

На правах рукописи

УДК 339.1

Галькевич Илья Александрович

**РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

Специальность 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством:
экономика, организация и управление предприятиями, отраслями
(промышленность)»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук



Москва – 2015

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»

Научный руководитель: **Омельченко Ирина Николаевна**
доктор технических наук,
доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Макаров Юрий Николаевич**
доктор экономических наук,
заведующий кафедрой Управления конкурентоспособностью аэрокосмических предприятий Института прикладных технико-экономических исследований и экспертиз Российского университета дружбы народов, начальник Управления стратегического планирования Федерального космического агентства

Стрельцов Александр Сергеевич
кандидат экономических наук,
руководитель направления атомная промышленность ООО «Вайдмюллер»

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Защита состоится « 2 » июля 2015 года в 16:00 на заседании диссертационного совета Д 212.141.13 при Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана по адресу:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 7.
Телефон для справок: (499) 267-09-63.

Ваш отзыв на автореферат в одном экземпляре, заверенный печатью, просим выслать по указанному адресу.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана и на сайте www.bmstu.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 2015 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат экономических наук



Горлачева Е.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационного исследования

Ракетно-космическая промышленность (РКП) на протяжении 2-й половины XX века относилась к числу наиболее развитых отраслей отечественного производства. Динамичное развитие отрасли получила в 50-90-х гг. XX века после успешного создания первых баллистических ракет. Благодаря повышенному вниманию государства к данной области науки и техники в это время производились гигантские инвестиции в космическую отрасль за счёт централизованного перераспределения ресурсов из других сфер экономики.

В период реформ 1990-х гг. произошло резкое уменьшение государственного финансирования российских космических проектов, следствием чего явилось сокращение количества создаваемых космических аппаратов (КА), пусков ракетополетителей (РН) и общее замедление технологического развития РКП.

В последнее десятилетие отрасль постепенно восстанавливается. В 2015 году суммарные расходы России на космос увеличились примерно до 200 млрд. рублей. Несмотря на существенный рост прямого государственного финансирования, космическая отрасль развивается недостаточными темпами.

Ее лидерство заметно только в производстве и запуске ракет-носителей. В 2013 г. доля России на коммерческом рынке выведения на космическую орбиту составила ~ 50%, в остальных же сегментах мирового космического рынка (МКР) позиции РКП выглядят значительно более скромно.

Исторически развитие отечественной ракетно-космической промышленности не предполагало использования рыночных механизмов для регулирования стоимости, объемов и номенклатуры выпускаемой ракетно-космической техники (РКТ). Первоочередной задачей являлось обеспечение реализации заданных тактико-технических характеристик (ТТХ) создаваемых изделий и их надежность, а вопросам конкурентоспособности выпускаемой продукции на внутреннем и международном рынках не придавали серьезного значения. В настоящее время при сохранении приоритетности удовлетворения государственных нужд по созданию РКТ в качестве обязательного условия выступает обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Выполнение этих условия в совокупности с обеспечением эффективности использования бюджетных средств, направляемых на выполнение федеральной космической программы, а также внебюджетных средств, привлекаемых для реализации коммерческих космических проектов, позволит укрепить позиции ракетно-космической промышленности России на мировом космическом рынке и сохранить России статус мировой космической державы.

В тоже время, операторы космических систем связи, эксплуатирующие продукцию ракетно-космической промышленности на мировом космическом рынке в условиях финансовой нестабильности и кризисных явлений, также максимально заинтересованы в том, чтобы продукция, которую они заказывают у промышленности, обладала наилучшими технико-экономическими показателями в сравнении с существующими аналогами.

Цель диссертационного исследования – повышение эффективности стратегического планирования и управления программами производства спутников связи и вещания на предприятиях ракетно-космической промышленности на основе разработки организационно-управленческого инструментария для определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов.

Для реализации поставленной цели в диссертационной работе решаются следующие **основные задачи**:

1. Анализ мирового космического рынка, определение его общей структуры и динамики развития, анализ сегментов производства, запуска спутников, а также услуг операторов космических систем связи.

2. Разработка методики технико-экономического моделирования космических телекоммуникационных проектов, обеспечивающей оценку эффективности инвестиций и позволяющей учитывать факторы изменения рыночной среды и возможные риски при реализации космических телекоммуникационных проектов.

3. Определение области значений тактико-технических и технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов, являющихся границами рентабельности проектов по созданию систем спутниковой связи в зависимости от факторов изменения рыночной среды и возможных рисков.

4. Обоснование состава технических и экономических параметров, являющихся ключевыми для спутниковых операторов при выборе потенциальных производителей спутников связи, и разработка на их основе методики оценки конкурентоспособности продукции спутникостроительных предприятий.

5. Разработка методики определения показателей технического уровня ракетно-космической техники, определения себестоимости спутниковой услуги и надежности спутников.

6. Разработка практических рекомендаций по применению методов оценки стоимости создания ракетно-космической техники в зависимости от стадии проектирования и изготовления изделия.

Объект исследования – предприятия ракетно-космической промышленности, реализующие проекты и программы по производству телекоммуникационных спутников коммерческого назначения.

Предмет исследования – механизмы и инструменты стратегического планирования и управления производственными программами на предприятиях ракетно-космической промышленности.

Положения, выносимые на защиту:

1. Методика определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов, позволяющая сократить затраты и время на поиск предпочтительного производителя спутников связи и допустимого значения их тактико-технических характеристик.

2. Методика технико-экономического моделирования, позволяющая оперативно оценивать стоимость создания спутников связи и вещания,

определять рыночную стоимость запусков, а также доходные и затратные части телекоммуникационных проектов.

3. Границы критических значений тактико-технических характеристик спутников, обеспечивающих экономическую эффективность системам спутниковой связи на мировом космическом рынке в зависимости от факторов изменения рыночной среды и возможных рисков.

4. Методика оценки конкурентоспособности продукции спутникостроительных предприятий, основанная на совокупности ключевых для операторов спутниковых систем связи технических и экономических параметров.

Научная задача, решаемая в диссертации, состоит в разработке инструментария для определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов.

Научная новизна заключается в разработке нового организационно-управленческого инструментария, позволяющего использовать накопленную статистическую информацию для определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов и оценки конкурентоспособности продукции предприятий ракетно-космической промышленности в зависимости от факторов изменения рыночной конъюнктуры и возможных рисков.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложена методика определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов, позволяющая сократить затраты и время на поиск предпочтительного производителя спутников связи и допустимого значения их тактико-технических характеристик.

2. На основе статистического анализа технических и стоимостных характеристик спутников связи и вещания предложены математические модели, позволяющие оперативно оценивать затраты на создание спутников связи и вещания, определять рыночную стоимость запусков, а также доходные и затратные части телекоммуникационных проектов.

3. Определены границы критических значений тактико-технических характеристик спутников, обеспечивающих экономическую эффективность системам спутниковой связи на мировом космическом рынке в зависимости от факторов изменения рыночной среды и возможных рисков.

4. На основе анализа телекоммуникационного рынка спутников связи и вещания определена совокупность технических и экономических параметров, оказывающих ключевое влияние на конкурентоспособность КА для операторов спутниковых систем. На базе выявленной совокупности ключевых параметров, разработана методика оценки конкурентоспособности продукции спутникостроительных предприятий.

5. Предложены методы оценки технического уровня космических платформ, космических аппаратов различного назначения и систем спутниковой связи.

Достоверность результатов исследования вытекает из обоснованности использованных математических методов, основывается на теоретических и

методологических положениях, сформулированных в исследованиях отечественных и зарубежных специалистов, а также на анализе статистической информации. При работе над диссертацией автор опирался на труды отечественных и зарубежных ученых в области математического анализа, теории организации машиностроительного производства, экономики и управления предприятием.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в программной реализации предложенного в исследовании инструментария определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов и в разработке практических рекомендаций по его применению спутниковыми операторами для целей создания конкурентоспособных и коммерчески эффективных космических систем связи и вещания.

В совокупности разработанный инструментарий, методы и модели позволяют:

- производить комплексный анализ технического уровня спутников связи и вещания и конкурентоспособности спутникостроительных предприятий, позволяющий делать корректный выбор на этапе определения производителя космического аппарата для реализации проекта или производственной программы;

- производить экспресс оценку стоимости создания спутников и затрат на вывод их на геостационарную орбиту по заданным тактико-техническим характеристикам космических аппаратов;

- производить моделирование доходных и затратных потоков телекоммуникационных проектов в зависимости от тактико-технических характеристик спутников и рыночной конъюнктуры;

- определять приемлемые тактико-технические характеристики спутников связи и вещания исходя из параметров решаемых ими задач и особенностей рыночной среды;

- сократить трудозатраты, связанные с процессом определения приемлемых тактико-технических характеристик спутников связи и вещания, обеспечивающих им экономическую эффективность на мировом космическом рынке.

Апробация работы. Основные теоретические и методологические положения диссертационного исследования докладывались на международных, всероссийских и отраслевых научно-практических конференциях: «Будущее Российской космонавтики в разработках молодых специалистов», Королев, 2011, 2012, 2014 (ИПК «Машприбор»); «Инновационный арсенал молодежи», Санкт-Петербург, 2013 (КБ «Арсенал»); «Проблемы и перспективы экономического развития ракетно-космической отрасли промышленности на период до 2030 г. и её ресурсное обеспечение», Москва, 2013 (РУДН); «Авиация и космонавтика-2013», Москва, 2013 (МАИ); «Прогрессивные технологии в РКП», Королев, 2014 (ИПК «Машприбор»); «XLIX Научные чтения памяти К.Э. Циолковского», Калуга, 2014; «XX научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов», Королев, 2014 (ОАО «РКК «Энергия»);

«XXXIX Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства», Москва, 2015 (МГТУ им. Н.Э. Баумана).

Результаты научных работ вошли в ряд отчетов по НИР, выполнявшихся ФГУП «Организация «Агат» по темам НИР «Реформа», «Интеграция-Проект», «Матрица-Агат», «Баланс» в рамках Федеральной космической программы России на 2006-2015 гг., а также при разработке системного проекта «Создания объединенной корпорации в ракетно-космической промышленности» в обоснование Указа Президента Российской Федерации от 02.12.2013 N 874 "О системе управления ракетно-космической отраслью" и распоряжения Правительства Российской Федерации от 3.02.2014 г. № 114-р.

Публикации. По итогам исследований и разработок, отраженных в настоящем диссертационном исследовании, опубликовано 12 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах ВАК РФ. Общий объем публикаций 3,2 п.л.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, основных выводов, списка литературы и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается выбор темы исследования, её актуальность, формулируются цели и задачи, основные научные положения, защищаемые диссертантом.

В первой главе «Анализ мирового космического рынка» произведена классификация и сегментация основных товаров и услуг на МКР, произведен анализ динамики развития его основных сегментов, определены перспективы развития рынка ракетно-космической техники, проанализирован телекоммуникационный рынок геостационарных спутников связи и вещания.

Анализ мирового космического рынка показал, что его общий объем в 2013 году составил 253,4 млрд. долл. и на 70% состоял из различных секторов спутниковых услуг, которые являются составной частью мирового телекоммуникационного рынка, оцениваемого в 4 230 млрд. долл.

Доля отечественной космической промышленности в сегментах спутниковых услуг составила менее 1%. В сегменте производства ракетно-космической техники Россия владеет около 10% мирового рынка, что является низким показателем для мировой космической державы.

Рассматривая динамику развития сегментов МКР, необходимо отметить, что наибольшим темпом роста обладает рынок использования результатов космической деятельности. Услуги спутникового телерадиовещания и связи являются драйвером развития всего коммерческого сегмента мирового космического рынка. По прогнозам к 2030 г. объем этого сегмента составит 654 млрд. долл. или 65% МКР.

Рынок разработки, производства ракетно-космической техники и рынок операторов космических систем имеют примерно одинаковую динамику развития и к 2030 г. будут составлять 135 и 68 млрд. долл. соответственно.

Несмотря на небольшой вклад в МКР, коммерческая деятельность операторов космических систем обладает наибольшей нормой доходности

(30-40%) и в сравнении с остальными секторами мирового космического рынка (>15%), является наиболее привлекательной для потенциальных инвесторов.

В целом, в период с 2014 по 2023 годы в производство и запуск порядка 1155 спутников связи во всем мире будет инвестировано около 248 млрд. долл.

В условиях обостряющейся конкурентной борьбы, операторы космических систем связи становятся стратегически важными игроками на глобальном телекоммуникационном рынке.

В цепочке создания стоимости космических услуг, операторы космических систем являются связующим звеном между рынком потребителей телекоммуникационных услуг и космической промышленностью.

Фактически операторы космических систем определяют тенденции развития космических средств связи, трансформируя требования рыночной среды в тактико-технические характеристики создаваемой ракетно-космической техники.

Для обеспечения реализации конкурентоспособных и коммерчески эффективных космических телекоммуникационных проектов на базе спутников связи, спутниковым операторам необходимо производить корректный выбор производителя спутника, который обеспечит требуемые стоимостные, качественные и надежность показатели создаваемых КА, а также определять их приемлемые ТТХ, которые позволили бы удовлетворить потребности рынка телекоммуникационных услуг и реализовать проект с положительной финансовой отдачей.

Традиционный способ реализации данной задачи обладает существенным недостатком – широкий диапазон возможных вариантов ТТХ спутника и большой круг потенциальных производителей, превращает поиск приемлемого решения в многоальтернативную итерационную задачу, требующую больших трудозатрат.

Проведенный в первой главе анализ позволил осуществить постановку задач исследования, реализация которых обеспечила создание инструментария определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов.

Во второй главе «Разработка инструментария определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов» детально рассматриваются основные стадии и методики инструментария:

1. Техничко-экономическое моделирование космических телекоммуникационных проектов. Проводится на основе традиционных финансовых критериев и позволяет учитывать факторы изменения рыночной среды и возможные риски при реализации космических проектов и производственных программ. Результатом моделирования является определение диапазона ТТХ спутника связи (мощность и срок активного существования (САС), которые потенциально могут обеспечить коммерчески успешную реализацию космического телекоммуникационного проекта в рассматриваемых рыночных условиях. Фрагмент функциональной схема методики из диссертационного исследования представлен на Рис. 1.

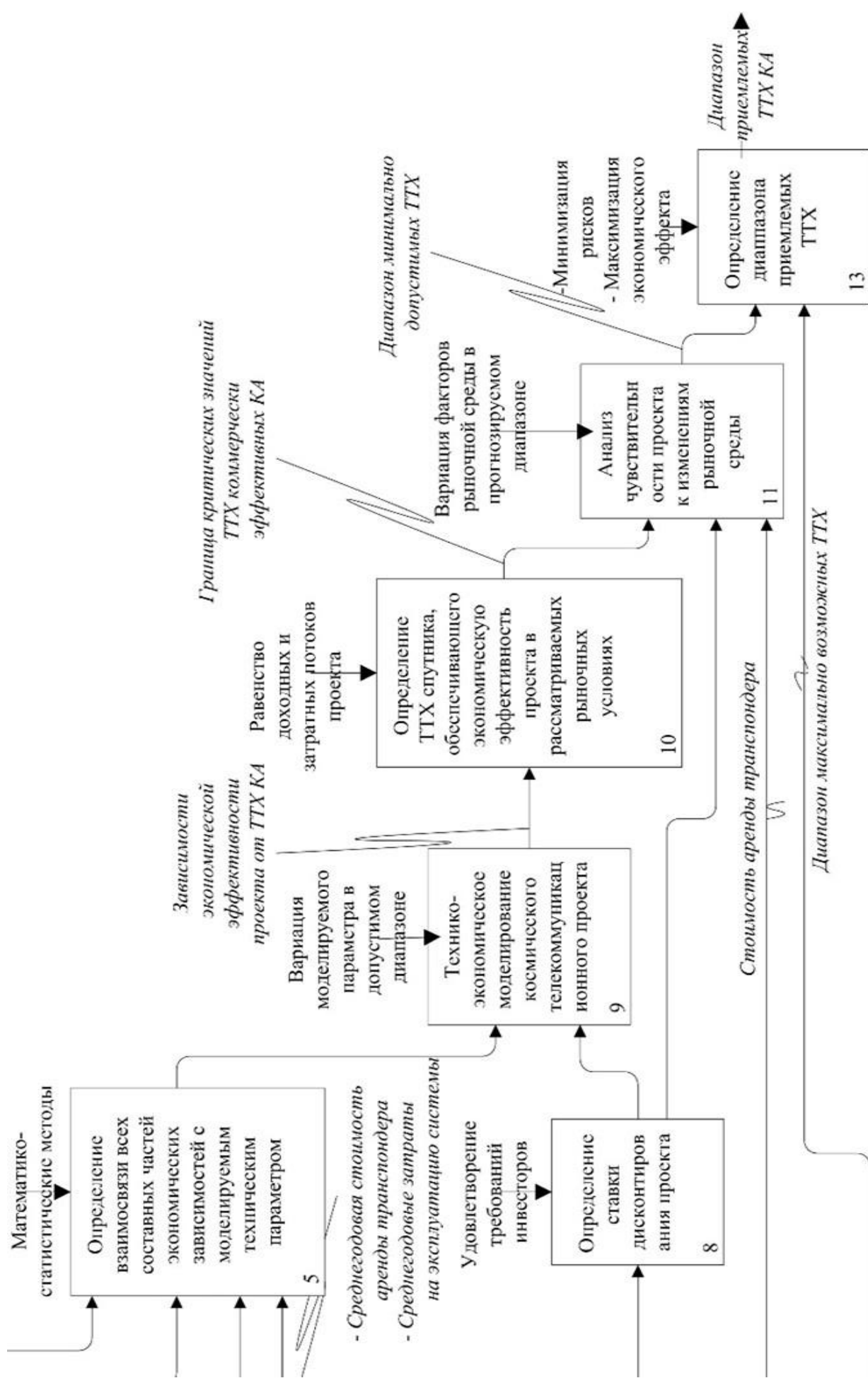


Рис.1. Фрагмент функциональной схема методики технико-экономического моделирования

2. Определение наиболее предпочтительного производителя спутника. Выбор производителя осуществляется на основе предлагаемого автором метода определения интегрального показателя конкурентоспособности продукции спутникостроительного предприятия:

$$K_{\text{инт}} = \alpha_1 \cdot \frac{Q_{\text{ка}}}{Q_{\text{ка этал}}} + \alpha_2 \cdot \frac{\sigma}{\sigma_{\text{этал}}} + \beta_1 \cdot \frac{C_{\text{усл этал}}}{C_{\text{усл}}} + \beta_2 \cdot \frac{\overline{T_{\text{пц этал}}}}{\overline{T_{\text{пц}}}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{ка}}$ и $Q_{\text{ка этал}}$ - показатели технического уровня рассматриваемого и эталонного спутника связи; σ и $\sigma_{\text{этал}}$ - показатели надежности КА; $C_{\text{усл}}$ и $C_{\text{усл этал}}$ - себестоимости единицы предоставляемой спутником услуги; $\overline{T_{\text{пц}}}$ и $\overline{T_{\text{пц этал}}}$ - средние продолжительности цикла поставки спутника.

В зависимости от специфики реализуемого проекта, рыночных особенностей, финансово-экономического состояния оператора и других факторов, назначаются коэффициенты значимости показателей α_1 , α_2 , β_1 и β_2 ($\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 + \beta_2 = 1$), собирается статистика по реализованным проектам или программам и рассчитываются интегральные показатели конкурентоспособности. На их основе менеджмент компании-оператора имеет четкое представление о продукции спутникостроительных компаний, функционирующих на мировом космическом рынке. Используя данную информацию, возможно вырабатывать более обоснованные и эффективные решения по выбору наиболее предпочтительного для оператора производителя КА, который будет способен реализовать проект по созданию спутника связи наиболее эффективным образом, т.е. с требуемыми качественными, стоимостными и надежностными характеристиками в необходимый для оператора срок.

3. Определение экономической эффективности проекта. Доходная часть проекта формируется за счет сдачи в аренду спутниковых каналов связи (транспондеров) сервис провайдерам, телекоммуникационным компаниям и другим потребителям. Затратная часть проекта включает в себя инвестиционные и операционные издержки. В качестве инвестиционных затрат рассматриваются затраты оператора по приобретению спутника связи у спутникостроительной компании, а также затраты, связанные с полным набором услуг по запуску космического аппарата на рабочую орбиту.

После определения всех экономических параметров телекоммуникационного проекта производится расчет показателей экономической эффективности NPV, PI, IRR, PBP с учетом выбранного производителя спутника связи, определенных параметров рыночных условий и с последующим анализом чувствительности проекта к возможным факторам изменения рыночной среды.

В третьей главе «Определение технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов на базе спутников связи» рассматривается практическое применение разработанного инструментария на примере геостационарных и низкоорбитальных спутниковых систем связи.

На базе собранной статистической информации по технико-экономическим параметрам космических телекоммуникационных проектов

произведен комплексный анализ технического уровня спутников связи и вещания и определена конкурентоспособность продукции спутникостроительных предприятий, на основе которой менеджмент компании-оператора спутниковой системы имеет возможность сделать корректный выбор на этапе определения производителя спутника.

На примере низкоорбитальных спутниковых систем связи смоделирована ситуация рассмотрения телекоммуникационной компанией вопроса об инвестировании в развитие деятельности оператора спутниковой системы связи с целью последующего использования его орбитального информационно-частотного ресурса для целей коммерческого развития своей деятельности. На основе разработанной методики оценки конкурентоспособности произведен расчет и сравнение технико-экономических параметров разрабатываемой отечественной низкоорбитальной спутниковой системы связи относительно существующих и перспективных иностранных систем.

Разработанная методика технико-экономического моделирования космических телекоммуникационных проектов позволяет решить задачу определения приемлемых тактико-технических характеристик создаваемых космических аппаратов, при которых космическая система связи будет экономически эффективной и инвестиционно привлекательной.

Одними критериями, по которым спутниковый оператор оценивает эффективность инвестиций в создание или развитие космических систем связи (КСС) являются NPV и PI. С учетом специфики космических телекоммуникационных проектов показатель NPV рассчитывается по формуле:

$$NPV_{\text{КСС}} = \sum_{n=1}^T \frac{(D_{\text{ат}n} - Z_{\text{экс}n})}{(1+i)^n} - C_{\text{КА}} - C_{\text{зап}}, \quad (2)$$

где чистый денежный поток проекта определяется разницей между доходами от сдачи в аренду спутниковых каналов связи телекоммуникационным компаниям - $D_{\text{ат}}$ и затратами на эксплуатацию космического аппарата - $Z_{\text{экс}}$, которая суммируется по всему сроку активного существования - T . В качестве первоначальных инвестиций в космический проект рассматриваются затраты на создание спутника - $C_{\text{КА}}$ и затраты, связанные с полным набором услуг по запуску космического аппарата на геостационарную орбиту - $C_{\text{зап}}$. Здесь i - ставка дисконтирования проекта.

Для того, чтобы можно было осуществить технико-экономическое моделирование космических телекоммуникационных проектов был определен основной технический параметр, который в общем характеризует КА и определяет его производительность - мощность системы электропитания и на основе собранной статистической информации о рыночной стоимости и ТТХ более чем 130 спутников связи и вещания ведущих производителей, была определена взаимосвязь всех элементов выражения $NPV_{\text{КСС}}$ с данным параметром.

В связи с тем, что высокоэнергетические КА представляют из себя технические более сложные изделия и для их создания требуется больше трудовых, материальных и финансовых ресурсов, зависимость рыночной

стоимости КА от его мощности носит экспоненциальный характер и описывается зависимостью вида:

$$C_{КА} = A \cdot e^{B \cdot P}, \quad (3)$$

где $C_{КА}$ - значение, соответствующее рыночной стоимости КА, исчисляемой в млн. долл.; A и B - коэффициенты регрессии; P - значение, соответствующее мощности КА, исчисляемой в кВт.

Регрессионный анализ статистической информации по методу наименьших квадратов позволил рассчитать искомые коэффициенты регрессии $A = 82$, $B = 0,0373$ и определить зависимость 3:

$$C_{КА}(P) = 82 \cdot e^{0,0373 \cdot P} \quad (4)$$

Полученная зависимость представлена на Рис. 2, где точками обозначены анализируемые КА с их фактическими технико-экономическими характеристиками.

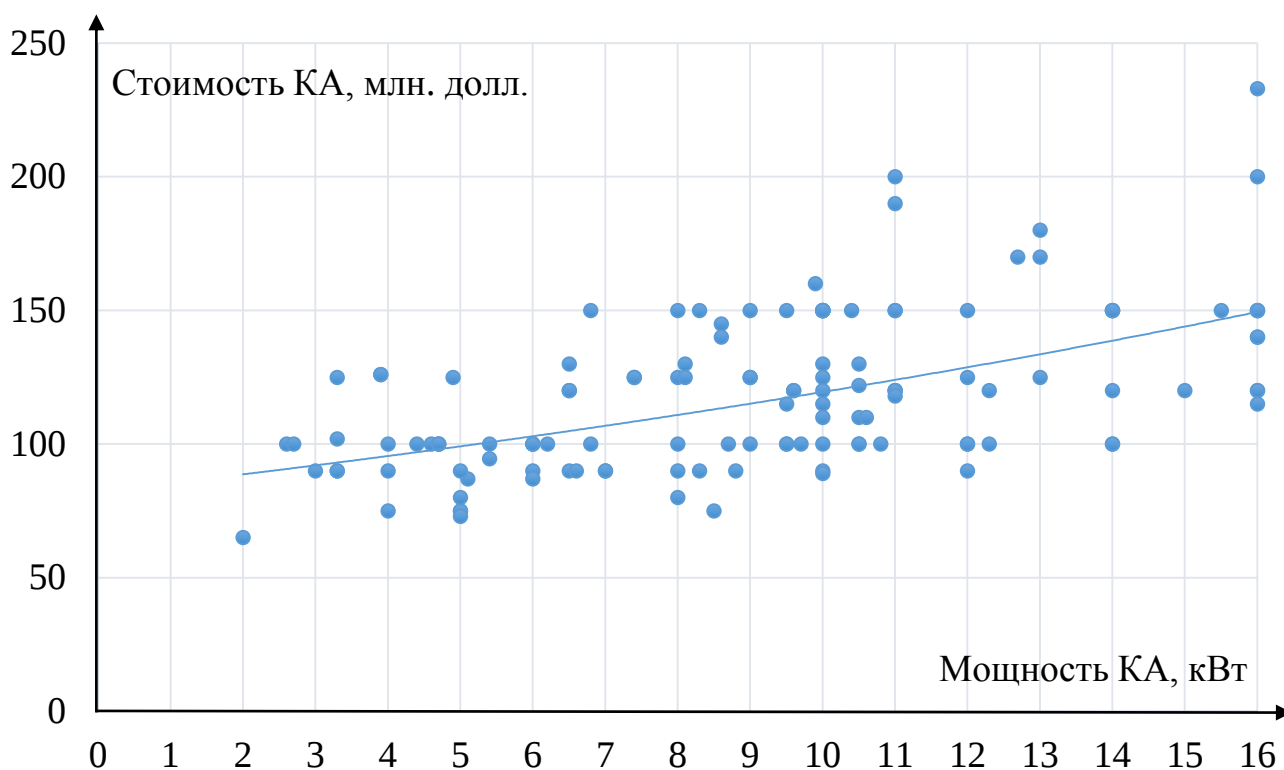


Рис. 2. Зависимость рыночной стоимости КА от его мощности

Для определения зависимости стоимости запуска КА от его мощности, необходимо рассчитать среднее значение стоимости запуска 1 т полезного груза на ракету-носителе «Протон» на геостационарную орбиту и установить зависимость массы КА от его мощности. Данная зависимость носит линейный характер и описывается уравнениями вида:

$$M(P) = A \cdot P + B, \quad (5)$$

где $M(P)$ - значение, соответствующее массе выводимого в космос КА, исчисляемой в тоннах; A и B - коэффициенты регрессии; P - значение, соответствующее мощности КА, исчисляемой в кВт.

В результате проведенных расчетов были получены следующие коэффициенты регрессии: $A = 0,23$ и $B = 1,76$. Они характеризуют зависимость, представленную на Рис. 3.

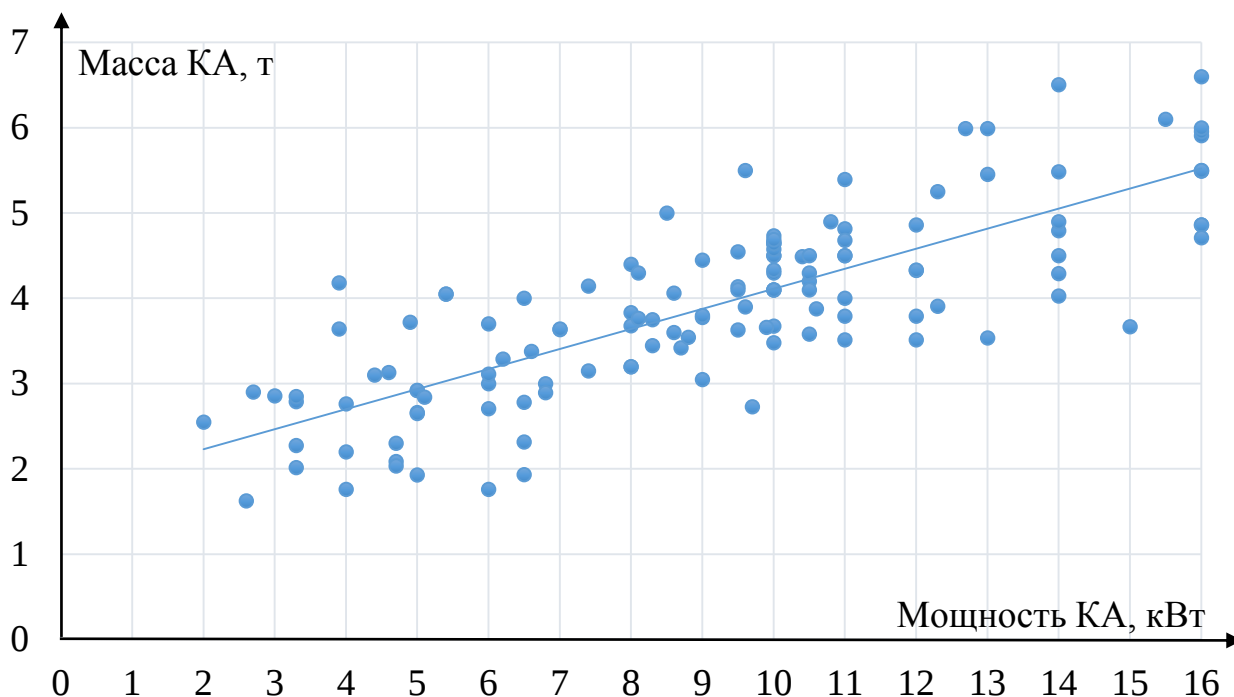


Рис.3. Зависимость массы КА от его мощности

На основе рыночной стоимости пуска РН «Протон» на геостационарную орбиту и средней грузоподъемности РН было определено среднее значение стоимости запуска 1 т полезного груза - 15,8 млн. долл. В результате проведенных расчетов была получена следующая зависимость стоимости запуска КА от его мощности:

$$C_{\text{зап}}(P) = 15,8 \cdot (0,23 \cdot P + 1,76) = 3,634P + 27,8, \quad (6)$$

где $C_{\text{зап}}(P)$ - значение, соответствующее стоимости запуска КА, исчисляемой в млн. долл.; P - значение, соответствующее мощности КА, исчисляемой в кВт.

Доход оператора космической системы связи от эксплуатации спутника связи и вещания формируются за счет сдачи в аренду каналов связи сервис провайдерам, теле-радио, медиа и другим телекоммуникационным компаниям и его объем напрямую зависит от количества установленных на спутнике транспондеров. В предложенной модели предполагается, что затраты на обслуживание спутника носят линейный характер и могут быть приведены к общему количеству установленных на спутнике каналов связи.

Для определения финансовых потоков космического телекоммуникационного проекта была установлена линейная зависимость между количеством транспондеров, размещенных на КА, и его мощностью, которая представлена на Рис. 4 и описывается уравнением:

$$N_{\text{тр}}(P) = 3,52 \cdot P + 9,6, \quad (7)$$

где $N_{\text{тр}}$ - значение, соответствующее количеству размещенных на КА транспондеров, исчисляемых в штуках; P - значение, соответствующее мощности КА, исчисляемой в кВт.

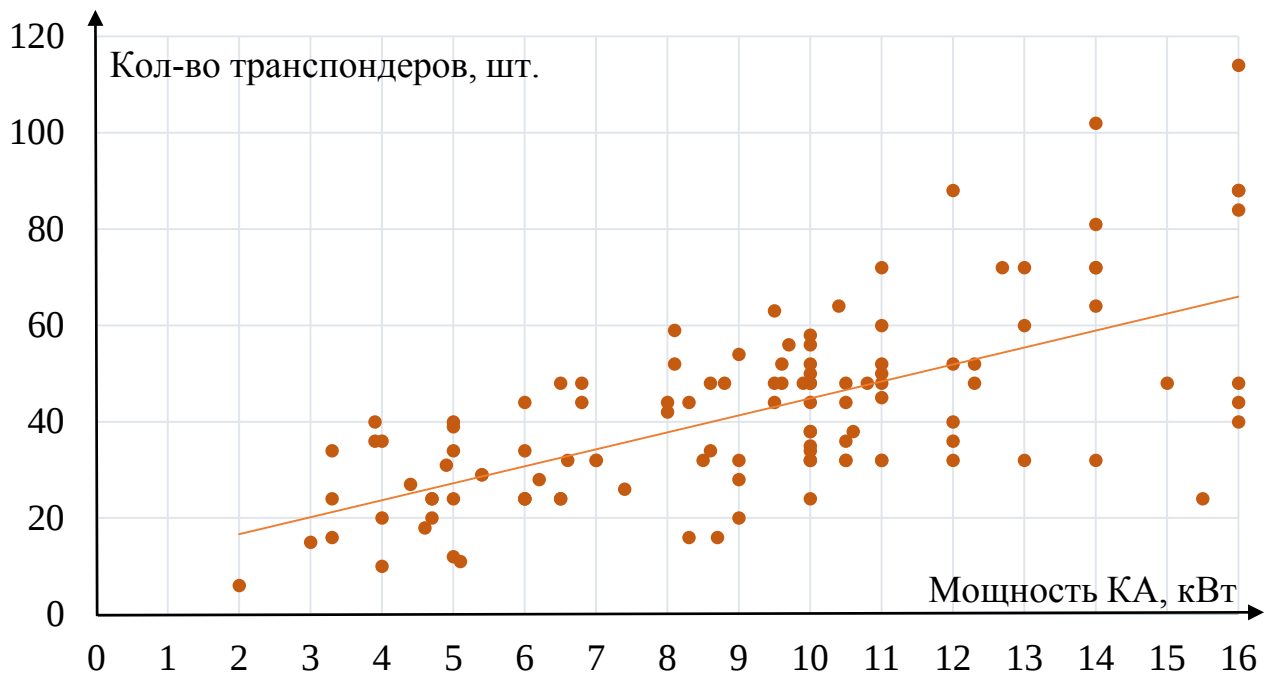


Рис.4. Зависимость количества транспондеров от мощности КА

Определив среднерыночную стоимость годовой аренды транспондера - 1 млн. долл., среднегодовые затраты на его эксплуатацию - 200 тыс. долл. и сопоставив их с зависимостью (7), было установлено, как зависят доходные и затратные потоки космического телекоммуникационного проекта от мощности спутника связи и вещания:

$$D_{ат}(P) = C_{ат} \cdot N_{тр}(P) = 3,52 \cdot P + 9,6 ; \quad (8)$$

$$Z_{экс}(P) = Z_{эт} \cdot N_{тр}(P) = 0,774 \cdot P + 2,11 , \quad (9)$$

где $D_{ат}$ - значение, соответствующее доходу от годовой аренды транспондеров КА, исчисляемому в млн. долл.; $C_{ат}$ - значение, соответствующее годовой стоимости аренды транспондера, исчисляемой в млн. долл.; $Z_{экс}$ - значение, соответствующее среднегодовым затратам на эксплуатацию КА, исчисляемым в млн. долл.; P - значение, соответствующее мощности КА, исчисляемой в кВт.

Полученные выражения позволили найти искомые зависимости показателей эффективности проектов NPV и PI от мощности КА:

$$NPV_{КСС}(P) = \sum_{n=1}^T \frac{(2,74 \cdot P - 7,49)}{(1+i)^n} - 82 \cdot e^{0,0373 \cdot P} - 3,634P - 27,8 \quad (10)$$

Подставив в них различные значения мощности и продисконтировав доходные и затратные потоки во времени для различных САС, можно определить показатели доходности космического телекоммуникационного проекта в зависимости от мощности КА, представленные на Рис. 5 и 6.

Произведенные расчеты позволили установить, что геостационарные спутники связи и вещания со сроком активного существования меньше 10 лет коммерчески не эффективны ($NPV < 0$, $PI < 1$). Инвестиционные затраты космического телекоммуникационного проекта, связанные с производством спутника, запуском его на орбиту и т.д. не покрываются доходами от сдачи в аренду каналов связи за период функционирования КА. Для спутника с САС 10 лет пороговым значением мощности, при котором эксплуатация космической

системы становится рентабельной, является 12800 Вт. Для КА с САС 12 лет - это значение уменьшается до 10500 Вт. Для КА с САС 15 лет граница рентабельности проходит по отметке 8800 Вт.

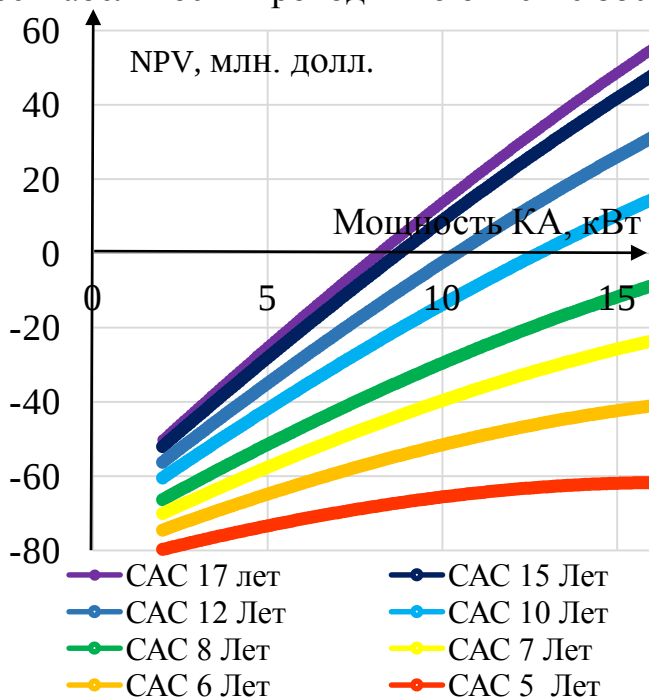


Рис.5. Показатели доходность КСС по критерию NPV в зависимости от мощности КА

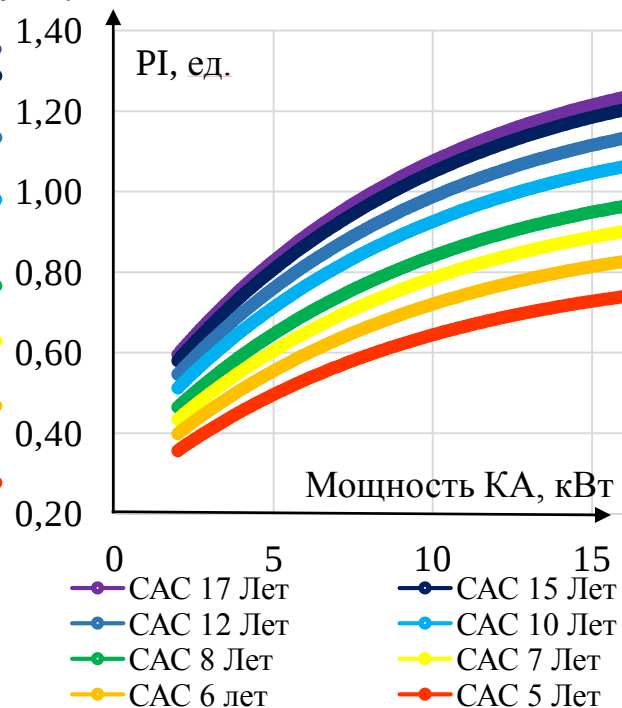


Рис.6. Показатели доходности КСС по критерию PI в зависимости от мощности КА

Полученные критические значения позволили определить границу значений технических параметров спутников связи и вещания (мощность и САС), изображенную на Рис. 7, при которых космические телекоммуникационные проекты становятся рентабельными ($NPV > 0$, $PI > 1$).

Из полученных результатов установлено, что космические телекоммуникационные проекты на основе спутников связи и вещания с целевой аппаратурой, состоящей менее чем из 50-ти транспондеров и функционирующей менее 10 лет, коммерчески не эффективны в рассматриваемых рыночных условиях (в расчетах учитывалась ставка дисконтирования проекта $i=0,18$).

Далее был произведен анализ чувствительности телекоммуникационного проекта относительно изменения рыночной конъюнктуры. В качестве вариационного параметра была выбрана стоимость сдачи в аренду спутникового канала связи $C_{ат}$. В результате была получена поверхность критических значений тактико-технических характеристик, представленная на Рис. 8, которая определяет границу рентабельности проектов, в зависимости от изменения рыночных условий.

Представленные результаты расчетов могут являться практическими рекомендациями и методологической основой менеджменту компании-оператора для определения минимально допустимых ТТХ спутников связи и экономических параметров телекоммуникационных проектов, обеспечивающих экономическую эффективность системам спутниковой связи и вещания в рассматриваемых рыночных условиях.

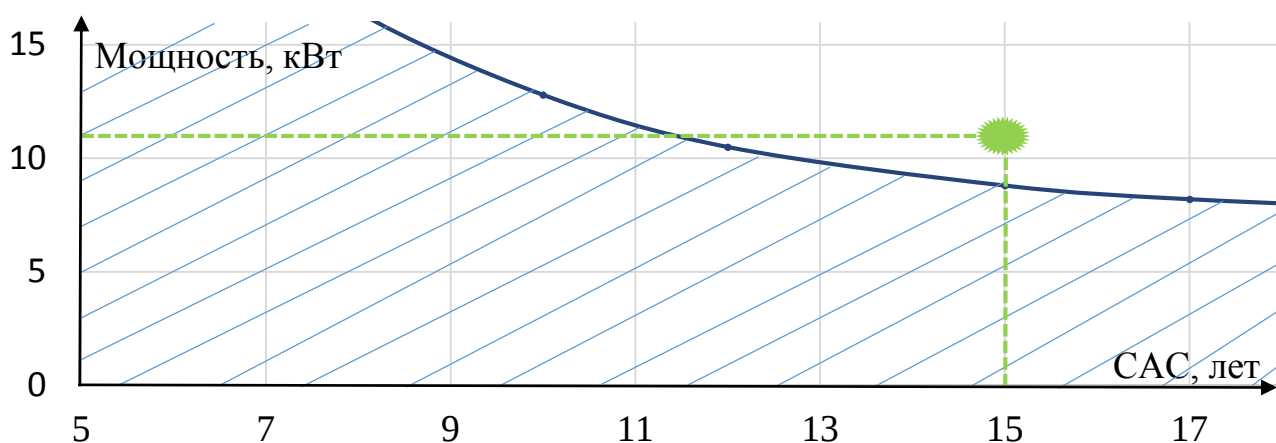


Рис.7. Граница критических значений ТТХ КСС

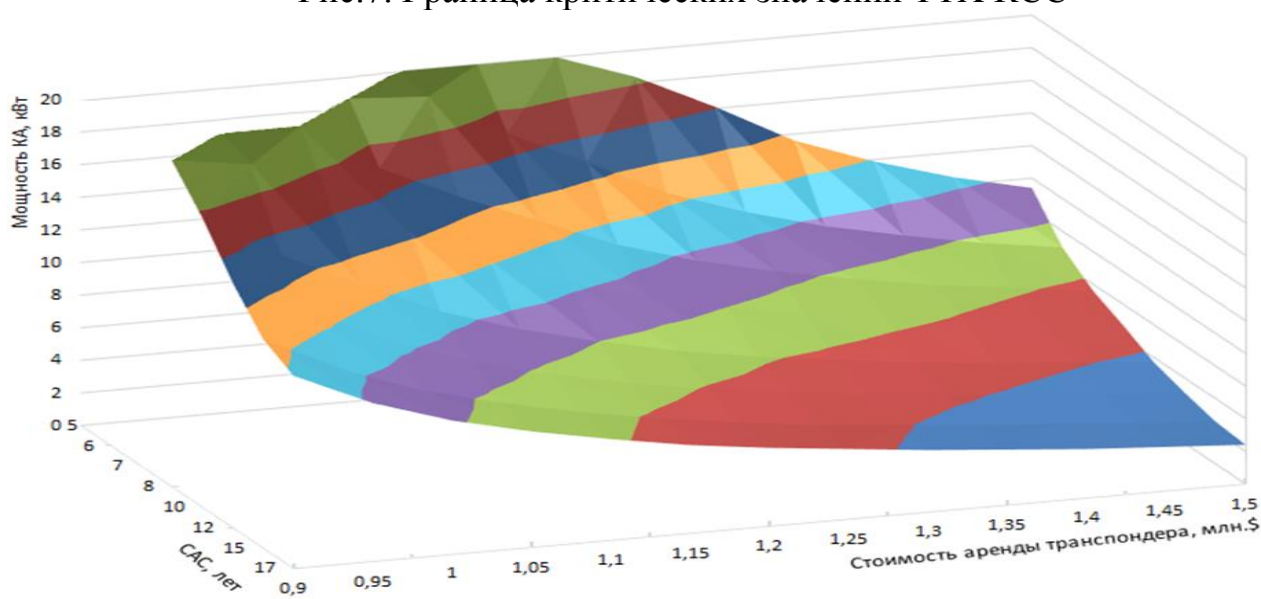


Рис.8. Поверхность критических значений ТТХ КСС

Максимальные же значения ТТХ спутников ограничены спросом на предоставляемые телекоммуникационные услуги, особенностями потребительского рынка, уровнем конкурентной борьбы и рядом других факторов.

Область ТТХ спутников, приемлемых для реализации в рассматриваемых рыночных условиях, находится между границей критических значений, границей максимальных ТТХ и определяются исходя из конкретных условий реализации космического телекоммуникационного проекта с учетом возможных колебаний рыночных условий и факторов риска.

Для того, чтобы комплексно подойти к определению наиболее предпочтительного производителя для реализации космического телекоммуникационного проекта, была использована предложенная автором методика. Для расчета интегрального показателя конкурентоспособности продукции спутникостроительных предприятий, его технических и экономических слагаемых, была собрана информация по 76 реализованным проектам ведущих производителей спутников связи и вещания.

Оценка технического уровня спутников связи и вещания проводилась на основе существующих и предлагаемых автором методик. Было установлено, что наиболее интенсивно техническое развитие КА происходит в компании

EADS Astrium. С 2004 года компания начинает занимать лидирующие позиции по интегральным показателям технического уровня создаваемых КА. До этого момента их опережали КА производства Space Systems Loral и Boeing. КА ОАО «ИСС» и Orbital Sciences имеют сопоставимый уровень технического развития. Полученные результаты свидетельствуют о том, что по интегральным показателям технического уровня компания EADS Astrium является наиболее предпочтительным производителем спутников для операторов космических систем связи.

Расчет показателей надежности спутников связи и вещания рассматриваемых производителей производился на основе статистики отказов бортовых систем коммерческих геостационарных спутников связи и вещания с помощью предложенной автором методики. В результате произведенных расчетов было установлено, что наибольшей надежностью обладают спутники производства EADS Astrium с показателем 0,91 от максимального значения 1. Следующей идет компания Orbital Sciences с результатом 0,7, далее Space Systems Loral - 0,58. Наименее надежными из рассмотренных являются спутники производства Thales и ОАО «ИСС» с показателями 0,32 и 0,2 соответственно.

Для расчета интегрального показателя конкурентоспособности экспертным путем были определены следующие показатели значимости его технических и экономических слагаемых: показатель технического уровня спутника $\alpha_1 = 0,2$, показатель надежности КА $\alpha_2 = 0,35$, себестоимость единицы предоставляемой спутником услуги $\beta_1 = 0,25$, средняя продолжительность цикла поставки изделия $\beta_2 = 0,2$.

В результате произведенных расчетов было установлено, что наибольшей конкурентоспособностью обладают спутники связи и вещания производства EADS Astrium с средним показателем 0,84 от максимального значения 1. Второе место принадлежит КА компании Space Systems Loral с средним показателем 0,6. Спутники компании ОАО «ИСС» обладают средним показателем конкурентоспособности 0,47.

Проведенные исследования и результаты расчетов подтверждают сделанное предположение – компания EADS Astrium является наиболее предпочтительной для спутниковых операторов в качестве подрядной организации для производства спутников связи и вещания и реализации космических телекоммуникационных проектов и производственных программ.

Разработанный инструментарий определения технико-экономических параметров космических телекоммуникационных проектов и производственных программ предприятий РКП, позволяет принимать решения о создании спутников связи и вещания с более высоким синергетическим эффектом при проектировании, производстве и эксплуатации космических систем связи. Использование предлагаемых автором методик позволит операторам космических систем связи и предприятиям аэрокосмического комплекса на практике повысить эффективность управленческих решений в инвестиционно-финансовой и организационно-производственной сферах.

Прямой экономический эффект от внедрения инструментария на предприятиях ракетно-космической промышленности выражается в экономии

материально-трудовых ресурсов и денежных средств. Согласно выполненным в процессе диссертационного исследования, по материалам ФГУП «Организация «Агат», оценочным расчетам, величина экономии может составить около 2,5 млн. руб. в год.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. На основе анализа мирового космического рынка определены основные тенденции и перспективы развития спутников связи и вещания, а также операторов космических систем связи.

2. Разработана методика технико-экономического моделирования космических телекоммуникационных проектов, позволяющая производить оценку эффективности инвестиций для организации производства космических систем связи и учитывающая факторы изменения рыночной среды и возможные риски при реализации космических телекоммуникационных проектов.

3. В результате проведения технико-экономического моделирования космических телекоммуникационных проектов были определены границы значений тактико-технических характеристик спутников, обеспечивающих экономическую эффективность системам спутниковой связи на мировом космическом рынке в зависимости от факторов изменения рыночной среды и возможных рисков.

4. На основе анализа телекоммуникационного рынка спутников связи и вещания выявлены и обоснованы ключевые для спутниковых операторов технические и экономические параметры, которые легли в основу разработанной методики оценки конкурентоспособности продукции спутникостроительных предприятий.

5. Разработаны методики определения показателей технического уровня ракетно-космической техники и систем спутниковой связи, себестоимости спутниковой услуги, а также надежности спутников.

6. На основе рассмотренных основных методов оценки стоимости создания ракетно-космической техники разработаны практические рекомендации по их использованию в зависимости от стадии проектирования и изготовления спутников связи и вещания.

7. Собрана информация о более чем 300-х геостационарных спутниках связи и вещания ведущих спутниковых операторов. Определены частные и интегральные показатели их технического уровня. Проведен анализ динамики технического развития ведущих иностранных и отечественных спутниковых производителей.

8. На основе разработанных методик оценки конкурентоспособности определены: спутникостроительное предприятие, наиболее предпочтительное для спутниковых операторов в качестве подрядной организации для производства спутников связи и вещания; а также низкоорбитальная спутниковая система связи, наиболее привлекательная для телекоммуникационных компаний, в качестве объекта инвестирования, с целью последующего использования ее орбитального информационно-частотного ресурса.

По теме диссертации опубликованы следующие научные работы:

Журналы из перечня ВАК Минобрнауки России

1. Галькевич И.А. Методический подход к оценке технического уровня и конкурентоспособности ракетно-космической техники [Электронный ресурс] // Труды МАИ: электрон. журн. Эл № ФС77-58560. ISSN 1727-6942. 2014. №73. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=48580>. (0,4 п.л.)
2. Захаров М.Н., Галькевич И.А. Оценка эффективности привлечения инвестиций в производство космических систем связи // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 14. С. 37–48. (0,8 п.л./0,6 п.л.)
3. Галькевич И.А. Обзор телекоммуникационного рынка геостационарных спутников связи и вещания // Космонавтика и ракетостроение. 2014. №3. С.103–111. (0,5 п.л.)
4. Галькевич И.А., Захаров М.Н. Разработка метода эффективного привлечения инвестиций для организации производства космических систем связи // Гуманитарный вестник [Электронный ресурс]: электрон. науч. журн. Эл № ФС77-51037. ISSN 2306-8477. 2013. Вып. 10. URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/log/120.html>. (0,7 п.л./0,5 п.л.)
5. Галькевич И.А. Технический уровень и конкурентоспособность ракетно-космической техники России // Проблемы и перспективы экономического развития РКП на период до 2030 г. и ее ресурсное обеспечение: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. М., 2013. С. 219–222. (0,3 п.л.)
6. Галькевич И.А. Методический подход к оценке технического уровня и конкурентоспособности ракетно-космической техники // 12-я Международная конференция «Авиация и космонавтика-2013»: Тез. докл. науч.-практ. конф. М., 2013. С. 532-534. (0,12 п.л.)
7. Галькевич И.А. Техничко-экономическое моделирование космических систем связи // Инновационный арсенал молодежи: Тр. научно-техн. конф. СПб (КБ «Арсенал»), 2013. С. 323-326. (0,2 п.л.)
8. Галькевич И.А. Методы определения стоимости создания и оценки конкурентоспособности космических систем связи // Будущее Российской космонавтики в разработках молодых специалистов: Матер. науч.-практ. конф. Королев, 2011. С. 13-16. (0,14 п.л.)
9. Галькевич И.А. Конкурентоспособность отечественных спутников связи и вещания // Будущее российской космонавтики в инновационных разработках молодых специалистов: Матер. науч.-практ. конф. Королев, 2012. С. 72–74. (0,14 п.л.)
10. Галькевич И.А. Конкурентные позиции и уровень технического развития отечественных средств выведения и систем спутниковой связи // Прогрессивные технологии в РКП: Матер. науч.-техн. сем. Королев, 2014. С. 82–85. (0,14 п.л.)
11. Галькевич И.А. Операторы космических систем связи на глобальном телекоммуникационном рынке и оценка эффективности инвестиций в космические телекоммуникационные проекты // К.Э. Циолковский и стратегия развития космонавтики: Матер. XLIX Науч. чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга, 2014. С. 256–257. (0,11 п.л.)
12. Омельченко И.Н., Галькевич И.А. Оценка эффективности инвестиций в космические телекоммуникационные проекты // Актуальные проблемы российской космонавтики: Тр. XXXIX академических чтений по космонавтике, посвященных памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. М., 2015. С. 162. (0,06 п.л./0,03 п.л.)