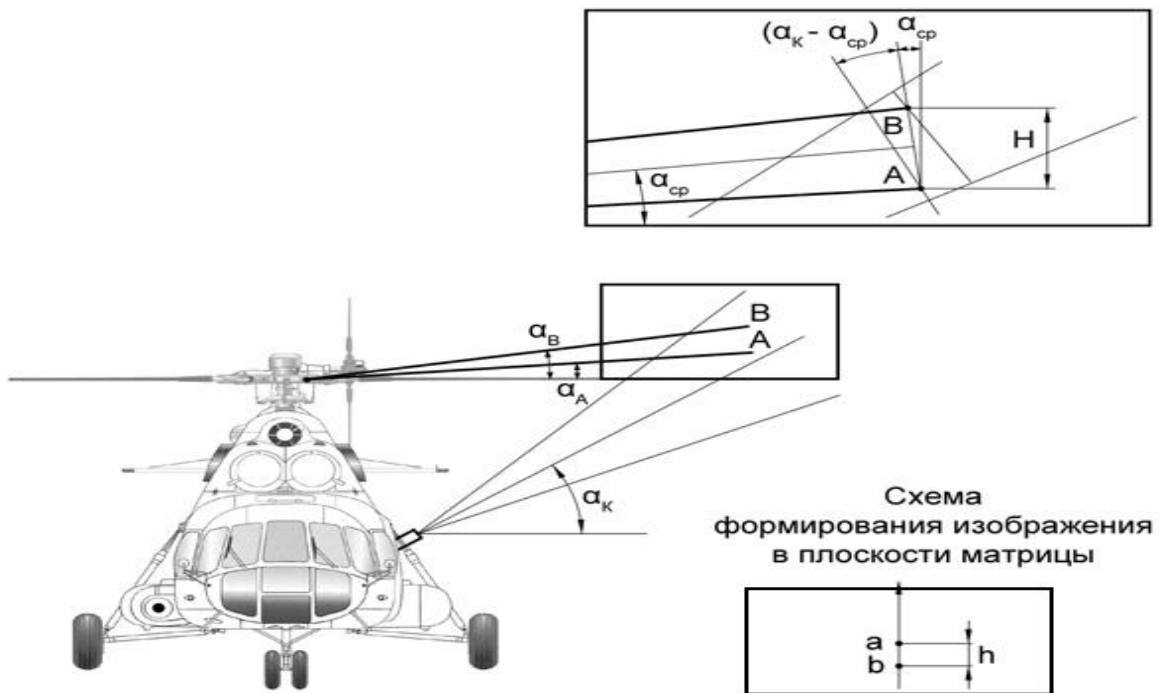


Рис.16. Взаимное расположение камеры СПАРК-КОПУС и лопастей вертолётa

В пятой главе рассмотрены процедуры научного сопровождения функционирования **системы подготовки, повышения квалификации и переподготовки руководящего состава холдинга**, базирующейся на современных методах и средствах диагностики уровня обученности и индивидуального обучения.

Практическая деятельность по профессиональной подготовке авиационных специалистов (АП) была начата на базе впервые созданного и получившего Сертификат «**Авиационного учебного центра**» ОАО «СПАРК». Обучение в Учебном центре (УЦ) базируется на новейших компьютерных технологиях с использованием функциональных и ситуационных тренажёров. Для завершающей лётной подготовки пилотов используется комплексный лётный тренажёр новейшей модификации вертолётa семейства Ми-8, а именно, Ми-8МТВ, имеющий современную систему визуализации и позволяющий имитировать полёты практически для любых условий с отработкой действий экипажа в сложных и аварийных ситуациях. К работе УЦ был проявлен интерес зарубежными организациями, эксплуатирующими вертолётa Ми-8МТВ.

Некоторые зарубежные а/к посчитали целесообразным иметь подобный УЦ на своей территории и предложили на договорной основе осуществлять поставку УЦ и подготовку преподавательского и инструкторского состава.

Регулирующие органы ряда стран провели процедуру сертификации УЦ и выдали разрешение на профессиональную подготовку на его базе авиаспециалистов, эксплуатирующих в своих странах вертолётa Ми-8МТВ.

Таким образом, появилось новое направление деятельности в сегменте мирового рынка авиационных услуг – «**Профессиональная подготовка авиационного персонала; поставка «под ключ» Учебных центров**».

Для обучения пилотов управлению функциональными системами и авиационным и радиоэлектронным оборудованием вертолётa в штатных ситуациях и при возникновении сложных и аварийных ситуаций используются **Компьютерные функциональные и ситуационные тренажёры**.

Общая структура Системы подготовки показана на рис.17.

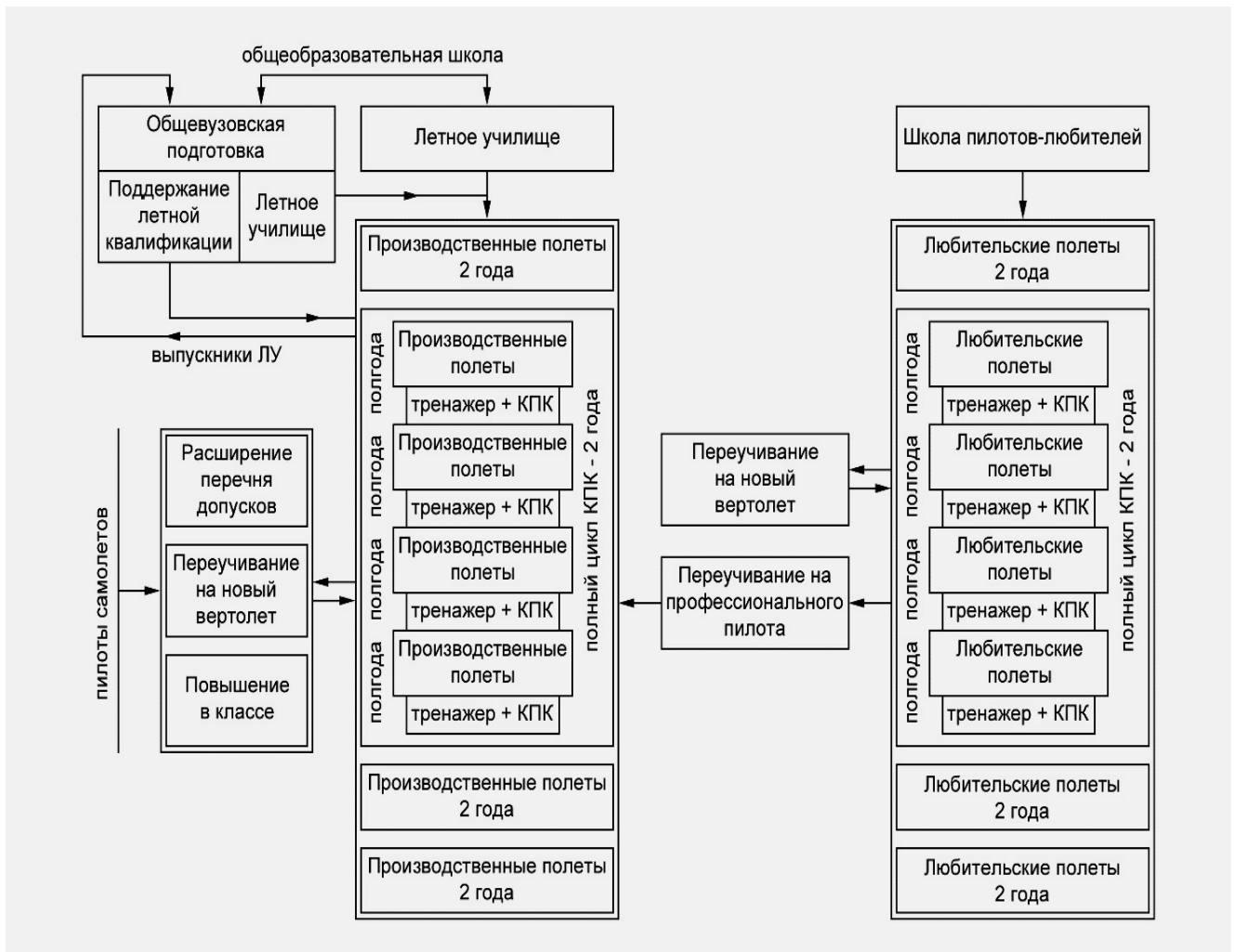


Рис. 17. Структурная схема Системы подготовки, поддержания и повышения профессиональной квалификации пилотами вертолётов

Для учебных упражнений по отработке задач навигации с использованием кабинных и наземных средств навигации используется **Навигационный тренажёр**. Система визуализации для решения задач навигации обеспечивает выполнение трёх требований: показ пространства вдоль тех маршрутов, которые заложены в упражнения, правдоподобная динамика полёта (скорости горизонтального полёта, скорости разворота, вертикальные скорости), реальное расположение наземных радиотехнических средств навигации. Имитируемое приборное оборудование соответствует реальному авиационному и радиоэлектронному оборудованию вертолёта.

Наиболее важным звеном в подготовке пилотов вертолётов является **комплексный лётный тренажёр**.

В вычислительном комплексе тренажёра реализованы математические модели и генераторы имитационных воздействий. Это: модели динамики полёта вертолёта, модели двигателей и вспомогательной силовой установки, модели систем и оборудования вертолёта, модель полигона полётов, модели климатических, временных и метеорологических условий полёта. Для управления различными устройствами имитации условий полёта в вычислительном комплексе реализованы генераторы имитационных воздействий, которые работают совместно с математическими моделями.

Математическая модель тренажёра объединяет все математические модели, которые имитирует работу множества разнородных по природе узлов, агрегатов и систем в их взаимосвязи. Структура математической модели тренажёра показана на рис.18.

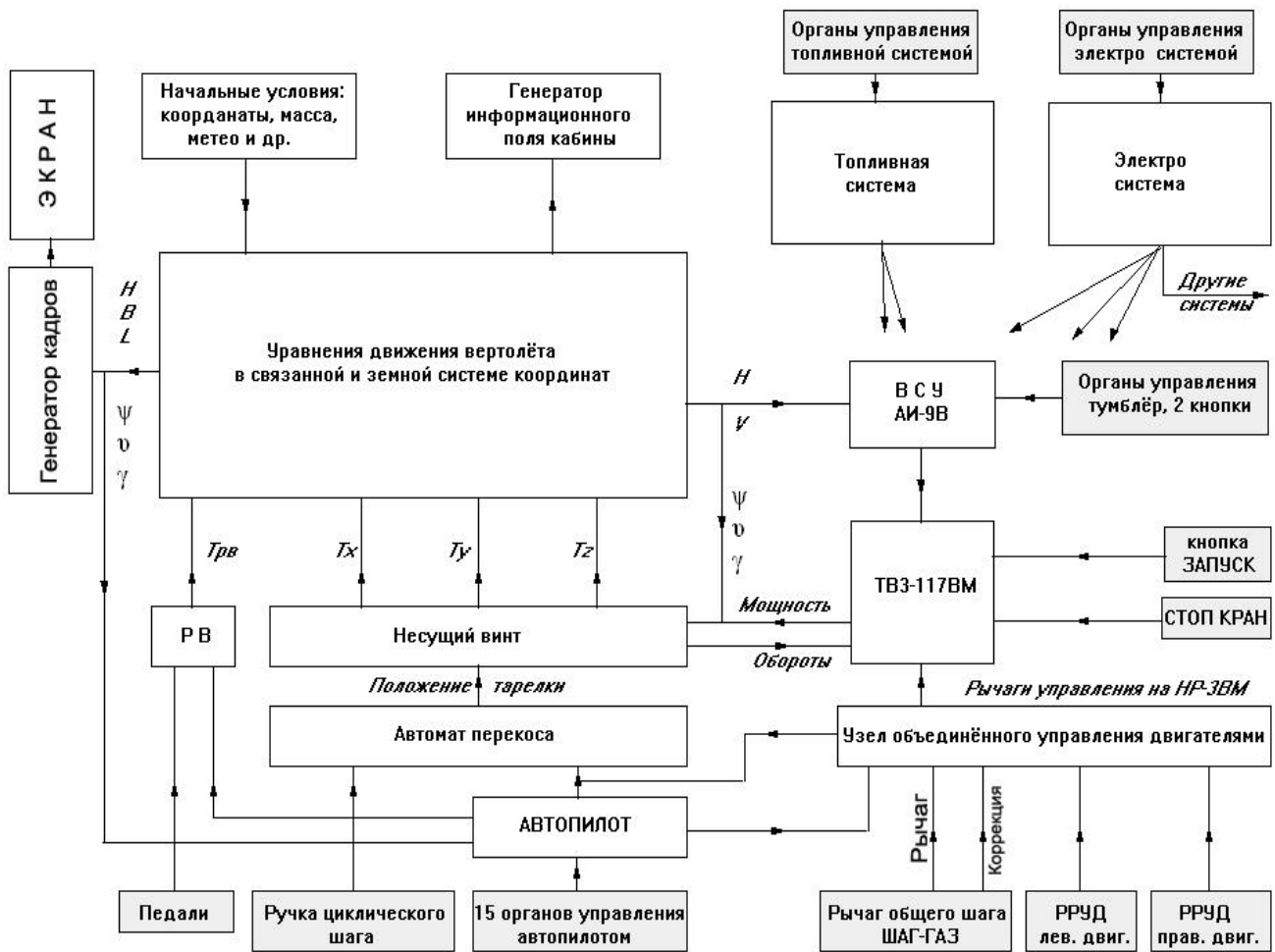


Рис. 18. Схема математической модели тренажёра
(фрагмент: движение вертолѐта)

Пилоты, прошедшие подготовку на начальном этапе работы УЦ ОАО «СПАРК», были привлечены в качестве экспертов для оценки качеств лѐтного тренажёра с неподвижной кабиной. Эксперты посчитали, что тренировок на тренажёре с неподвижной кабиной в основном достаточно. Однако, 20% экспертов посчитали необходимой тренировку на тренажёре с подвижной кабиной в течение 1 часа для висения и в течение по 0,5 часа для горизонтального торможения, координированного разворота с малым креном, координированного разворота с максимальным креном и разворота со скольжением.

В УЦ «СПАРК» за период более 15 лет прошли переучивание с других воздушных судов на вертолѐт Ми-8МТВ более 1000 пилотов и более 350 бортмехаников из РФ и стран СНГ, а также более 250 пилотов и более 40 бортмехаников из разных стран Европы, Азии и Латинской Америки. Действующие экипажи вертолѐтов Ми-8МТВ проходили на тренажёре УЦ «СПАРК» периодические (ежеквартальные/полугодовые) тренировки. За период работы УЦ периодические тренировки прошли более 3000 экипажей российских и зарубежных авиакомпаний.

По мере развития холдинга руководящий состав приобретал опыт в решении конкретных оперативных и стратегических проблем. В дальнейшем эти проблемы были методически доработаны и вошли в перечень сценариев активных методов обучения руководящего состава, рис. 19. Особое внимание уделялось подбору руководителей (преподавателей, тренеров), готовящих и проводящих активные занятия – игры, тренинги, разборы ситуаций и т.д.

Прежде всего, учитывался опыт организации активных методов обучения руководящего состава в российских и зарубежных фирмах. Учитывая изложенный опыт, руководством хол-

динга «методом проб и ошибок» была сформирована группа, в которую вошли «внешние» консультанты и сотрудники высшего руководящего звена, склонные к преподавательской деятельности.

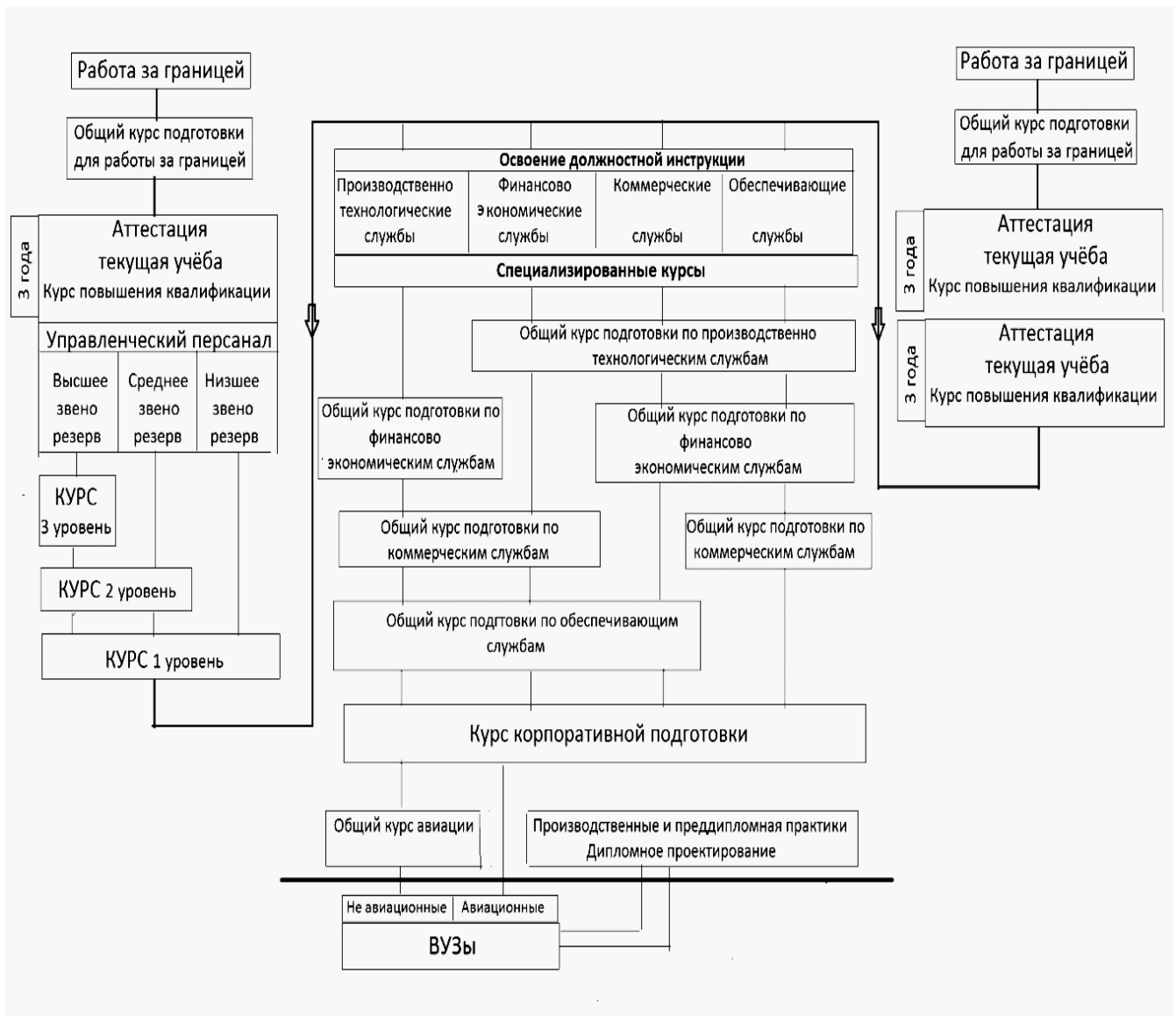


Рис.19. Структурная схема профессиональной подготовки для руководящего состава

Эта группа участвовала в психологическом тестировании руководящего состава, определяла потребность в проведении активных форм занятий, составляла план таких занятий, подготавливала и проводила эти занятия.

Научное сопровождение управления персоналом позволило создать современную систему непрерывного повышения квалификации управленческих кадров всех уровней, базирующуюся на передовых методах и средствах диагностики уровня обученности авиационного персонала и на интерактивных индивидуальных и групповых методах и средствах обучения. Таким образом, развитие холдинга обеспечено резервом руководящих кадров как для оперативного, так и для стратегического уровней управления холдинговой деятельностью вертолетных авиакомпаний и авиапредприятий в России и за рубежом.

В Приложениях приведены научно-методические материалы и нормативные документы, эксплуатационная документация, учебные материалы, примеры программных продуктов и материалов, копии документов, подтверждающих апробацию и внедрение результатов, полученных в процессе проведения диссертационного исследования, которые не вошли в основной текст диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Главным результатом работы является решение новой проблемы научного сопровождения функционирования диверсифицированного холдинга, ориентированного на мировой рынок авиационных услуг, на всех стадиях его создания, активной деятельности и развития.

При решении данной проблемы получены следующие научные результаты.

1. Выполнен анализ и проведено структурирование рынка авиационных услуг. Сформирован перечень сегментов, представляющих интерес для холдинга, с определением качественных и количественных характеристик потребностей и возможностей потенциальных заказчиков.

2. Разработана организационная структура системы научного сопровождения процессов **оперативного планирования и управления** производственной деятельностью, **стратегического прогнозирования и управления** развитием холдинга с учетом прогрессивной кадровой политики.

3. В рамках системы оперативного планирования и управления производством:

3.1. Концептуально обоснована и разработана математическая модель диверсифицированного производства типа **«виртуальное производство»** для использования её при оперативном планировании и диспетчировании производства. При разработке математической модели технологического процесса ремонта вертолёта использовалась идеология **IDEF0** - моделирования функций.

3.2. Моделирование доведено до алгоритмического и программного воплощения в виде технологии автоматизированного формирования оперативного плана на заданную глубину и экранного диспетчирования всех этапов и фаз процесса ремонта с учётом индивидуальных особенностей каждого вертолёта.

3.3. Разработанная методика и алгоритм автоматизированного формирования оперативного плана работы позволяют практически мгновенно учитывать всевозможные факторы и находить оптимальный план работы авиапредприятия и его подразделений, выделяя при этом необходимые управляющие воздействия по обеспечению взаимодействия между ними.

4. В рамках системы стратегического прогнозирования и управления развитием холдинга:

4.1. Разработаны методология, алгоритмы и программное обеспечение интеллектуальной поддержки управленческих решений по выбору **«оптимального»** варианта распределения имеющихся ресурсов при модернизации производства и при выборе направлений стратегического развития холдинга.

4.2. Разработана модель управляющих воздействий производственно-технологического направления (на примере технологического процесса нанесения лакокрасочных покрытий при ремонте вертолёта).

4.3. Разработана модель управляющих воздействий организационно-технического направления по автоматизированному управлению предприятием в целом и его подразделениями.

4.4. Результаты представлены в виде набора вариантов лучшего прогноза изменения основных технико-экономических показателей работы холдинга или дочерних предприятий с оценкой экономических рисков, вызванных вероятностным характером внешних воздействующих факторов.

5. С целью открытия новых направлений деятельности холдинга проведены необходимые предварительные исследования, выполнены технико-экономические расчёты и технологические и конструкторские проработки, обеспечившие реализацию следующих инновационных организационно-технических мероприятий:

5.1. Поставка **«под ключ»** в зарубежные авиакомпании Сервисных центров поддержания лётной годности вертолётов отечественного производства с последующей координацией их деятельности;

5.2. Производство и поставка комплектов современных контрольно-проверочных средств авиационной направленности, базирующихся на персональных компьютерах и обеспечивающих автоматизированный контроль, диагностику и настройку авиационного и радиоэлек-

тронного оборудования вертолетной техники. Для ремонтного производства комплекты дополнены современными стендами для испытаний основных агрегатов гидро-механических систем и узлов крепления лопастей несущего винта вертолета. Программное обеспечение стендовых испытаний разработано на основе математических моделей автоматизированной диагностики съемных изделий.

5.3. Разработка и поставка современного стенда для регулировки и проверки работы центробежных ограничителей свеса втулки несущего винта вертолета.

5.4. Разработка и поставка специального контрольно-проверочного стенда для испытания и снятия характеристик гидравлического демпфера втулки несущего винта.

5.5. Разработка и поставка оригинального устройства для измерений относительного положения законцовок лопастей при регулировке соконусности несущего винта.

6. Выработаны процедуры научного сопровождения функционирования системы подготовки, повышения квалификации и переподготовки руководящего состава холдинга, базирующейся на современных методах и средствах диагностики уровня обученности и индивидуального обучения. Система отличается наличием специального подразделения, которое планирует научные разработки, формирует коллективы исполнителей проектов подразделений дочерних предприятий холдинга, осуществляет научное руководство разработками и способствует внедрению результатов.

7. Разработаны методическое обеспечение и средства выполнения кадрового заказа для структур оперативного и стратегического управления холдингом путём встраивания организационных структур кадрового заказа в систему подготовки, повышения квалификации и переподготовки руководящих кадров с использованием профессиографического и психологического подходов при отборе кандидатов на руководящие должности.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в научных журналах из перечней ВАК, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций

1. Борисов Ю.А. Способ и устройство бесконтактного определения соконусности несущего винта вертолѐта / Ю.М. Чинючин, Ю.А. Борисов // Научный вестник ГосНИИ ГА. - 2020. - № 30 (341). – С. 30-38.

2. Борисов Ю.А. Автоматизация оперативного управления авиаремонтным предприятием / Ю.А. Борисов, Ю.М. Чинючин // Научный вестник ГосНИИ ГА. – 2020. - № 30 (341). – С. 97-106.

3. Борисов Ю.А. Оптимизация распределения ресурсов при модернизации авиаремонтного производства / Ю.А. Борисов, А.И. Козлов // Вестник СПбГУ ГА. - 2019. - № 4 (25). – С. 93-107.

4. Борисов Ю.А. Организационные формы поддержания лѐтной годности российских вертолѐтов в зарубежных авиакомпаниях / Ю.А. Борисов, Ю.М. Чинючин // Вестник СПбГУ ГА. – 2019. - № 4(25). С. 138-149.

5. Борисов Ю.А. Информационные технологии – основа системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации пилотов вертолѐтов / Ю.А. Борисов, П.Н. Рыбкин, Ю.М. Чинючин // Научный вестник МГТУ ГА. – 2019. - Том 22, № 06. С. 112-122.

6. Борисов Ю.А. Диагностическая математическая модель гидравлического демпфера втулки несущего винта вертолѐта / Ю.А. Борисов, Б.А. Соловьѐв // Научный вестник МГТУ ГА. – 2014. - № 206. С. 84-90.

7. Борисов Ю.А. Формирование комплекта КПК радиоэлектронного оборудования, ориентированного на применение современных информационных технологий / Ю.А. Борисов, С.М. Арцыман // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2013. - №2. С.160-164.

8. Борисов Ю.А. Прогнозирование ценовой политики предприятия на конкретном рынке. Электронный журнал «Труды МАИ». – 2013. - Выпуск № 69, 6 с.

9. Борисов Ю.А. Информационная поддержка системы стратегического управления авиаремонтным предприятием / Ю.А. Борисов, Б.А. Соловьёв // Научный вестник МГТУ ГА – 2011. - № 174. С. 77-83.
10. Борисов Ю.А. Информационная поддержка системы оперативного управления авиаремонтным предприятием / Ю.А. Борисов, Б.А. Соловьёв // Научный вестник МГТУ ГА. – 2010. - № 162. С. 85-92.
11. Борисов Ю.А. Прогнозное моделирование деятельности авиаремонтного предприятия/ С.М. Арцыман, Ю.А. Борисов // Научный вестник МГТУ ГА. – 2007. - № 122. С.101-105.
12. Борисов Ю.А. Смысловая сфера сознания и самосознания успешных и неуспешных менеджеров среднего звена / Ю.А. Борисов, И.А. Кудрявцев // Психологический журнал. - 2003. Том 24. № 1. - С. 91-103.
13. Борисов Ю.А. Психологический подход к трудовой реадaptации и профессиональной ориентации временно безработных лиц // Социальная и клиническая психиатрия. - 2003. Том 12. Выпуск № 1. – С.118-122.
14. Борисов Ю.А. Возможности применения методики исследования мотивации труда и удовлетворенности работой (МИМТУР) при реабилитации лиц с психическими расстройствами / Ю.А. Борисов, А.Д. Загонская, И.А. Кудрявцев, А.С. Потнин // Российский психиатрический журнал. – 2002. - № 2. - С.25 - 28.

Статьи в других изданиях

1. Борисов Ю.А. Оптимизация предложений зарубежным авиакомпаниям по техническому обслуживанию и ремонту вертолетов семейства Ми-8 // Межвузовский тематический сборник научных трудов «Проблемы эксплуатации и совершенствования транспортных систем». СПб ГУ ГА. - 2006. Т.11. С.20-26.
2. Борисов Ю.А. Облик сервисного центра оперативного и периодического технического обслуживания вертолетов / Ю.А. Борисов, Б.А. Соловьёв // Межвузовский тематический сборник научных трудов «Проблемы эксплуатации и совершенствования транспортных систем». СПбГУ ГА. - 2006. Т.11. С.26-31.
3. Борисов Ю.А. Совершенствование технической поддержки эксплуатации вертолётов семейства Ми-8 зарубежных авиакомпаний // Рукопись представлена СПб ГУ ГА. Деп. В НТИЦ ГА 19.01.2006, № 912-ГА Деп., 0,44 п.л.
4. Борисов Ю.А. Опыт успешного экспорта российских технологий технического обслуживания и ремонта вертолётов / Ю.А. Борисов, П.Н. Рыбкин // Рукопись представлена СПб ГУ ГА. Деп. В НТИЦ ГА 19.01.2006, № 913-ГА Деп., 0,44 п.л.
5. Борисов Ю.А. Авторское описание технического проекта Сервисный центр технического обслуживания и ремонта вертолетов Ми-17 всех модификаций. Российское авторское общество. 2006.
6. Борисов Ю.А. Наши заказчики находятся на пяти континентах // Авиасалоны мира. - 2005. № 3 (34). С. 12-20.
7. Борисов Ю.А. Традиции, преемственность, новизна // Воздушный флот. - 2004. № 50 (176). С. 1-2.
8. Борисов Ю.А. Некоторые личностные детерминанты качества социальной адаптации и профессиональной успешности управленцев в переходный период к рыночным отношениям // Материалы 5-ой всероссийской научно-практической конференции по психотерапии и клинической психологии. М.: Издательство института психотерапии, 2002. – С. 266-267.
9. Борисов Ю.А. Применение методики исследования мотивации труда и удовлетворённости работой (МИМТУР) при профориентации и реабилитации временно безработных лиц // Душевное здоровье человека – духовное здоровье нации. М.: Издательство института психиатрии, 2002, - С. 270-271.
10. Борисов Ю.А. Возможности и принципы психологической коррекции и профессиональной ориентации при трудовой реадaptации временно безработных лиц // Материалы Пятой

всероссийской научно-практической конференции по психотерапии и клинической психологии. М.: 2002, -С.268-269.

11. Борисов Ю.А. О новом направлении психологической экспертизы личности (судебно-психологическая экспертиза личностной направленности) / Ю.А. Борисов, И.А. Кудрявцев // Современное состояние и перспективы развития новых направлений судебных экспертиз в России и за рубежом. Материалы международной научно-практической конференции. Калининград. 2003. – С.50-55.

Патенты на изобретения

1. КОНТРОЛЬНО-ПРОВЕРОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕРКИ ДОПЛЕРОВСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ СКОРОСТИ И СНОСА: Пат. [2676225 Рос. Федерация. СПК G01P 21/00 \(2018.08\), G01P 5/00 \(2018.08\)](#) /Ю.А. Борисов, Н.С. Наумчук, В.Н. Ваняев, В.Л. Гладышева, Ю.С. Мартенцев, О.А. Субботин, Б.И. Маевский; №: [2018104781](#); заявл. 07.02.2018; опубл. [26.12.2018](#), Бюл. № 36 – 29 с. КОНТРОЛЬНО-ПРОВЕРОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ПРОВЕРКИ АВТОПИЛОТА: Пат. [2615850 Рос. Федерация. МПК B64C 13/36 \(2006.01\), F15B 19/00 \(2006.01\), G05B 23/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, Д.П. Кононович, М.С. Лурье, И.В. Трушников, Д.А. Андреев, П.Л. Серов; №: [2016114380](#); заявл. 13.04.2016; опубл. [11.04.2017](#), Бюл. № 11 – 19 с.

3. УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ:

Пат. [2408850 Рос. Федерация. МПК G01C 2 5/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, А.В. Гушин, И.Е. Цыбин, В.К. Майджи; №: [2009114630/28](#); заявл. 17.04.2009; опубл. [10.01.2011](#), Бюл. № 1 – 15 с.

4. СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ НЕСОКОНУСНОСТИ ЛОПАСТЕЙ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЁТА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ: Пат. [2415053 Рос. Федерация. МПК B64F 5/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, Г.Н. Левко, А.Ю. Муравьев; №: [2009135470/28](#); заявл. 23.09.2009; опубл. [27.03.2011](#) Бюл. № 9 – 12 с.

Патенты на полезную модель

1. АППАРАТУРА ДЛЯ ПРОВЕРКИ АВТОПИЛОТА ВЕРТОЛЁТА: Пат. 166823 Рос. Федерация. МПК [G05B 23/02 \(2006.01\) B64C 13/36 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, Д.П. Кононович, М.С. Лурье, О.А. Субботин, Д.А. Андреев, П.Л. Серов; №: [2016125059/11](#); заявл. 22.06.2016; опубл. 10.12.2016, Бюл. № 34 – 25 с.

2. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НЕСОКОНУСНОСТИ ЛОПАСТЕЙ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЁТА: Пат. 156047 Рос. Федерация. МПК [G01B 11/00 \(2006.01\) B64C 27/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, А.Ю. Муравьев; №: [2015102124/28](#); заявл. 23.01.2015; опубл. 27.10.2015, Бюл. № 30 – 15 с.

3. КОНТРОЛЬНО-ПРОВЕРОЧНОЕ УСТРОЙСТВО: Пат. 144189 Рос. Федерация. МПК [G01C 25/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, В.Н. Осмоловский, Д.С. Зубарев, И.В. Трушников, А.Н. Некрасов; №: [2014113333/28](#); заявл. 04.04.2014; опубл. 10.08.2014, Бюл. № 22 – 17 с.

4. КРОНШТЕЙН ПОВОРОТНЫЙ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КАЛИБРОВКИ ЕГО: Пат. 120215 Рос. Федерация. МПК [G01C 19/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, П.Л. Серов, И.С. Новик; №: [2012110983/28](#); заявл. 21.03.2012; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25 – 11 с.

5. БЛОК ПРОВЕРКИ ТАХОМЕТРОВ: Пат. 123167 Рос. Федерация. МПК [G01P 21/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, Д.В. Лозовский, В.А. Скиба, С.В. Лукьянов, П.В. Блинов; №: [2012130186/28](#); заявл. 16.07.2012; опубл. 20.12.2012, Бюл. № 35 – 10 с.

6. БЛОК ПРОВЕРКИ ПРИЕМНИКОВ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ: Пат. 124390 Рос. Федерация. МПК [G01L 27/00 \(2006.01\), G01K 15/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, Д.В. Лозовский, В.А. Скиба, С.В. Лукьянов, П.В. Блинов; №: [2012137968/28](#); заявл. 04.09.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2 – 9 с.

7. БЛОК ПРОВЕРКИ ТОПЛИВОМЕРОВ: Пат. 128320 Рос. Федерация. МПК [G01L 27/00 \(2006.01\)](#), [G01K 15/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, Д.В. Лозовский, В.А. Скиба, С.В. Лукьянов, П.В. Блинов; №: [2012151439/28](#); заявл. 29.11.2012; опубл. 20.05.2013, Бюл. № 14 – 12 с.

8. УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ: Пат. 87253 Рос. Федерация. МПК [G01C 19/00 \(2006.01\)](#)[G01C 25/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, А.В. Гуштин, И.Е. Цыбин, В.К. Майджи; №: [2009120476/22](#); заявл. 29.05.2009; опубл. 27.09.2009, Бюл. № 27 – 14 с.

9. ИМПУЛЬСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ: Пат. 88871 Рос. Федерация. МПК [H02M 5/40 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов; №: [2009126670/22](#); заявл. 10.07.2009; опубл. 20.11.2009, Бюл. № 32 – 7 с.

10. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НЕСОКОНУСНОСТИ ЛОПАСТЕЙ НЕСУЩЕГО ВИНТА ВЕРТОЛЁТА: Пат. 93777 Рос. Федерация. МПК [B64F 5/00 \(2006.01\)](#), [G01M 19/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, Г.В. Левко, А.Ю. Муравьёв; №: [2009139051/22](#); заявл. 22.10.2009; опубл. 10.05.2010, Бюл. № 13 – 14 с.

11. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ПОВОРОТА ЛОПАТОК ВХОДНОГО НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ: Пат. 81573 Рос. Федерация. МПК [G01B 21/22 \(2006.01\)](#)[H04N 101/00 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, А.В. Тимошенко, Ю.Д. Орехов, К.А. Гаврилов, Д.П. Кононович; №: [2008138364/22](#); заявл. 23.09.2008; опубл. 20.03.2009, Бюл. № 8 – 21 с.

12. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПУЛЬТ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ПРОВЕРКИ АППАРАТУРЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗОВ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ: Пат. 83331 Рос. Федерация. МПК [G01K 7/02 \(2006.01\)](#) /Ю.А. Борисов, К.А. Шульгин, Ю.Д. Орехов, В.Н. Осмоловский, Д.М. Леонтович; №: [2008149152/22](#); заявл. 05.12.2008; опубл. 27.05.2009, Бюл. № 15 – 12 с.

Патенты на промышленные образцы

1. ИНТЕРФЕЙС АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ: Пат. 80236 Рос. Федерация. МКПО 1402; 1404/Ю.А. Борисов; № 2011500446; Заявл. 18.02.2011; опубл. 16.11.2011.

Объекты интеллектуальной собственности

1. СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВЕРТОЛЁТОВ МИ-17 ВСЕХ МОДИФИКАЦИЙ: Свидетельство № 9993/ Ю.А. Борисов; заявл. 10.02.2005; опубл. 25.04.2006, Рос. авторское общество.

Подписано в печать 25.01.2021 г. Тираж 100 экз.	Формат 60x84 ¹ / ₁₆ Заказ № 14/01	Цифровая печать	Печ. л. 2.0
--	--	--------------------	-------------

Типография «Фалкон Принт»
(197101, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Пушкарская, д. 41, литер Б,
Тел. 8 (812) 313-26-39, сайт: falconprint.ru)