

**НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ С.Ю. ВИТТЕ»**

На правах рукописи

АХМЕДХАНОВ Максим Рамиддинович

**ФОРМИРОВАНИЕ ИННОВАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ПРЕДПРИЯТИЙ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

08.00.05

Экономика и управление народным хозяйством
(управление инновациями)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
экономических наук

Научный руководитель:
кандидат экономических наук
Зигаленко А.Б.

Научный консультант:
доктор экономических наук, профессор
Ломакин М.И.

Москва – 2012

СОДЕРЖАНИЕ

	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
	ВВЕДЕНИЕ.....	5
Раздел 1.	АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ.....	12
1.1.	Анализ современного состояния и перспектив развития ракетно-космической отрасли России.....	12
	1.1.1. Особенности национальной космической деятельности.....	12
	1.1.2. Анализ современного состояния и перспектив развития рынков ракетно-космической техники, наземного оборудования и услуг космических систем	19
1.2.	Исследование методологических принципов и научно-методических основ обоснования инновационных программ развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.....	33
1.3.	Анализ направлений совершенствования методического инструментария формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.....	43
Раздел 2.	РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	47
2.1.	Методические основы системного анализа рынка космических услуг.....	48
2.2.	Методические основы прогнозирования степени отставания в развитии параметров объектов технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.....	73
2.3.	Методические основы оценивания потребности в развитии объектов технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.....	78
2.4.	Методические основы формирования состава модернизируемых объектов технологической инфраструктуры в условиях ограничений по финансированию.....	91
2.5.	Методические основы планирования поэтапной реализации инновационных программ развития	

	технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли в условиях временных и финансовых ограничений.....	99
	Выводы по разделу 2.....	109
Раздел 3.	РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	113
	Выводы по разделу 3.....	127
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	129
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	131
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	139
	Приложение 1. Результаты анализа рынка космических услуг.....	139
	Приложение 2. Описание программного продукта ПМКС «Планирование Модернизации Комплекса Средств».....	172
	Приложение 3. Результаты расчетов параметров инновационной программы развития технологической инфраструктуры измерительного комплекса космодрома «Байконур».....	200

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГИК	– государственный испытательный космодром;
ГИЦИУ	– главный испытательный центр испытаний и управления;
ДЗЗ	– дистанционное зондирование Земли;
ЗИП	– запасные инструменты и принадлежности;
ИВЦ	– информационно-вычислительный центр;
ИКК	– измерительный комплекс космодрома;
ИнТхИ	– инновационно-технологическая инфраструктура;
ИП	– измерительный пункт;
ИПИ	– информационная поддержка изделий;
КА	– космический аппарат;
КРК	– космический ракетный комплекс;
КСр	– космические средства;
ЛПР	– лицо, принимающее решение;
НИР	– научно-исследовательская работа;
НИОКР	– научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
НМ	– нечеткое множество;
ОКР	– опытно-конструкторская работа;
ОПК	– оборонно-промышленный комплекс;
ПВКС	– программа вооружения космическими средствами;
ПМКС	– планирование модернизации комплекса средств;
РН	– ракета – носитель;
РКК	– ракетно-космический комплекс;
РКО	– ракетно-космическая отрасль;
РКТ	– ракетно-космическая техника;
РКУ	– рынок космических услуг;
Сб РКУ	– субъект рынка космических услуг;
ТхИн	– технологическая инфраструктура;
ТЭЦ	– теплоэнергоцентр;
ФГУП	– федеральное государственное унитарное предприятие;
ФКП	– федеральная космическая программа;
ФКПР	– федеральная космическая программа развития;
ФП	– функция принадлежности;
ФЦП	– федеральная целевая программа;
ЦЭНКИ	– центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертационного исследования. В настоящее время наблюдается рост влияния уровня инновационной составляющей развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли (РКО) Российской Федерации в обеспечение выполнения задач, возлагаемых на космический сегмент инфраструктуры управления экономикой и обороной Российского государства. При этом, естественно, возрастает степень риска при принятии решений по инвестированию средств в развитие технологической инфраструктуры предприятий (ТхИн) РКО. В этих условиях принятие решения о наиболее целесообразном вложении инвестиций в развитие ТхИн предприятий РКО представляет собой далеко не простую проблему и требует научно-обоснованного подхода.

Наиболее весомой среди прочих составляющих процесса развития технологической инфраструктуры предприятий РКО является инновационный компонент как наиболее эффективный в плане достижения целей развития. Это выводит на первый план задачу формирования инновационно-технологической инфраструктуры (ИнТхИ) предприятий РКО¹.

С точки зрения теории принятия экономических решений формирование оптимальных вариантов формирования ИнТхИ предприятий РКО является задачей выбора наиболее предпочтительного варианта развития ТхИн в условиях неопределенности информации об условиях развития, т.е. в условиях риска. Под условиями развития будем понимать цель развития (что собственно развивать и в каком направлении) и ограничения (временные и финансовые) на возможности реализации вариантов развития. Реальная ситуация, связанная

¹ Под технологической инфраструктурой предприятия (от лат. infra – ниже, под и structura – строение, расположение) понимается совокупность материально-технических и организационных средств, необходимых для функционирования и развития производства на предприятии и обеспечения условий жизнедеятельности его персонала в процессе производства. Инновационно-технологическая инфраструктура предприятия – совокупность методического инструментария и элементов организационных структур, обеспечивающих инновационное развитие технологической инфраструктуры предприятия. – Прим. автора.

с ограниченным объемом информации, характеризуется неопределенностью целевой функции (наличия нескольких ее составляющих) и неопределенностью исходных данных для расчета ее значений (источником такой исходной информации в большинстве случаев могут являться только эксперты).

Проведенный обзор современного состояния научно-методического аппарата обоснования решений по управлению развитием экономических систем показал, что, в настоящее время имеется достаточно большое количество работ в рассматриваемой предметной области. Однако в современной литературе практически отсутствуют работы, в которых бы в полной мере рассматривался процесс обоснования вариантов формирования ИнТхИ предприятий РКО, учитывающий следующие особенности: ориентацию на поддержку внедрения новых перспективных космических услуг; анализ каждого варианта развития ИнТхИ предприятий РКО с точки зрения получаемого положительного эффекта в условиях фактического объема исходных данных; учет неопределенности ограничений при планировании реализации вариантов развития ИнТхИ предприятий РКО как по выделяемым ресурсам, так и по возможности реализации в паузах между целевым применением. Научно-методические основы решения таких задач применительно к рассматриваемой предметной области исследованы, как показывает проведенный анализ, недостаточно.

На основании изложенного можно сделать вывод об актуальности научной задачи разработки методического инструментария формирования ИнТхИ предприятий РКО с учетом неопределенности информации об условиях развития. Решению сформулированной научной задачи посвящена данная диссертация.

Объектом исследования в данной диссертации являются предприятия ракетно-космической отрасли, предметом исследования – организационно-экономические отношения, возникающие в процессе формирования

инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.

Целью диссертации является разработка методического инструментария формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.

Для достижения цели диссертации поставлены и решены следующие основные задачи диссертационного исследования:

- анализ сущности и содержания процессов управления развитием технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли с учетом действующих технико-экономических факторов;

- рассмотрение основных концепций и моделей формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли;

- разработка моделей и методик обоснования параметров инновационных программ развития инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли;

- экспериментальная апробация методического инструментария обоснования направлений инновационного развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.

Диссертация общим объемом 217 страниц состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы и трех приложений, включает 26 рисунков и 23 таблицы. Список литературы содержит 104 источника.

Основные результаты работы представлены в трех разделах и трех приложениях.

В первом разделе проведен анализ проблемы обоснования параметров инновационных программ развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли при неопределенности информации об условиях развития. Сформулированы основные особенности обоснования инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО, касающиеся наличия неопределенностей целей и ограничений развития.

Обоснованы основные требования к процессу развития ТхИн предприятий РКО. Проведен обзор существующего научно-методического обеспечения управления инновационным развитием элементов сложных технологических систем. Приведена постановка путей решения сформулированной научной задачи.

Во втором разделе изложены основные результаты, посвященные разработке методического инструментария формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли. Формирование направлений развития ТхИн предприятий РКО предложено выполнять в пять последовательных этапов, включающих: системный анализ рынка космических услуг; прогнозирование степени отставания в развитии параметров объектов ТхИн предприятий РКО; оценивание потребности объектов ТхИн предприятий РКО в развитии; формирование состава модернизируемых объектов ТхИн в условиях ограничений по финансированию; планирование поэтапной реализации инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях временных, финансовых и технологических ограничений. Раскрыты особенности выполнения перечисленных этапов, приведено соответствующее методическое обеспечение.

В третьем разделе диссертации изложены результаты экспериментальной апробации разработанного методического инструментария обоснования направлений инновационного развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли на примере формирования вариантов модернизации объектов технологической инфраструктуры предприятия – Филиал ФГУП «ЦЭНКИ» – Космический центр «Южный».

Приложения к диссертации содержат: результаты анализа рынка космических услуг, описание программного продукта ПМКС «Планирование Модернизации Комплекса Средств» и результаты расчетов параметров

инновационной программы развития технологической инфраструктуры измерительного комплекса космодрома «Байконур».

В результате проведенного исследования получены и выносятся на защиту следующие основные результаты:

- выделен базовый фактор, определяющий направленность развития инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли в современных условиях развития;
- выявлены основные стадии формирования ИнТхИ предприятий РКО;
- предложена модель формирования инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях ограничений по финансированию;
- разработан метод планирования поэтапной реализации инновационных программ развития ТхИ предприятий РКО в условиях временных и финансовых ограничений.

Научная новизна результатов работы состоит в следующем.

Установлено, что базовым фактором, определяющим направленность развития инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли в современных условиях развития, является потребность обеспечения внедрения новых перспективных космических услуг с возможно меньшими затратами материальных, финансовых и временных ресурсов.

Выявлены основные стадии формирования ИнТхИ предприятий РКО, включающие: анализ особенностей рынка космических услуг, формирование опорных параметров развития ТхИн, оценивание потребности составляющих ТхИн в развитии, определение параметров инновационных программ развития по составу инноваций и взаимоувязанным срокам внедрения. При оценивании потребности ТхИн предприятий в развитии учитывается степень отставания как по составу решаемых задач (для обеспечения внедрения перспективных космических услуг), так и по уровню обеспечения технологических характеристик. При этом обобщенный показатель потребности в развитии составляющих ТхИн предприятий РКО в условиях ограниченного объема

исходной информации оценивается в виде нечеткого числа, заданного на единичном интервале.

Предложена модель формирования инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях ограничений по финансированию, отличающаяся способом формирования структуры инвестиций в инновации по принципу максимизации отклика показателей качества ТхИн предприятий РКО на развитие ее составных частей в условиях ограниченного финансирования. При этом обеспечена возможность оперативной коррекции вариантов инновационного развития в случае изменения финансирования, либо уточнения откликов.

Разработан метод планирования поэтапной реализации инновационных программ развития ТхИ предприятий РКО в условиях временных и финансовых ограничений, отличающийся возможностью планирования работ в паузах целевого применения ТхИн предприятий РКО и учетом приближенного характера экспертных оценок затрат на реализацию вариантов развития и выделяемых ресурсов.

В ходе экспериментальных исследований установлена закономерность, заключающаяся в том, что при проведении работ по внедрению мероприятий инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в паузах целевого применения при большой загруженности ТхИн предприятий РКО целевыми задачами полнота и длительность внедрения инноваций слабо чувствительны к объемам выделяемых финансовых ресурсов.

Практическая значимость диссертационного исследования определяется тем, что разработанные в диссертации методы совершенствования инновационной деятельности предприятий ракетно-космической отрасли доведены до конкретных методик и алгоритмов и позволяют научно обоснованно отбирать инновационные проекты и формировать инновационную программу развития предприятий РКО. Кроме того, на основе разработанного в диссертации научно-методического аппарата получены конкретные практические рекомендации по формированию

программ инновационного развития широкого класса объектов наземной космической инфраструктуры, что позволило принять обоснованные решения по управлению их развитием в условиях реальных ограничений на возможности и условия реализации инновационных программ развития.

Основные результаты исследований реализованы в филиале ФГУП «ЦЭНКИ» – Космический центр «Южный» при проведении работ по обоснованию инновационных технологических и программных решений по модернизации объектов технологической инфраструктуры космодрома Байконур. Внедрение результатов подтверждено соответствующим актом.

Основные теоретические положения и практические выводы диссертации представлены диссертантом в научных докладах и сообщениях в Московском университете имени С.Ю. Витте, Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете), Российском научно-техническом центре информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия и ряде других научных учреждений и организаций.

По теме диссертации опубликовано шесть печатных работ (из них одна – в соавторстве) авторским объемом 4,4 п.л., в том числе две статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для опубликования основных результатов диссертационных исследований на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Раздел 1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

1.1. Анализ современного состояния и перспектив развития ракетно-космической отрасли России

1.1.1. Особенности национальной космической деятельности

Космическая деятельность в нашей стране в настоящее время осуществляется в условиях увеличения значимости космических средств в обеспечении национальной безопасности и воздействия на нее целого ряда новых факторов. За последнее десятилетие космические средства (КСр) стали использоваться в интересах решения как стратегических, так и тактических задач, что существенно повысило боевые возможности Вооруженных сил Российской Федерации. Повысилась роль космических средств и в других сферах обеспечения национальной безопасности: информационной, экологической и социально-экономической (см. рис. 1.1).

К наиболее существенным новым факторам, определяющим особенности современной российской космической деятельности, относятся: открытость внутреннего рынка для зарубежной космической техники; выход российской космической техники и услуг на мировой рынок; коммерциализация космической деятельности внутри страны; становление в ракетно-космической отрасли предприятий различных форм собственности; резкое снижение объемов бюджетного финансирования космической деятельности; размещение части объектов ранее единого космического потенциала на территории других стран.

Аспект безопасности	Задачи обеспечения национальной безопасности	Функциональное назначение космических средств						
		Наблюдение из космоса	Предупреждение о ракетном нападении	Связь и управление	Навигационное обеспечение	Гидрометеорологическое обеспечение	Ретрансляция программ радио и TV	Фундаментальные космические исследования
Военный	Наблюдение за военной деятельностью других государств. Оперативное предупреждение о военном нападении							
	Контроль за выполнением договоров о сокращении вооружений							
	Обеспечение деятельности войск и сил флота							
	Контроль за распространением оружия массового поражения							
Экономический	Разработка и передача в другие области экономики высоких технологий							
	Информационное обеспечение различных отраслей экономики							
	Контроль посевов и прогноз урожая							
	Контроль разработки и добычи природных ресурсов							
Социальный	Повышение уровня культуры и образования населения							
	Поддержание и развитие отечественной науки и других национальных ценностей							
Экологический	Экологический мониторинг Земли							
	Обнаружение и оповещение об авариях и катастрофах							
	Обеспечение оперативной координации мер по предотвращению аварий и катастроф и ликвидации их последствий							
Информационный	Противодействие информационной экспансии в духовной сфере общества							
	Недопущение захвата внутреннего и выход на внешний информационные рынки							
	Противодействие вытеснению России из мирового информационного пространства							
Природно-стихийный	Прогноз развития и предупреждение о стихийных бедствиях							
	Координация мер по ликвидации последствий стихийных бедствий							

■ - прямое решение задач ▨ - косвенное участие в решении задач

Рис. 1.1. Использование космических средств в интересах обеспечения национальной безопасности России

Указанные особенности определили новые тенденции российской космической деятельности, в значительной мере влияющие на эксплуатацию КСр. При этом наибольшее влияние оказывают следующие тенденции.

1. Усиление конкуренции на внутреннем рынке ракетно-космической техники и космических услуг. Свобода экономической и производственной деятельности предприятий ракетно-космической отрасли обусловила их активную деятельность по освоению смежных секторов внутреннего и мирового космических рынков. Для решения одних и тех же задач различные фирмы (предприятия) предлагают космические комплексы и системы собственной или совместной разработки. Внедренная система конкурсов позволяет в какой-то мере организовать отбор проектов для их включения в Федеральную космическую программу (ФКП) и Программу вооружения космическими средствами (ПВКС), однако работа над частью проектов, не прошедших конкурс, продолжается и в ряде случаев завершается летными испытаниями с запуском космических аппаратов (КА) на орбиту.

Вместе с тем разработка ряда проектов, прошедших конкурс, ввиду сложного экономического положения разработчиков не доводится до летних испытаний или готовность к ним из года в год отодвигается. Все это создает значительные трудности в планировании и поддержании готовности КСр к запускам КА.

2. Интеграция российской космической деятельности в мировую. Мировые проблемы космонавтики все больше решаются совместными усилиями многих стран. Россия уже полностью интегрировалась в мировую космонавтику в части осуществления пилотируемых полетов. Фундаментальные космические исследования также осуществляются за счет интеграции усилий многих стран.

3. Превращение космической техники и космических услуг в рыночный товар. Необходимость отстаивания своих позиций на внутреннем рынке космической техники и услуг и выход на мировой рынок требует от российской космической техники новых качеств, определяющих ее конкурентоспособность. Приоритетными становятся такие экономические показатели, как стоимость, прибыль, самокупаемость и др.

Для успешного продвижения отечественных ракет носителей (РН) на мировом рынке запусков КА активно создаются совместные с зарубежными фирмами предприятия. К таким предприятиям, созданным в последние годы для проведения коммерческих запусков космических аппаратов с участием России, относятся следующие:

1) «Морской старт» («Sea Launch») – коммерческие запуски РН «Зенит-3SL» с морской платформы. В совместном предприятии участвуют Ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия» (Россия) – 25% акций, компании «Боинг» (США) – 40% акций и «Кварнер» (Норвегия) – 20% акций, Государственное конструкторское бюро «Южное» и производственное объединение (ПО) «Южмашзавод» (Украина) - 15% акций;

2) совместное предприятие «Eurocot» по маркетингу РН «Рокот», в котором участвуют Государственный космический научно-производственный

центр (ГК НППЦ) им. М.В. Хруничева (Россия) – 49% акций и компания ДАСА-РИ (Германия) – 51% акций;

3) совместное предприятие «Starsem» по коммерческому использованию российских РН «Союз» и «Молния» и французской РН «Ариан», участниками которого являются Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ «Прогресс» и Росавиакосмос – по 25% акций и французские фирмы «Aerospatiale» и «Arianspace» – 35% и 15% акций соответственно;

4) совместное предприятие «International Launch Services» (ILS) по маркетингу российской РН «Протон» и американской РН «Атлас», в котором участвуют компания «Lockheed Martin» (США) – 51% акций, ГК НППЦ им. М.В. Хруничева – 32% акций и РКК «Энергия» – 17% акций;

5) КОСМОТРАНС - ЗАО «Международная компания космических транспортных систем» (переоборудование межконтинентальных баллистических ракет в РН «Днепр» и ее коммерческое использование). В нем участвуют: АО «Хартрон» (12,5%) акций; ПО «Южмаш» и ГКБ «Южное» (Украина) – 37,5% акций; АО «Асконд», АО «Рособщемаш», ЦНИИМАШ, КБСМ, КБТМ (Россия) – 50% акций;

6) российско-американское совместное предприятие «United Start» по маркетингу российских РН «Космос» и «Старт-1». В нем участвуют корпорация «Asured Space Access» (США) – 50% акций и ЗАО «Пусковые услуги (Россия) – 50% акций.

4. Расширение экономической самостоятельности предприятий ракетно-космической отрасли (РКО). Изменение форм собственности предприятий позволяет им быть более свободными в выборе партнеров, определении сферы деятельности, а также создаёт возможность самостоятельного выхода со своей продукцией на мировой рынок космической техники и услуг, привлекая дополнительные внебюджетные средства для своего развития. Вместе с этим в ряде случаев этот фактор приводит к несовпадению собственных интересов предприятий и государственных (несобственных) интересов, что вызывает

определенные трудности управления деятельностью предприятий со стороны Федерального космического агентства.

5. Нестабильность рынка коммерческих запусков КА. Данные, характеризующие распределение количества пусков РКН и запусков КА (см. таблицу 1.1, рис. 1.2), свидетельствуют о нестабильности рынка космических услуг.

Таблица 1.1

Количество пусков РКН, проведенных с космодромов России в интересах запусков коммерческих КА в 1995-2004 годах

Годы	Количество пусков РКН с коммерческими КА	Количество выведенных на орбиту коммерческих КА	Процентное отношение количества коммерческих пусков РКН к их
1995	1	1	3
1996	2	2	7
1997	7	17	24
1998	5	11	20
1999	13	32	46
2000	12	22	33
2001	3	5	13
2002	8	15	32
2003	6	19	29
2004	3	5	13

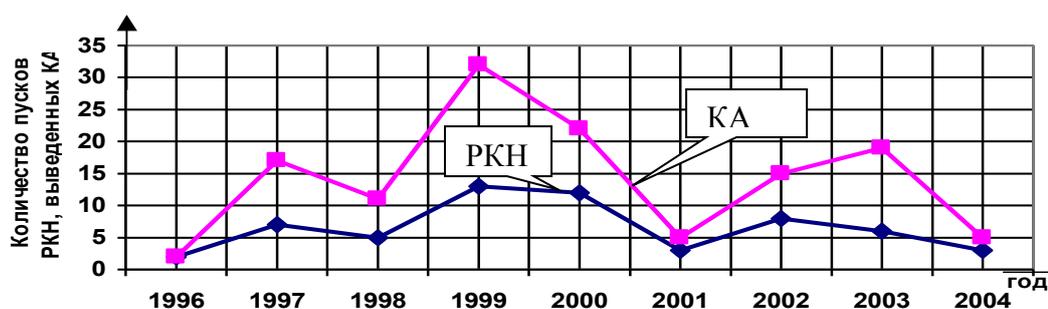


Рис. 1.2. Распределение пусков РКН в интересах запуска коммерческих КА по годам

6. Рост потребности в запусках КА для обеспечения национальной безопасности. Прогрессирующее старение орбитальной группировки КА, завершение разработки перспективных КА оборонного назначения, а также возрастание роли космических средств социально-экономического и научного назначения в различных аспектах обеспечения национальной безопасности

приводит к росту потребностей в запусках КА. Однако существенные экономические ограничения, которые, по крайней мере, до 2015 г. будут еще более жесткими вследствие того, что в этот период российская экономика будет развиваться в заведомо худших условиях, чем в посткризисной пятилетке 1999 – 2003 гг. [78], не позволяют достоверно прогнозировать удовлетворение этих потребностей, как в ближайшей, так и более отдаленной перспективе. Следует ожидать лишь стабилизацию общего числа запусков или незначительный их рост.

7. Усиление влияния межгосударственных отношений на коммерческую деятельность. В настоящее время Россия осуществляет запуск КА в космос с двух космодромов – «Байконур» и «Плесецк».

Космодром «Байконур» играет важнейшую роль в реализации космических программ России, так как с этого космодрома выводится в космос около 60% от общего количества ежегодно запускаемых КА. Уникальность космодрома «Байконур» определяется тем, что только с его стартовых комплексов выводятся полезные нагрузки ракетой-носителем тяжелого класса «Протон», а также тем, что этому космодрому отведена основная роль в Федеральной космической программе в части реализации пилотируемой программы и программ международного сотрудничества. С космодрома «Байконур» осуществляется запуск всех тяжелых КА, а также всех КА на геосинхронную орбиту в интересах обороны.

Космодромом «Байконур» Россия владеет на правах аренды. В настоящее время срок аренды (до 2050 г.) определяется Соглашением между Российской Федерацией и Республикой Казахстан о развитии сотрудничества по эффективному использованию комплекса «Байконур», подписанному 9 января 2004 года [11].

В развитие названного Соглашения Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан принято решение о создании на космодроме «Байконур» экологически безопасного космического ракетного комплекса (КРК) «Байтерек». Этот КРК будет использоваться для

выполнения коммерческих космических программ и реализации национальных космических программ Российской Федерации и Республики Казахстан. Для реализации принятого решения создано акционерное общество (АО) «Совместное российско-казахстанское предприятие «Байтерек». Учредителем со стороны России выступает ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, со стороны Казахстана – Комитет государственного имущества и приватизации Министерства финансов.

Создание КРК «Байтерек» будет осуществляться за счет бюджетного кредита, предоставляемого Правительством Республики Казахстан. Кроме того, предполагается, что казахстанская сторона обеспечит предоставление Совместному предприятию широкого спектра преференций, необходимых для его успешной экономической деятельности.

Развитие космической деятельности Республики Казахстан в дальнейшем может привести к необходимости создания совместных предприятий по подготовке и запускам КА в обеспечение выполнения национальных программ Казахстана и России.

Использование космодрома «Байконур» привело к необходимости межгосударственного регулирования правового статуса космодрома и города Байконур и постоянного согласования следующих вопросов:

- порядка использования земельных участков комплекса «Байконур»;
- взаимодействия правоохранительных органов, таможенного оформления и контроля;
- использования космической и авиационной техники и охраны технологий;
- экономического сотрудничества, взаимных финансовых расчетов и порядка экономического контроля;
- социальных гарантий персонала;
- организации работ по оценке воздействия и уменьшению вредного влияния пусков РН на окружающую среду и взаимодействия в случае аварий;
- согласования планов запусков и ряд других.

Влияние указанных выше новых тенденций в российской космической

деятельности предопределило следующие особенности процессов эксплуатации КСр:

- высокая неопределенность долгосрочных планов запуска КА;
- необходимость учета особенностей зарубежной космической техники;
- приоритет экономических показателей;
- сближение процессов производства КА, РН и РБ и подготовки их к запуску;
- использование коммерческих запусков для поддержания и развития объектов космической инфраструктуры;
- приоритет задач обеспечения национальной безопасности;
- усиление роли межгосударственной координации при осуществлении эксплуатационных процессов.

Одной из явных тенденций в развитии системы эксплуатации КСр социально-экономического и научного назначения России является переход технических, стартовых комплексов, других важнейших объектов космической инфраструктуры, расположенных на космодроме «Байконур», в ведение предприятий РКО.

1.1.2. Анализ современного состояния и перспектив развития рынков ракетно-космической техники, наземного оборудования и услуг космических систем

Нынешнюю ситуацию в области ракетно-космической техники с большой долей вероятности можно характеризовать как предкризисную. Следует отметить, что первоначальные конкурентные преимущества российских носителей на рынке запусков во многом уже нивелированы и имеют устойчивый тренд к дальнейшему снижению. Это обусловлено причинами как внутриотраслевыми – старением производственных фондов, снижением технологической дисциплины, ухудшением кадрового потенциала и т.д., так и внешними по отношению к отрасли – укреплением курса рубля, переходом к рыночным методам формирования цен на энергоносители и т.д.

В этой ситуации продолжение первоначальной стратегии рыночного предложения российских носителей, основанной на «лидерстве по издержкам», более невозможно. Ситуация с растущими издержками внутрироссийского космического производства в среднесрочной перспективе частично могла бы быть выправлена путем использования мер государственной поддержки производителей экспортно-ориентированной наукоемкой продукции. В противном случае неизбежно снижение рыночной доли российских носителей на рынке запусков.

В настоящее время российские предприятия значительно отстают во всех ключевых технологиях создания спутников связи (см. приложение 3), и именно это объясняет практическое отсутствие российской доли в данном сегменте рынка. Российское производство спутников практически не представлено ни на рынке готовых изделий, ни на рынке отдельных комплектующих (более того, современные российские спутники связи почти до 80% состоят из иностранных компонентов).

В этой связи в соответствии с целью государственной политики в ракетно-космической сфере целесообразно формирование экономически устойчивой, конкурентоспособной, диверсифицированной ракетно-космической отрасли, обеспечение гарантированного доступа и необходимого присутствия России в космическом пространстве. Цель технологического развития ракетно-космической отрасли заключается в достижении технологического лидерства на избранных сегментах рынка, что является одним из национальных приоритетов научно-технологического развития России.

Целевые индикаторы развития следующие:

- 1) объем промышленной продукции РКО (по сравнению с 2007 годом) к 2015 году должен увеличиться в 1,8 раза;
- 2) доля присутствия продукции РКО на сегментах мирового космического рынка должна возрасти с 8 до 15 процентов.

Реализуемая в настоящее время политика по развитию отрасли проводится в соответствии с утвержденной Стратегией развития ракетно-космической отрасли на период до 2015 года по целевым программам:

- Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы (ФКПР-2015);
 - ФЦП «Глобальная навигационная система» (ФЦП «ГЛОНАСС»);
 - ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2007-2010 годы и на период до 2015 года» (ФЦП «Развитие ОПК-2015»);
 - ФЦП «Национальная технологическая база»;
- а также в проектах:
- ФЦП «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии Российской Федерации»;
 - ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008-2015 годы.

При этом финансовые средства федеральных целевых программ ГПВ-2015, ГЛОНАСС направлены на закупку изделий для государственных нужд, разработку образцов ракетно-космической техники и лишь частично на поддержание необходимых технологий.

Капитальные вложения на реконструкцию и техническое перевооружение предусматривают:

- адресную инвестиционную поддержку внедрения специального технологического оборудования, обеспечивающего реализацию базовых технологий производства изделий РКТ, предусмотренных ФКПР-2015 и ФЦП «Развитие ОПК-2015»;
- повышение общего технического уровня предприятий, производящих РКТ за счёт автоматизации технологических процессов обеспечивающих снижение трудоёмкости, повышение качества и надёжности изделий РКТ;
- создание технологических условий для широкого внедрения информационных технологических процессов (ИПИ-технологий).

Основная доля этих инвестиций формируется в рамках ФКПР-2015 и ФЦП «Развитие ОПК-2015».

Приоритетными направлениями государственной политики в этой области являются следующие.

Первое – создание космических комплексов и систем нового поколения с техническими характеристиками, обеспечивающими их высокую конкурентоспособность на мировом рынке:

- развитие современных средств выведения (модернизация действующих ракет-носителей и разработка новых ракет-носителей и разгонных блоков, создание ракеты-носителя среднего класса для выведения пилотируемого космического корабля нового поколения), космических спутников с увеличенным сроком активного существования;

- подготовка к реализации прорывных проектов в области космических технологий и исследований космического пространства.

Второе – завершение создания и развитие системы ГЛОНАСС:

- развертывание спутниковой группировки на базе аппаратов нового поколения с длительным сроком активного существования (не менее 12 лет) и повышенными техническими характеристиками;

- создание наземного комплекса управления и создание оборудования для конечных пользователей, его продвижение на мировой рынок, обеспечение сопряженности аппаратуры ГЛОНАСС и GPS.

Третье – развитие спутниковой группировки, в том числе создание группировки спутников связи, обеспечивающих рост использования всех видов связи – фиксированной, подвижной, персональной (на всей территории Российской Федерации); создание группировки метеорологических спутников, способных передавать информацию в реальном масштабе времени.

В долгосрочной перспективе интересы поддержания высокой конкурентоспособности на рынке передачи информации потребуют качественного скачка в повышении интервала «конкурентного существования» спутников связи. Это может быть достигнуто только путем

создания технологий производства «многоцветных» спутников связи, т.е. таких, которые будут изначально проектироваться и создаваться с возможностью их обслуживания, заправки ракетным топливом, ремонта и модернизации непосредственно на орбите. Итогом такого технологического развития может стать появление к 2025 году массивных орбитальных платформ, на которых будет размещаться различная целевая аппаратура и другое оборудование, в том числе энергетическое, допускающее обслуживание или замену. В этом случае рынок спутникового производства претерпит существенные структурные и количественные изменения.

При этом, не взирая на то, что в настоящее время российское производство спутников практически не представлено ни на рынке готовых изделий, ни на рынке отдельных комплектующих, России необходимо продолжать усилия по выходу в данный сегмент рынка. При этом целью этих усилий может быть не только завоевание некоторой рыночной доли, но и интересы технологического развития, а также национальной безопасности.

С этой точки зрения наибольший интерес представляет международный проект Blnis – программа передачи технологий по интеграции модуля полезной нагрузки между Thales Alenia Space (Франция) и ФГУП НПО прикладной механики им. М.Ф. Решетнёва. Проект Blnis рассчитан на передачу самой дорогостоящей на Западе части работ при создании модуля полезной нагрузки (проектирования, сборки и проведения испытаний) на российское предприятие. Планируется, что рыночная стоимость модуля полезной нагрузки будет уменьшена на 15-20 процентов. Проект Blnis получил право на жизнь под давлением рыночной ситуации, поскольку европейские компании Thales Alenia Space и EADS Astrium не в состоянии предложить конкурентную цену с Orbital Sciences Corporation.

Четвертое – расширение присутствия России на мировом космическом рынке:

- удержание лидирующих позиций на традиционных рынках космических услуг (коммерческие пуски – до 30%);

- расширение присутствия на рынке производства коммерческих космических аппаратов, расширение продвижения на внешние рынки отдельных компонент ракетно-космической техники и соответствующих технологий;

- выход на высокотехнологические сектора мирового рынка (производство наземной аппаратуры спутниковой связи и навигации, дистанционное зондирование Земли);

- модернизация системы российского сегмента международной космической станции (МКС).

Для всех сегментов рынка по производству носителей в настоящее время характерно превышение предложения над спросом и, соответственно, высокий уровень внутренней конкуренции – в условиях стагнации на рынке производства спутников в начале 2000 гг. это уже привело к значительному падению цен на рынке запусков. В частности, только Россия (как и США²) предлагает сразу несколько зачастую близких рыночных предложений в каждом сегменте³, например:

- в сегменте запуска «тяжелых» и «средних» спутников связи – носитель «Протон-М» и носитель «Зенит-3SL» по программе «Морской старт», в среднесрочной перспективе к ним добавится носитель «Ангара 5»;

- в сегменте запуска «малых» спутников связи – носитель «Союз-2» и носитель «Зенит-3SLБ» по программе «Наземный старт», с 2009 года – носитель «Союз-ST» с космодрома Куру;

- в сегменте запуска спутников ДЗЗ – «легкие» носители «Союз», «Днепр», «Рокот», «Космос», «Старт», в среднесрочной перспективе – легкие варианты носителя «Ангара».

² В условиях падения стоимости контрактов на запуск компании США предпочли снять с рынка свои новые «тяжелые» носители — Delta 4 и Atlas 5, сосредоточившись на запуске федеральных и военных грузов. – Прим автора.

³ Нередко это приводит к ценовой конкуренции и даже демпингу между различными российскими носителями. – Прим. автора.

В среднесрочной перспективе в условиях незначительного роста количества производимых спутников уровень рыночной конкуренции во всех сегментах возрастет еще более, когда на рынок выйдут «тяжелые» и «легкие» носители таких стран, как Япония, Китай, Индия.

В долгосрочной перспективе объемы и структура рынка носителей будет напрямую зависеть от ситуации на «ведущих» по отношению к нему рынках: информационных и производства спутников, в частности:

- на рынке «тяжелых» и «средних» носителей от перехода к «многократным» спутникам связи, развития рынков космического производства и космического туризма,

- на рынке «легких» носителей от возможности перехода информации ДЗЗ в разряд «сетевых товаров».

Стратегической целью России на рынке запусков может стать удержание своей рыночной доли, но не «любой ценой», поскольку в условиях ограниченных ресурсов это, с одной стороны, может привести к превращению России в «космического извозчика», а с другой – забвению других сегментов космической деятельности.

Пятое – проведение организационных преобразований в ракетно-космической отрасли.

К 2015 году будут образованы три-четыре крупные российские ракетно-космические корпорации, которые к 2020 году выйдут на самостоятельное развитие и будут полностью обеспечивать выпуск ракетно-космической техники для решения экономических задач, задач обороноспособности и безопасности страны, эффективную деятельность России на международных рынках.

Шестое – модернизация наземной космической инфраструктуры и технологического уровня ракетно-космической отрасли:

- техническое и технологическое перевооружение предприятий отрасли, внедрение новых технологий, оптимизация технологической структуры отрасли;

- развитие системы космодромов, оснащение новым оборудованием наземных средств управления, систем связи, экспериментальной и производственной базы ракетно-космической отрасли.

Прогнозные значения показателей развития ракетно-космической отрасли во многом определяются выбором варианта развития: инерционного или инновационного (см. таблицы 1.2 – 1.5).

Таблица 1.2

Основные показатели развития ракетно-космической отрасли

Наименование	2007-2020 гг.	
	Инерционный вариант	Инновационный вариант
Производство, млрд. рублей	2780	3545
Инвестиции, млрд. рублей	180	285

При инерционном варианте развития производство продукции ракетно-космической отрасли к 2010 году вырастет на 17%, в 2020 году – на 55-60% к уровню 2007 года.

Рост производства по данному варианту будет обеспечен: частичным техническим и технологическим перевооружением отрасли; реализацией межведомственных и ведомственных целевых программ; обеспечением безусловного удовлетворения государственных нужд в космических средствах и услугах для обороны, социально-экономической и научной сфер, реализацией ФЦП «ГЛОНАСС» и созданием конкурентоспособной космической транспортной системы с ракетой-носителем среднего класса повышенной грузоподъемности.

При инновационном варианте развития производство продукции ракетно-космической отрасли вырастет к 2010 году на 26%, к 2020 году – в 2,6 раза к уровню 2007 года.

Рост производства по данному варианту будет обеспечен:

- интенсивным техническим и технологическим перевооружением с 2008 года;

Прогнозная оценка потенциально достижимого отечественного уровня технологического развития по отношению к мировому

Ракетно-космическая техника				
№ п/п	Технологические направления	Сравнительная оценка		
		Существующий уровень	2015 г. (прогноз)	2025 г. (прогноз)
1.	Космические системы навигации	1	3	3
2.	Космические системы ретрансляции информации	1	3	3
3.	Гидрометеорологические космические средства	1	3	3
4.	Космические средства дистанционного зондирования Земли	2	3	3
5.	Спутниковые системы связи и вещания	2	3	3
6.	Космические средства геодезического и картографического обеспечения	3	3	3
7.	Космические средства связи и боевого управления	2	3	3
8.	Космические средства предупреждения о ракетном нападении	1	3	3
9.	Космические средства радиоэлектронной разведки	1	3	3
10	Космические комплексы оптикоэлектронного наблюдения	1	2	3
11	Космические средства многоцелевого радиолокационного наблюдения	1	3	3
12	Космические средства наблюдения за морскими акваториями	1	2	3

Примечание: 1 – значительное отставание от мирового уровня; 2 – общее отставание, некоторые достижения в отдельных областях; 3 – значительные достижения, приоритетные достижения в отдельных областях; 4 – высокий уровень развития, мировое лидерство.

- реализацией полного перечня федеральных и ведомственных целевых программ, обеспечивающих развитие ракетно-космической отрасли и возможностью создания ракетно-космической техники нового поколения с 2012 года;

- обеспечением безусловного удовлетворения государственных нужд в космических средствах и услугах для обороны, социально-экономической и научной сфер, дополнительно к инерционному сценарию реализацией проекта перспективной пилотируемой транспортной системы;

- завершением организационно-структурных преобразований предприятий отрасли и созданием системообразующих интегрированных структур, связанных единой направленностью деятельности и отношениями

собственности; обеспечением уровня загрузки производственных мощностей к 2020 году 75 процентов;

- выполнением в полном объеме долгосрочной программы научно-прикладных исследований и экспериментов по различным научным направлениям с созданием опережающего аппаратного задела для ракетно-космической отрасли; строительством космодрома «Восточный» в целях обеспечения Российской Федерации независимого доступа в космос во всем спектре решаемых задач; широким внедрением ИПИ технологий; решением кадровых проблем отрасли.

Таблица 1.4

Сравнительная оценка уровня производственных технологий ракетно-космической отрасли

Производственные технологии ракетно-космической отрасли				
№ п/п	Технологические направления	Сравнительная оценка		
		Существующий уровень	2015 г. (прогноз)	2025 г. (прогноз)
1.	Автоматические системы функционального диагностирования состояния жидкостных ракетных двигательных установок	2-3	2-3	3-4
2.	Автоматизированные системы для стендовых испытаний двигательных установок	2	2	4
3.	Лазерная технология, инструментальное производство, средства технического обеспечения (СТО) для изготовления РКТ	2	2-3	3
4.	Гироскопы и приборы точной механики для ракетостроения и космических аппаратов.	2	3	3
5.	Промышленная чистота изделий РКТ	2	3	3
6.	Оборудование вакуумных покрытий	2	3	3
7.	Пневмогидроиспытания	3	3	3
8.	Неразрушающий контроль в производстве РКТ	2	3	3
9.	Заготовительное производство	2-3	3	3
10.	Специальное технологическое оборудование	2	2-3	3
11.	Сварка и пайка	2-3	2-3	3
12.	Наноматериалы и технологии и использования в производстве РКТ	3	3	3

Примечание: 1 – значительное отставание от мирового уровня; 2 – общее отставание, некоторые достижения в отдельных областях; 3 – значительные достижения, приоритетные достижения в отдельных областях; 4 – высокий уровень развития, мировое лидерство.

Факторы, определяющие развитие ракетно-космической отрасли

Вид деятельности	Факторы роста (инерционный вариант)	Дополнительные факторы роста (инновационный вариант)
Производство продукции ракетно-космической отрасли	<p>Техническое перевооружение в соответствии с прогнозными объемами финансирования</p> <p>Концентрация ресурсов на приоритетных направлениях ракетно-космической отрасли</p> <p>Ввод в эксплуатацию находящихся на завершающей стадии разработки космических комплексов</p> <p>Удовлетворение государственных нужд в космических средствах и услугах будет обеспечиваться также за счет закупки необходимых услуг за рубежом</p>	<p>Обеспечение гарантированного и независимого доступа России в космос</p> <p>Ускоренный ввод в эксплуатацию космических комплексов и систем, развертывание орбитальных группировок космических аппаратов для полного удовлетворения государственных нужд</p> <p>Создание ракеты-носителя сверхтяжелого класса и переход на многоразовые ракетно-космические системы</p> <p>Разработка с 2012 года космических средств нового поколения</p> <p>Проведение полной модернизации объектов наземной космической инфраструктуры</p> <p>Полная замена средств выведения на экологически чистые средства</p> <p>Передовые фундаментальные и научно-прикладные космические исследования</p>

Дополнительный прирост производства продукции ракетно-космической отрасли по инновационному варианту по отношению к инерционному составит в 2015 году 16-17 млрд. рублей, в 2020 году – 115-117 млрд. рублей, что может быть достигнуто за счет: реализации инвестиционных проектов, обеспечивающих повышение эффективности использования ресурсов космической деятельности в интересах социально-экономического развития Российской Федерации; проведения структурных преобразований, направленных на повышение эффективности деятельности предприятий, включая закупку современных технологий и оборудования; интенсивного технического, технологического переоснащения предприятий по всем направлениям создания ракетно-космической техники.

Действующие целевые программы, реализующие политику по развитию РКО, в целом достаточно конкретизированы по целям и результатам, так как рассматривают в качестве основных целей адресную инвестиционную

поддержку внедрения специального технологического оборудования, обеспечивающего реализацию базовых технологий производства изделий РКТ и повышение общего технологического уровня предприятий, производящих РКТ. При этом ставится задача перейти от уровня общего отставания при наличии некоторых достижений в отдельных областях к уровню значительных достижений и приоритетных достижений в отдельных областях. Определены основные направления и мероприятия развития РКО, а также выделены ключевые факторы, определяющие развитие РКО.

Однако формулировки данных факторов носят слишком общий и неконкретный характер, что вынуждает предложить в качестве основного (базового) фактора – фактор **«инновационно-технологического обеспечения разработки и внедрения новых перспективных космических услуг с возможно меньшими затратами материальных, финансовых и временных ресурсов»**.

Анализ проблемы обоснования параметров инновационных программ развития технологической инфраструктуры предприятий РКО выявил наличие неопределенностей целей и ограничений развития.

К ним относятся, во-первых, векторный характер и иерархичность целей развития: целями верхнего уровня являются поддержание конкурентно-способного и оборонно-достаточного уровня обеспечиваемых государством космических услуг и внедрение новых перспективных услуг; целями нижнего уровня являются поддержание требуемого уровня технологических характеристик составляющих ТхИн предприятий РКО. Система целей развития должна быть согласована и взаимоувязана в условиях динамического характера развития международного и национального рынков космических услуг и связанной с этим неопределенности.

Во-вторых, налицо многовариантность развития составляющих ТхИн предприятий РКО, обусловленная развивающимся рынком как отечественных, так и зарубежных предложений в области развития ракетно-космических технологий и обеспечивающих структур.

В-третьих, имеется недостаточный объем исходных данных как для расчета значений целевых параметров вариантов развития, так и обоснования требований к ним.

В-четвертых, ограничен объем информации, как о потребностях, так и о наличии ресурсов для реализации вариантов развития ТхИн предприятий РКО. Так, обоснование программы развития ТхИн предприятий РКО как комплекса мероприятий по реализации выбранного варианта развития, согласованного по ресурсам, исполнителям и срокам их осуществления, требует наличия информации о соответствующих временных и финансовых ограничениях. Данная информация на начальных этапах планирования неизбежно носит приближенный экспертный характер.

Основные требования к процессу развития ТхИн предприятий РКО, заключаются, во-первых, в том, что инновационное развитие ТхИн предприятий РКО должно быть подчинено целям совершенствования отечественной ракетно-космической отрасли в целом, а именно – обеспечению внедрения новых перспективных космических услуг.

Во-вторых, работы по инновационному развитию ТхИн предприятий РКО должны быть организованы так, чтобы не мешать процессу целевого применения ракетно-космических комплексов, интенсивность которого весьма высока.

В-третьих, при обосновании программ развития необходимо учитывать наличие как физического, так и морального старения объектов ТхИн предприятий РКО.

К факторам, формирующим потребность в разработке и реализации инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО, относятся:

- расширение спектра целей и задач объектов ТхИн предприятий РКО, выходящее за рамки существующих возможностей;
- повышение требований к качеству функционирования объектов ТхИн предприятий РКО, выходящее за рамки существующих возможностей;

- снижение возможностей по восстановлению работоспособности части объектов ТхИн предприятий РКО из-за истощения ЗИП и снятия комплектующих с производства, т.е. из-за деградации системы восстановления технического ресурса;

- существенное возрастание эксплуатационных затрат из-за физического старения восстанавливаемых элементов объектов ТхИн предприятий РКО.

1.2. Исследование методологических принципов и научно-методических основ обоснования инновационных программ развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли

Теоретическое наследие по вопросу сущности инновационного процесса значительно. Это одна из наиболее изучаемых проблем в данной области. Анализ литературы, так или иначе посвященной инновационным процессам, позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время говорить о единстве взглядов на их сущность пока не приходится. В отечественных исследованиях встречается достаточно большое количество трактовок данного понятия. Заметим, что в бывшем СССР вместо категории «инновационный процесс» использовались другие, а именно: «процесс исследование – производство», «цикл наука – техника – производство» и аналогичные.

До периода рыночной трансформации экономики преимущественно единственным было толкование инновационного процесса как последовательного, стадийного явления, включающего следующие друг за другом этапы работ, начинающиеся научными исследованиями и заканчивающиеся, как правило, производством. На этой позиции в 60-70-е годы и в первой половине 80-х годов прошлого века стояло большинство экономистов [19, 73].

Однако в рамках данного подхода, где все этапы инновационного процесса жестко фиксировались и строго следовали друг за другом, существовало много расхождений, связанных с классификацией стадий процесса «исследование – производство», его границами, организационными формами различных этапов. Такая модель, ее можно обозначить как линейную в административно-командной экономике, имевшей место в бывшем СССР, приняла государственно-плановый характер на всех уровнях.

Характерным для инновационных процессов в это время было тотальное огосударствление, что в принципе было свойственно для всего народного хозяйства в целом, а это привело в отечественной практике к слишком

упрощенному пониманию проблемы развертывания инновационных процессов лишь с точки зрения выработки единой технической политики, назначения единого хозяина, ответственного за единый конвейер – от идеи до внедрения новшеств [43].

Безусловно, и это нельзя не отметить, развертывание инновационных процессов по линейной модели принесло свои очевидные результаты – мировое лидерство нашей страны в области вооружений и средств защиты – и нашло воплощение в крупнейших национальных инновационных проектах в космосе и атомной энергетике.

В зарубежной литературе обоснование сущности и структуры инновационных процессов было впервые осуществлено Й. Шумпетером (на основе теории длинных волн Н.Д. Кондратьева). Он ввел в экономическую теорию понятие «инновация», характеризуя ее как стадию жизненного цикла результатов научно-технического прогресса: извенция [изобретение] – инновация [внедрение] – имитация [тиражирование], при этом в инновационном процессе Й. Шумпетер выделил следующие компоненты: научные исследования, разработки, проектирование, производство, маркетинг, сбыт, обслуживание [57, 95].

Такая линейная инновационная цепь («наука – технология – производство – потребление») представляла собой наиболее простую модель анализируемого процесса. В отечественной экономической литературе с конца 80-х годов прошлого века также обосновывалась аналогичная четырехзвенная система [61]. Вместе с тем на практике такая стадия инновационного процесса, как потребление, имела совершенно другую, нерыночную природу, коренным образом отличающуюся от зарубежной.

Итак, линейная модель может быть представлена следующей схемой: фундаментальные исследования – прикладные исследования – инженерно-технические разработки – серийное производство – маркетинг, продвижение, где единственным источником инноваций являются научные исследования.

В этом случае линейная модель полностью вытекает из теории «технологического толчка» как первопричины, источника инноваций, которая получила развитие в работах Г. Менша, выделившего два главных аспекта: технологический толчок есть основа инновационных изменений, а депрессия выступает в роли «спускового крючка» инновационной активности [101].

Другая разновидность линейной модели обоснована К. Фрименом, Й. Шмуклером и другими исследователями. По К. Фримену, разработку новшеств обеспечивает рост спроса, который, в свою очередь, инициирует диффузию продуктовых и процессных инноваций [100]. Теория К. Фримена и его последователей получила название «гипотезы давления спроса». Именно «давление спроса» существенно активизировало инновационные процессы в начале 1980-х годов. Таким образом, зарубежный взгляд на данный процесс изначально тоже был связан с линейной, последовательной моделью. Однако существенное различие отечественного и зарубежного подходов состоит, прежде всего, в том, что последний учитывал потребительский спрос, запросы рынка и обязательное осуществление маркетинговых исследований на конечной стадии инновационного процесса при продажах и продвижении новых товаров на рынки.

В период рыночного реформирования отечественной экономики произошло резкое сокращение публикаций, так или иначе касающихся инновационного процесса. Особенно приостановилось исследование данной проблемы в первой половине 1990-х годов и вся литература, изданная в это время, практически не внесла существенных корректировок в трактовку анализируемого понятия [1, 52, 66].

Однако в данный период были созданы предпосылки для возникновения новых направлений в исследовании инновационных процессов, которые четко наметились уже во второй половине 1990-х годов. Их суть связана с рыночной концепцией инновационного процесса, который стал рассматриваться в качественно ином контексте. Дело в том, что в рыночной экономике кардинально изменяются координаты существования и развития научной

сферы и с точки зрения институциональной структуры, и с позиций финансирования, а также инвестиционного обеспечения и государственного регулирования.

Становлению и развитию рыночных концепций инновационного процесса способствовало изучение зарубежного опыта, непосредственные контакты российских и западных ученых. Осмысление инновационных процессов в контексте рынка привело к следующим трактовкам данного понятия.

Некоторые авторы считают, что инновационный процесс – это процесс преобразования научного знания в инновацию (нововведение). Он может содержать ту или иную совокупность стадий инновационного процесса, вплоть до научных исследований, прикладных или даже фундаментальных, но непременно нацеленную на получение результата, пригодного для практического использования [72].

В.С. Зверев определяет инновационный процесс как последовательность действий по преобразованию научной идеи в конкретный продукт, услугу или технологию и их практическому использованию в народном хозяйстве [50]. Аналогичное видение сущности инновационного процесса просматривается и в работах ряда других исследователей [33, 58, 71, 88, 93].

Как видим, приведенные точки зрения соотносятся с линейной моделью инновационного процесса. Таким образом, отечественные исследователи в 1990-е годы в определении сущности инновационного процесса стояли на позиции Й. Шумпетера.

Начиная с 2000 года, в российской литературе появляются иные трактовки инновационного процесса, в которых основное внимание уделяется условиям и факторам его развертывания. О высокой значимости данного аспекта свидетельствует большое количество работ, опубликованных в последнее время. С этих позиций инновационный процесс трактуется как сложный, многостадийный процесс ресурсного и организационного обеспечения условий для появления изобретения и его последующей

трансформации в массовую продукцию или услугу для общества. При этом успешное прохождение через каждую стадию возможно лишь в том случае, если будет осуществлено полноценное обеспечение тремя видами ресурсов, а именно – интеллектуальными, реальными и финансовыми инвестициями.

В зарубежных исследованиях, начиная с 1980-х годов, сущность инновационного процесса связывают уже не с последовательной, а с параллельной структурой и трактуют иначе, в категориях нелинейности. Характерным определением инновационного процесса в этом ключе является, например, его трактовка, предложенная Т. Иордом и Д. Твиссом. Они считают, что инновационный процесс – это поиск, открытие, разработка, усовершенствование, освоение, коммерциализация новых процессов, продуктов, организационных структур и методов хозяйствования. Он связан с неопределенностью, принятием на себя риска, проверкой и перепроверкой, экспериментами и испытаниями [51].

Как видно, в приведенном определении не делается акцента на строгой последовательности этапов. В последние десятилетия в зарубежных исследованиях преимущественное внимание отдается нелинейным моделям. Становление нелинейных моделей связано, прежде всего, с объединением в них двух источников инновационных идей, а именно «технологического толчка» и «давления спроса». Что касается нелинейных инновационных процессов, то самыми характерными их признаками являются, на наш взгляд, следующие.

Во-первых, начало инновационного процесса не обязательно связано с проведением НИОКР, в частности, фундаментальных исследований. Например, установлено, что новые технологии реакционного литья под давлением (используется в производстве пластиков), создание Internet и других появились на свет отнюдь не благодаря прорывам в базовой науке. По мнению зарубежных авторов, инновации или изобретения редко являются результатом открытия. Чаще всего они происходят в ответ на определенную проблему или возможность, которые проистекают либо из внутренней, либо

внешней среды организации [49]. Таким образом, начало инновационного процесса не так жестко привязано к научным исследованиям, а может быть соотнесено и с другими явлениями в зависимости от особенностей разработки и реализации инновационных проектов.

Во-вторых, принципиально изменяется роль науки. Она выступает уже не столько как источник инновационных идей, но и как ресурс, пронизывающий все звенья инновационного процесса. Дело в том, что в условиях неопределенности, быстрого изменения рыночной конъюнктуры может возникнуть потребность в дополнительных научных исследованиях и экспериментах, причем эта потребность может возникнуть на любой стадии инновационного процесса.

В-третьих, здесь возникает качественно новый тип связей, соединяющих его элементы. Если для линейной модели были характерны в основном прямые связи, то нелинейной модели свойственны еще и обратные, которые принципиально меняют структуру и механизм инновационного процесса. Именно с их эффективностью связывают сегодня успешную реализацию данного процесса, а именно: уменьшение его длительности, повышение качества, результативности нововведений.

Представляется, что функциональное предназначение обратных связей, которых должно быть множество, состоит в том, чтобы не допустить произвольного разделения инновационного процесса на независимые или слабо зависимые составные части.

Комплекс обратных связей призван противостоять внешним воздействиям и повышать уровень организации системы в процессе адаптации к окружающей среде. Кроме того, особенностью обратных связей является также и то, что они имеют место не только в рамках системы, но и соединяют ее с внешней средой, с рынком, потребителями, а также другими экономическими субъектами.

Учет обратных связей и их эффективную реализацию демонстрируют, прежде всего, японские фирмы, а также высокотехнологичные компании

других стран мира. М. Аоки, анализируя инновационный процесс в японской фирме, отмечает, что он характеризуется целой системой обратных связей, имеющих пять направлений и два типа механизмов. Первый – короткий контур обратных связей, соединяющий каждую последующую стадию движения по центральному направлению с предыдущей. Второй – длинный контур, передающий осознанные нужды рынка и потребителей на различные начальные стадии инновационного процесса [8].

Система таких связей способствует усилению целостности инновационного процесса. Представляется, что этот опыт целесообразно использовать в отечественной практике, тем более что его активно перенимают крупнейшие компании мира, выстраивая свою инновационную стратегию в XXI веке.

Компания «Гражданские самолеты Сухого» впервые в практике российского авиастроения применила подход, при котором параллельно велось проектирование самолета, подготовка производства, процесс продаж и разработка систем послепродажной поддержки. Это позволило сократить сроки проектирования и разработки семейства самолетов Superjet почти на два года и значительно снизить трудоемкость.

Эффективная реализация инновационных процессов связана с объединением в рамках целостной воспроизводственной структуры всех элементов системы «наука – технология – производство – потребление», предусматривающей создание разветвленной системы сбытового и сервисного обслуживания для стимулирования научных исследований и активизации изобретательской деятельности на основе подключения нового типа связей – обратных связей в инновационном процессе. Именно благодаря постоянной и быстродействующей обратной связи с рынком через маркетинговые подразделения, а также повышенной реакции на изменение запросов потребителей японские фирмы завоевали автомобильный рынок: фирмы Тойота, Нисан, Хонда тратили на разработку новой модели около 24 месяцев, а Дженерал Моторс, Форд и Крайслер – 36-48 месяцев [103].

ЗАО «Гражданские самолеты Сухого» стало одной из первых в России фирм нового типа, которая отвечает за весь жизненный цикл продукта: разработку и проектирование, маркетинг и продажи, производство, сертификацию и послепродажное обслуживание, но в то же время выступает не главным исполнителем, а лишь интегратором проекта, в котором участвуют более 20-ти лидеров мировой авиаиндустрии, которые обеспечивают конструирование самолета, поставку комплектующих и систем управления.

Инженеры и менеджеры всех основных поставщиков вместе с российскими специалистами выполняли компоновку самолета и разрабатывали его цифровую модель. Стратегический партнер – итальянская Alenia Aeronautica – приобрела в 2007 г. блокирующий пакет акций российской компании, участвует в финансировании проекта, поставляет композиционные материалы и ноу-хау, а главное – предоставляет свою инфраструктуру для сертификации, организации продаж и послепродажного обслуживания самолета. Компания Rower Jet – риск-разделенный партнер – поставляет на сборочные заводы в Новосибирск и Комсомольск-на-Амуре силовые установки, по производству которых она является одним из признанных лидеров.

На таких же принципах аутсорсинга, контрактной экономики и разделения имущественных прав организуется инновационный процесс в Объединенной авиастроительной и судостроительной корпорациях, которые начали работать в 2007-2008 гг.

Коммерческий успех фирмы в перспективе связан с изучением сбытовых условий, их динамики в будущем. Маркетинг становится центральным видом деятельности любой фирмы и особенно реализующей инновационную стратегию. По оценкам В.М. Кудрова, до 90% общего числа американских компаний постоянно анализируют тенденции в изменении спроса, появления новых потребностей. Зарубежный опыт свидетельствует: возможность реализации новой технологии растет, если ее разработка происходит параллельно с исследованием ее рыночного потенциала.

Большинство экспертов считает, что в современных условиях успех новой продукции на 70-90% зависит от точности соответствия ее потребительским предпочтениям [40].

Например, фирма Боинг, создавая каждый серийный самолет, учитывает запросы конкретного покупателя. Стремление удовлетворять все потребности заказчиков привело к необходимости создания на фирме группы заказа, которая имеет 400 компьютерных программ, обеспечивающих четыре действия для каждого самолета: создание конфигурации, производственный цикл, способ продажи и контроль за новациями.

Любое даже самое незначительное изменение в серийной машине оборачивается для инженеров тысячами часов работы и обходится в сотни тысяч долларов. Следовательно, нужен своевременный учет тенденций спроса. В противном случае фирма может лишиться доли рынка. Так, например, компания IBM, эффективно доминировавшая на рынке компьютеров в 1970-х – начале 1980-х гг., в течение 1980-х годов потерпела неудачу, не смогла ответить на рыночные изменения, связанные с переходом к менее крупным компьютерным системам, в особенности к рабочим станциям и персональным компьютерам.

Поэтому не случайно неотъемлемой частью инновационной стратегии лидирующих компаний являются программы партнерства, сотрудничества с потребителями, которые ныне осуществляются на базе информационных технологий, значительно интенсифицирующих обратные связи. Например, компания Dow Corning, Inc. организовала так называемое «научное сотрудничество» с потребителями, которое призвано выделять творческий импульс от потребителей и помогать фирме получать выгоду от использования новых рыночных возможностей.

Таким образом, инновационный маркетинг заслуживает самого пристального внимания, тем более, что, по мнению отечественных разработчиков, первое место среди причин плохой диффузии нововведений занимает как раз недостаточный уровень маркетинга [89]. Маркетинг играет

ключевую роль в инновационных процессах последнего поколения. Модель стратегических сетей и начинается, и заканчивается маркетингом, который используется на всем пути от фундаментальных исследований до послепродажного обслуживания готовой продукции [98].

Следует отметить, что в нашей стране в инновационном бизнесе до сих пор отсутствует эффективный маркетинговый механизм продвижения результатов разработок. Это не позволяет отечественным научным предприятиям занять соответствующие позиции на внутреннем и мировом рынке. Так, в компании ЗАО «Нанотехнология МДТ» (г. Зеленоград), созданной в 1991 г., занятой разработкой и производством сканирующих зондовых микроскопов и поставляющей свою продукцию в 18 стран мира, ученые выполняют не только собственные функции, но и пытаются заменить собой маркетолога, менеджера и производителя [15].

Недостаточное государственное финансирование научных организаций требует от них постоянного поиска и корректировки направлений деятельности путем проведения непрерывного научно-технического маркетинга. В этом случае инновационный процесс структурируется уже по иной схеме, в соответствии с которой уже на первом этапе проводится исследование потребностей рынка технологий, формирование инновационного спроса, анализ внутренних и внешних возможностей научного учреждения и выбор направлений работ.

Таким образом, речь идет об использовании **нелинейной модели инновационного процесса**, ключевые признаки которой были раскрыты выше. А поскольку современные инновационные процессы разворачиваются как нелинейные, что это необходимо учитывать при формировании инновационных программ развития технологической инфраструктуры предприятий РКО.

1.3. Анализ направлений совершенствования методического инструментария формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли

Проведенный анализ показал, что в современной литературе практически отсутствуют работы, в которых в полной мере рассматривался бы процесс обоснования вариантов формирования ИнТхИ предприятий РКО, учитывающий следующие особенности:

- ориентацию на поддержку внедрения новых перспективных космических услуг;
- рассмотрение каждого варианта развития ИнТхИ предприятий РКО с точки зрения получаемого положительного эффекта в условиях фактического объема исходных данных;
- учет неопределенности ограничений при планировании реализации вариантов развития ИнТхИ предприятий РКО как по выделяемым ресурсам, так и по возможности реализации в паузах между целевым применением.

Научно-методические основы решения таких задач применительно к рассматриваемой предметной области исследованы, как показывает проведенный анализ, недостаточно.

В этих условиях существующее научно-методическое обеспечение формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий РКО нуждается в совершенствовании. При этом должны быть учтены такие особенности ТхИн, как:

- важность и интенсивность выполняемых задач; структурная и функциональная сложность;
- динамичность – с точки зрения изменений во времени степени загруженности целевыми задачами и дрейфа параметров технического состояния составляющих ТхИн;

- существенная неравнопрочность как в плане запасов остаточного технического ресурса составляющих ТхИн, так и в плане неравномерности морального старения составных частей ТхИн;

- существенная неопределенность, обусловленная недостаточными объемами необходимой для принятия решений информации на интервале планирования развития, вызывающая риски, сопровождающие процессы инвестиций в модернизацию космических средств.

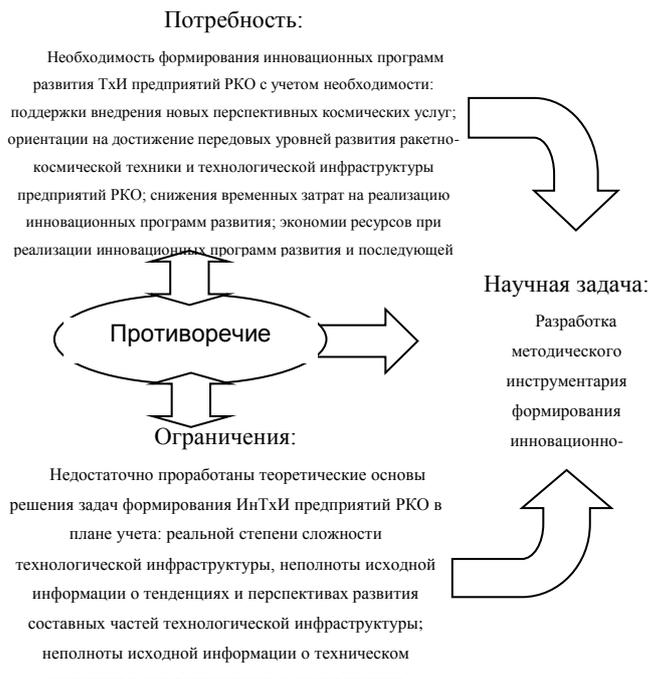


Рис. 1.3.

Таким образом, в настоящее время существует *противоречие* между назревшей потребностью формирования инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях неопределенности информации об условиях развития – с одной стороны, и недостаточной

проработкой теоретических основ и методов решения подобных задач – с другой. Содержание данного противоречия схематически отражено на рис. 1.3.

На основании изложенного можно сделать вывод об актуальности и важности научной задачи разработки методического инструментария формирования ИнТхИ предприятий РКО с учетом неопределенности информации об условиях развития⁴.

Постановка путей решения сформулированной задачи может быть сформулирована следующим образом.

⁴ Под информацией об условиях развития понимаются сведения о целях развития и об ограничениях на возможности развития. – Прим. автора.

При заданных исходных данных:

- о результатах развития рынка космических услуг $S_{\{N\}}^{\acute{o}\tilde{n}\ddot{e}}$;
- о результатах оценивания текущего состояния объектов ТхИн предприятий РКО $\dot{I}_{IS\{K\}}^{\acute{o}\tilde{N}}$;
- о затратах на реализацию вариантов работ \tilde{N}_{ijk} , выделяемых ресурсах $G_{\acute{a}\acute{u}\acute{a}}^{\acute{o}\acute{a}\tilde{n}}$ и разрешенных интервалах проведения работ $T_{\acute{o}\acute{a}\zeta\acute{o}}$

разработать такой методический инструментарий:

$\hat{I}\hat{I} = \{ \dot{I}_{\acute{D}\acute{E}\acute{O}}; \dot{I}_{\acute{I}\acute{D}}^{\acute{o}\acute{i}\acute{d}\acute{i}}; \dot{I}_{\acute{I}\acute{D}}^{\acute{o}\acute{a}\acute{i}\acute{e}}; \dot{I}_{\acute{I}\acute{D}}^{\acute{i}\acute{e}\acute{a}\acute{i}} \}$, который позволил бы обосновать программу инновационного развития ТхИн предприятий РКО, включая:

1. $\dot{I}_{\acute{D}\acute{E}\acute{O}} : IS_{\{M\}}^{\bullet} = \Phi_{\acute{D}\acute{E}\acute{O}}(IS_{\{M\}}; S_{\{N\}}^{\acute{o}\tilde{n}\ddot{e}}; L_{\{Q\}}^{\acute{i}\acute{i}\acute{d}\acute{i}}; \dot{I}_{IS\{K\}}^{\acute{o}\tilde{N}})$ – формирование состава объектов ТхИн предприятий РКО $IS_{\{M\}}^{\bullet}$, нуждающихся в развитии, с использованием опорных параметров развития ТхИн предприятий РКО $L_{\{Q\}}^{\text{опорн.}}$, ориентированных на поддержку перспективных космических услуг $S_{\{N\}}^{\acute{o}\tilde{n}\ddot{e}}$, и оценок фактического ТС $П_{IS\{K\}}^{TC}$;

2. $\dot{I}_{\acute{I}\acute{D}}^{\acute{o}\acute{i}\acute{d}\acute{i}} : V_{\{V\}}^{\acute{I}\acute{D}} = \{x_{ijk}; \tilde{N}_{ijk}\} = \Phi_{\acute{I}\acute{D}}^{\acute{o}\acute{i}\acute{d}\acute{i}}(\Delta \dot{I}_{IS\{K\}}^{\acute{o}\tilde{N}}(x_{ijk}); \tilde{N}_{ijk}; \tilde{N}_{\zeta\acute{a}\acute{a}}); x_{ijk} \in IS_{\{M\}}^{\bullet}$ – формирование множества $V_{\{V\}}^{PP} = \{x_{ijk}; C_{ijk}\}$ вариантов работ и стоимостей их реализации;

3. $\dot{I}_{\acute{I}\acute{D}}^{\acute{o}\acute{a}\acute{i}\acute{e}} : V_{\{V\}}^{\acute{I}\acute{D}\bullet} = \Phi_{\acute{I}\acute{D}}^{\acute{o}\acute{a}\acute{i}\acute{e}}(V_{\{V\}}^{\acute{I}\acute{D}}; L_{\{Q\}}^{\acute{i}\acute{i}\acute{d}\acute{i}})$ – выбор рациональных вариантов развития объектов ТхИн предприятий РКО;

4. $M_{PP}^{\text{план.}} : \Xi_{PP}^{\bullet} = \{v_i; T_i\} = \Phi_{PP}^{\text{план.}}(V_{\{V\}}^{PP\bullet}; T_{\text{разр.}}; G_{\text{выд.}}^{\text{рес.}})$ – формирование планов реализации рациональных вариантов развития с учетом выделенных ресурсов и без перерывов в целевом функционировании объектов ТхИн предприятий РКО.

Взаимосвязь задач исследования и последовательность их решения показаны на рис. 1.4.

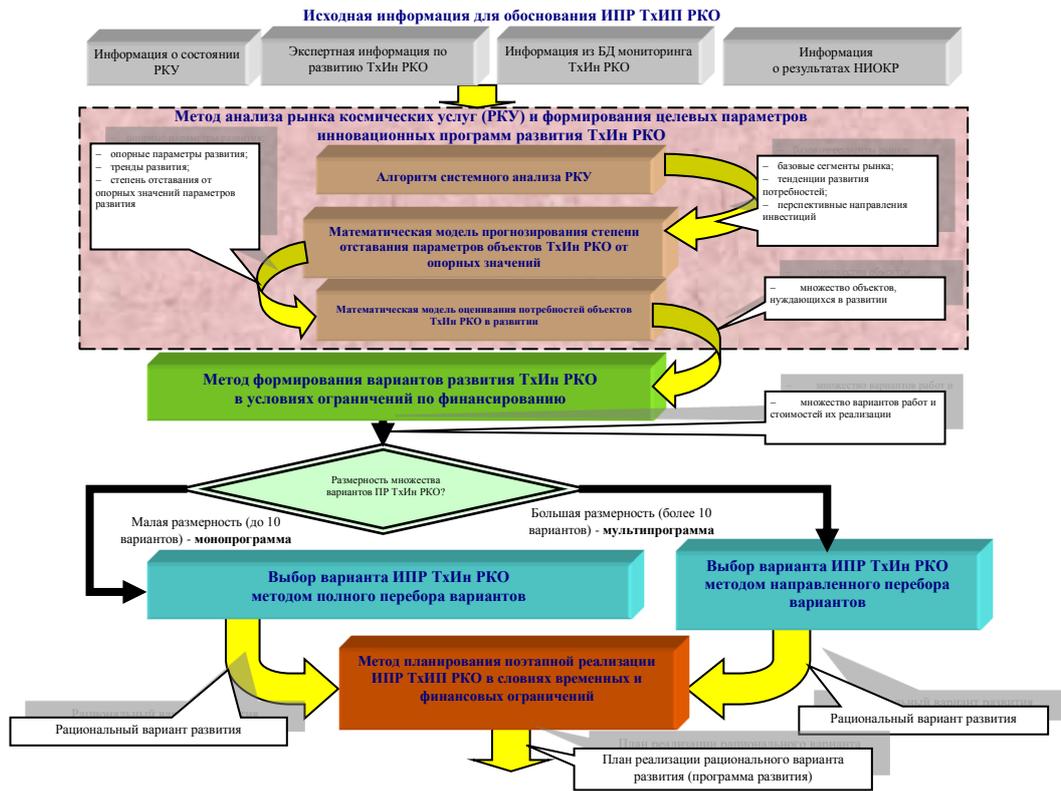


Рис. 1.4.

Таким образом, цель диссертационной работы можно сформулировать следующим образом: необходимо разработать методический инструментальный аппарат формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли, а именно: на основе результатов анализа сущности и содержания процессов управления развитием технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли с учетом действующих технико-экономических факторов; выводов из рассмотрения основных концепций формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли разработать научно-методический аппарат обоснования параметров инновационных программ развития инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.

Кроме того, важно осуществить экспериментальную апробацию методического инструментального аппарата обоснования направлений инновационного развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли.

Раздел 2. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Основным недостатком существующих до настоящего времени способов формирования программ развития ТхИн предприятий РКО было преобладание субъективно-личностных подходов, основанных на качественных оценках целей развития, зачастую слабо связанных с реальными потребностями в развитии ТхИн предприятий РКО и фактическими ограничениями на возможности реализации инновационных программ.

В этих условиях необходимо реализовать системный подход к формированию программ развития ТхИн предприятий РКО. Системный подход должен охватывать все фазы формирования программ развития ТхИн предприятий РК – от анализа рынка космических услуг, оценивания потребностей конкретных объектов ТхИн предприятий РКО в развитии до определения конкретных параметров инновационных программ развития, включающих перечень модернизируемых объектов ТхИн и оптимальные планы их модернизации.

Формирование направлений развития ТхИн предприятий РКО предлагается выполнять в пять последовательных этапов. Данные этапы должны включать: системный анализ рынка космических услуг; прогнозирование степени отставания в развитии параметров объектов ТхИн предприятий РКО; оценивание потребности объектов ТхИн предприятий РКО в развитии; формирование состава модернизируемых объектов ТхИн в условиях ограничений по финансированию; планирование поэтапной реализации инновационных программ развития ТхИ предприятий РКО в условиях временных, финансовых и технологических ограничений.

Ниже раскроем детально особенности выполнения перечисленных этапов и приведем соответствующее методическое обеспечение.

2.1. Методические основы системного анализа рынка космических услуг

В период становления и развития рыночно ориентированной экономики государства эффективное развитие космической отрасли невозможно без ориентации на максимальное удовлетворение спроса на космические услуги. Поэтому одним из важнейших аспектов планирования развития космической отрасли в целом и наземной космической инфраструктуры – в частности, становится исследование рынка космических услуг (РКУ). Кроме того, в целях информационного обеспечения формирования предложения космических услуг с учётом изменяющегося спроса необходимо изучение особенностей функционирования конкретных субъектов рынка космических услуг (СБРКУ).

Под изучением рынка космических услуг будем понимать деятельность по получению и целенаправленному анализу информации о состоянии, тенденциях развития и качественных изменениях всех составляющих процесса формирования и удовлетворения спроса на космические услуги.

В интересах исследования конъюнктуры рынка услуг конкретного СБРКУ должна быть создана методологическая концепция и сформирован методический аппарат такого изучения. При осуществлении исследований по изучению рынка должен соблюдаться научный подход, базирующийся на принципах объективности, точности, целенаправленности, комплексности и систематичности.

Объективность означает, что исследования проводятся без существенных допущений, приводящих к искажению реальной ситуации на РКУ, и при этом учитываются все основные присутствующие факторы.

Точность характеризует результаты применения научно-методического аппарата исследования, который должен тщательно разрабатываться и использоваться так, чтобы не нарушалось условие адекватности системы разработанных моделей реальной предметной области исследования.

Целенаправленность означает, что исследование должно быть тесно увязано с плановыми целями и задачами, стоящими перед СБРКУ.

Комплексный подход к изучению рынка космических услуг предполагает исследование всех составных частей и сегментов рынка во взаимосвязи с воздействующими на него условиями и факторами социально-экономического развития мировой, национальной и региональной экономики, а также группы факторов внутреннего (по отношению к данному рынку) характера.

Всю совокупность субъектов и сил (факторов), активно действующих и влияющих на конъюнктуру РКУ, будем называть окружающей средой РКУ.

Принято различать макро- и микросреды. Макросреда включает в себя факторы широкого плана: политические, правовые, экономические, демографические, географические, национальные, социокультурные, научно-технические, технологические и др. Микросреда представлена субъектами (конкретными организациями, группами и отдельными лицами), имеющими непосредственное отношение к данному субъекту РКУ и его возможностям.

При этом микросреда подразделяется на три группы факторов:

- факторы, не контролируемые руководством СБРКУ (включая конкурирующих поставщиков космических услуг, их контрагентов, пользователей и т.п.);

- факторы, частично контролируемые руководством СБРКУ (выбор и коррекция сферы деятельности, определение целей, установление места и роли изучения РКУ в организации, общий уровень профессионализма и др.);

- факторы, полностью подконтрольные службе изучения РКУ СБРКУ: выбор целевых рынков, в том числе по размерам, особенностям и глубине разработки; цели маркетинговой деятельности, в том числе в отношении имиджа СБРКУ, путей продвижения его космических услуг; тип организации маркетинговой службы; выбор коммуникационных средств; внесение коррективов в ходе выполнения маркетинговых действий и решения задач.

Систематичность наблюдений и анализа предполагает постоянное обновление информации, касающейся изменения внешней среды, всех аспектов маркетинговой деятельности и соответствия этой деятельности принятым целям изучения РКУ.

Важным требованием к изучению РКУ является дифференцированный подход. Он означает учёт различий в предпочтениях пользователей и ориентацию услуг на конкретные группы пользователей. Поэтому углублённое исследование РКУ предполагает необходимость его рассмотрения как дифференцированной структуры, определяемой группами пользователей и потребительскими свойствами услуг, что в широком смысле означает понятие – рыночная сегментация.

Рыночная сегментация представляет собой, с одной стороны, метод для нахождения составных частей рынка и определения объектов, на которые направлена маркетинговая деятельность СБРКУ. С другой стороны – это управленческий подход к процессу принятия решений на РКУ, основа для разработки рыночной стратегии и выбора правильного сочетания элементов изучения РКУ.

Прежде чем осуществлять сегментацию рынка космических услуг, целесообразно провести его классификацию по признакам, отражающим особенности услуг, пользовательских предпочтений, условий деятельности СБРКУ на рынке. Полученная в процессе исследования информация используется для формирования программы и осуществления деятельности СБРКУ, направленной на *получение наибольших преимуществ (экономических, оборонных, политических и др.) при наиболее полном удовлетворении потребностей рынка и запросов различных групп пользователей.*

Исследование рынка осуществляется обычно в двух разрезах:

- оценка значений рыночных параметров для текущего момента времени;

- получение прогнозных значений оценок рыночных параметров для будущих моментов (интервалов) времени.

Для обеспечения стабильного функционирования СБРКУ в условиях динамично меняющейся рыночной среды необходима научная разработка маркетинговой политики и формирование научно-методического аппарата прогнозирования предложения услуг.

Информационное обеспечение этой задачи предусматривает анализ состояния окружающей среды РКУ, перспектив развития РКУ и инноваций, выявление требований и ограничений к предоставляемым космическим услугам, выявление факторов, формирующих предложение космических услуг и спрос на них.

Для адаптации к условиям конкурентной борьбы, выработки эффективной конкурентной стратегии и обеспечения преимуществ над конкурентами необходимо провести всесторонний анализ конкурентной среды, деятельности конкурентов, конкурентоспособности СБРКУ и его услуг на рынке.

Структура процесса системного исследования РКУ, включая основные направления и задачи исследования рынка космических услуг, представлена на рис. 2.1.

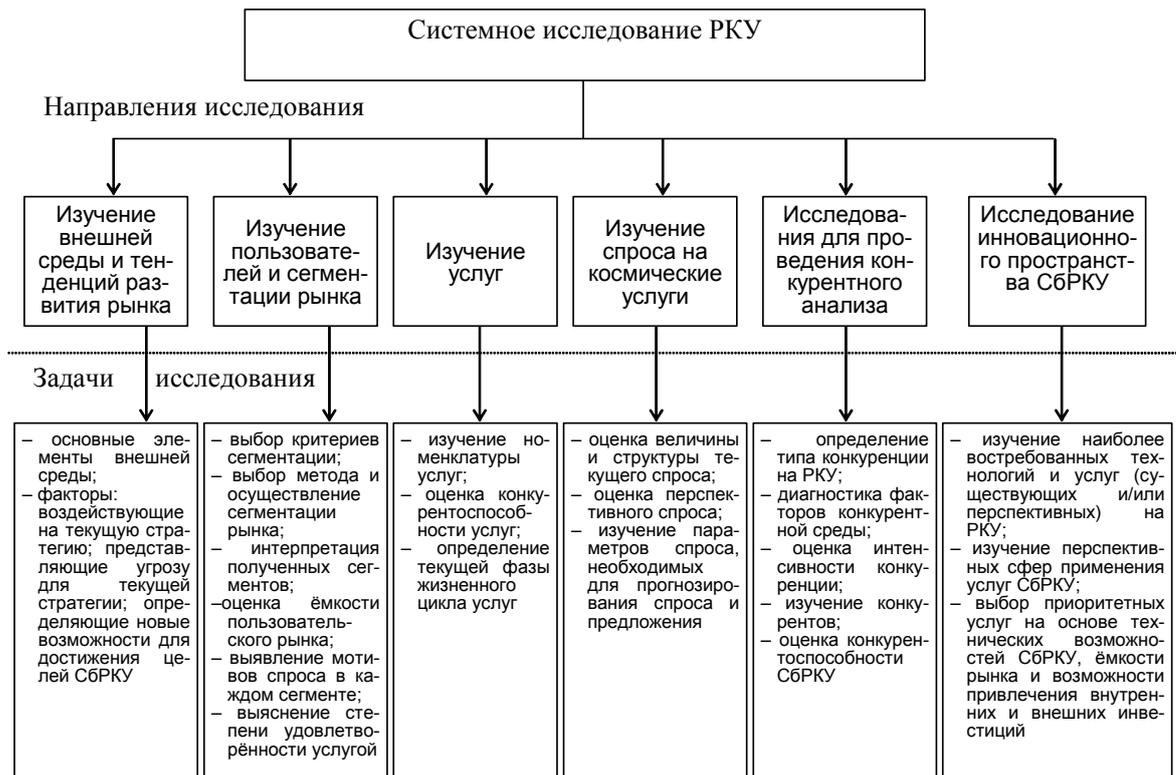


Рис. 2.1. Структура процесса системного исследования РКУ

Таким образом, исследование рынка космических услуг носит многоцелевой характер и должно проводиться по следующим направлениям:

- изучение тенденций развития рынка космических услуг;
- изучение предоставляемых космических услуг;
- анализ пользователей космических услуг;
- изучение спроса на космические услуги;
- анализ факторов конкуренции на РКУ;
- анализ инновационных возможностей СБРКУ.

В соответствии с методологической концепцией исследования рынка космических услуг разработана методика системного анализа рынка космических услуг, которая включает объекты исследования, раскрывает содержание процедур исследования, а также особенности сбора необходимой информации.

Методика содержит несколько этапов, включающих постановку задачи, концепцию сбора информации; изучение внешней среды и тенденций развития рынка; сегментацию рынка и определение главных пользователей

традиционных услуг; изучение спроса на традиционные космические услуги; изучение базовых услуг; изучение пользователей традиционных услуг; изучение параметров спроса, необходимых для прогнозирования спроса и предложения; конкурентный анализ рынка базовых услуг.

Цели и задачи исследования сформированы таким образом, чтобы можно было представить полную информационную картину рынка космических услуг и максимально отразить специфику деятельности СБРКУ.

Рассмотрим основные этапы системного анализа рынка космических услуг.

Этап 1. Изучение внешней среды и тенденций развития рынка космических услуг.

Анализ внешней среды представляет собой процесс, посредством которого оцениваются внешние по отношению к СБРКУ факторы, определяющие возможности развития и ограничения для его текущей и дальнейшей деятельности. Оценка производится по таким факторам, которые:

- воздействуют на текущую стратегию;
- представляют угрозу для текущей стратегии;
- определяют новые возможности достижения целей деятельности СБРКУ.

Возможности развития и ограничения для текущей и дальнейшей деятельности СБРКУ формируются факторами как макро-, так и микросреды. Поэтому необходимо рассмотреть воздействие на деятельность СБРКУ всех факторов внешней среды.

Степень развития РКУ, условия деятельности в рамках рынка во многом диктуются особенностями конкурентного окружения. Очевидно, что конкурентная среда СБРКУ, являясь частью его внешней среды, должна быть предметом самостоятельного изучения и оценки.

На этом этапе исследования должны быть получены ответы на следующие вопросы.

1. На каком рынке действует СБРКУ: каковы основные элементы внешней среды рынка, на котором функционирует СБРКУ и взаимосвязи между этими элементами; в каких областях макросреды для СБРКУ существуют наиболее значительные возможности и угрозы: политической, экономической, правовой, социально-демографической, научно-технической? Каковы силы и последствия воздействия этих факторов на деятельность СБРКУ?

2. Какие космические услуги предоставляются на рынке?

3. Какова классификация РКУ с учётом особенностей его состава и характера предоставляемых услуг?

Классификация рынка проводится по следующим критериям: территориальный охват; рыночный механизм воздействия государства; специфика услуг; степень зрелости рыночных отношений; срок предоставления космической услуги; соотношение спроса и предложения; характер конечного использования; способность удовлетворять потребности определённых групп пользователей; степень вовлечённости потребителя в процесс предоставления услуг; тип потребления; тип конкуренции. Исследование носит описательный характер. Основным методом является обзорное исследование с применением методов анализа статистической и аналитической информации. Используется вторичная информация, собранная и систематизированная в ходе конкурентного анализа, полученная из маркетинговой базы данных СБРКУ, а также специальных изданий.

Этап 2. Сегментация рынка и определение главных пользователей традиционных услуг.

В рамках исследования объектом сегментации являются пользователи традиционных услуг СБРКУ, а целью сегментации рынка является определение основных групп пользователей и выявление главных пользователей (целевых сегментов), на которых следует ориентироваться при изучении потребительских намерений, предпочтений, мотивации и факторов, влияющих на спрос.

В процессе сегментации решаются следующие задачи: выбор критериев сегментации; выбор метода и осуществление сегментации рынка; интерпретация полученных сегментов; выбор для дальнейших исследований тех сегментов, к которым принадлежат главные пользователи (целевые сегменты). Для определения совокупности потребителей, пользующихся той или иной основной услугой, и выявления главных из них проводится сплошное единовременное обследование пользователей по основным видам услуг. В процессе обследования устанавливается общая численность пользователей услуг и размер доходов, полученных от них за рассматриваемый при обследовании интервал времени предоставления космических услуг. Источником информации является база данных подразделения изучения РКУ СБРКУ.

Анализ данных включает:

а) формирование критериев сегментации. Критерии, лежащие в основе сегментации рынка, должны удовлетворять следующим требованиям: поддаваться измерению в нормальных условиях исследования рынка; отражать дифференциацию пользователей; выявлять различия в структурах рынка; способствовать пониманию специфики рынка. В теории маркетинговых исследований рассматривается множество вариантов определения критериев сегментирования потребителей в зависимости от целей исследования. При этом необходимо учитывать особенности функционирования и специфику потребительских свойств услуг СБРКУ в целях изучения потребительских намерений, предпочтений, мотивации и факторов, влияющих на спрос;

б) проведение сегментации, определение главных пользователей. Собранные первичные данные группируются в сегменты и подсегменты в соответствии с выбранными критериями и порядком сегментации пользователей. По каждому пользователю подсегмента подсчитывается удельный вес доходов (полученных от него субъектами РКУ за время проведения обследования) в общих доходах по данному подсегменту. После

этого пользователи данного подсегмента располагаются в порядке убывания удельных весов доходов в общих доходах по данному подсегменту и, начиная с максимального удельного веса, выбирается столько потребителей, чтобы в сумме это составляло для РКУ 75-80% доходов по данной услуге.

Этап 3. Изучение спроса на традиционные космические услуги.

Важнейшим направлением исследования рынка является определение величины спроса на космические услуги различного вида. В теории изучения РКУ под спросом на услугу подразумевается не всякая потребность, а лишь та, которая подтверждена платёжеспособностью потенциальных пользователей. Рыночный спрос определяется как «объём продаж на определённом рынке (частном или совокупном) определённой марки товара или совокупности марок товара за определённый период времени». На величину спроса оказывают влияние, как неконтролируемые факторы внешней среды, так и маркетинговые факторы, представляющие собой совокупность маркетинговых усилий, прилагаемых на рынке конкурирующими СБРКУ. В зависимости от уровня маркетинговых усилий различают первичный спрос, текущий спрос и рыночный потенциал.

Этап 4. Изучение базовых услуг.

Под изучением базовых услуг понимается исследовательский процесс по обобщению и анализу информации о номенклатуре, потребительских свойствах, качественных параметрах предоставляемых услуг, соответствующих требованиям лицензирования и сертификации. Исследование проводится по каждой услуге традиционной номенклатуры.

Этап 5. Изучение пользователей традиционных услуг.

В соответствии с конечными целями исследования РКУ в процессе изучения пользователей традиционных услуг необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциал потребительского рынка, гарантирующий функционирование и развитие СБРКУ на ближайшую перспективу. Эта задача

решается путём выяснения намерений пользователей по дальнейшему пользованию услугами СБРКУ;

- выявить мотивы спроса в каждом сегменте рынка;
- выяснить степень неудовлетворённости конкретной услугой.

Этап 6. Изучение параметров спроса, необходимых для прогнозирования спроса и предложения.

Изучение и прогнозирование спроса по основным традиционным видам услуг проводится у главных пользователей космических услуг на основании анкетного опроса. На первом этапе определяются и изучаются факторы, формирующие спрос на исследуемые космические услуги. Факторы рассматриваются в разрезе основных традиционных услуг СБРКУ отдельно по каждому сегменту рынка. При отборе факторов для изучения и прогнозирования спроса необходимо учитывать опыт специалистов по маркетингу, мнения экспертов. В зависимости от источника информации о факторах спроса количественная оценка спроса и существенности факторов проводится с использованием данных статистического учёта и официальной статистики, а также посредством социологического обследования главных пользователей услуг. Обработка анкет производится по принятой методике с составлением промежуточных и выходных таблиц, обобщающих результаты опроса пользователей.

Анализ данных для прогнозирования спроса осуществляется с применением методов корреляционно-регрессионного анализа, балльно-статистического метода. В результате этого анализа выявляется существенность первоначально описанных факторов, производится отсев незначимых факторов и устанавливается зависимость спроса от формирующих его существенных факторов с целью последующего его прогнозирования. Прогнозирование спроса осуществляется по данным о фактическом уровне потребления услуг (спроса) и установленных факторах, влияющих на его величину и динамику в перспективе.

Этап 7. Конкурентный анализ рынка базовых космических услуг.

Целью данного направления исследования является сбор и анализ информации для выработки эффективных конкурентных стратегий СБРКУ на рынке базовых услуг. Выбор параметров исследования основывается на теоретических положениях изучения РКУ, касающихся вопросов конкуренции, и учитывает особенности функционирования СБРКУ на рынке.

Особенности и структура конкурентной среды определяются типом конкуренции на рынке космических услуг. Для поиска и обоснования наиболее приемлемых принципов взаимоотношений с СБРКУ, функционирующими на рынке космических услуг, необходимо знание сущности, видов и методов конкуренции на конкурентном рынке и границ его государственного и международного регулирования.

Говоря о конкуренции с позиции отдельных СБРКУ и космической отрасли в целом, можно выделить следующие её виды:

- функциональная, т.е. удовлетворяющая одни и те же потребности в различных формах;
- видовая – конкуренция между производителями аналогичных услуг, отличающихся потребительскими свойствами;
- межфирменная, т.е. конкуренция между производителями одинаковых услуг, отличающихся лишь качеством исполнения или сопровождения, а зачастую и одинаковых по качеству.

Основными методами конкуренции являются ценовое и неценовое соперничество. Ценовая конкуренция ведётся путём маневрирования ценами в целях наиболее выгодного использования рыночной конъюнктуры. В неценовой конкуренции используются средства, не имеющие непосредственного отношения к ценам, например, улучшение качества услуг, реклама, организация выставок и т.п.

Этап 8. Диагностика факторов конкурентной среды.

Конкурентная среда определяется рядом факторов, которые необходимо выделить и оценить. При этом необходимо установить новых конкурентов и выявить:

- есть ли в настоящее время потенциальные конкуренты для рынка, на котором функционирует СБРКУ;

- какие факторы определяют условия появления новых конкурентов на рынке СБРКУ;

- появились ли космические услуги-заменители. Обострить конкуренцию может появление услуг, эффективно удовлетворяющих те же потребности, но иным способом;

- каково воздействие пользователей.

Влияние пользователей на интенсивность конкуренции может быть значительным. Если, например, в данном сегменте рынка существует высокая степень стандартизации услуг и у пользователя нет существенных препятствий в смене СБРКУ, или стоимость услуг составляет существенную долю в расходах пользователя, что делает его чувствительным к изменению тарифов, качества и других коммерческих характеристик услуг.

Не все параметры, определяющие ориентацию СБРКУ в области конкуренции, являются управляемыми. Многие из них диктуются средой конкуренции. Диагностика факторов конкурентной среды необходима для формирования более полного и точного представления о внутренних мотивах поведения конкурентов. Она включает два этапа:

- 1) выявление факторов (структуры) конкурентной среды;
- 2) анализ ключевых характеристик выявленных факторов. По каждому выявленному фактору конкурентной среды анализируется ряд ключевых характеристик, которые отражают степень угрозы со стороны данного фактора для текущей и будущей позиции СБРКУ на рынке.

Появление новых конкурентов приводит к перераспределению рыночных долей, принадлежавших ранее СБРКУ. Уровень «входного барьера» определяется совокупностью политических, экономических, технических и организационных условий для предоставления космических услуг.

Одной из важнейших характеристик активности конкурентной среды СБРКУ является степень противодействия конкурентов в борьбе за пользователей и новые рыночные ниши. Это показатель интенсивности конкуренции. Ввиду сложности непосредственной оценки взаимоотношений факторов конкурентной среды возможно косвенное измерение интенсивности конкуренции, основанное на оценке реально контролируемых следствий данных отношений. Выделяют три агрегированных фактора, определяющих интенсивность конкуренции:

- характер распределения рыночных долей между конкурентами;
- темпы роста рынка;
- рентабельность рынка.

Одним из наиболее общих выражений степени достижения целей конкурента можно считать его фактическую долю в общем объёме реализации услуг на данном рынке. Она, отражая наиболее важные результаты конкурентной борьбы, показывает степень доминирования предприятия на рынке, его возможность влиять на объёмные и структурные характеристики спроса и предложения по рассматриваемой услуге или группе услуг.

Для оценки характера распределения рыночных долей между конкурентами обычно используются несколько показателей.

1. Коэффициент концентрации – CR_n , представляющий собой долю трёх (CR_3) или четырёх (CR_4) наиболее крупных участников РКУ в общей величине данного рынка. Этот показатель позволяет оценить степень монополизации рынка:

- если значение $CR_n > 70\%$ – рынок высококонцентрированный;
- если $45\% < CR_n < 70\%$ – рынок умеренно концентрированный;
- если $CR_n < 45\%$ – неконцентрированный рынок.

2. Индекс Херфиндала – Хершмана (НИ), который представляет собой оценку распределения рыночных долей с помощью суммы квадратов рыночных долей конкурентов:

$$\text{НИ} = \sum_{i=0}^n D_i^2,$$

где D_i – доля i -го СБРКУ в общем объёме реализации космических услуг;
 n – общее число СБРКУ.

Индекс Херфиндала – Хершмана даёт более точную характеристику степени монополизации рынка. В соответствии со значением этого индекса РКУ классифицируются следующим образом:

- при $\text{НИ} > 0,18$ речь идёт о высокой концентрации рынка;
- при $0,1 < \text{НИ} < 0,18$ – концентрация на рынке умеренная;
- при $\text{НИ} < 0,1$ – степень концентрации слабая.

Для определения конкурентной позиции конкретного СБРКУ проводятся исследования конкурентоспособности СБРКУ в целом, его услуг и маркетинговой деятельности, направленной на продвижение этих услуг.

В маркетинге для оценки конкурентоспособности космических услуг (услуг) широко используется понятие «качество/цена». Коэффициент, характеризующий это понятие, определяется отношением качества товара (космические услуги) к его цене, выраженных в некоторых условных единицах. Чем больше значение коэффициента, тем выше качество продукта при равных ценах. Следовательно, услуга, имеющая большое значение коэффициента «качество/цена» при одинаковой стоимости на рынке более конкурентоспособна. Если стоимость предоставления двух услуг существенно различается, вывод о предпочтении одной услуги над другой только лишь на основании анализа стоимости в конкурентной борьбе неправомерен, поскольку возможны одинаковые значения коэффициента для космических услуг с низким качеством и низкой ценой, со средним качеством и средней ценой, с высоким качеством и высокой ценой.

Для определения конкурентоспособности услуг используется следующая методика. За основу принят коэффициент «качество/цена», при этом понятие «качество космической услуги» заменено нормируемым интегральным коэффициентом пользовательского качества (НИК), который

включает в себя интегральный коэффициент качества и интегральный коэффициент доверия.

Коэффициент конкурентоспособности космической услуги определяется по формуле:

$$K_{КС} = \text{НИК} / (\text{Ц}_{КУ})^2.$$

Числитель характеризует полезность, качество и необходимость космической услуги, по мнению пользователя. Чем больше значение числителя, тем более привлекательна услуга для пользователя.

Знаменатель $\text{Ц}_{КУ}$ характеризует выгодность приобретения космической услуги. Чем ниже цена, тем выгоднее услуга для пользователя. Анализ рынка различных космических услуг показывает, что в конкурентной борьбе выигрывает тот товар, динамика роста потребительского качества которого выше динамики цены на него. В связи с этим в коэффициенте конкурентоспособности используется квадрат нормируемой цены.

Разработанные на основе специально организованного обследования пользователей и опроса специалистов-экспертов составляющие нормируемого интегрального коэффициента пользовательского качества для услуг конкретного СБРКУ и шкалы для их измерения приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Составляющие нормируемого интегрального коэффициента пользовательского качества для услуг конкретного СБРКУ

Наименование коэффициента	Свойства космической услуги, характеризующие коэффициентом	Интервал значений коэффициента
1. Коэффициент качества космической услуги	Качество обеспечения потребности пользователя	0÷5
2. Коэффициент технического сервиса	Уровень технической поддержки предоставляемой услуги	0÷3
3. Коэффициент качества обслуживания клиента	Уровень обслуживания клиентов (кроме технического обслуживания)	0÷3
4. Коэффициент совершенствования качества	Постоянное совершенствование используемых технологий и внедрение новых услуг	0÷2

Наименование коэффициента	Свойства космической услуги, характеризующие коэффициентом	Интервал значений коэффициента
5. Интегральный коэффициент качества	$\Sigma(\text{п.1}+\text{п.4})$	$0 \div 13$
6. Коэффициент доверия к СБРКУ	Имидж СБРКУ на рынке	$-1 \div 3$
7. Коэффициент интенсивности рекламы	Активность рекламной компании	$-1 \div 2$
8. Интегральный коэффициент доверия к услуге	п.6 + п.7	$-2 \div 6$
9. Нормируемый интегральный коэффициент качества космической услуги	п.5 + п.8	$-2 \div 19$

Интервал значений каждого из коэффициентов выбирается, исходя из его совокупного положительного или отрицательного воздействия на принятие решения пользователем о приобретении космической услуги. Например, минимальное значения для коэффициента интенсивности рекламы равно -1 , так как отсутствие рекламы или антиреклама приведут к потере части потребительского рынка. Нормируемый интегральный коэффициент пользовательского качества включает всю совокупность факторов, присущих услуге, которые влияют на выбор пользователя и нормируются в соответствии с таблицей 2.1.

Для определения конкурентоспособности конкретного СБРКУ и СБРКУ конкурентов собирается информация о таких показателях маркетинговой деятельности, как:

- тарифная политика – методика установления тарифов и гибкость тарифной политики (реагирование на новые рыночные условия, различие для разных рыночных сегментов и потребителей, изменение тарифов по времени, использование ценовых скидов и надбавок, соотношение цены и качества космических услуг);

- способы и методы продвижения услуг: реклама (виды рекламы, используемые СМИ, интенсивность, степень агрессивности, качество содержания рекламных сообщений и т.п.); прямой маркетинг; участие в выставках различного уровня; методы стимулирования распространения услуг.

Кроме того, проводится опрос экспертов-специалистов о сильных и слабых сторонах СБРКУ по сравнению с СБРКУ-конкурентами, а также определяются преимущества и недостатки конкурентов.

Этап 9. Деятельность конкурентов отрасли.

Для проведения данного исследования представляется целесообразным выбрать:

- реальных конкурентов, поставляющих аналогичные космические услуги и представляющих угрозу бизнесу СБРКУ в его рыночной нише;
- конкурентов, поставляющих космические услуги-заменители;
- потенциальных конкурентов, которые могут появиться по тем или иным причинам.

По каждому конкуренту выясняется:

- правовое положение (форма собственности);
- учредители;
- вид и общая характеристика деятельности и предоставляемых услуг;
- организационная структура;
- банки, через которые фирма-конкурент осуществляет свои операции;
- основные группы пользователей значимых услуг;
- основные цели конкурентов на рынке:
 - а) увеличение рыночной доли;
 - б) получение максимальной прибыли;
 - в) сохранение существующей рыночной доли;
 - г) окупаемость затрат;
 - д) другие;
- особенности стратегии и тактики конкурентов;
- способы достижения цели;
- преобладающий тип конкурентного поведения: рыночный лидер, рыночный претендент, рыночный последователь, СБРКУ, действующий в рыночной нише;

- технические характеристики услуг конкурентов по сравнению с СБРКУ;
- возможности конкурентов по расширению услуг в сравнении с возможностями СБРКУ;
- финансовое состояние СБРКУ: доля собственного капитала (%), оценка ликвидности (отн. ед.), показатели эффективности деятельности (уровни рентабельности, %);
- уровень квалификации персонала СБРКУ-конкурентов по сравнению с СБРКУ;
- имидж СБРКУ и каждого СБРКУ-конкурента, репутация на рынке среди СБРКУ и у пользователей (используются сложившиеся, общепринятые мнения и экспертные оценки);
- политика СБРКУ и конкурентов по внешней предпринимательской среде, характеризующая способность СБРКУ управлять в позитивном плане своими отношениями с партнёрами, государственными и местными властями, прессой, деловыми кругами и т.д.;
- воздействие пользователей.

Проведённые исследования рыночной среды и конкурентный анализ позволяют:

- выявить конъюнктурные изменения на рынке услуг СБРКУ, заключающиеся в утрате СБРКУ монопольных позиций в результате изменения конкурентной среды, в изменении структуры спроса и потере части пользователей основных услуг СБРКУ;
- выявить основные факторы, оказывающие влияние на состояние конкурентной среды, наиболее значимые из них – это факторы социально-политического характера, оказывающие опосредованное, но значительное влияние через воздействие на потребности в высококачественных космических услугах, и платёжеспособность пользователей СБРКУ; технологические факторы, означающие, с одной стороны, применение СБРКУ-конкурентами новых технологий, способных уменьшить величину

спроса на некоторые космические услуги и ограничить область деятельности СБРКУ, с другой стороны, появление перспективных (инновационного характера) технологий, способных расширить рынок СБРКУ и др.;

- выявить основных действующих конкурентов и характер их влияния на состояние РКУ;

- определить конкурентоспособность услуг СБРКУ;

- классифицировать рынок услуг СБРКУ по ряду признаков: территориальному охвату пользователей; характеру конечного использования космических услуг; специфике космических услуг; способности удовлетворять потребности определённых групп пользователей; степени вовлечённости пользователя в процесс реализации услуг; соотношению спроса и предложения; степени влияния маркетинговой деятельности на величину спроса; степени зрелости рыночных отношений; рыночному механизму воздействия государства и типу конкуренции.

СБРКУ как участник высокоразвитого рынка космических услуг предоставляет на сегодняшний день космические услуги, которые требуют использования наиболее совершенных технологий и оборудования. Однако законы рынка требуют обновления услуг для выживания в конкурентной борьбе и для удовлетворения существующих и появляющихся потребностей пользователей. В борьбе за сохранение и увеличение доли рынка стратегия разработки новых услуг и введения инноваций является наиболее эффективной, но и одновременно более сложной.

Предлагаемый подход к успешному ведению инновационной деятельности СБРКУ основан на анализе инновационного пространства СБРКУ.

Инновационное пространство – это система взаимосвязей и взаимозависимостей между новыми технологиями, новыми услугами, СБРКУ и рыночной средой.

Для СБРКУ характерны следующие направления расширения инновационного пространства:

- внедрение новых технологий разработки и создания РКТ и ТхИн;
- использование новых технологий для предоставления новых (для рынка или СБРКУ) космических услуг (связь, навигация, зондирование Земли).

Ведение инновационной политики СБРКУ предполагает определение новой космической услуги следующим образом:

- качественно совершенно новая услуга;
- услуга, имеющая значительные усовершенствования по сравнению с уже представленными на рынке;
- услуга, имеющая некоторые усовершенствования;
- услуга, обладающая так называемой рыночной новизной, т.е. уже имеющая опыт реализации на конкретном рынке и внедряемая в новую рыночную нишу.

Под инновационной политикой СБРКУ следует понимать совокупность управленческих методов, обеспечивающих интеграцию всех видов нововведений и создание условий, стимулирующих инновации во всех областях производственно-рыночной деятельности. Можно выделить четыре элемента реализации инновационной политики:

- разработка концепции новой космической услуги;
- проектирование и организация создания космической услуги;
- внедрение космической услуги;
- наблюдение за ходом и последствиями её реализации.

Последовательность и содержание основных этапов реализации инновационной политики СБРКУ представлены на рис. 2.2.

Разработка концепции новой космической услуги включает в себя определение потребности в инновации; формирование портфеля требований пользователей; непосредственный поиск идеи новой космической услуги, соответствующей этим требованиям; её разработку, а также определение целесообразных временных параметров внедрения космической услуги на рынке.

Выбор инновационной идеи должен осуществляться в условиях множественности вариантов и использования принципиально верной критериальной базы. При этом следует иметь в виду, что чем большее число рассматриваемых вариантов включает множество, тем более обоснован результат.

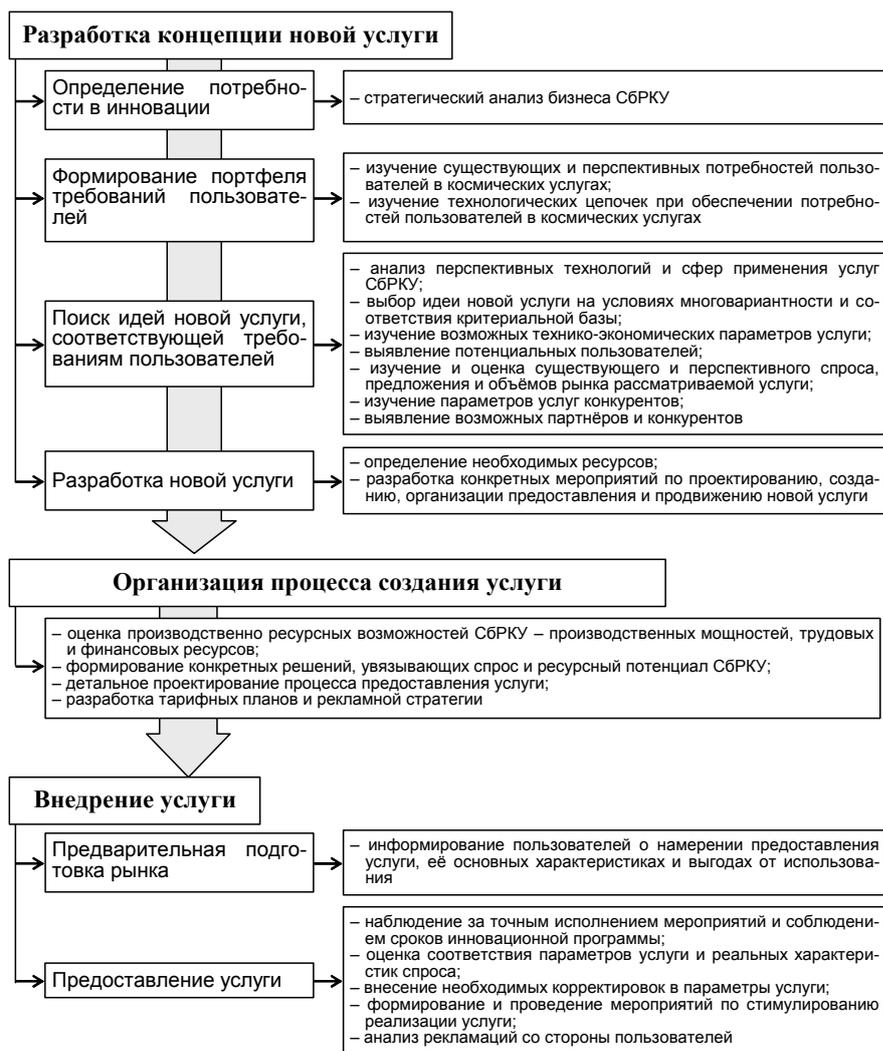


Рис. 2.2. Последовательность и содержание основных этапов реализации инновационной политики СБРКУ

В рамках первого этапа проводится исследование по изучению возможных технико-экономических параметров новой космической услуги, выявлению потенциальных потребителей, изучению и оценке существующего и перспективного спроса, изучению параметров услуг конкурентов, выявлению возможных поставщиков и партнёров.

Итогом первого этапа является разработка концепции новой космической услуги, в которой содержатся цель, ресурсы и конкретные мероприятия по проектированию, организации производства и продвижению новой космической услуги, включая требования к наземной космической инфраструктуре. Требования к НКИ могут быть сформированы в виде вектора опорных значений параметров развития.

Опорные параметры развития определяются по принципу создания необходимых условий для реализации перспективных космических услуг, они включают требования к тактико-техническим и эксплуатационно-техническим параметрам объектов НКИ (по составу и качеству выполнения целевых задач, уровню надежности и долговечности, экономичности эксплуатации и т.п.). Могут выступать в качестве как передовых предельно достижимых значений, так и крайне нежелательных (критичных) значений.

В соответствии с результатами оценки и выбора инновационной идеи производится детальное проектирование процесса создания и предоставления новой космической услуги. Проектирование учитывает ресурсные ограничения, заложенные в программе развития новой космической услуги, и формирует конкретные решения, взаимоувязывающие спрос и ресурсный потенциал СБРКУ.

Оценка производственно-ресурсных возможностей включает: определение необходимых научных и производственных мощностей, сравнение с имеющимися резервами и, в случае необходимости, составление перечня дополнительных мощностей; определение потребности в трудовых ресурсах; определение необходимого объема финансовых ресурсов; определение общей суммы инвестиционных затрат на внедрение новой космической услуги; анализ наличия собственных средств СБРКУ; изучение возможностей получения дополнительных инвестиций на приемлемых условиях; оценка годовых эксплуатационных расходов и себестоимости вводимой космической услуги; определение срока окупаемости инвестиций и разработка мероприятий по снижению инвестиционных рисков.

Алгоритм оценки научно-производственно-ресурсных возможностей СБРКУ по внедрению новой космической услуги представлен на рис. 2.3.

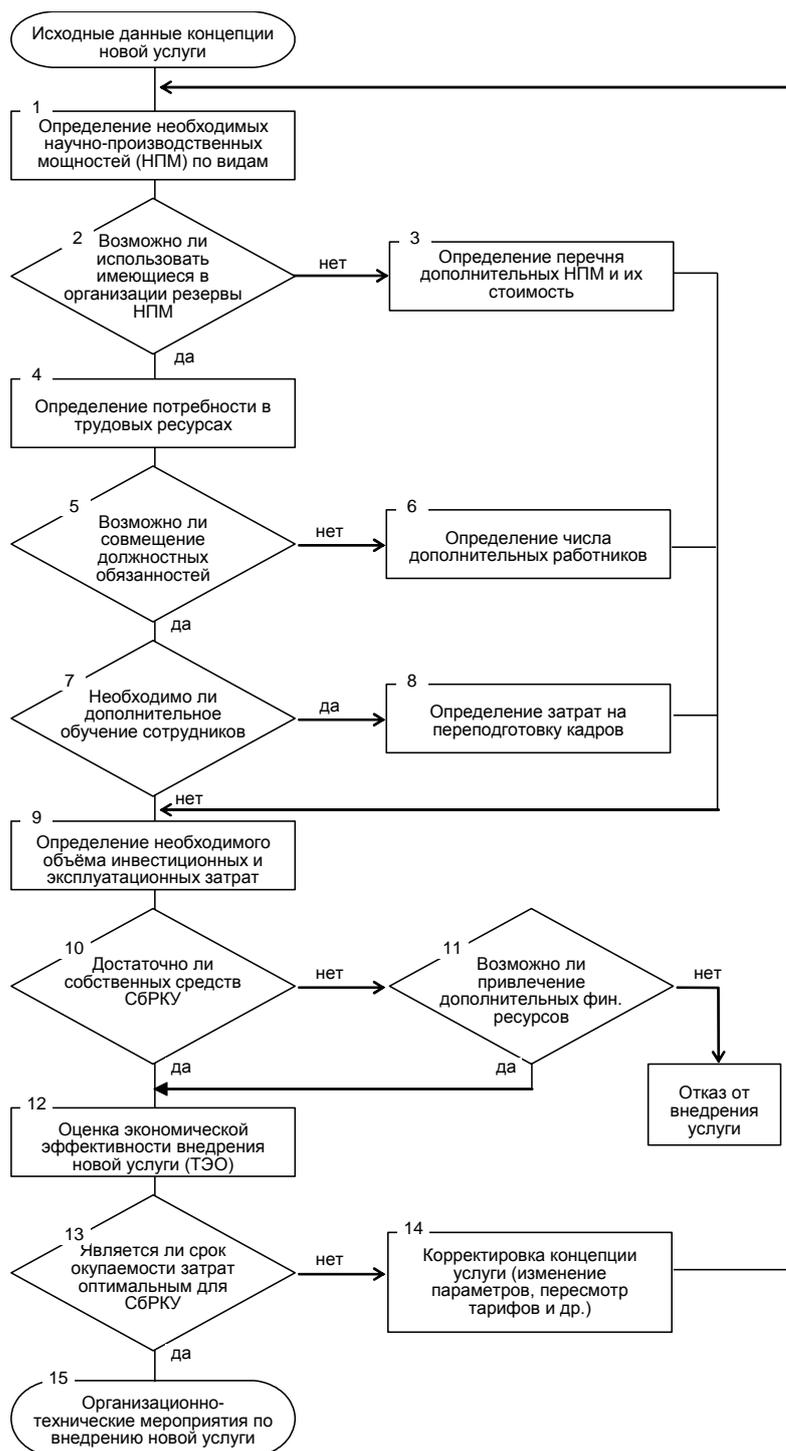


Рис. 2.3. Блок-схема алгоритма оценки научно-производственных ресурсных возможностей СБРКУ по внедрению новой космической услуги

В рамках этого этапа разрабатываются тарифы и стратегия внедрения новой космической услуги.

Этап внедрения космической услуги включает мероприятия по предварительной подготовке рынка, которые заключаются в информировании пользователей о намерении предоставления такой космической услуги и её основных характеристиках, выгодах от её использования.

После того, как определен спектр новых космических услуг, необходимо оценить фактические возможности их реализации на существующей наземной космической инфраструктуре. В следующем параграфе рассматриваются вопросы прогнозирования степени отставания параметров ТхИн от опорных значений, определяемых потребностями в реализации новых космических услуг.

2.2. Методические основы прогнозирования степени отставания в развитии параметров объектов технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли

В параграфе 2.1 описаны подходы к системному анализу рынка космических услуг. При этом разработана структура процесса формирования предложений по развитию рынка космических услуг с определением значений опорных параметров развития ТхИн. В данном параграфе рассматриваются особенности прогнозирования степени отставания параметров объектов ТхИн от опорных значений. На основании данных прогнозных оценок в параграфе 2.3 появляется возможность ответить на вопрос – какие объекты ТхИн нуждаются в развитии.

Анализ научной литературы [11, 12, 15, 18, 78] показывает, что современные объекты ТхИн предприятий РКО, с одной стороны, относятся к высокотехнологичным и быстро развивающимся системам с достаточно высоким уровнем надежности элементной базы. С другой стороны, достаточно большое количество объектов находится в эксплуатации длительное время и может перейти в предельное состояние по причине физического и (или) морального старения. Эти факторы определяют особенности формирования границ продолжительности жизненного цикла объектов и обуславливают потребности в их развитии.

Отставание параметров объектов ТхИн от опорных значений может быть вызвано факторами как физического, так и морального старения. Все более и более укрепляющейся тенденцией в настоящее время является динамичное изменение тактико-техничко-экономических требований к находящимся в эксплуатации объектам ТхИн вследствие появления новых разработок и технологий, реализуемых при формировании новых космических услуг. Это обостряет проблему реагирования на моральное старение объектов ТхИн.

Применительно к моральному старению объектов ТхИн ведущим компонентом, определяющим предельные возможности эксплуатации, является нецелесообразность дальнейшей эксплуатации, вызываемая отставанием технического уровня объектов ТхИн от развивающихся потребностей в качестве и номенклатуре выполняемых функций. Следовательно, прогнозирование моральной долговечности непосредственно должно быть связано с оценением динамики совершенствования характеристик ТхИн и ее составных частей, определением устойчивых тенденций в отставании их от передового уровня и предсказании момента либо интервала времени, когда это отставание станет неприемлемым для пользователя.

Анализ существующих подходов к оцениванию показателей морального старения объектов показал, что большинство из них основано либо на построении детерминированных кривых, усредненно представляющих тенденции развития характеристик технических систем во времени, либо на статистической экстраполяции тенденций их изменения. Применение таких моделей на практике, как правило, затруднено из-за отсутствия необходимых исходных данных. В то же время в ряде случаев единственной информацией для прогнозирования морального старения являются сведения, получаемые от небольшого числа наиболее квалифицированных специалистов – экспертов в рассматриваемой предметной области. Причем сведения эти по форме своего выражения неизбежно имеют неопределенный (нечеткий, размытый) вид. Использование такой информации требует как нетрадиционных способов ее формализованного представления, так и развития методов ее обработки.

Определенным шагом вперед здесь может служить применение введенного Л. Заде [46] понятия нечеткого множества (НМ), как некоторого множества пар: $\underline{A} = \left\{ \left(a, \mu_{\underline{A}}(a) \right) \right\}$, где $\mu_{\underline{A}}(a)$ – есть так называемая функция принадлежности (ФП) нечеткого множества \underline{A} , принимающая значения от 0

до 1 и показывающая степень уверенности эксперта в принадлежности элемента a к \underline{A} .

Пусть заданы две переменные: независимая x и зависимая y . В качестве независимой переменной может выступать время, а в качестве зависимой – степень отставания характеристик объектов ТхИн от передового уровня. Рассмотрим далее однофакторную линейную модель вида:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 x + \varepsilon, \quad (2.1)$$

где α_0, α_1 – нечёткие коэффициенты уравнения регрессии (2.1); x – нечёткая входная переменная (фактор); y, ε – нечёткие случайные величины, описывающие, соответственно, зависимую выходную переменную (показатель) и ошибку нечёткого моделирования.

Пусть в результате экспертного оценивания получены нечёткие оценки входной

$$\underline{X}_{\langle N \rangle} = \langle x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_N \rangle, \quad (2.2)$$

и выходной

$$\underline{Y}_{\langle N \rangle} = \langle y_1, y_2, \dots, y_i, \dots, y_N \rangle, \quad (2.3)$$

переменных. Тогда, на основе (2.2) и (2.3) может быть сформирован нечёткий ряд результатов наблюдений:

$$\underline{M}_{\langle N \rangle} = \langle M_1, M_2, \dots, M_i, \dots, M_N \rangle, \quad (2.4)$$

где $M_i = \{ \langle M_i, \mu(M_i) \rangle \}$, $M_i = (x, y)$, $(x, y) \in Z$, $Z = X \times Y$, $x \in X$, $y \in Y$,

$$\mu(M_i) = \mu_{M_i}(x, y) = \min(\mu_{x_i}(x), \mu_{y_i}(y)).$$

Таким образом, результаты нечётких наблюдений могут быть

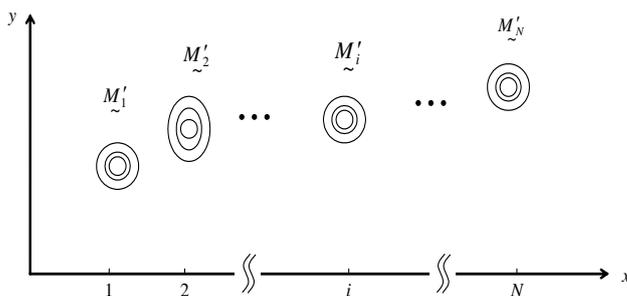


Рис. 2.4

представлены в виде совокупности нечётких множеств M'_i , $i = \overline{1, N}$ с функциями принадлежности в виде некоторых поверхностей S_i (см. рис. 2.4).

Задача состоит в описании некоторым наилучшим (в смысле выбранного критерия) способом тенденции изменения нечёткого ряда наблюдений зависимой переменной с помощью линейной зависимости $\underline{y} = a_0 + a_1 x$.

Математически данная задача может быть сформулирована как задача построения в трёхмерном пространстве некоторой поверхности $S_{\underline{A}}$, отображающей отношение $A_0 \times A_1 \xrightarrow{\mu} [0; 1]$. Каждая точка поверхности $S_{\underline{A}}$ отображает максимальную степень качества аппроксимации нечёткого ряда наблюдений при условии выбора параметров (a_0, a_1) , соответствующих данной

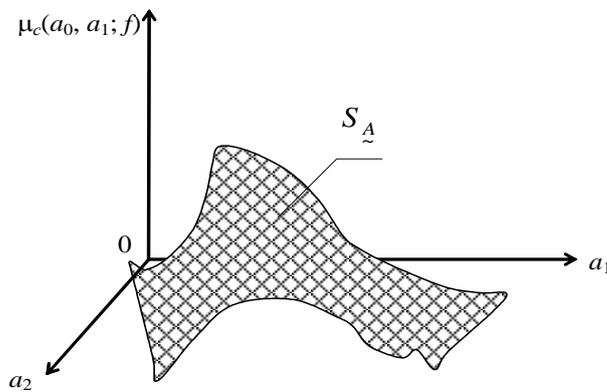


Рис.2.5

точке. Отсюда, нечёткое множество

$$\underline{A}_{\langle 2 \rangle} = \{ \langle (a_0, a_1), \mu_c(a_0, a_1; f) \rangle \}$$

нечёткая оценка параметров линейного уравнения регрессии, которая может быть представлена некоторой поверхностью $S_{\underline{A}}$ на

множестве $(a_0, a_1) \in A$ (см. рис. 2.5),

описывающей ФП $\mu_c(a_0, a_1; f)$.

После нахождения нечётких оценок $\underline{A}_{\langle 2 \rangle}$ можно рассчитать прогнозные значения выходной переменной. Рассмотрим два возможных типа прогнозов: прямой и обратный.

Прямое прогнозирование связано с нахождением значения зависимой переменной при некотором заданном значении x_0 входной переменной. Результат прогнозирования также является нечётким и описывается условной функцией принадлежности:

$$\hat{\underline{y}} = \{ \langle y, \mu_{\hat{\underline{y}}}(y) \rangle \}, \quad (2.5)$$

$$\text{где } \mu_{\hat{\underline{y}}}(y) = \mu_0(y; x_0) = \max_{(a_0, a_1): y=a_0+a_1x_0} \mu_c(a_0, a_1; f). \quad (2.6)$$

Прогнозирование в прямой постановке представлено на рис. 2.6.

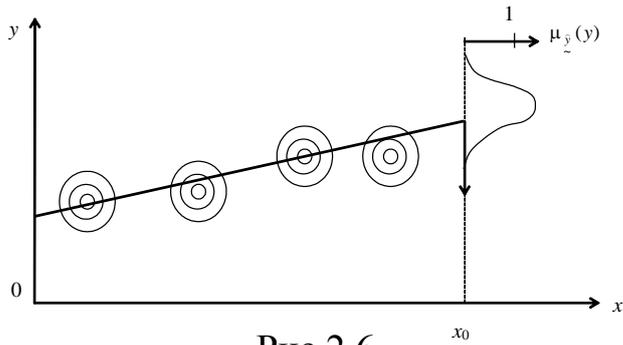


Рис.2.6.

Обратное прогнозирование осуществляется с целью определения уровня входной переменной, при котором зависимая переменная достигает заранее заданного уровня y_0 .

Результат прогнозирования при заданном уровне y_0 описывается нечётким множеством

$$\hat{x} = \{ \langle \hat{x}, \mu_{\hat{x}}(x) \rangle \}, \quad (2.7)$$

$$\text{где } \mu_{\hat{x}}(x) = \mu_0(y_0; x) = \max_{(a_0, a_1): y_0 = a_0 + a_1 x} \mu_c(a_0, a_1; f) \quad (2.8)$$

- условная (по y) функция принадлежности.

Получение прогнозных оценок с помощью выражения (2.8) иллюстрирует рис. 2.7.

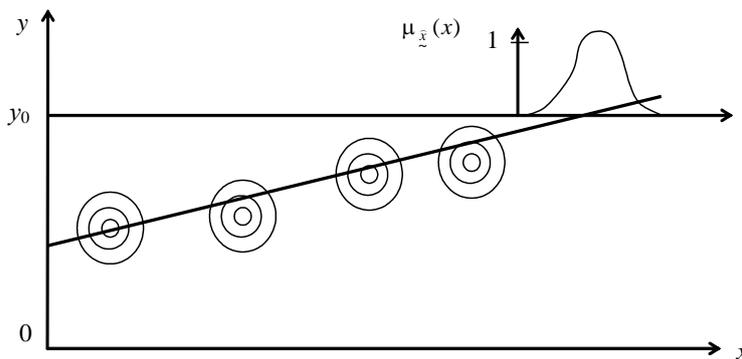


Рис. 2.7

Таким образом, с использованием приведенного в данном параграфе подхода по результатам прямого прогнозирования можно предсказать для некоторого

фиксированного момента времени примерную величину неустранимого отставания технического уровня объектов ТхИн от опорных параметров развития. Обратное прогнозирование позволяет определить примерный интервал времени, когда отставание характеристик объектов ТхИн от требуемого уровня достигнет неприемлемой величины.

Во втором случае имеем нечеткий аналог статистической оценки остаточного гамма-процентного ресурса по моральному старению оборудования объектов ТхИн.

2.3. Методические основы оценивания потребности в развитии объектов технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли

Рассматривая возможные подходы к осуществлению управлению развитием сложных территориально-распределенных комплексов, к которым в полной мере можно отнести ТхИн предприятий РКО, можно выделить два крайних подхода:

- «интенсивное» развитие, т.е., проведение «глобальной» модернизации всего состава объектов ТхИн после истечения срока окончания достаточно длительного периода эксплуатации, в течение которой сколько-нибудь существенные воздействия на состав оборудования и технические характеристики средств не оказываются;

- «экстенсивная» модернизация, связанная с отказом от «глобальной» плановой модернизации и переход к модернизации отдельных составных частей ТхИн, обычно в случае крайней необходимости.

Преимуществом интенсивной модернизации является возможность внесения кардинальных корректив в принципы формирования структуры объектов ТхИн, возможность оптимизации распределения функций и задач между составными частями структуры ТхИн, унификация приборной, аппаратурной и элементной базы объектов ТхИн и т.п. Однако такие «революционные» и масштабные преобразования требуют привлечения большого количества материальных, финансовых и трудовых ресурсов, не могут быть выполнены оперативно и требуют, как правило, выведения ТхИн из штатной эксплуатации на длительные сроки.

Ограниченность финансирования космических программ, с одной стороны, и интенсивная загрузка отечественных РКК выполнением задач по предназначению, с другой – вынудили в течение десяти последних лет прибегать к экстенсивной модернизации объектов ТхИн. Это позволило не прерывать применения объектов ТхИн по целевому назначению, уложиться в

ограниченные выделяемые средства, однако вынужденно свелось к ряду мероприятий несистемного характера, не устраняющих, в общем случае, действия факторов, вызывающих потребность в развитии объектов ТхИн.

Выходом из сложившейся ситуации может быть промежуточный вариант, когда на основании объективного анализа фактического технического состояния объектов ТхИн, их способности решать поставленные задачи и уровня соответствия тактико-технических характеристик современным требованиям принимается решение о целесообразности модернизации не всей ТхИн целиком, а только наиболее нуждающейся в этом части объектов. При этом все множество N объектов ТхИн разделяется, как показано на рис. 2.8, на две группы объектов: n объектов, подлежащих модернизации, и m объектов, не нуждающихся в ней.

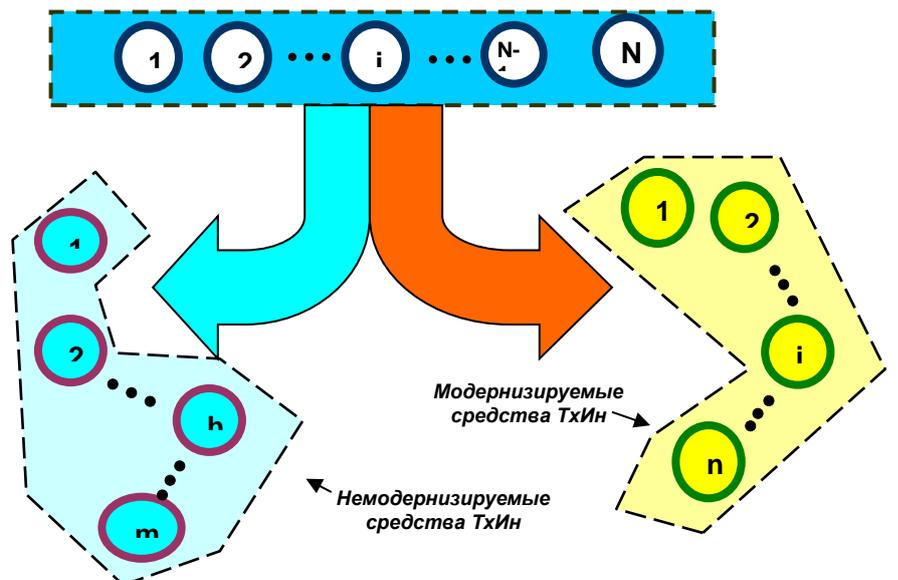


Рис. 2.8. Выделение объектов ТхИн, нуждающихся в модернизации, из общей совокупности

Критерий такого разделения должен, очевидно, учитывать, как об этом уже говорилось выше, степень физического и морального старения объектов ТхИн и позволять осуществлять дифференциацию объектов по степени проявления соответствующих признаков.

Исходя из этого, можно предложить следующий алгоритм формирования состава модернизируемых объектов ТхИн, структурная схема которого приведена на рис. 2.9.

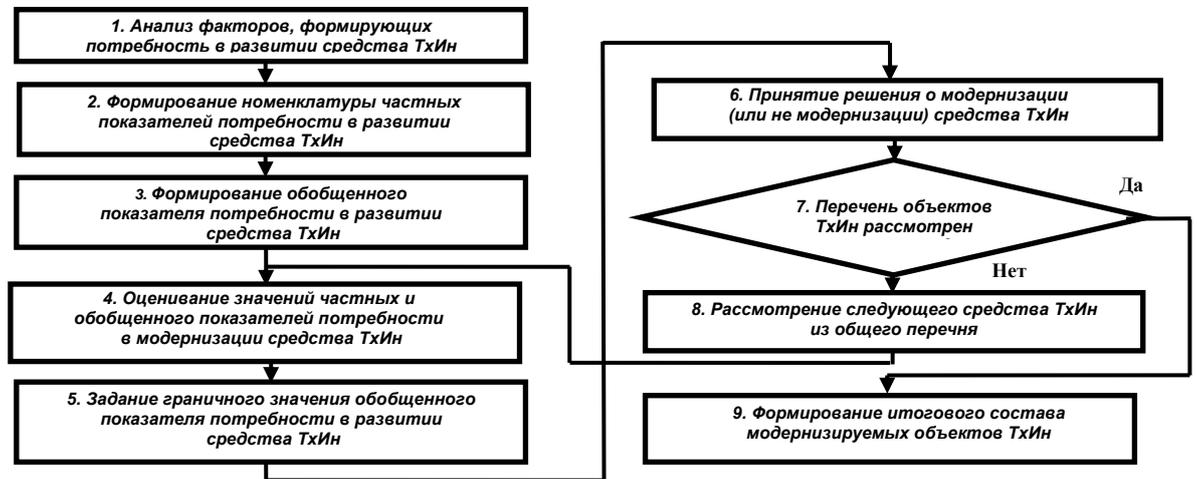


Рис. 2.9. Алгоритм формирования состава модернизируемых объектов ТхИн

Как видно из данного рисунка, основными процедурами алгоритма являются:

- анализ факторов, формирующих потребность в развитии объектов ТхИн;
- формирование номенклатуры частных показателей потребности в развитии объектов ТхИн;
- формирование обобщенного показателя потребности в развитии объектов ТхИн;
- оценивание значений частных и обобщенного показателей потребности в модернизации объектов ТхИн;
- задание граничного значения обобщенного показателя потребности в развитии объектов ТхИн;
- принятие решения о модернизации (или не модернизации) объектов ТхИн;
- проверка условия, рассмотрен ли перечень объектов ТхИн полностью;

- рассмотрение следующих объектов ТхИн из общего перечня;
- формирование итогового состава модернизируемых объектов ТхИн.

Рассмотрим особенности реализации описанных процедур более подробно. Начальной процедурой алгоритма является анализ факторов, формирующих потребность в развитии объектов ТхИн. Проведенный анализ [13, 86] показал, что для объектов ТхИн можно выделить четыре основных фактора, формирующих потребность в развитии (см. рис. 2.10):

- расширение спектра целей и задач ТхИн, выходящее за рамки возможностей существующих объектов;
- повышение требований к техническим характеристикам объектов ТхИн;
- деградация системы восстановления ресурса, вызывающая неустраняемые отказы;
- возрастание эксплуатационных затрат из-за прогрессирующего старения элементной базы и увеличения интенсивности отказов.



Рис. 2.10. Факторы, формирующие потребность в развитии объектов ТхИн

Очевидно, что первые два фактора обуславливают исчерпание остаточного ресурса объектов ТхИн по критерию морального старения (моральное старение наступает при невозможности объектов удовлетворить изменившимся требованиям потребителя). Вторые два фактора приводят к

исчерпанию остаточного ресурса объектов ТхИн по критерию физического старения (физическое старение приводит к невозможности дальнейшей эксплуатации объектов из-за перехода его в предельное состояние либо по критерию неустранимого отказа, либо по критерию недопустимого возрастания эксплуатационных затрат).

Совместное действие всех перечисленных факторов вызывает потребность в развитии объектов ТхИн, которая может быть представлена тремя составляющими (см. рис. 2.10):

- потребность компенсировать моральное старение;
- потребность обеспечить восстанавливаемость работоспособного состояния при отказах;
- потребность снизить затраты на ремонт.

Для количественного описания потребности в развитии, обусловливаемой описанными выше факторами, необходимо выделить соответствующие количественные показатели. Поэтому следующей задачей (процедурой алгоритма) является формирование номенклатуры частных показателей потребности в развитии объектов ТхИн. Для этого декомпозируем обобщенное свойство «Потребность в развитии объектов ТхИн» на частные свойства, показанные на рис. 2.11.

К ним относятся:

- непригодность к выполнению всего спектра целевых задач;
- непригодность к выполнению требований к техническим характеристикам объектов ТхИн;
- ограниченность возможностей по восстановлению работоспособности небазовых элементов (небазовые элементы – элементы, работоспособность которых при возникновении отказов может быть восстановлена без проведения капитального ремонта);
- неэкономичность эксплуатации (возросшие выше нормы эксплуатационные затраты).

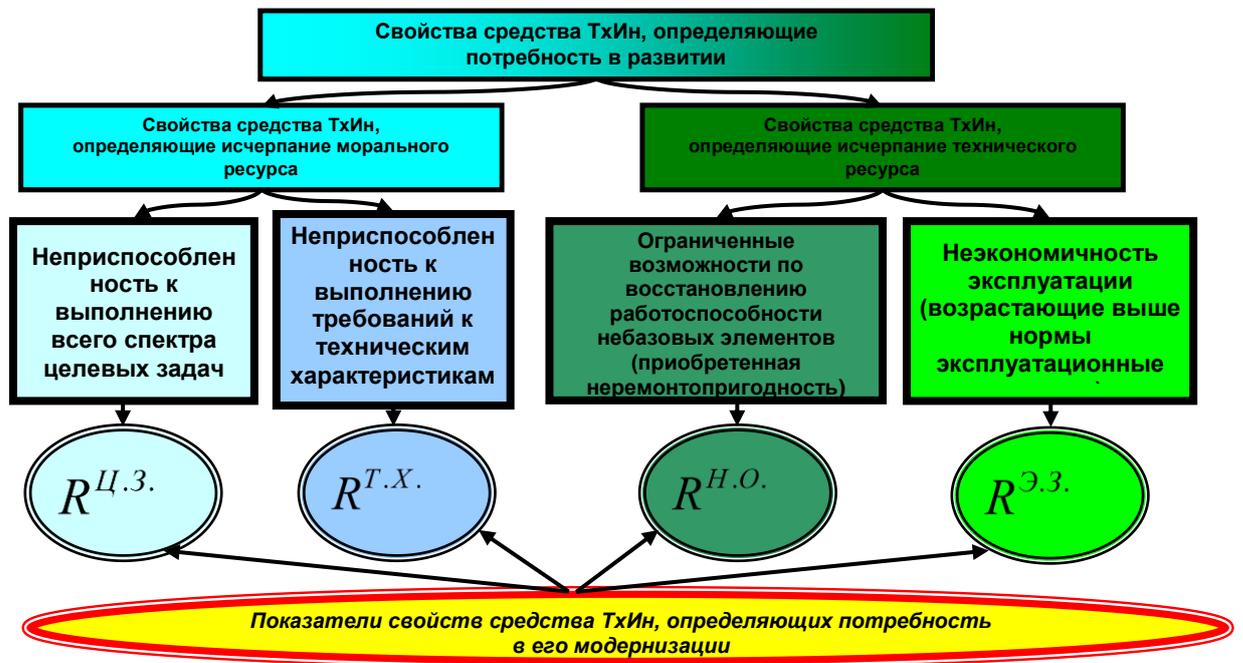


Рис. 2.11. Формирование номенклатуры частных показателей потребности в развитии объектов ТХИ

Для каждого из перечисленных свойств введем соответствующие количественные показатели, приведенные на рис. 2.11. Смысл или сущность данных показателей заключается в следующем. Каждый показатель характеризует потребность в развитии по своему направлению: по целевым задачам, по техническим характеристикам, по неустранимым отказам и по эксплуатационным затратам, а определяется как израсходованная доля первоначального запаса наработки объектов ТХИ по рассматриваемому фактору.

Таким образом, можно констатировать, что потребность в развитии объектов ТХИ векторно определяется следующими показателями:

- $R^{Ц.З.}$ – показателем потребности в развитии по целевым задачам (израсходованной долей первоначального запаса наработки объектов ТХИ до перехода в состояние, связанное с невыполнением всего спектра целевых задач);

- $R^{Т.Х.}$ – показателем потребности в развитии по техническим характеристикам (израсходованной долей первоначального запаса наработки

объектов ТхИн до перехода в состояние, связанное с невыполнением требований к техническим характеристикам);

- $R^{H.O.}$ – показателем потребности в развитии по неустранимым отказам (израсходованной долей первоначального запаса наработки объектов ТхИн до перехода в предельное состояние по критерию неустранимого отказа небазовых элементов);

- $R^{\text{Э.З.}}$ – показателем потребности в развитии по эксплуатационным затратам (израсходованной долей первоначального запаса наработки объектов ТхИн до перехода в предельное состояние по критерию возрастания эксплуатационных затрат).

Исходя из содержательного смысла приведенных определений, можно записать аналитические выражения для вычисления количественных значений описанных показателей.

Пусть известно количественное значение фактической наработки τ . Тогда значение показателя потребности в развитии по целевым задачам $R^{\text{Ц.З.}}$ может быть вычислено как частное от деления значения текущей наработки τ на ее сумму с оценкой остаточного ресурса по рассматриваемому фактору:

$$R^{\text{Ц.З.}} = \frac{R_{\text{нач.}}^{\text{Ц.З.}} - R_{\text{ост.}}^{\text{Ц.З.}}}{R_{\text{нач.}}^{\text{Ц.З.}}} \approx \frac{\tau}{\tau + R_{\text{ост.}}^{\text{Ц.З.}}(\tau)} \quad (2.9)$$

Аналогичным образом получаем выражения для показателя потребности в развитии по техническим характеристикам:

$$R^{\text{Т.Х.}} = \frac{R_{\text{нач.}}^{\text{Т.Х.}} - R_{\text{ост.}}^{\text{Т.Х.}}}{R_{\text{нач.}}^{\text{Т.Х.}}} \approx \frac{\tau}{\tau + \underline{R}_{\text{ост.}}^{\text{Т.Х.}}(\tau)}, \quad (2.10)$$

показателя потребности в развитии по неустранимым отказам

$$R^{\text{Н.О.}} = \frac{R_{\text{нач.}}^{\text{Н.О.}} - R_{\text{ост.}}^{\text{Н.О.}}}{R_{\text{нач.}}^{\text{Н.О.}}} \approx \frac{\tau}{\tau + R_{\text{ост.}}^{\text{Н.О.}}(\tau)}, \quad (2.11)$$

и показателя потребности в развитии по эксплуатационным затратам

$$R^{\text{Э.З.}} = \frac{R_{\text{нач.}}^{\text{Э.З.}} - R_{\text{ост.}}^{\text{Э.З.}}}{R_{\text{нач.}}^{\text{Э.З.}}} \approx \frac{\tau}{\tau + \underline{R}_{\text{ост.}}^{\text{Э.З.}}(\tau)}. \quad (2.12)$$

В ходе анализа научной литературы было установлено, что не для всех видов частных показателей (2.9) – (2.12) процедуры оценивания исследованы в достаточной степени. Так, большое количество работ посвящено вопросам оценивания остаточного ресурса по критерию неустранимого отказа (работы Пенькова М.М., Миронова А.Н., Антропова О.В. и др.). В кандидатской диссертации Люхина А.В. разработан метод оценивания остаточного ресурса по критерию возрастания эксплуатационных затрат. Однако аспекты оценивания остаточного ресурса по критерию морального старения (для показателей потребности в развитии по целевым задачам и техническим характеристикам, т.е. $R_{\text{инд.}}^{\dot{c}}(\tau)$ и $R_{\text{инд.}}^{\dot{o}}(\tau)$) исследованы недостаточно. Анализ подходов к оцениванию показателей морального старения [7, 9, 28, 47, 91 и др.] показал, что большинство из них основано либо на построении детерминированных кривых, усредненно представляющих тенденции развития характеристик технических систем во времени, либо на статистической экстраполяции тенденций их изменения. Применение таких моделей на практике, как правило, затруднено из-за отсутствия необходимых исходных данных.

В то же время в ряде случаев единственной информацией для прогнозирования морального старения являются сведения, получаемые от небольшого числа наиболее квалифицированных специалистов – экспертов в рассматриваемой предметной области. Причем сведения эти по форме своего выражения неизбежно имеют неопределенный (нечеткий, размытый) вид. Например, в виде высказываний типа: «Примерно через 5 – 7 лет отставание по такому-то параметру изделия может составить около 30 – 45% от требований». Использование такой информации требует как нетрадиционных способов ее формализованного представления, так и развития методов ее обработки.

Анализ фактической неопределенности исходных данных для расчета значений частных показателей (2.9), (2.10) и (2.12) показал [9], что наиболее адекватной формой ее описания является нечеткая форма. При этом в

рассмотрение могут быть введены нечеткие оценки остаточного ресурса по рассматриваемым факторам, которые могут быть получены с применением подхода, изложенного в параграфе 2.2:

- по целевым задачам:

$$\underline{R}_{ост.}^{Ц.З.}(\tau) = \left\{ \left\langle r^{Ц.З.}(\tau), \mu_{\underline{R}_{ост.}^{Ц.З.}(\tau)}(r^{Ц.З.}) \right\rangle \right\}, \quad (2.13)$$

- по техническим характеристикам:

$$\underline{R}_{ост.}^{Т.Х.}(\tau) = \left\{ \left\langle r^{Т.Х.}(\tau), \mu_{\underline{R}_{ост.}^{Т.Х.}(\tau)}(r^{Т.Х.}) \right\rangle \right\}, \quad (2.14)$$

- по эксплуатационным затратам:

$$\underline{R}_{ост.}^{Э.З.}(\tau) = \left\{ \left\langle r^{Э.З.}(\tau), \mu_{\underline{R}_{ост.}^{Э.З.}(\tau)}(r^{Э.З.}) \right\rangle \right\}, \quad (2.15)$$

выражаемые в виде нечетких множеств с функциями принадлежности соответственно $\mu_{\underline{R}_{ост.}^{Ц.З.}(\tau)}(r^{Ц.З.})$, $\mu_{\underline{R}_{ост.}^{Т.Х.}(\tau)}(r^{Т.Х.})$ и $\mu_{\underline{R}_{ост.}^{Э.З.}(\tau)}(r^{Э.З.})$.

Подставив (2.13), (2.14) и (2.15) соответственно в (2.9), (2.10) и (2.12) на основании правил преобразования нечетких чисел [24] получим нечеткие оценки показателей потребности в развитии:

$$\underline{R}^{Ц.З.} = \frac{R_{нач.}^{Ц.З.} - R_{ост.}^{Ц.З.}}{R_{нач.}^{Ц.З.}} \approx \frac{\tau}{\tau + \underline{R}_{ост.}^{Ц.З.}(\tau)}, \quad (2.16)$$

$$\underline{R}^{Т.Х.} = \frac{R_{нач.}^{Т.Х.} - R_{ост.}^{Т.Х.}}{R_{нач.}^{Т.Х.}} \approx \frac{\tau}{\tau + \underline{R}_{ост.}^{Т.Х.}(\tau)}, \quad (2.17)$$

$$\underline{R}^{Э.З.} = \frac{R_{нач.}^{Э.З.} - R_{ост.}^{Э.З.}}{R_{нач.}^{Э.З.}} \approx \frac{\tau}{\tau + \underline{R}_{ост.}^{Э.З.}(\tau)}. \quad (2.18)$$

Следующей процедурой алгоритма, приведенного на рис. 2.9, является формирование обобщенного показателя потребности объектов ТхИн в развитии.

Обобщенный показатель потребности в развитии объектов ТхИн формируется как взвешенная сумма значений частных показателей потребности в развитии. Такая форма обобщенного показателя в виде свертки,

хотя и не является в ряде случаев наиболее обоснованной с точки зрения способа формирования итоговой оценки альтернатив по векторному показателю [32, 53, 54], в данном случае оправдана, так как позволяет достаточно наглядно решить, как будет показано ниже, задачу определения момента выхода обобщенного показателя за верхний допустимый уровень.

Исходя из принципа обобщения Л. Заде [46], оценка обобщенного показателя потребности в развитии объектов ТхИн в описанной выше постановке выражается в виде нечеткого числа, заданного на единичном интервале:

$$\begin{aligned} \tilde{R}^{MOD}(\tau) &= \alpha_{Ц.З.} \tilde{R}^{Ц.З.}(\tau) + \alpha_{Т.Х.} \tilde{R}^{Т.Х.}(\tau) + \alpha_{Н.О.} R^{Н.О.}(\tau) + \alpha_{Э.З.} \tilde{R}^{Э.З.}(\tau), \\ \tilde{R}^{MOD}(\tau) &= \left\langle \left\langle r(\tau), \mu_{\tilde{R}^{MOD}(\tau)}(r) \right\rangle \right\rangle \end{aligned} \quad (2.19)$$

Следующей процедурой рассматриваемого алгоритма является задание граничного значения обобщенного показателя потребности в развитии объектов ТхИн. При этом на значения остаточного ресурса по каждому из составляющих потребность в развитии свойств накладываются ограничения в виде неравенств

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{ост}^{Ц.З.} \geq \tau_{мод}^{Ц.З.} \Leftrightarrow R_{сп}^{Ц.З.} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{мод}^{Ц.З.}}, \\ R_{ост}^{Т.Х.} \geq \tau_{мод}^{Т.Х.} \Leftrightarrow R_{сп}^{Т.Х.} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{мод}^{Т.Х.}}, \\ R_{ост}^{Н.О.} \geq \tau_{мод}^{Н.О.} \Leftrightarrow R_{сп}^{Н.О.} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{мод}^{Н.О.}}, \\ R_{ост}^{Э.З.} \geq \tau_{мод}^{Э.З.} \Leftrightarrow R_{сп}^{Э.З.} = \frac{\tau}{\tau + \tau_{мод}^{Э.З.}} \end{array} \right. \Leftrightarrow R_{сп}^{MOD} = \alpha_{Ц.З.} R_{сп}^{Ц.З.} + \alpha_{Т.Х.} R_{сп}^{Т.Х.} + \alpha_{Н.О.} R_{сп}^{Н.О.} + \alpha_{Э.З.} R_{сп}^{Э.З.} \quad (2.20)$$

Смысл ограничений заключается в том, что запас остаточного ресурса не должен быть меньше продолжительности модернизации по рассматриваемому показателю. Итоговое значение ограничения для

обобщенного показателя формируется в виде взвешенной суммы ограничений на частные показатели (правая часть выражения (2.20)).

Принятие решения о модернизации объектов ТхИн осуществляется на основе критерия (2.21), согласно которому объект ТхИн с номером i подлежит модернизации, если:

$$\tau_i \geq \tau_i^{H.M.} = \min_{\tau \in [0, T_3]} \tau \left| \tilde{R}_i^{MOD}(\tau) \geq R_{ep i}^{MOD} \right., \quad (2.21)$$

где $\tau_i^{H.M.}$ - момент начала модернизации i - го объектов ТхИн.

Согласно правилу (2.21) модернизации подлежит объект, достигший такого состояния, когда значение обобщенного показателя потребности в развитии выходит за граничное значение, как показано на рис. 2.12.

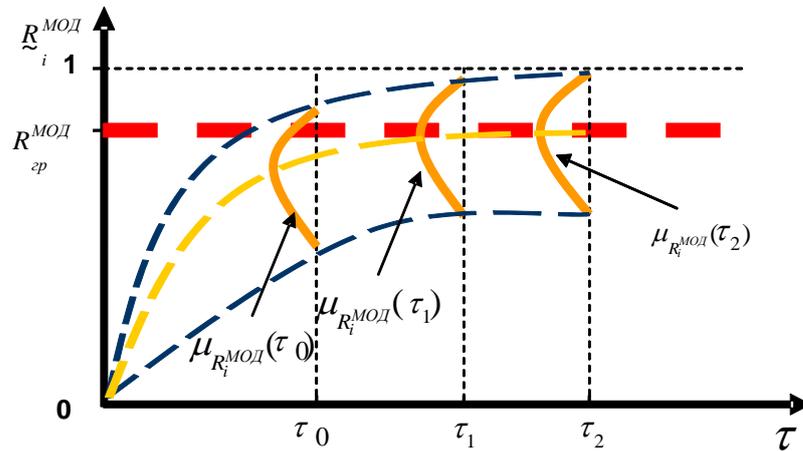


Рис. 2.12. Определение момента начала модернизации объектов ТхИн

Проверка выполнения условия (2.21) может быть осуществлена пошагово. Для этого представим пороговую величину $R_{ep i}^{MOD}$ как нечёткое множество с вырожденной функцией принадлежности в виде единичной дельта-функции (см. рис. 2.13):

$$\underline{v}_{пор} = \{ \langle v_{пор}, \mu_{\underline{v}_{пор}}(v_{пор}) \rangle \}, \quad (2.22)$$

где

$$\mu_{\underline{v}_{пор}}(v_{пор}) = \begin{cases} 1, & v_{пор} = R_{ep i}^{MOD}, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

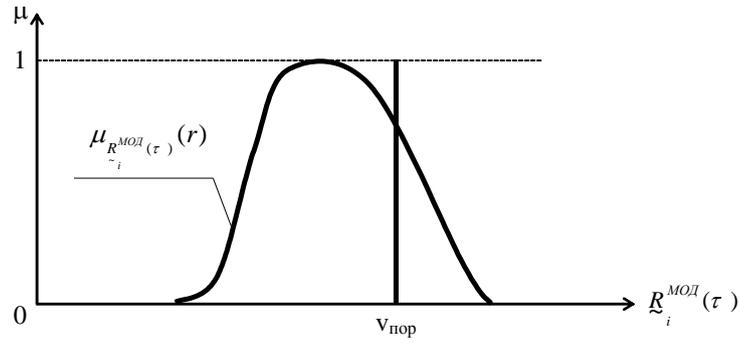


Рис. 2.13. Сравнение нечеткой оценки обобщенного показателя потребности в развитии с пороговым значением

Условие (2.21) при некотором τ выполняется, если справедливо равенство

$$\underline{R}_i^{MOD}(\tau) = \max(\underline{v}_{пор}, \underline{R}_i^{MOD}(\tau)) \quad (2.23)$$

при этом необходимо выполнить операцию нахождения максимального из двух нечётких множеств. С этой целью определим операции максимума и минимума для пары нечётких множеств:

$$\underline{\bar{P}}_M = \max\{\underline{\bar{p}}_i, \underline{\bar{p}}_j\} = \{< p; \mu_{\underline{\bar{P}}_M}(p) >\}, \quad (2.24)$$

где
$$\mu_{\underline{\bar{P}}_M}(p) = \sup_{(\underline{\bar{p}}_i, \underline{\bar{p}}_j) | p = \max\{\underline{\bar{p}}_i, \underline{\bar{p}}_j\}} [\mu_{\underline{\bar{p}}_i}(\underline{\bar{p}}_i) \wedge \mu_{\underline{\bar{p}}_j}(\underline{\bar{p}}_j)],$$

$$\underline{\bar{P}}_m = \min\{\underline{\bar{p}}_i, \underline{\bar{p}}_j\} = \{< p; \mu_{\underline{\bar{P}}_m}(p) >\}, \quad (2.25)$$

где
$$\mu_{\underline{\bar{P}}_m}(p) = \sup_{(\underline{\bar{p}}_i, \underline{\bar{p}}_j) | p = \min\{\underline{\bar{p}}_i, \underline{\bar{p}}_j\}} [\mu_{\underline{\bar{p}}_i}(\underline{\bar{p}}_i) \wedge \mu_{\underline{\bar{p}}_j}(\underline{\bar{p}}_j)].$$

Пусть $\max\{\underline{\bar{p}}_i, \underline{\bar{p}}_j\} = \underline{\bar{p}}_i$ либо $\min\{\underline{\bar{p}}_i, \underline{\bar{p}}_j\} = \underline{\bar{p}}_j$, тогда отношение

порядка определяется следующим образом: $\underline{\bar{p}}_i \tilde{>} \underline{\bar{p}}_j$. Если $\underline{\bar{p}}_i$ включает $\underline{\bar{p}}_j$,

т.е. $\underline{\bar{p}}_i \supset \underline{\bar{p}}_j$, то $\underline{\bar{p}}_i \tilde{>} \underline{\bar{p}}_j$. В других случаях $\underline{\bar{p}}_i$ и $\underline{\bar{p}}_j$ считаются

эквивалентными: $\underline{\bar{p}}_i \approx \underline{\bar{p}}_j$.

Если потребность в развитии объектов z_i отображается булевой переменной v_i , тогда множество модернизируемых объектов задается как $Y_{\text{МОД}} = \{Z_i | v_i = 1\}$, где

$$v_i = \begin{cases} 1, & \tau_i \geq \tau_i^{\text{H.M.}} \\ 0, & \tau_i < \tau_i^{\text{H.M.}} \end{cases} \quad (2.26)$$

В результате выполнения всех описанных процедур рассматриваемого алгоритма может быть сформирован итоговый состав объектов ТхИн, нуждающихся в развитии.

2.4. Методические основы формирования состава модернизируемых объектов технологической инфраструктуры в условиях ограничений по финансированию

В настоящее время основным направлением развития большинства сложных технологических комплексов, к которым относится ТхИн предприятий РКО, является их модернизация, осуществляемая в условиях жестких экономических ограничений. Под модернизацией объекта понимается его изменение, отвечающее современным требованиям [13]. Поэтому в дальнейшем будем использовать именно этот термин. В процессе эксплуатационного мониторинга ТхИн [70] можно определить перечень работ на каждом виде оборудования объектов, входящих в ее состав, в результате выполнения которых могут быть улучшены показатели качества функционирования ТхИн. Каждая из таких работ должна характеризоваться затратами на ее проведение и вкладом в улучшение названных показателей. Эта информация может быть использована в качестве исходных данных для последовательного определения соответствующих функций отклика показателей качества функционирования ТхИн на проведение работ по совершенствованию отдельных видов оборудования, объектов, входящих в состав ТхИн, и их совокупности, т.е. ТхИн в целом. Полученные функции отклика в свою очередь являются исходным материалом для решения задачи определения оптимального объема работ по развитию ТхИн, обеспечивающего требуемые значения показателей качества его функционирования при минимальных затратах. Рассмотрим последовательно постановки и алгоритмы решения задач определения функций отклика и оптимальной программы развития ТхИн.

ТхИн будем представлять как совокупность некоторых объектов, включающих в себя несколько видов оборудования, на котором проводятся работы по их совершенствованию (рис. 2.14). Каждая из этих работ или некоторая их часть может быть выполнена различными способами.

Обозначим: I – количество модернизируемых объектов ТхИИ; J_i – количество видов оборудования в i -ом объекте ТхИИ; K_{ij} – количество возможных мероприятий (работ), направленных на модернизацию j -го вида оборудования i -го объекта ТхИИ; v_{ijk} – количество вариантов выполнения k -ой работы по модернизацию j -го вида оборудования i -го объекта ТхИИ; L – количество показателей качества функционирования ТхИИ.

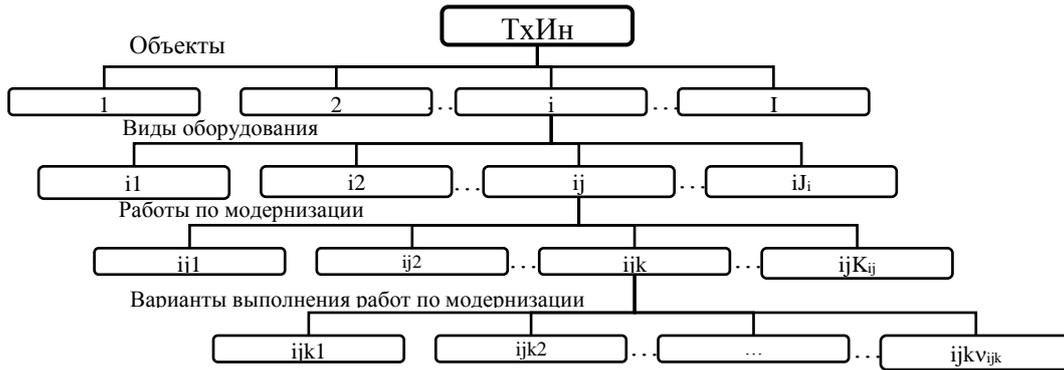


Рис. 2.14. Структура работ по модернизации ТхИИ

Исходные данные для решения задач определения функций отклика отдельных видов оборудования целесообразно представить совокупностью таблиц, построенных для каждого вида оборудования и имеющих структуру, подобную структуре таблицы 2.2. В таблице 2.2 работы и варианты их выполнения упорядочены в порядке возрастания стоимости их выполнения и приняты следующие обозначения: r_{ijk} – условное наименование k -ой работы ($k = \overline{1, K_{ij}}$) j -го вида оборудования ($j = \overline{1, J_i}$) i -го объекта ТхИИ ($i = \overline{1, I}$); c_{ijkv} – затраты на выполнение v -го варианта ($v = \overline{1, v_{ijk}}$) ijk -ой работы; $\Delta\Pi_{ijk}^\ell$ – приращение ℓ -ого показателя качества функционирования ТхИИ ($\ell = \overline{1, L}$) за счет выполнения k -ой работы по совершенствованию j -го вида оборудования i -го объекта ТхИИ. Суммарное изменение показателей качества функционирования ij -го вида оборудования является некоторой функцией частных приращений этих показателей за счет выполнения ijk -работ по модернизации, т.е.

$$\Delta\Pi_{ij}^\ell = f_\ell (\Delta\Pi_{ij1}^\ell, \Delta\Pi_{ij2}^\ell, \dots, \Delta\Pi_{ijk}^\ell, \dots, \Delta\Pi_{ijK_{ij}}^\ell). \quad (2.27)$$

Таблица 2.2

Перечень работ	Стоимость выполнения работ	Приращение показателя качества				
		$\Delta\Pi^1$	...	$\Delta\Pi^\ell$	...	$\Delta\Pi^L$
r_{ij1}						
r_{ij1}^1	c_{ij1}^1	$\Delta\Pi_{ij1}^1$	...	$\Delta\Pi_{ij1}^\ell$	...	$\Delta\Pi_{ij1}^L$
\vdots	\vdots	\vdots	...	\vdots	...	\vdots
$r_{ij1}^{v_{ij1}}$	$c_{ij1}^{v_{ij1}}$	$\Delta\Pi_{ij1}^1 v_{ij1}$	...	$\Delta\Pi_{ij1}^\ell v_{ij1}$	...	$\Delta\Pi_{ij1}^L v_{ij1}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
r_{ijk}						
r_{ijk}^1	c_{ijk}^1	$\Delta\Pi_{ijk}^1$	...	$\Delta\Pi_{ijk}^\ell$	...	$\Delta\Pi_{ijk}^L$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$r_{ij1}^{v_{ijk}}$	$c_{ij1}^{v_{ijk}}$	$\Delta\Pi_{ij1}^1 v_{ijk}$	...	$\Delta\Pi_{ij1}^\ell v_{ijk}$	...	$\Delta\Pi_{ij1}^L v_{ijk}$
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots		\vdots
$r_{ij}^{K_{ij}}$	$c_{ij}^{K_{ij}}$	$\Delta\Pi_{ij}^1 K_{ij}$	...	$\Delta\Pi_{ij}^\ell K_{ij}$	...	$\Delta\Pi_{ij}^L K_{ij}$

Функция (2.27) часто является аддитивной. Например, это имеет место для таких широко используемых показателей как эксплуатационные расходы или интенсивность отказа агрегата с последовательной структурной схемой надежности. В этом случае функция (2.27) примет вид $\Delta\Pi_{ij}^\ell = \sum_{k=1}^{K_{ij}} \Delta\Pi_{ijk}^\ell$.

Тогда для решения задач определения функций отклика ТхИн на совершенствование отдельных видов оборудования, объектов, в состав которых оно входит, а также совокупности этих объектов может быть применен метод динамического программирования [21, 53]. Названные задачи решаются последовательно: сначала определяются функции отклика, характеризующие чувствительность показателей качества функционирования ТхИн к совершенствованию отдельных видов оборудования, а затем на основе этих данных – к модернизации отдельных объектов и, наконец, суммарная функция отклика. Сформулируем эти задачи.

В случае наличия в перечне работ по модернизации ij -го вида оборудования альтернативных вариантов показатели качества функционирования ТХИи и ограничения на ресурсы, выделяемые на модернизацию, должны быть записаны в виде:

$$\Delta\Pi_{ij}^{\ell} = \sum_{k=1}^{K_{ij}} \Delta\Pi_{ijk}^{\ell} (x_{ijk1}^{\ell} c_{ijk1} + \dots + x_{ijkv}^{\ell} c_{ij1v} + \dots + x_{ijkv_{ijk}}^{\ell} c_{ijkv_{ijk}})$$

$$\forall \ell, i, j, k, v \quad x_{ijkv}^{\ell} \in \{0,1\}, \quad \sum_{v=1}^{v_{ijk}} x_{ijkv}^{\ell} \in \{0,1\}$$

$$\sum_{k=1}^{K_{ij}} (x_{ijk1}^{\ell} c_{ijk1} + \dots + x_{ijkv}^{\ell} c_{ij1v} + \dots + x_{ijkv_{ijk}}^{\ell} c_{ijkv_{ijk}}) \leq C_{ij},$$

где C_{ij} – возможное количество средств выделяемых на модернизацию j -го вида оборудования i -го объекта ТХИи. В этом случае первая задача может быть сформулирована следующим образом.

Задача 1.

Дано: зависимости $\Pi^{\ell}_{ijkv}(c_{ijkv})$, представленные таблично.

Найти: для $\forall i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}, \ell = \overline{1, L}$ и $C_{ij} = C_{ij}^{\min}, C_{ij}^{\min} + \Delta c_{ij}, C_{ij}^{\min} + 2\Delta c_{ij}, \dots, C_{ij}^{\max}$

$$\overrightarrow{*X_{ij}^{\ell}} = \underset{\overrightarrow{x_{ij}^{\ell}}}{\operatorname{argmax}} \sum_{k=1}^{K_{ij}} \Delta\Pi_{ijk}^{\ell} (x_{ijk1}^{\ell} c_{ijk1} + \dots + x_{ijkv}^{\ell} c_{ij1v} + \dots + x_{ijkv_{ijk}}^{\ell} c_{ijkv_{ijk}})$$

при условии, что $\sum_{k=1}^{K_{ij}} (x_{ijk1}^{\ell} c_{ijk1} + \dots + x_{ijkv}^{\ell} c_{ij1v} + \dots + x_{ijkv_{ijk}}^{\ell} c_{ijkv_{ijk}}) \leq C_{ij}$,

где $\overrightarrow{*x_{ij}^{\ell}} = [\langle *x_{ij11}^{\ell}, *x_{ij12}^{\ell}, \dots, *x_{ij1v_{ij1}}^{\ell} \rangle, \dots, \langle *x_{ijK_{ij}1}^{\ell}, *x_{ijK_{ij}2}^{\ell}, \dots, *x_{ijK_{ij}v_{ijk_{ij}}}^{\ell} \rangle]^T$ – вектор,

характеризующий оптимальный объем работ по модернизации j -го вида оборудования i -го объекта при выделении для этой цели ассигнований в размере C_{ij} . Каждому элементу $*x_{ijkv}^{\ell}$, равному 1, соответствует работа r_{ijkv} , а элементы $*x_{ijkv}^{\ell}$, равные нулю, указывают на то, что соответствующие им работы r_{ijkv} не целесообразно выполнять при данном уровне финансирования C_{ij} ; Δc_{ij} – точность распределения средств по работам плана модернизации j -го

вида оборудования i -го объекта; $C_{ij}^{\min} = \min_k \min_v C_{ijkv}$, $C_{ij}^{\max} = \sum_k \max_v C_{ijkv}$.

Так как задача решается для спектра значений C_{ij} , то в результате ее решения получим не только оптимальный объем работ по модернизации j -го вида оборудования i -го объекта, но и дискретную функцию $\Delta\Pi^{\ell}_{ij}(C_{ij})$, характеризующую чувствительность показателя качества функционирования i -го объекта к вложению средств на модернизацию j -го вида оборудования.

Задача 2.

Дано: зависимости $\Delta\Pi^{\ell}_{ij}(C_{ij})$, полученные в результате решения первой задачи.

Найти: для $\forall i = \overline{1, I}$, $\ell = \overline{1, L}$ и $C_i = (c_i^{\min}, c_i^{\min} + \Delta c_i, c_i^{\min} + 2\Delta c_i, \dots, c_i^{\max})$

$$\vec{c}_i^{\ell} = \operatorname{argmax}_{c_{ij}} \sum_{j=1}^{J_i} \Delta\Pi_{ij}^{\ell}(c_{ij})$$

при условии, что $\sum_{j=1}^{J_i} c_{ij} \leq C_i$, где C_i – возможное количество средств

выделяемых на модернизацию i -го объекта ТХИИ; $\vec{c}_i^{\ell} = [c_{i1}^{\ell}, c_{i2}^{\ell}, \dots, c_{iJ_i}^{\ell}]^T$ –

вектор, элементы которого характеризуют оптимальный объем работ по

модернизации i -го объекта ТХИИ; $C_i^{\min} = \min_j \min_k C_{ijk}$; $C_i^{\max} = \sum_{j=1}^{J_i} \max_k C_{ijk}$; Δc_i –

точность распределения средств на модернизацию i -го объекта ТХИИ по видам оборудования.

Задача 3.

Дано: зависимости $\Delta\Pi^{\ell}_i(C_i)$ для каждого i -го объекта ТХИИ, полученные в результате решения предыдущей задачи.

Найти: для всех $C = (c^{\min}, c^{\min} + \Delta c, c^{\min} + 2\Delta c, \dots, c^{\max})$

$$\vec{c}^{\ell} = \operatorname{argmax}_{c_i} \sum_{i=1}^I \Delta\Pi_i^{\ell}(c_i)$$

при условии $\sum_{i=1}^I c_i \leq C$, где $\vec{c}^{\ell} = [c_{i1}^{\ell}, c_{i2}^{\ell}, \dots, c_{iJ_i}^{\ell}]^T$ – вектор, элементы

которого равны оптимальному количеству средств, необходимому для

модернизации i -го объекта ТХИИ; $c^{\min} = \min_i C_i^{\min}$; $c^{\max} \equiv \sum_{i=1}^I C_i^{\max}$; Δc – точность распределения средств на модернизацию объектов ТХИИ.

Алгоритмы решения сформулированных задач основаны на использовании соответствующих им функциональных уравнений Беллмана. Запишем эти уравнения для каждой из задач.

Алгоритм решения задачи 1.

Для первого шага решения этой задачи уравнение Беллмана имеет вид:

$$\Delta \tilde{\Pi}_{ij1}^{\ell}(\xi_{ij1}) = \Delta \Pi_{ij1}^{\ell}(c_{ij}^{\min}), \quad \forall \xi_{ij1} < c_{ij}^{\min} \quad \Delta \tilde{\Pi}_{ij1}^{\ell}(\xi_{ij1}) = 0, \quad (2.28)$$

а для последующих

$$\Delta \tilde{\Pi}_{ijk}^{\ell}(\xi_{ijk}) = \max_{\langle X_{ij1}^{\ell}, X_{ij2}^{\ell}, \dots, X_{ijk}^{\ell} \rangle \in X_{ij}^{\ell}} (\Delta \Pi_{ijk}^{\ell}(\sum_{v=1}^{v_{ijk}} x_{ijkv}^{\ell} c_{ijkv}^{\ell}) + \Delta \tilde{\Pi}_{i,j,(k-1)}^{\ell}(\xi_{ijk} - \sum_{v=1}^{v_{ijk}} x_{ijkv}^{\ell} c_{ijkv}^{\ell})), \quad (2.29)$$

$$\sum_{\rho=1}^k \sum_{v=1}^{v_{ijk}} x_{ij\rho v}^{\ell} c_{ij\rho v}^{\ell} \leq \xi_{ijk}, \quad \xi_{ijk}=0, \quad c_{ij}^{\min}, c_{ij}^{\min} + \Delta c_{ij}, c_{ij}^{\min} + 2\Delta c_i, \dots, \sum_{\rho=1}^k \max_v c_{ij\rho v}^{\ell}, \quad k = \overline{2, K_{ij}}, \quad (2.30)$$

где $\Delta \tilde{\Pi}_{ijk}^{\ell}(\xi_{ijk})$ – максимальное значение показателя оптимальности при выполнении k работ по модернизации j -го вида оборудования на i -ом объекте; X_{ij}^{ℓ} – множество $(v_{ijk} + 1)$ кортежей из v_{ijk} элементов, которые имеют следующую структуру: все элементы первого кортежа равны 0, у второго кортежа первый элемент равен 1, а остальные 0, у третьего – второй элемент равен 1, а остальные 0, у $(v_{ijk} + 1)$ – v_{ijk} -й элемент равен 1, а остальные 0. Например, если $v_{ijk} = 3$, то $X_{ij}^{\ell} = \{\langle 0,0,0 \rangle, \langle 1,0,0 \rangle, \langle 0,1,0 \rangle, \langle 0,0,1 \rangle\}$.

Результаты вычислений по формулам (2.28, 2.29, 2.30) и соответствующие им условно оптимальные кортежи для каждого вида оборудования целесообразно представить в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3

ξ_{ij}	$\Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_{ij1}(\xi_{ij})$	$\langle \hat{x}_{ij11}^{\ell}, \hat{x}_{ij12}^{\ell}, \dots, \hat{x}_{ij1v_{j1}}^{\ell} \rangle$	$\Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_{ij2}(\xi_{ij})$	$\langle \hat{x}_{ij21}^{\ell}, \hat{x}_{ij22}^{\ell}, \dots, \hat{x}_{ij2v_{j2}}^{\ell} \rangle$	\dots	$\Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_{ijK_{ij}}(\xi_{ij})$	$\langle \hat{x}_{ijK_{ij}1}^{\ell}, \hat{x}_{ijK_{ij}2}^{\ell}, \dots, \hat{x}_{ijK_{ij}v_{jK_{ij}}}^{\ell} \rangle$
1	2	3	4	5		$2(K_{ij} - 1)$	$2K_{ij}$
0							
c_{ij}^{\min}							
$c_{ij}^{\min+1}c_{ij}$							
$c_{ij}^{\min+2}c_{ij}$							
\dots							
$\sum_{\rho=1}^k \max_v c_{ij\rho v}$							

Алгоритм решения задачи 2.

Функциональные уравнения Беллмана, необходимые для построения функции отклика для объектов ТхИн имеют вид:

$$\Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_{i1}(\xi_{i1}) = \Delta\Pi^{\ell}_{i1}(\xi_{i1}), \quad \xi_{i1} = 0, c_{i11}, c_{i11} + \Delta c_i, c_{i11} + 2\Delta c_i, \dots, \sum_{j=1}^{J_1} c_{ijK_{ij}}, \quad (2.31)$$

$$\Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_{ij}(\xi_{ij}) = \max_{\check{c}_{ij} \in \check{C}_{ij}} (\Delta\Pi^{\ell}_{ij}(\check{c}_{ij}) + \Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_{i,j-1}(\xi_{ij} - \check{c}_{ij})), \quad (2.32)$$

$$\xi_{ij} = 0, c_{ij1}, c_{ij1} + \Delta c_i, c_{ij1} + 2\Delta c_i, \dots, \sum_{v=1}^j \sum_{k=1}^{K_{ij}} c_{ivk}, \quad j = \overline{2, J_i}, \quad (2.33)$$

где $\check{C}_{ij} = \{0, \check{c}_{i1}, \check{c}_{i2}, \dots, \check{c}_{iR_{ij}}, \dots, \check{c}_{R_{ij}}\}$ – подмножество элементов множества ξ_{ij} , которым соответствуют неповторяющиеся элементы множества $\Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_{ij}(\xi_{ij})$; R_{ij} – количество неповторяющихся элементов множества ξ_{ij} .

При этом, если $\xi_{ij} \leq \check{c}_{R_{ij}}$, то $(\xi_{ij} - \sum_{v=1}^{j-1} \check{c}_{R_{iv}}) \leq \check{c}_{ij} \leq \xi_{ij}$. Иначе – $(\xi_{ij} - \sum_{v=1}^{j-1} \check{c}_{R_v}) \leq \check{c}_{ij} \leq \check{c}_{R_{ij}}$.

Алгоритм решения задачи 3.

Функциональные уравнения Беллмана для этой задачи аналогичны с точностью до индексации уравнениям (2.5, 2.6, 2.7):

$$\Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_1(\xi_1) = \Delta\Pi^{\ell}_1(\xi_1), \quad \xi_1 = 0, c_{11}, c_{11} + \Delta c, c_{11} + 2\Delta c, \dots, \sum_{j=1}^{J_1} c_{ijK_{ij}}, \quad (2.34)$$

$$\Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_i(\xi_i) = \max_{\check{c}_i \in \check{C}_i} (\Delta\Pi^{\ell}_i(\check{c}_i) + \Delta\tilde{\Pi}^{\ell}_{i-1}(\xi_i - \check{c}_i)), \quad (2.35)$$

$$\xi_i = 0, c_{11}, c_{11+\Delta c}, c_{11+2\Delta c}, \dots, \sum_{v=1}^i \sum_{j=1}^{J_i} c_{ivk_{vj}}, \quad i = \overline{2, I}, \quad (2.36)$$

где $\check{C}_i = \{\check{c}_1, \check{c}_2, \dots, \check{c}_r, \dots, \check{c}_{R_i}\}$ – подмножество элементов множества ξ_i , которым соответствуют неповторяющиеся элементы множества $\Delta\tilde{\Pi}_i^\ell(\xi_i)$; R_i – количество неповторяющихся элементов множества ξ_i . При этом, если $\xi_i \leq \check{c}_{R_i}$, то $(\xi_i - \sum_{v=1}^{i-1} \check{c}_{R_v}) \leq \check{c}_i \leq \xi_i$. В противном случае – $(\xi_i - \sum_{v=1}^{i-1} \check{c}_{R_v}) \leq \check{c}_i \leq \check{c}_{R_i}$.

2.5. Методические основы планирования поэтапной реализации инновационных программ развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли в условиях временных и финансовых ограничений

Содержательная постановка задачи планирования поэтапного развития объектов ТхИн может быть сформулирована следующим образом (см. рис. 2.15).

На предыдущих этапах исследования была определена совокупность объектов ТхИн, нуждающихся в развитии. Для каждого из n средств из этой совокупности проведено обоснование рационального варианта развития. Каждый вариант характеризуется своими затратами на реализацию: временными, финансовыми, материальными и трудовыми, причем из-за наличия факторов неопределенности оценки финансовых, материальных и трудовых затрат известны приближенно.

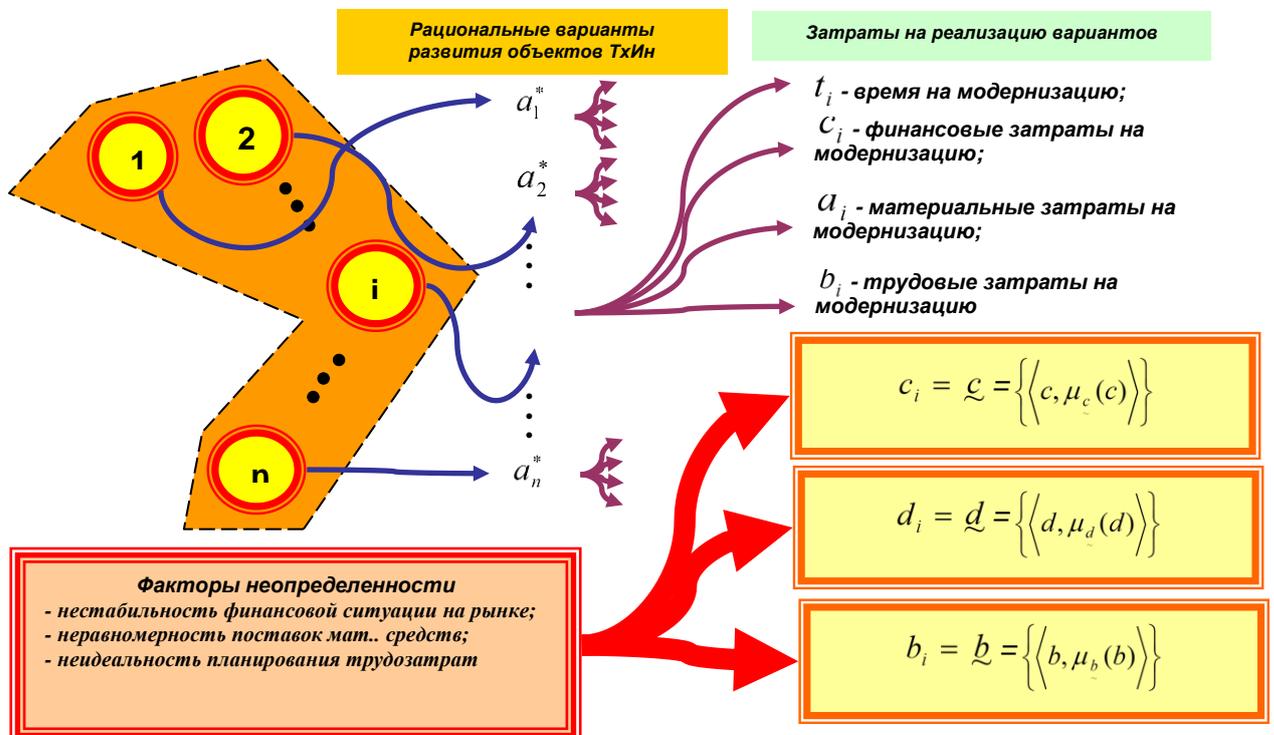


Рис. 2.15. Анализ структуры затрат на модернизацию объектов ТхИн

Модернизация планируется на заданном числе этапов (см. рис. 2.16), для каждого из которых выделяются финансовые, материальные и трудовые ресурсы, а сами работы по развития могут быть проведены только в паузах между решением ТхИн целевых задач. Значения выделяемых на развитие ресурсов из-за воздействия факторов неопределенности не могут быть точно известны, а задаются приближенно.

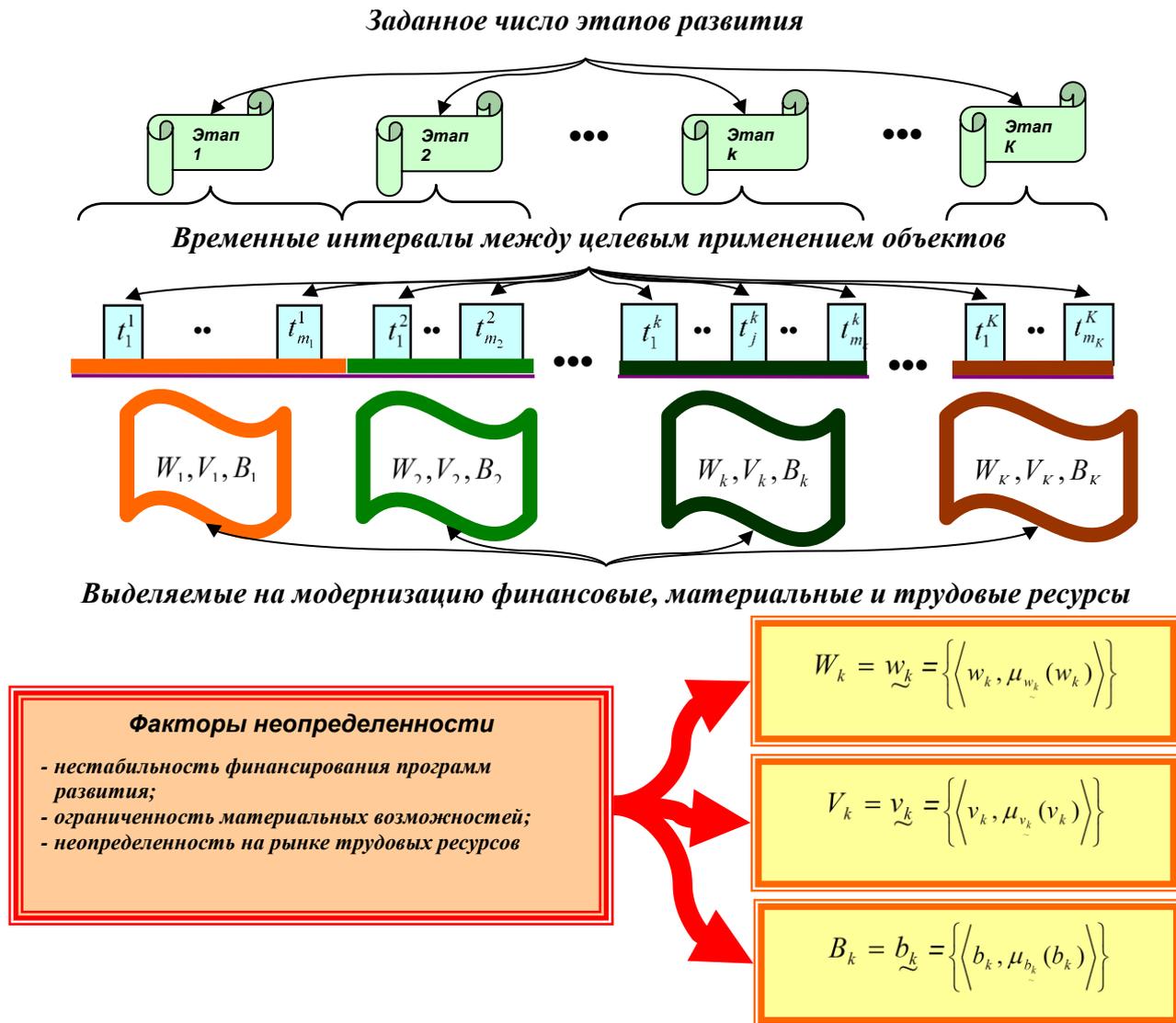


Рис. 2.16. Условия проведения работ по развитию и выделяемые ресурсы

Для перехода от содержательной к формальной постановке задачи планирования развития объектов ТхИн введем следующие обозначения.

Согласно содержательной постановки рассматриваемой задачи, модернизация элементов инфраструктуры ТхИн проводится за K этапов.

Причем для каждого k -го ($k=1, \dots, K$) этапа заданы W_k – финансовые вложения, выделяемые на k -м этапе; V_k, B_k – выделенные материальные и трудовые ресурсы для развития ТхИн на k -м этапе.

Каждый k -й этап разбит на m_k временных интервалов развития длительности t_j^k ($j=1, \dots, m_k$), в течение которых можно проводить работу по развитию инфраструктуры ТхИн.

Задано n объектов ТхИн. Для развития i -го ($i=1, \dots, n$) объекта определены t_i – время на модернизацию; c_i, d_i, b_i – финансовые, материальные и трудовые затраты на модернизацию.

Как показывает анализ, важной особенностью задачи планирования развития элементов инфраструктуры ТхИн является то, что некоторые исходные характеристики, такие как $W_k, V_k, B_k, c_i, d_i, b_i$, имеют неточные значения. Причем источниками указанной неточности могут служить факторы неопределенности и неполноты информации.

Для дальнейшей формализации содержательной постановки задачи планирования развития ТхИн приведем ее теоретико-множественное описание с использованием математической структуры выбора с мультипредпочтением и множеством неопределенности [53].

$$(Q(s), \Delta, \{\Gamma_i(\omega), i \in C\}, \{f_j(\omega), j \in G\}, \{F_l, l \in L\}, \Omega = \{\omega\}). \quad (2.37)$$

Здесь:

- $Q(s)$ – исходная структура выбора (модель), s – тип структуры. Структура $Q(s)$ позволяет ставить задачи выбора, связанные с теми или иными структурными (модельными) ограничениями, задаваемыми посредством сетей, алгебраических уравнений (статические модели), посредством дифференциальных уравнений для динамических систем и т.д.;

- Δ – пространство альтернатив (решений). В зависимости от типа исходной структуры выбора это некоторое конечномерное пространство векторов или пространство векторных функций, отдельный элемент которого характеризует структуру решения (альтернативы), состав и смысл компонент этой альтернативы;

- $\{\Gamma_i(\omega), i \in C\}$ – множество отношений, ограничивающих выбор; C – множество индексов отношений, ограничивающих выбор. Данные отношения задаются на Δ и отражают основные пространственно-временные, технические и технологические ограничения, связанные с процессом развития ТхИн;

- $\{f_j(\omega), j \in G\}$ – множество отношений предпочтения, задаваемых на Δ и отражающих различные требования, предъявляемые к наилучшему решению (плану развития ТхИн);

- $\{F_l, l \in L\}$ – множество операторов, позволяющих задавать результирующее отношение предпочтения задачи развития ТхИн $f_{рез} = F_l[\{f_j(\omega), j \in G\}]$;

- $\Omega = \{\omega\}$ – множество неопределенных состояний среды, от элементов которого ω зависят все или часть компонент, описывающих модель планирования. В зависимости от степени полноты имеющихся о среде знаний различают следующие типы среды с неопределенностью: стохастическая, целенаправленная и неизвестная. Для каждого типа среды используется та или иная форма ее описания, при этом на Q вводится соответствующая математическая структура. Так, в случае, если среда статистически устойчива (т.е. можно количественно описывать частоту появления тех или иных состояний), вводится вероятностная математическая структура; в случае целенаправленной среды (известна цель воздействия среды на систему) используются конфликтные (игровые) методы; для описания влияния неизвестной среды используются специфические способы описания предположений лица, принимающего решение, о влиянии среды, основанные, например, на «нечетких» множествах.

Исходя из содержательной постановки задачи планирования развития ТхИн проведем формализацию основных ограничений и показателей качества

планирования, которые в (2.37) соответственно задаются $\{\gamma_i(\omega), i \in C\}$ и $\{f_j(\omega), j \in G\}$.

Отношения $\{\gamma_i(\omega), i \in C\}$ должны учитывать пространственно-временные, технические и технологические ограничения, связанные с модернизацией ТхИн. К ним следует отнести следующие ограничения:

- каждый элемент инфраструктуры ТхИн может модернизироваться только на одном интервале некоторого этапа;

- при планировании развития объектов ТхИн следует учитывать выделяемые материальные и трудовые ресурсы, общие финансовые затраты по отдельным этапам;

- время развития отдельного объекта инфраструктуры ТхИн не должно превышать выделяемый интервал развития отдельного этапа;

- при планировании необходимо учитывать логическую взаимосвязь задач, решаемых на модернизируемых объектах ТхИн.

В соответствии с содержательной постановкой задачи в качестве показателей планирования процесса развития средств $\{f_j(\omega), j \in G\}$ рассматриваются следующие целевые функции, характеризующие:

- полноту развития элементов ТхИн;

- длительность развития объектов ТхИн.

Таким образом, формально задача планирования развития объектов ТхИн сводится к нахождению подмножества альтернатив множества Δ , удовлетворяющего совокупности условий $\{\gamma_i(\omega), i \in C\}$ и наилучшего в смысле правила выбора, задаваемого результирующим отношением $(\{f_j(\omega), j \in G\}, \{F_l, l \in L\})$.

Согласно описанной выше теоретико-множественной постановки задачи планирования опишем математическую модель планирования развития объектов ТхИн.

Введем следующие переменные, характеризующие процесс развития ТхИн. Через x_{ijk} обозначим переменную, которая принимает значения $x_{ijk} = 1$,

если i -ый объект ТхИн реконструируется в j -ом интервале k -го этапа развития, и значение $x_{ijk} = 0$, в противном случае.

Учтем в математической модели ограничения, приведенные выше в обобщенном виде. Из содержательной постановки задачи планирования следует, что модернизация каждого i -го объекта инфраструктуры может осуществляться только на одном j -м интервале некоторого k -го этапа. Данное требование формально можно задать в виде следующих ограничений:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{m_k} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (2.38)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n x_{ijk} \leq 1, \quad \forall j = 1, \dots, m_k$$

Первая формула в ограничении (2.38) обеспечивает выполнение поставленного условия в рамках интервалов для всех объектов, а вторая – в рамках объектов для всех интервалов.

Расходуемые суммарные материальные, трудовые и финансовые ресурсы для модернизируемых объектов не должны превосходить выделяемые средства на каждом этапе развития. В этом случае искомые переменные должны удовлетворять следующим ограничениям:

$$\sum_{j=1}^{m_k} \sum_{i=1}^n d_{\sim i} x_{ijk} \text{sign}(t_j^k - t_i) \leq V_{\sim k}, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (2.39)$$

$$\sum_{j=1}^{m_k} \sum_{i=1}^n b_{\sim i} x_{ijk} \text{sign}(t_j^k - t_i) \leq B_{\sim k}, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (2.40)$$

$$\sum_{j=1}^{m_k} \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ijk} \text{sign}(t_j^k - t_i) \leq W_k, \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (2.41)$$

где $\text{sign}(t_j^k - t_i)$ – ступенчатая функция, принимающая значения:

$$\text{sign}(t_j^k - t_i) = \begin{cases} 1, & \text{если } t_j^k \geq t_i \\ 0, & \text{если } t_j^k < t_i \end{cases}.$$

Наряду с выше указанными ограничениями необходимо учесть логическую взаимосвязь модернизируемых объектов ТхИн. Другими словами, модернизировать объект i_2 можно начинать лишь после окончания развития объекта i_1 . Данные ограничения формально можно представить следующим образом:

$$\sum_{k=K^*}^{k^*} \sum_{j=j^*+1}^{j^*} (x_{i_2jk} - x_{i_1j^*k^*}) \leq 0, \quad \forall j^* = \overline{1, m_k}; \quad \forall k^* = \overline{1, K}. \quad (2.42)$$

Выбор наилучшего плана развития объектов ТхИн необходимо производить в соответствии с определенными показателями качества указанного процесса. Из содержательной постановки задачи планирования следует, что наиболее значимыми с прикладной точки зрения показателями, оценивающими качество рассматриваемого процесса, являются полнота развития ТхИн и длительность развития объектов ТхИн. Данные показатели можно представить в следующем виде:

$$f_1(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{m_k} x_{ijk}, \quad (2.43)$$

$$f_2(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n t_i \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{m_k} x_{ijk}, \quad (2.44)$$

где α_i – коэффициент важности развития i -го объекта, t_i – длительность развития i -го объекта. При этом следует найти решения, доставляющие максимальное значение первому показателю и минимальное значение второму.

Как показывает проведенный анализ, исходные данные $W_k, V_k, B_k, c_i, d_i, b_i$ в ограничениях (2.39), (2.40), (2.41) имеют неточные значения. Причем неопределенность исходных данных может быть вызвана следующими причинами:

- неполнотой или отсутствием знаний о функционировании отдельных элементов и подсистем ТхИн, а также взаимосвязей между ними;
- необоснованно высокой стоимостью экспериментов, не позволяющей получить достаточной статистической информации о различных характеристиках объектов ТхИн;
- качественными оценками условий функционирования элементов ТхИн;
- во многих случаях человек (эксперт, группа экспертов) представляет собой единственный источник сведений о функционировании объектов ТхИн.

Во всех перечисленных случаях возникает необходимость поиска иных, отличающихся от традиционных, путей решения проблемы неопределенности. При этом необходимо отметить, что указанные причины отражают объективную недостаточную информированность ЛПР, о возможных количественных значениях исходных данных, а сам процесс управления развитием ТхИн базируется на некоторых субъективных суждениях ЛПР, отражающих его собственный опыт как эксперта.

Наиболее перспективным следует считать путь учета факторов неопределенности, в котором комплексно и гибко используются все адекватные тем или иным реальным условиям методы исследования.

Анализ показывает, что учет неопределенности должен быть основан на привлечении современных положений системного анализа, теории нечетких множеств и нечетких мер, теории объективной и субъективной вероятности, теории возможностей [53, 54].

Исходя из вышеизложенного, параметры W_k , V_k , B_k , c_i , d_i , b_i в ограничениях (2.39), (2.40), (2.41) будем задавать нечеткими числами.

Таким образом, задача планирования развития объектов ТхИн свелась к решению многокритериальной задачи нечеткого линейного булева программирования (2.38) – (2.44).

Задаче планирования развития объектов ТхИн (2.38) – (2.44) присущ специфический вид неопределенности – критериальная неопределенность, т.е. решение задачи должно удовлетворять двум различным качественным требованиям, описываемых целевыми функциями (2.43), (2.44). Разрешение указанной неопределенности в рассматриваемой задаче может быть достигнуто путем ведения некоторого решающего правила, формально представляющего собой либо некоторый оператор, позволяющий сформировать результирующую целевую функцию (свертку показателей), либо некоторый алгоритм, позволяющий выделить рациональные решения (построить результирующее покомпонентное отношение предпочтения). Естественным требованием для всех таких решающих правил является требование выделения на их основе недоминируемых решений, находящихся в множестве Парето.

Классификация методов решения задач многокритериального выбора приведена в работе [64]. Из анализа данных методов для задачи планирования развития объектов ТхИн (2.38) – (2.44) следует применить лексикографический интервальный метод многокритериальной оптимизации, получивший название метода последовательных уступок.

В этом случае метод и соответствующий алгоритм последовательного сужения множества альтернатив задачи состоят в следующем:

Шаг 1. $f_1 \rightarrow \max_{x \in \Delta_\beta}$. В результате решения находится

$$x_1^* = \arg \max_{x \in \Delta_\beta} f_1(x), \text{ при этом } f_1(x_1^*) = b_1.$$

Шаг 2. Вводится допустимое снижение данного показателя (уступка) $\varepsilon > 0$ и формируется суженное множество допустимых альтернатив $\Delta_\beta^1 = \{x / x \in \Delta_\beta, f_1(x) \geq b_1 - \varepsilon\}$.

Шаг 3. На образованном множестве Δ_β^1 находим минимальное значение второго показателя $f_2 \rightarrow \min_{x \in \Delta_\beta^1}, f_2(x_2^*) = b_2$.

Последний результат и является решением исходной задачи для уступки ε . Чем меньше уступка по первому показателю, тем меньше возможности улучшения второго показателя. В то же время очевидно, что нет смысла назначать такие уступки, которые снижали бы значения f_1 ниже минимальных значений, принимаемых этим показателем в множестве Парето. Таким образом, назначая различные уступки можно выбирать необходимое число Паретовских (эффективных) решений многокритериальной задачи планирования развития объектов ТхИн (2.38) – (2.44).

Следует отметить, что, учитывая линейность показателей эффективности f_1, f_2 , задачи, решаемые на шаге 1 и шаге 3, относятся к однокритериальным задачам нечеткого линейного булевого программирования.

Выводы по второму разделу

Во втором разделе изложены основные результаты, посвященные разработке методического инструментария формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли. В основу его создания положен системный подход к формированию программ развития ТхИн предприятий РКО. При этом охвачены все фазы формирования программ развития ТхИн предприятий РКО – от анализа рынка космических услуг, оценивания потребностей конкретных объектов ТхИн предприятий РКО в развитии до определения конкретных параметров инновационных программ развития, включающих перечень модернизируемых объектов ТхИн и оптимальные планы их модернизации.

Формирование направлений развития ТхИн предприятий РКО предложено выполнять в пять последовательных этапов, включающих: системный анализ рынка космических услуг; прогнозирование степени отставания в развитии параметров объектов ТхИн предприятий РКО; оценивание потребности объектов ТхИн предприятий РКО в развитии; формирование состава модернизируемых объектов ТхИн в условиях ограничений по финансированию; планирование поэтапной реализации инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях временных, финансовых и технологических ограничений. Раскрыты особенности выполнения перечисленных этапов, приведено соответствующее методическое обеспечение.

Разработаны методические основы системного анализа рынка космических услуг, а именно – сформулирована методологическая концепция и сформирован методический аппарат изучения рынка космических услуг с использованием принципов объективности, точности, целенаправленности, комплексности и систематичности. Разработана структура процесса системного исследования РКУ, включая основные направления и задачи

исследования рынка космических услуг. Методические основы системного анализа рынка космических услуг включают: постановку задачи, концепцию сбора информации; изучение внешней среды и тенденций развития рынка; сегментацию рынка и определение главных пользователей традиционных услуг; изучение спроса на традиционные космические услуги; изучение базовых услуг; изучение пользователей традиционных услуг; изучение параметров спроса, необходимых для прогнозирования спроса и предложения; конкурентный анализ рынка базовых услуг.

Определена последовательность и содержание основных этапов реализации инновационной политики в области внедрения новых космических услуг. Сформированы требования к содержанию концепции новой космической услуги, включающие в себя: цель, ресурсы и конкретные мероприятия по проектированию, организации производства и продвижению новой космической услуги, включая требования к наземной космической инфраструктуре в виде вектора опорных значений параметров развития ТхИн.

Опорные параметры развития определяются по принципу создания необходимых условий для реализации перспективных космических услуг, они включают требования к тактико-техническим и эксплуатационно-техническим параметрам объектов ТхИн (по составу и качеству выполнения целевых задач, уровню надежности и долговечности, экономичности эксплуатации и т.п.). Опорные параметры могут представляться в виде как передовых предельно достижимых значений, так и крайне нежелательных (критичных) значений.

Разработаны методические основы прогнозирования степени отставания в развитии параметров объектов ТхИн предприятий РКО. При этом в качестве модели изменения степени отставания параметров объектов ТхИн от опорных значений применена линейная модель нечеткого регрессионного анализа. Получены выражения для оценивания параметров нечётких регрессионных уравнений, выведены соотношения для прямого и обратного

прогнозирования остаточного ресурса средств ТхИн по критериям отставания от опорных параметров развития.

Разработаны методические основы оценивания потребности в развитии объектов ТхИн предприятий РКО. Описаны способы реализации основных процедур алгоритма оценивания потребности объектов ТхИн в развитии, а именно: анализ факторов, формирующих потребность в развитии объектов ТхИн; формирование номенклатуры частных показателей потребности в развитии объектов ТхИн; формирование обобщенного показателя потребности в развитии объектов ТхИн; оценивание значений частных и обобщенного показателей потребности в развитии объектов ТхИн; задание граничного значения обобщенного показателя потребности в развитии объектов ТхИн; формирование итогового состава объектов ТхИн, подлежащих развитию.

Разработаны методические основы формирования состава модернизируемых объектов ТхИн в условиях ограничений по финансированию. Описана модель формирования инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях ограничений по финансированию. В модели предложено формировать объемы работ по принципу максимизации отклика показателей качества ТхИн на развитие ее составных частей в условиях переменных объемов финансирования и откликов на проведение работ по развитию объектов ТхИн. Задача решается для заданного набора возможных вариантов финансирования, что дает возможность оперативной коррекции вариантов развития в случае изменения финансирования.

Описан метод планирования поэтапной реализации инновационной программы развития ТхИн предприятий РКО в условиях временных и финансовых ограничений, отличием которого является планирование работ в паузах целевого применения и возможность учета приближенного характера оценок затрат на реализацию вариантов развития и выделяемых ресурсов. При этом проведена формальная постановка задачи планирования развития

объектов ТхИн и ее теоретико-множественное описание с использованием математической структуры выбора с мультипредпочтением и множеством неопределенности. Задача планирования развития объектов ТхИн сведена к решению многокритериальной задачи нечеткого линейного булевого программирования, характеризующейся большой размерностью и факторами неопределенности (нечеткие ограничения, многокритериальность). Проведен анализ возможных путей решения задачи планирования развития объектов ТхИн, который показал, что для решения задачи векторной оптимизации целесообразно в качестве результирующего отношения предпочтения применить лексикографическое интервальное отношение предпочтения и для преодоления критериальной неопределенности использовать метод последовательных уступок. Показано, что на каждом шаге метода уступок задача планирования сводится к однокритериальной задаче нечеткого линейного булева программирования, для решения которой могут быть использованы комбинаторно-эвристические методы, модифицированные с целью учета нечетких параметров в системе ограничений.

Раздел 3. РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ МЕТОДИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

Проведенный анализ рынка космических услуг, результаты которого представлены в приложении 1 и кратко описаны в статье [12] показал, что на настоящий момент времени чрезвычайно актуальными являются следующие направления: развитие существующей наземной космической инфраструктуры в плане сохранения конкурентно-способного уровня пусковых услуг; развитие наземной космической инфраструктуры в интересах создания, развертывания и поддержания функционирования национальной системы глобального наземного позиционирования «Глонасс». Так как работы по реализации этих направлений в настоящее время в основном обеспечиваются с использованием возможностей космодрома «Байконур», то и экспериментальная апробация осуществлялась на примерах формирования вариантов модернизации объектов соответствующей технологической инфраструктуры предприятия – Филиал ФГУП «ЦЭНКИ» – Космический центр «Южный».

Модель формирования инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях ограничений по финансированию апробирована при обосновании инновационной программы развития теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) комплекса «Байконур». При этом обследование технического состояния и энергетический аудит оборудования ТЭЦ показал, что имеются существенные резервы повышения ее экономичности за счет модернизации оборудования. Наиболее существенный эффект, связанный со снижением эксплуатационных расходов, может быть получен при реализации работ по модернизации на системе циркуляционного охлаждения конденсаторов турбин, установках химводоподготовки и котлоагрегатах.

Экономические показатели предложенных работ и вариантов их выполнения, являющиеся исходными данными для решения задачи,

приведены в таблице 3.1. Таблицы 3.2, 3.3 и 3.4 иллюстрируют результаты пошагового решения задачи на основе применения рекуррентных соотношений для первого, второго и третьего вида оборудования соответственно.

Таблица 3.1

Экономические показатели работ и вариантов их выполнения

Обозначение и наименование работ и вариантов их выполнения	Обозначение вариантов выполнения работ	Стоимость выполнения вариантов работ, млн. руб.	Годовая экономия, млн.руб год
1. Система циркуляционного охлаждения конденсаторов турбин			
1.1. Устранение паразитных перетечек в отводах трубопровода циркуляционной воды	X ₁₁₁	0,5	1,6
1.2. Уменьшение номинальной подачи центробежных насосов:			
1.2.1. Обточка рабочих колес	X ₁₂₁	1,0	2,5
1.2.2. Установка регулятора частоты вращения.	X ₁₂₂	4,0	3,3
2. Установка химводоподготовки			
2.1. Строительство станции очистки и возврата конденсата	X ₂₁₁	3,0	0,7
2.2. Применение новых методов коррекционной обработки питательной и котловой воды:			
2.2.1. Применение реагента П-2	X ₂₂₁	4,0	1,4
2.2.2. Применение реагента «Хеламин»	X ₂₂₂	5,0	1,6
2.3. Внедрение новых установок по обессоливанию воды:			
2.3.1. Термического обессоливания	X ₂₃₁	11,0	3,8
2.3.2. На основе использования явления обратного осмоса	X ₂₃₂	15,0	4,3
3. Котлоагрегаты			
3.1. Установка распылительных головок механических форсунок по ОСТ 108.836.03.80	X ₃₁	5,0	4,2
3.2. Установка кислородомера с регулирующим комплексом типа АКГ	X ₃₂	6,0	3,6
3.3. Установка на мазутном хранилище теплообменников типа	X ₃₃	9,0	4,8

«труба в трубе»			
3.4. Внедрение газоимпульсной очистки внутренней поверхности топки	x ₃₄	16	8,8

Таблица 3.2

Результаты пошагового решения задачи 1 для системы циркуляционного охлаждения конденсаторов турбин

ξ	$\Delta \tilde{I}_{11}(\xi)$	x_{111}	$\Delta \tilde{I}_{12}(\xi)$	$\langle x_{121}, x_{122} \rangle$
0,0	0,0	0,0	0,0	$\langle 0,0 \rangle$
0,5	1,6	1	1,6	$\langle 0,0 \rangle$
1,0			2,5	$\langle 1,0 \rangle$
1,5			4,1	$\langle 1,0 \rangle$
4,0			4,1	$\langle 1,0 \rangle$
4,5			4,9	$\langle 0,1 \rangle$

Таблица 3.3

Результаты пошагового решения задачи 1 для оборудования химводоподготовки

ξ	$\Delta \tilde{I}_{21}(\xi)$	x_{111}	$\Delta \tilde{I}_{22}(\xi)$	$\langle x_{221}, x_{222} \rangle$	$\Delta \tilde{I}_{23}(\xi)$	$\langle x_{231}, x_{232} \rangle$
0	0,0	0	0,0	$\langle 0,0 \rangle$	0	$\langle 0,0 \rangle$
3	0,7	1	0,7	$\langle 0,0 \rangle$	0,7	$\langle 0,0 \rangle$
4			1,4	$\langle 1,0 \rangle$	1,4	$\langle 0,0 \rangle$
5			1,6	$\langle 0,1 \rangle$	1,6	$\langle 0,0 \rangle$
7			2,1	$\langle 1,0 \rangle$	2,1	$\langle 0,0 \rangle$
8			2,3	$\langle 0,1 \rangle$	2,3	$\langle 0,0 \rangle$
11					3,8	$\langle 1,0 \rangle$
14					4,5	$\langle 1,0 \rangle$
15					5,2	$\langle 1,0 \rangle$
16					5,4	$\langle 1,0 \rangle$
19					6,1	$\langle 1,0 \rangle$
23					6,6	$\langle 0,1 \rangle$

Таблица 3.4

Результаты пошагового решения задачи 1 для котлоагрегатов

ξ	$\Delta \tilde{I}_{31}(\xi)$	x_{31}	$\Delta \tilde{I}_{32}(\xi)$	x_{32}	$\Delta \tilde{I}_{33}(\xi)$	x_{33}	$\Delta \tilde{I}_{34}(\xi)$	x_{34}
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4,2	1	4,2	0	4,2	0	4,2	0
9			4,2	0	4,8	1	4,8	0
11			7,8	1	7,8	0	7,8	0
14					9,0	1	9,0	0
20					12,6	1	12,6	0
21							13,6	1
27							16,6	1

30							17,8	1
36							20,4	1

На основе данных, содержащихся в первых и предпоследних столбцах этих таблиц можно построить функции отклика для каждого вида оборудования. Эти функции представлены графически (рис. 3.1 а, б, в). Таблица 3.5 иллюстрирует результаты пошагового решения задачи на основе применения рекуррентных соотношений для ТЭЦ в целом. Функция отклика ТЭЦ на вложение средств в модернизацию ее оборудования представлена графически (рис. 3.1 г).

Знание полученных функций отклика позволяет решить задачу оптимального использования средств, выделяемых на модернизацию ТЭЦ. Для этого необходимо выполнить так называемый «обратный ход» алгоритма динамического программирования, который выполняется следующим образом. По заданному количеству средств C определяем максимальный годовой эффект, который можно получить при оптимальном распределении этих средств по всем видам оборудования. Значение этого эффекта $\Delta \tilde{I}_I(\tilde{N})$ содержится в предпоследнем столбце таблицы 3.5. В столбце $2I$ (последнем) этой же строки находим оптимальное количество средств $*c_I$, необходимое для модернизации 3-го вида оборудования. Затем в строке $\xi = C - *c_I$ этой же таблицы в столбце $2(I - 1)$ находим оптимальное количество средств $*c_{(I-1)}$, которое необходимо выделить на модернизацию $(I - 1)$ -го вида оборудования.

Далее последовательно входим в строки $\xi = C - *c_I - *c_{(I-1)}, \dots, \xi = C - \sum_{r=0}^{I-1} *c_{I-r}$ и соответственно находим $*c_{(I-2)}, *c_{(I-3)}, \dots, *c_1$. Формально алгоритм обратного хода можно записать следующим образом:

$$\text{шаг 1 - } *c_J = c_J(\xi = C); \text{ шаг 2 - } *c_{J-1} = c_{J-1}(\xi = C - *c_J); \dots$$

$$\text{шаг } \ell - *c_{J-\ell} = c_{J-\ell}(\xi = C - \sum_{r=0}^{\ell-1} *c_{J-r}); \dots \text{ шаг I } *c_1 = c_1(\xi = C - \sum_{r=0}^{J-2} *c_{J-r}).$$

Получив распределение средств по видам оборудования, определяем оптимальный перечень работ по его модернизации. Для этого, зная $*c_i$ для каждого вида оборудования, входим в строку $\xi = *c_i$ таблицы 2 и в столбце $2J_i$

(последнем) находим оптимальный кортеж индикаторов вариантов выполнения J_i работы $\langle x_{iJ_1}, x_{iJ_2}, \dots, x_{iJ_{K_i}} \rangle$.

Отличный от нуля элемент этого кортежа определяет оптимальный вариант выполнения J_i работы, стоимость которой $*c_{iJ_i} = \sum_{k=1}^{K_{iJ_i}} x_{iJ_k} (\xi = *c_i) \cdot c_{iJ_k}$.

Далее последовательно входим в строки $\xi_i = *c_i - *c_{iJ_1}$, $\xi_i = *c_i - *c_{iJ_1} - *c_{i(J_1-1)}$, ..., $\xi_i = *c_i - \sum_{r=0}^{J_i-2} *c_{i(J_i-r)}$ и соответственно находим:

$$*c_{(K_j-1)} = \sum_{n=1}^{V_j(K_j-1)} x_{j(K_j-1)n} (\xi = *c_j - *c_{K_j}) \cdot c_{j(K_j-1)n} \dots$$

$$*c_{(K_j-m)} = \sum_{n=1}^{V_j(K_j-m)} x_{j(K_j-m)n} (\xi = *c_j - \sum_{r=0}^{m-1} *c_{j(K_j-r)}) \cdot c_{j(K_j-m)n} \dots$$

$$*c_{j1} = \sum_{n=1}^{K_{j1}} x_{j1n} (\xi = *c_j - \sum_{r=0}^{K_j-2} *c_{j(K_j-r)}) \cdot c_{j1n}.$$

Результаты пошагового решения задачи для ТЭЦ в целом приведены в таблице 3.5. Предположим, что на модернизацию ТЭЦ может быть выделено 51,5 млн. руб. Тогда, следуя изложенному алгоритму, получим, что, выполнив на эту сумму работы по модернизации ТЭЦ, можно обеспечить ежегодную экономию в размере 29 млн. руб., если эти средства будут распределены следующим образом: на модернизацию котлоагрегатов – 36 млн. руб., на оборудование химводоподготовки – 14 млн. руб. и на систему охлаждения конденсаторов турбин – 1,5 млн. руб.

При этом должен быть выполнен весь предусмотренный комплекс работ на котлоагрегатах, на оборудовании химводоподготовки, работы по строительству станции очистки и возврата конденсата от оборудования топливоподачи стоимостью 3 млн. руб. и монтажу установок по термическому обессоливанию воды стоимостью 11 млн. руб., а на системе охлаждения конденсаторов турбин – работы по устранению паразитных перетечек и обточке рабочих колес эксплуатируемых насосов стоимостью 0,5 млн. руб. и

1,0 млн. руб. соответственно.

Таблица 3.5

Результаты пошагового решения задачи для ТЭЦ в целом

ξ	$\Delta \tilde{I}_1(\xi)$	c_1	$\Delta \tilde{I}_2(\xi)$	c_2	$\Delta \tilde{I}_3(\xi)$	c_3
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5	1,6	0,5	1,6	0,0	1,6	0,0
1,0	2,5	1,0	2,5	0,0	2,5	0,0
1,5	4,1	1,5	4,1	0,0	4,1	0,0
4,5	4,9	4,5	4,9	0,0	4,9	0,0
5,5			5,5	4,0	5,8	5,0
6,0			5,5	4,0	6,7	5,0
6,5			5,7	5,0	8,3	5,0
9,5			6,4	8,0	9,1	5,0
11,5			7,0	7,0	9,4	11,0
12,0			7,0	7,0	10,3	11,0
12,5			7,9	11,0	11,9	11,0
15,5			8,6	14,0	13,1	14,0
18,5			9,5	16,0	13,9	14,0
19,5			10,1	15,0	14,1	11,0
20,5			10,3	16,0	14,7	14,0
21,0			10,3	16,0	15,1	20,0
21,5			10,3	16,0	16,7	20,0
22,5			10,3	16,0	17,7	21,0
25,5			11,0	19,0	18,5	21,0
27,5			11,5	23,0	19,3	21,0
28,5					20,7	27,0
31,5					21,9	30,0
33,5					22,4	27,0
34,5					22,7	30,0
35,5					22,9	27,0
36,5					23,5	30,0
37,5					24,5	36,0
40,5					25,3	36,0
42,5					26,1	36,0
44,5					26,7	36,0
45,5					26,8	36,0
46,5					27,1	36,0
47,5					27,4	36,0
48,5					28,3	36,0
51,5					29,0	36,0
52,5					29,7	36,0
53,5					29,9	36,0
55,5					30,5	36,0
56,5					30,7	36,0
59,5					31,4	36,0
63,5					31,9	36,0

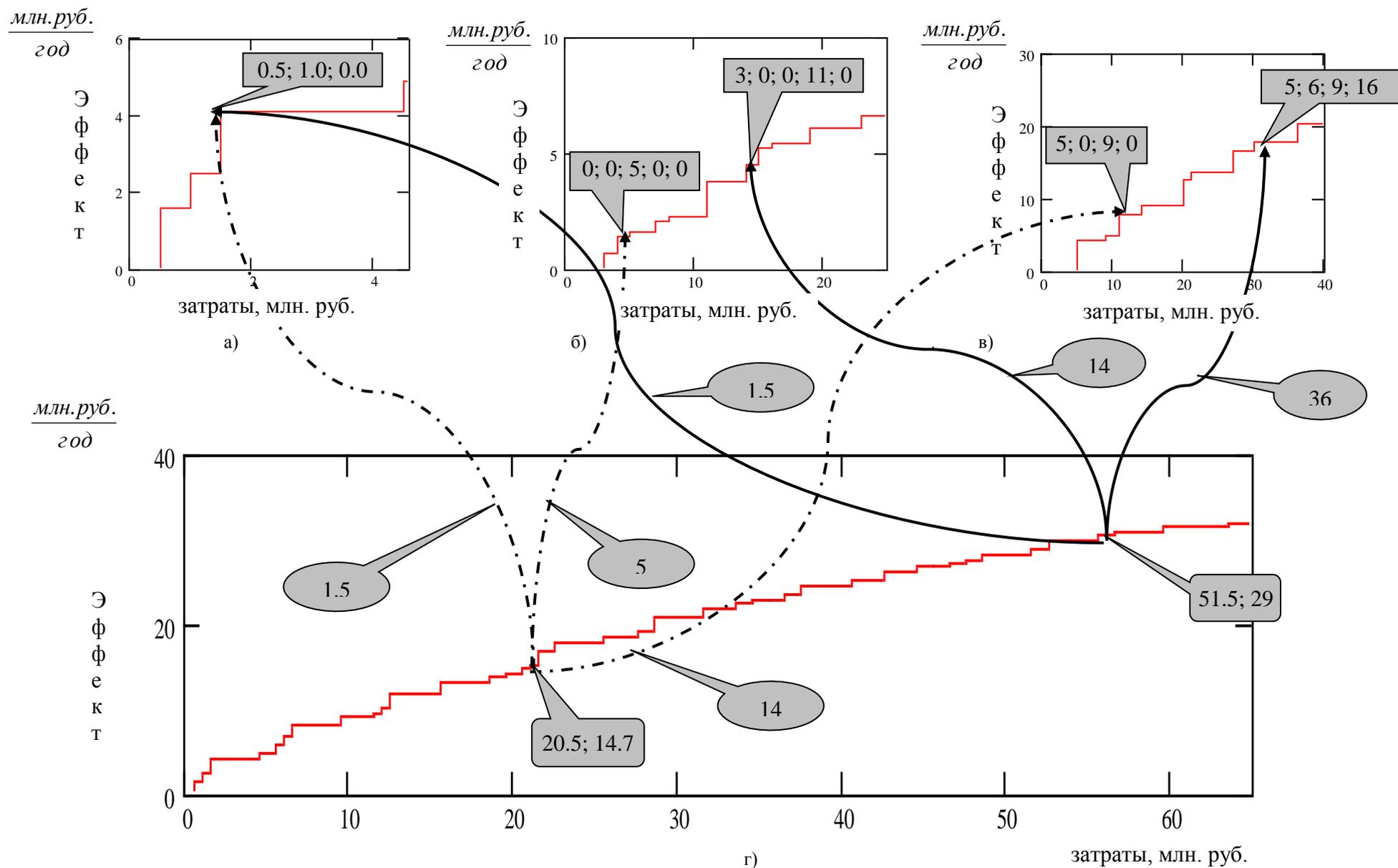


Рис.3.1. Функции отклика показателя эффективности ТЭЦ на модернизацию: а) системы циркуляционного охлаждения конденсаторов турбин, б) оборудования химводоподготовки, в) котлоагрегатов, г) совокупности рассматриваемого оборудования

В случае, когда на модернизацию ТЭЦ будет выделяться 20,5 млн. руб., максимально возможная годовая экономия составит 14,7 млн. руб.. При этом на котлоагрегатах должны быть выполнены работы по установке более совершенных распылительных головок механических форсунок (ОСТ 108.836.03-80) и установке на мазутном хранилище теплообменников типа «труба в трубе» общей стоимостью 14 млн. руб.; на оборудовании химводоподготовки – только работы по внедрению реагента «Хеламин» стоимостью 5 млн. руб., а на системе охлаждения конденсаторов турбин те же работы, что и в предыдущем случае стоимостью 1,5 млн. руб.

Рис. 3.1 наглядно показывает, как изменяется чувствительность рассматриваемого показателя экономической эффективности к объему финансирования работ по модернизации. В данном случае с ростом объема финансирования она уменьшается.

Так, вложение первых 20 млн. руб. обеспечивает годовую экономию в размере 14 млн. руб., вторых – в размере 10 млн. руб., а третьих – только 6 млн. руб. Следовательно, на основе знания функций отклика можно также решать задачи распределения средств по годам таким образом, чтобы суммарный эффект за N лет был бы максимальным.

В целом апробация рассматриваемой модели показала, что применение ее позволяет получить достаточный объем данных для обоснования и принятия решений о режиме финансирования тех или иных работ, направленных на улучшение показателей качества функционирования составных частей ТхИн предприятий РКО.

Метод планирования поэтапной реализации инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях временных и финансовых ограничений был апробирован при обосновании параметров инновационной программы модернизации измерительного комплекса космодрома (ИКК) «Байконур».

В ходе апробации метода сформирован состав модернизируемых средств ИКК, при этом, как следует из рис. 3.2, значения обобщенного

показателя потребности в модернизации превышает его граничные значения для средств и линий связи и средств обработки информации.

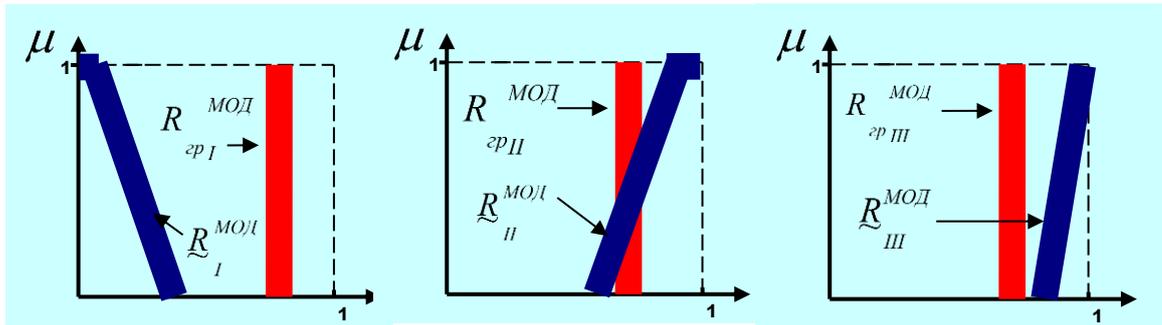


Рис. 3.2. Оценивание потребности в модернизации различных групп оборудования ИКК

(I – наземные станции; II – средства связи и линии связи; III – средства обработки информации)

Причинами этого являются: для средств и линий связи (рис. 3.3) – возрастание эксплуатационных затрат, обусловленное физическим старением оборудования и незащищенностью линий связи от хищений кабелей; для средств обработки информации (рис. 3.4) – физическое и моральное старение оборудования.

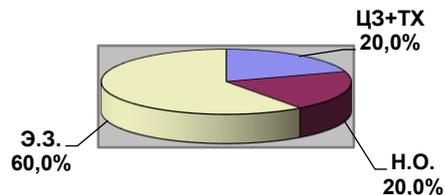


Рис. 3.3. Оценки вклада различных причин модернизации в общую потребность модернизации средств и линий связи

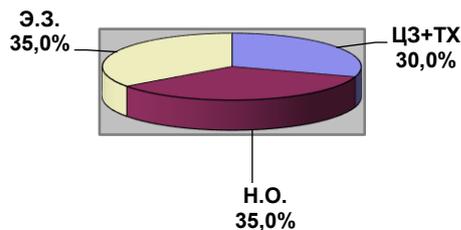


Рис. 3.4. Оценки вклада различных причин модернизации в общую потребность модернизации средств обработки информации

В связи с этим, как показано на рис. 3.5, данные группы оборудования включены в состав модернизируемых средств ИКК космодрома «Байконур».

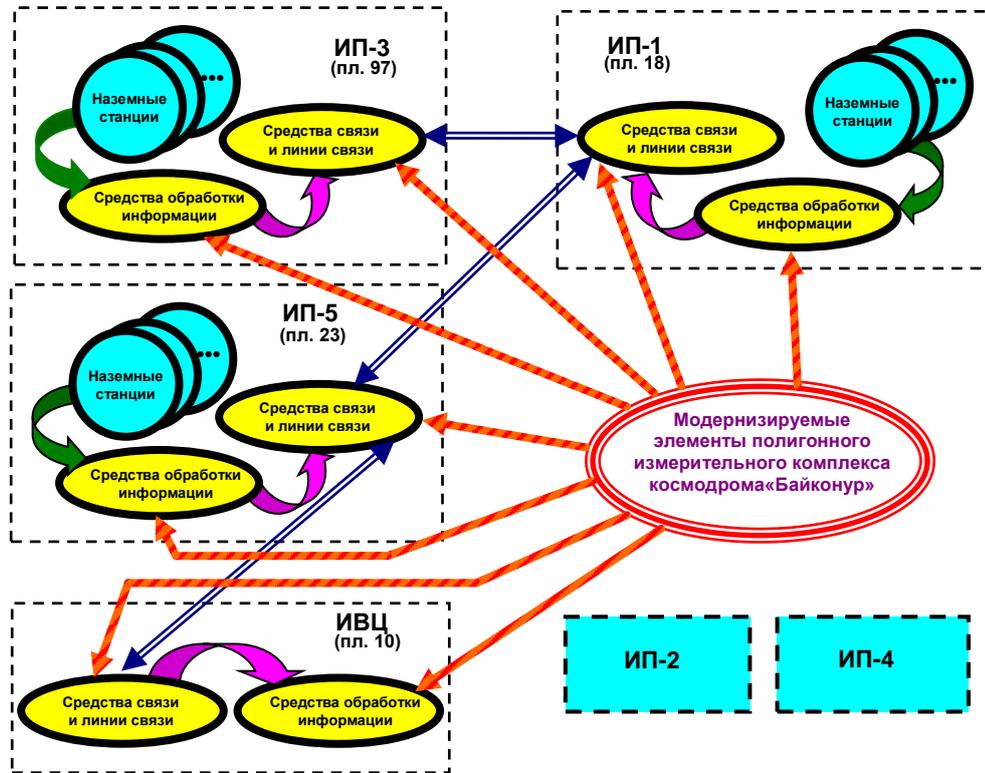


Рис. 3.5. Выделение модернизируемых средств ИКК космодрома «Байконур»

Проведен выбор рациональных вариантов модернизации выделенных средств ИКК. Результаты выбора предпочтительных вариантов модернизации представлены в таблице 3.6.

Далее решалась задача выбора оптимального плана поэтапной реализации инновационных программ развития ИКК в условиях временных и финансовых ограничений.

Сравнению подвергались три вида планов модернизации (рис. 3.6): $П_1$ – модернизация в паузах целевого применения с пятью этапами в течение 5 лет; $П_2$ – модернизация в паузах целевого применения, число этапов и максимальная длительность модернизации не ограничены; $П_3$ – модернизация параллельно с сохранением «старых» узлов ИКК с пятью этапами в течение 5 лет.

Выбранные варианты модернизации средств ИКК

№ п/п	Наименование средства	Существующий вариант	Предлагаемый Вариант
1.	Средства и линии связи в направлении ИПЗ – ИП1	Средство каналообразования К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС «Радиус»
2.	Средства и линии связи в направлении ИП1 – ИП5	Средство каналообразования К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС «Радиус»
3.	Средства и линии связи в направлении ИП5 – ИВЦ	Средство каналообразования К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС «Радиус»
4.	Узел сбора и передачи измерительной информации ИП-3	Комплекс обработки информации ВЛ1033-04	Устройство сбора и декоммутации УСД
5.	Узел сбора и передачи измерительной информации ИП-1	Комплекс обработки информации ВЛ1033-04	Устройство сбора и декоммутации УСД
6.	Узел сбора и передачи измерительной информации ИП-5	Комплекс обработки информации ВЛ1033-04	Устройство сбора и декоммутации УСД
7.	Узел обработки информации ИВЦ	Комплекс обработки информации ВЛ1045	АПК «Родник (УСД +РМО)

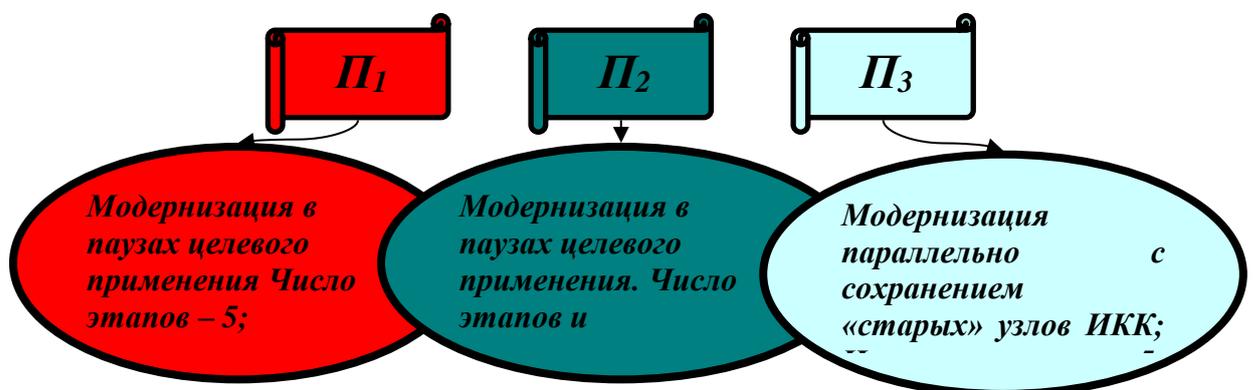


Рис. 3.6. Виды анализируемых планов модернизации ИКК космодрома «Байконур»

Анализ планов модернизации проведен с использованием программного продукта ПМКС – «Планирование Модернизации Комплекса Средств», описанного в Приложении 2 к диссертации. Результаты анализа в обобщенном виде приведены на рис. 3.7 – 3.10 и в подробном виде изложены в Приложении 3.

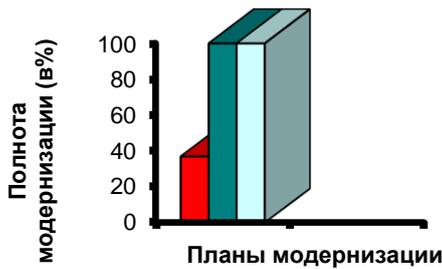


Рис. 3.8

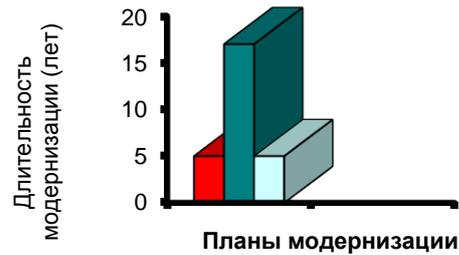


Рис. 3

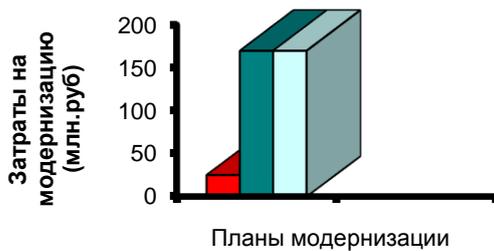


Рис. 3.9

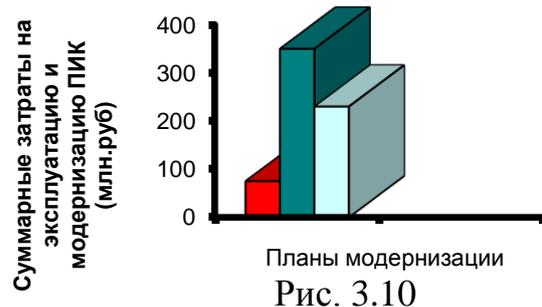


Рис. 3.10

Анализ показал, что при модернизации по плану 1 за 5 лет из-за большой целевой загрузки ИКК удастся модернизировать только 37 % оборудования, нуждающегося в модернизации. Длительность же модернизации по плану 2 составляет 17 лет. Ввиду этого наиболее предпочтительным планом является план 3, предполагающий параллельную модернизацию и являющийся более рациональным чем план 2 по суммарным затратам на эксплуатацию и модернизацию.

Распределение работ по срокам в выбранном плане модернизации приведено на рис. 3.11.

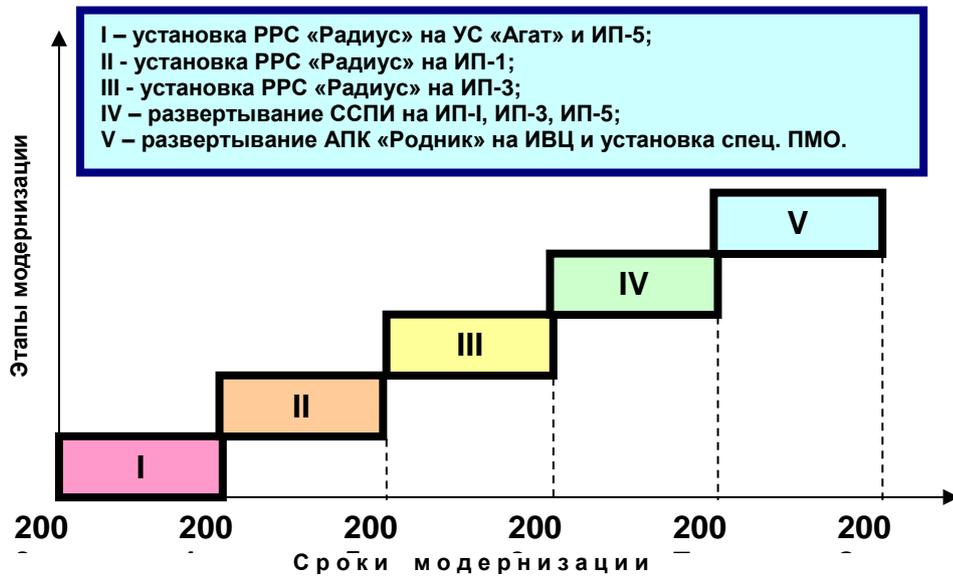


Рис. 3.11. Распределение работ по срокам в выбранном варианте плана модернизации

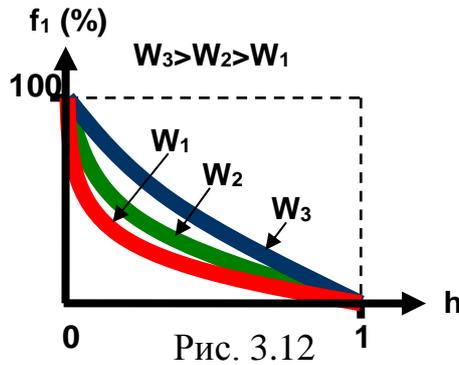


Рис. 3.12

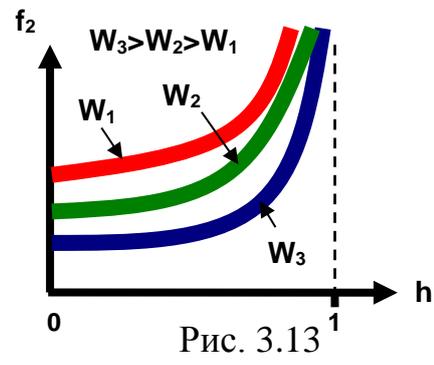


Рис. 3.13

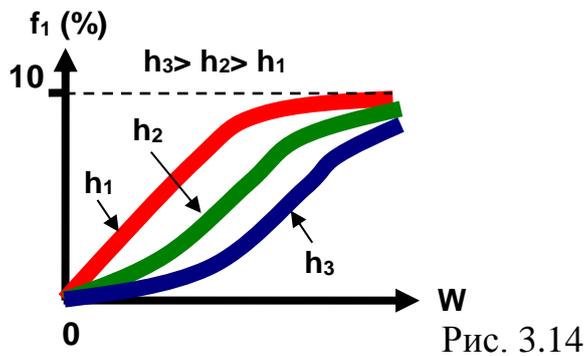


Рис. 3.14

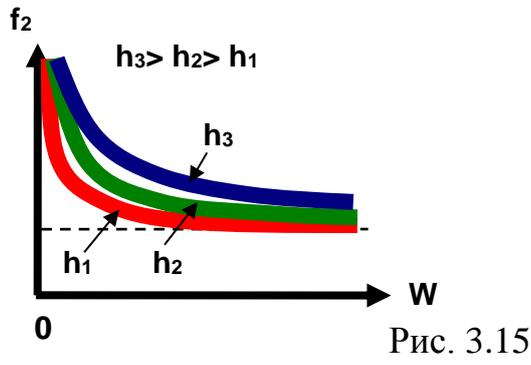


Рис. 3.15

Рис. 3.12– 3.15. Результаты анализа зависимости показателей качества планов от условий модернизации

На рис. 3.12 – 3.15 приведены полученные в работе экспериментальные кривые зависимости показателей качества планов от условий модернизации

(загруженности целевыми задачами и выделяемыми ресурсами), где $h = \frac{T_{\Sigma}^{ц.з}}{T_{\rho}}$ –

показатель загруженности ИКК целевыми задачами.

Из данных кривых, в частности, видно, что при модернизации в паузах целевого применения ИКК при большой загруженности целевыми задачами полнота и длительность модернизации слабо чувствительны к объему выделяемых ресурсов.

Выводы по третьему разделу

В третьем разделе диссертации изложены результаты экспериментальной апробации разработанного методического инструментария обоснования направлений инновационного развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли на примере формирования вариантов модернизации объектов технологической инфраструктуры предприятия – Филиал ФГУП «ЦЭНКИ» – Космический центр «Южный».

Модель формирования инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях ограничений по финансированию апробирована при обосновании инновационной программы развития теплоэлектроцентрали комплекса Байконур. При этом с помощью разработанной модели сформированы базовые варианты развития ТЭЦ для нескольких вариантов финансирования. Получены экспериментальные данные, характеризующие изменение чувствительности показателя экономической эффективности к объему финансирования работ по модернизации. В целом апробация модели показала, что применение ее позволяет получить достаточный объем данных для обоснования и принятия решений о режиме финансирования работ, направленных на улучшение показателей качества функционирования объектов НКИ.

Метод планирования поэтапной реализации инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях временных и финансовых ограничений был апробирован при обосновании параметров инновационной программы модернизации измерительного комплекса космодрома «Байконур».

Приведены результаты решения задачи планирования поэтапной модернизации объектов ИКК. Показано, что наиболее предпочтительным является план, предполагающий параллельную модернизацию и являющийся более рациональным по объему модернизированных средств и по суммарным

затратам на эксплуатацию и модернизацию. Приведены экспериментальные кривые зависимости показателей качества планов развития ТхИн от условий развития (от загруженности целевыми задачами и от объема выделяемых ресурсов). Экспериментально установлено, что при модернизации в паузах целевого применения ИКК при большой загруженности целевыми задачами полнота и длительность модернизации ТхИн слабо чувствительны к объему выделяемых ресурсов.

В целом апробация результатов исследований доказала возможность обосновывать рациональные варианты развития объектов ТхИн предприятий РКО без перерывов в их целевом функционировании и с учетом ограниченного объема информации об условиях развития. Разработанный методический инструментарий позволяет решать задачи по обоснованию программ развития широкого класса объектов технологической инфраструктуры. Реализованный при этом подход позволяет гибко учитывать реальный объем исходных данных как об изменении параметров технического состояния объектов ТхИн предприятий РКО, так и о динамике требований к их тактико-технико-экономическим характеристикам.

При этом реализация результатов позволила: повысить обоснованность принимаемых решений на модернизацию средств ТхИн предприятий РКО, в результате чего уменьшить время разработки и реализации программ развития объектов ТхИн предприятий РКО в 2,5 – 3,2 раза при экономии в 1,7 – 2,1 раза суммарных затрат на модернизацию и эксплуатацию; сократить сроки обоснования объемов и планирования работ примерно на 45-55%; провести модернизацию объектов без снижения уровня готовности ТхИн предприятий РКО к выполнению целевых задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в процессе выполнения диссертационного исследования получены следующие основные результаты.

1. Установлено, что базовым фактором, определяющим направленность развития инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли в современных условиях развития, является потребность обеспечения внедрения новых перспективных космических услуг с возможно меньшими затратами материальных, финансовых и временных ресурсов.

2. Выявлены основные стадии формирования ИнТхИ предприятий РКО, включающие: анализ особенностей рынка космических услуг, формирование опорных параметров развития ТхИн, оценивание потребности составляющих ТхИн в развитии, определение параметров инновационных программ развития по составу инноваций и взаимоувязанным срокам внедрения. При оценивании потребности ТхИн предприятий в развитии учитывается степень отставания как по составу решаемых задач (для обеспечения внедрения перспективных космических услуг), так и по уровню обеспечения технологических характеристик.

3. Предложена модель формирования инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях ограничений по финансированию, отличающаяся способом формирования структуры инвестиций в инновации по принципу максимизации отклика показателей качества ТхИн предприятий РКО на развитие ее составных частей в условиях ограниченного финансирования. При этом обеспечена возможность оперативной коррекции вариантов инновационного развития в случае изменения финансирования, либо уточнения откликов.

4. Разработан метод планирования поэтапной реализации инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в условиях временных и финансовых ограничений, отличающийся возможностью планирования работ в паузах целевого применения ТхИн предприятий РКО и

учетом приближенного характера экспертных оценок затрат на реализацию вариантов развития и выделяемых ресурсов.

5. В ходе экспериментальных исследований установлена закономерность, заключающаяся в том, что при проведении работ по внедрению мероприятий инновационных программ развития ТхИн предприятий РКО в паузах целевого применения при большой загруженности ТхИн предприятий РКО целевыми задачами полнота и длительность внедрения инноваций слабо чувствительны к объемам выделяемых финансовых ресурсов.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что научные положения, выводы и рекомендации диссертации могут рассматриваться как дальнейшее развитие методов совершенствования инновационной деятельности применительно к технологической инфраструктуре предприятий ракетно-космической отрасли.

Практическая значимость диссертационного исследования определяется тем, что разработанные в диссертации методы совершенствования инновационной деятельности предприятий ракетно-космической отрасли доведены до конкретных методик и алгоритмов и позволяют научно обоснованно отбирать инновационные проекты и формировать инновационную программу развития предприятий РКО.

Кроме того, на основе разработанного в диссертации научно-методического аппарата получены конкретные практические рекомендации по формированию программ инновационного развития широкого класса объектов наземной космической инфраструктуры, что позволило принять обоснованные решения по управлению их развитием в условиях реальных ограничений на возможности и условия реализации инновационных программ развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдулов А.Н. Наука и производство: век интеграции (США, Западная Европа, Япония). – М., 1992.
2. Азгальдов Г.Г., Береза Т.Н. Об учете категории качества при вычислении сравнительной эффективности объектов // Экономика и математические методы, 1996. – Т. 32. – Вып. 3.
3. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов: основы теории. – М.: Наука, 1990. – 240 с.
4. Алексеева М.М. Планирование деятельности фирмы. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 248 с.
5. Алиев Р.А., Либерзон М.И. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.
6. Анализ социально-экономического развития малых научных городов (Обнинск, Заречный, Снежинск). – Обнинск, 2003.
7. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: Финансы и статистика, 1999.
8. Аоки М. Фирма в японской экономике. Информация, стимулирование и заключение сделок в японской экономике: Пер. с англ. – СПб., 1995.
9. Ахмедханов М.Р. Прогнозирование соответствия характеристик космических средств предъявляемым требованиям на основе использования нечеткой регрессионной модели // Транспортное дело России, 2012. – № 6.
10. Ахмедханов М.Р. Планирование поэтапной реализации инновационных программ развития комплексов космических средств в условиях неопределенности информации о временных, ресурсных и технологических ограничениях // Транспортное дело России, 2012. – № 5.
11. Ахмедханов М.Р. Анализ состояния и тенденций развития рынка космических услуг // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Интернет-журнал, 2012. – № 1. http://iea.gostinfo.ru/magazine_2012_01%281%29.html.
12. Ахмедханов М.Р. Анализ результатов практического применения методического инструментария обоснования направлений инновационного развития технологической инфраструктуры предприятий ракетно-

- космической отрасли // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Интернет-журнал, 2012. – № 3. http://iea.gostinfo.ru/magazine_2011_03%283%29.html.
13. Ахмедханов М.Р. Разработка концепции формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли. – М.: Издательство «Московский печатник», 2010.
 14. Ахмедханов М.Р., Зигаленко А.Б. Направления совершенствования методического инструментария формирования инновационно-технологической инфраструктуры предприятий ракетно-космической отрасли. – М.: Издательство «Московский печатник», 2010.
 15. Баранов В.Д. Проблемы технологического бизнеса в России на опыте работы ЗАО «НТ-МДТ» // Инновации, 2003. – № 7.
 16. Барзилович Е.Ю. Стохастические модели принятия оптимальных решений в экономических исследованиях. – М.: Атомиздат, 1999.
 17. Басовский Л.Е. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 260 с.
 18. Батьковский А.М., Коробов С.П., Хрусталеv Е.Ю. Об одном подходе к оценке вариантов реструктуризации оборонно-промышленного комплекса (на примере авиастроительной отрасли) // Экономика и математические методы, 2004. – Т. 40. – № 1.
 19. Башин М.Л. Новая техника и опытные предприятия. – М.: Машиностроение, 1999.
 20. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1976.
 21. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования: Пер. с англ. / Под ред. А.А. Первозванского. – М.: Издательство «Наука», 1965.
 22. Бердникова Т.Б. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 215 с.
 23. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. – М.: Наука, 1973. – 297 с.

24. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования. – Рига: Зинатне, 1990. – 184 с.
25. Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике. – М.: Радио и связь, 1984. – 288 с.
26. Бромвич М. Анализ экономической эффективности капиталовложений. – М.: Инфра-М, 1996.
27. Булеев А.И. Количественный коэффициент конкурентоспособности товаров и услуг // Маркетинг и маркетинговые исследования в России, 2007. – № 5.
28. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория вооружения: Учебное пособие. / Под ред. А.А. Рахманова. – М.: 46 ЦНИИ МО, 2002. – 234 с.
29. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем: Практикум: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2000.
30. Васильев В.В., Салютин Т.Ю. Принципы реализации инновационной политики специализированного оператора связи // Труды учебных заведений связи, 2001. – № 167. – С. 169-173.
31. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р., Смоляк С.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов. – М.: Дело, 1998. – 246 с.
32. Военная системотехника и системный анализ / Модели и методы подготовки и принятия решений в сложных организационно-технических комплексах в условиях неопределенности и многокритериальности / Под ред. Б.В. Соколова. – СПб.: ВИКУ им. А.Ф. Можайского, 1999. – 496 с.
33. Гаврилов К.Л. Механизм обновления: Концепция развития национальной инновационной системы России. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2003.
34. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования: теория, практика и методология. – М.: Финпресс, 1998. – 414 с.
35. Гончаров В.В. Важнейшие понятия и концепции в современном управлении. – М.: МНИИПУ, 2000. – 176 с.
36. Гребенников П.И., Леусский А.И., Тарасевич Л.С. Микроэкономика: Учебник. – Изд. 2-е, перераб. и доп. / Под общ. Ред. Л.С. Тарасевича. – СПб.: Изд-во СПбГУЭиФ, 1998. – 447 с.

37. Грузинов В.П. и др. Экономика предприятия: Учебник для вузов / Под ред. В.П. Грузинова. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998.
38. Дихтль Е., Хёршген Х. Практический маркетинг. – М.: Высшая школа, 1996. – 215 с.
39. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход. – М.: Мир, 1981. – 454 с.
40. Долинская М.Г., Соловьев П.А. Маркетинг и конкурентоспособность промышленной продукции. – М.: Издательство стандартов, 1991.
41. Дубов Ю.А., Травкин С.И., Якимец В.Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем. – М.: Наука, 1986. – 295 с.
42. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталева Е.Ю. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе / Под ред. Б.А. Лагоши. – М.: Финансы и статистика, 2000.
43. Духота Ю.А. Основы управления циклом «наука – производство – реализация» продукции новых поколений. – К., 1992.
44. Жарина О.Г. Исследование рынка деятельности зарубежных компаний. – М.: МГУ, 1997. – 24 с.
45. Завлин П.Н., Васильев А.В. Оценка эффективности инноваций. – СПб.: Бизнес-пресса, 1998. – 216 с.
46. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 166 с.
47. Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А., Монастырский М.Л. Теоретические основы информационно-статистического анализа сложных систем. – СПб.: Лань, 1997. – 320 с.
48. Идрисов А.Б., Картышев С.В., Постников А.В. Стратегическое планирование и анализ эффективности инвестиций. – М.: Информационно-издательский дом «ФИЛИНЪ», 1996.
49. Инновационная деятельность зарубежных фирм. Реферативный сборник / Отв. ред. Г.В. Вишнякова. – М.: ИНИОН РАН, 1993.
50. Инновационные проекты: Опыт Новосибирского научного центра / Под ред. В.И. Сулова. – Ч. 1. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2004.
51. Инновационный процесс в странах развитого капитализма / Под ред. И.Е. Рудаковой. – М.: МГУ, 1991.

52. Интеграция академической науки и производства: организационно-правовое обеспечение / Отв. ред. В.Б. Аверьянов. – К., 1990.
53. Калинин В.Н., Резников Б.А. Теория систем и управления. Структурно-математический подход. – Л., 1978.
54. Калинин В.Н., Резников Б.А., Варакин Е.И. Теория систем и оптимального управления. Структурно-математический подход. – Л., 1979. – Ч. 1; 1987. – Ч. 2.
55. Киселев А.И., Медведев А.А., Меньшиков В.А. Космонавтика на рубеже тысячелетий. Итоги и перспективы. – М.: Машиностроение, 2001. – 672 с.
56. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико-математических методов и моделей. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – 245 с.
57. Кондратьев Н.Д. Проблемы экономической динамики. – М.: Экономика, 1989.
58. Коротаяев Н.Н. Экономическое содержание инноваций // Экономические рычаги в системе хозяйствования: Сб. науч. трудов. – Вып. 3 / Науч. ред. Н.Н. Пилипенко, В.И. Сиськов. – М.: МГСУ, 1997.
59. Кофман А. Введение в теорию нечётких множеств: Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
60. Кремер Н.Ш. и др. Исследование операций в экономике. – М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1997.
61. Крюков Л.М., Морозова А.П. Совершенствование форм связи науки с производством: по материалам исследования БелНИИТИ. – Минск, 1982.
62. Ламбен Ж.-Ж. Стратегический маркетинг: европейская перспектива // Пер. с франц. – СПб.: Наука, 1996. – 589 с.
63. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. – М.: Наука, 1987.
64. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.
65. Макконел К.Р., Стенли Л. Брю. Экономика: принципы, проблемы и политика. В 2-х т. – М.: Республика, 1999. – Т. 2. – 339 с.
66. Малов В.С. Прогресс и научно-техническая деятельность. – М., 1991.
67. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.

68. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и отбору их для финансирования. Официальное издание – М.: НПКВЦ, 1994.
69. Мильнер Б.З., Евенко Л.И., Рапопорт В.С. Системный подход к организации управления. – М.: Экономика, 1983. – 224 с.
70. Миронов А.Н. Теоретические основы и методы многомодельного прогнозирования долговечности сложных военно-технических систем космического назначения. – М.: МО РФ, 2000. – 430 с.
71. Мухаметов А.Г. Инновации как производительная сила региона // Менеджмент: теория и практика, 2000. – № 5.
72. Научно-инновационная сфера в регионе: проблемы и перспективы развития / Под ред. А.А. Румянцева. – СПб.: Наука, 1996.
73. Организационные формы связи науки с производством в промышленности / Л.С. Бляхман, М.А. Гусаков, М.С. Минтаиров и др. – Л.: Наука, 1980.
74. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М.; Наука, 1981. – 208 с.
75. Основы инновационного менеджмента: теория и практика. Учебное пособие // Под ред. П.Н. Завлина и др. – М.: Издательство «Экономика», 2000. – 475 с.
76. Основы политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2010 года, утвержденные Указом Президента Российской Федерации от 6 февраля 2001 г.
77. Панкрухин А.П. Маркетинг. – М.: Институт международного права и экономики им. А.С. Грибоедова, 1999. – 398 с.
78. Перминов А.Н. Космическая инфраструктура: состав и задачи // Военно-космическая деятельность России – истоки, состояние, перспективы. Труды научно-практической конференции. – СПб.: Издательство «Левша. Санкт-Петербург», 2005. – Приложение 2. – С. 487-491.
79. Песоцкая Е.В. Маркетинг услуг. – СПб.: Питер, 2000. – 160 с.
80. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982. – 232 с.
81. Подчасова Т.П., Ладога А.П., Рудницкий В.Ф. Управление в иерархических производственных структурах. – К.: Наукова думка, 1989. – 184 с.

82. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергоиздат, 1981.
83. Резников Б.А. Теория систем и оптимального управления. Принятие решений в условиях неопределенности и адаптация. – Ч. 3. – Л., 1988.
84. Рождественский А.А. Рекомендации МККТТ по общим принципам технической эксплуатации / Электросвязь, 1985. – № 11. – С. 62-64.
85. Салютин Т.Ю. Разработка методологии прогнозирования предложения услуг почтовой связи. – М., 1996. – 220 с.
86. Совершенствование наземной космической инфраструктуры средств выведения на Западном и Восточном ракетных полигонах МО США. Научно-технический отчет по теме «Научно-техническая и информационная поддержка и сопровождение Федеральной космической программы России». - М.: НТЦ «Компас», 2001.
87. Теория прогнозирования и принятия решений / Под ред. С.А. Саркисяна. – М.: Высшая школа, 1977. – 384 с.
88. Управление исследованиями, разработками и инновационными проектами / Под ред. С.В. Валдайцева. - СПб: Изд-во СПбГУ, 1996.
89. Фальцман Е., Корепанов Е., Давыдова Л. Факторы спроса на отраслевую науку // Вопросы экономики, 1997. – № 9.
90. Федеральный закон от 29.11.1996 г. «О космической деятельности» № 147-ФЗ.
91. Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К. Структура многоуровневых и крупномасштабных систем. Синтез и планирование развития. – М.: Наука, 1993. – 160 с.
92. Черныш Е.А. и др. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. Учебное пособие. – М.: ПРИОР, 1999. – 176 с.
93. Шайбакова Л.Ф. Инновационный процесс в регионе (организационно-экономический аспект). – Екатеринбург: УГЭИ, 1995.
94. Швандар В.А. Определение экономической эффективности повышения качества продукции // Стандарты и качество, 1987. – № 11. – С. 85-92.
95. Шумпетер Й. Теория экономического развития. – М.: Прогресс, 1982.
96. Эванс Дж.М., Берман Б. Маркетинг. – М.: Экономика, 1993. – 335 с.
97. Юдин Д.Б. Математические методы управления в условиях неполной информации. – М.: Советское радио, 1974.

98. Юраков А.Ю. Модели инновационного процесса //Современные аспекты экономики, 2002. – № 12(25).
99. Dubois D., Parade H. Operations on fuzzy numbers. Int. J. System Sciensis, vol. 9, 1978, pp. 613-626.
100. Freeman C. Technical Innovation, Diffusion and Long Wave // The Long Wave Debate, 1987.
101. Mensch G., Continho C., Kaasch K. Changing Capital Values and the Prosperity to Innovate // Futures, 1981. – № 4. – P. 28.
102. Mizumoto M., Tanaka K. Some properties of fuzzy sets of type 2, Information and control, vol. 31, 1999, pp. 313-340.

103. Multinational management strategies // Multinational busness, 1990. – № 3. – P. 56.
104. Pearson Ronald K. Fuzzy set theoretic estimation // Micro-Delcon'83. Proc. 6th Annu. Comput. Conf., New York, Del., 8 Varch, 1983. – Silver Spring, Md. 1983. – Pp.72-76.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА РЫНКА КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ

П. 1.1. Общая характеристика рынка космических услуг

Основными *сегментами* мирового РКУ являются: спутниковые услуги (фиксированная и мобильная связь, ДЗЗ, спутниковое вещание), производство наземного оборудования (сетевых шлюзов и станций управления, VSAT-терминалов, спутниковых ТВ-антенн и телефонов, GPS-оборудования и т.д.), производство платформ космических аппаратов и компонентов целевых систем, производство средств выведения и предоставления пусковых услуг (рис. П. 1.1).



Рис. П. 1.1 – Структура рынка космических услуг

Сектор коммерческих *спутниковых услуг* по итогам 2008 года продолжает оставаться доминирующим в индустрии – доходы 84 млрд. долларов (рис. П. 1.2).

При этом наибольший объем продаж – 67,3 млрд. долларов – имели услуги прямого спутникового вещания (DirecTV, Dish Network и т.д.), а наибольшие темпы роста (с 400 млн. в 2007 г. до 700 млн. в 2008 году) демонстрировала группа компаний, работающих в сфере дистанционного зондирования земли (GeoEye, Digital Globe, RapidEye и т.д.).

Стабильное развитие показали операторы фиксированной спутниковой связи (совокупный доход 14,5 млрд. долларов в 2008 году) – Intelsat (2,36 млрд. долларов в 2008 году, 51 КА на орбите), SES (2,3 млрд. долл., 41 КА), Eutelsat (1,28 млрд. долл., 27 КА), Telesat (0,58 млрд. долл., 12 КА) и др. Российскую Федерацию в данной сфере представляют ФГУП «Космическая связь» (228,1

млн. долл., 11 КА) и ОАО «Газпром космические системы» (83,7 млн. долл., 3 КА).

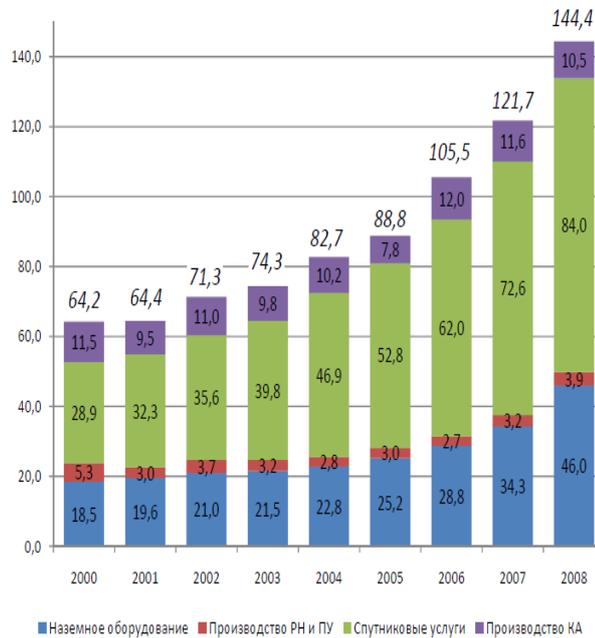


Рис. П. 1.2. Изменение доходов по секторам, млрд. \$

В области мобильной спутниковой связи (совокупный доход 2,2 млрд. долларов в 2008 году) – Inmarsat, Iridium, Globalstar, Orbcomm, SkyTerra и т.д. – наряду с ростом традиционных наземного и морского сегментов наблюдается значительное увеличение продаж в воздушном сегменте.

Сектор *наземного оборудования* включает производство сетевого (шлюзы, станции управления, VSAT – терминалы) и абонентского оборудования (спутниковые ТВ антенны, портативные спутниковые телефоны, GPS – приемники и т.д.). Одной из особенностей подобного рода компаний является большая степень специализации. Например, Garmin Ltd. (доход в 2008 г. – 3,5 млрд. долларов) в области создания навигационных систем, EchoStar Corp. (доход в 2008 г. – 1,5 млрд. долларов) – в сфере производства оборудования для спутникового ТВ.

Производство космических аппаратов. В последние годы наблюдается снижение суммарных доходов данного сектора. Кроме того, традиционные лидеры индустрии производства коммерческих КА (Space Systems/Loral,

Thales Alenia Space, EADS Astrium, Lockheed Martin Commercial Space Systems, Boeing Satellite Systems и т.д.) уступают часть рынка российским (ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва»), китайским (Space Technology Research Institute, Great Wall Industry Corp.), японским (Mitsubishi Electric), индийским (ISRO Satellite Center) и израильским (Israel Aircraft Industries) компаниям.

Также в последние годы происходит увеличение удельного веса затрат на страхование запусков и последующей орбитальной эксплуатации коммерческих космических аппаратов – с 8% в 1999 г. до 20% в 2004 г.

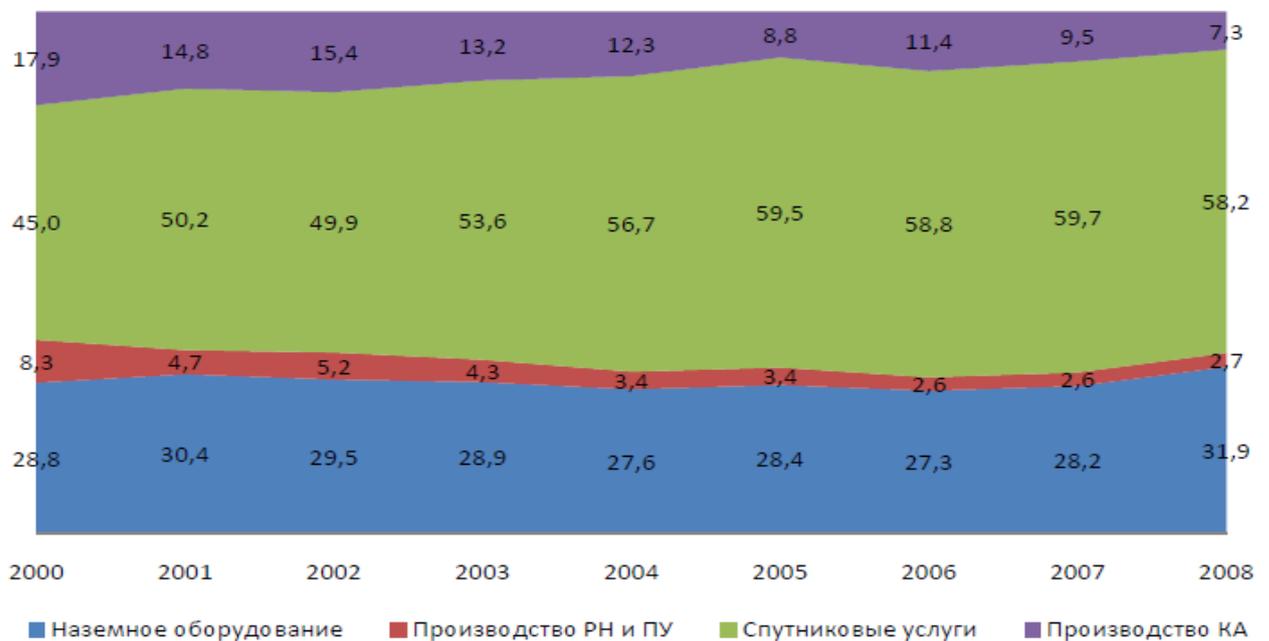


Рис. П. 1.3. Изменение доли сектора в суммарных доходах отрасли, %

Следует отметить, что удельный вес рассматриваемых (рис. П. 1.1) секторов динамически изменяется (рис. П. 1.3). Так, в последние годы происходит неуклонное снижение доли пусковых услуг и производства космических аппаратов на мировом РКУ.

Важными особенностями современного РКУ также являются (см. таблицу П. 1.1): а) присутствие на нем как достаточно узкоспециализированных компаний, так и компаний с широким спектром деятельности; б) наличие компаний отличающихся на несколько порядков по уровню дохода.

Таблица П. 1.1

Рейтинг⁵ предприятий космической промышленности

	Доход на РКУ в 2008, млн. \$	Доход на РКУ в 2007, млн. \$	Суммарный доход в 2008, млн. \$	Суммарный доход в 2007, млн. \$	Производство КА	Производство средств выведения	Производство компонентов РН и КА	Пусковые услуги	Наземные системы	Техническое обслуживание и программное обеспечение	Военные ракеты	Продажа снимком и услуги	Телекоммуникационные услуги
Lockheed Martin Corp.	10700	10203	42731	41862									
Boeing Co.	7130	7460	60909	66387									
EADS	6046	5005	60992	55153									
Northrop Grumman Corp.	5805	5231	33887	32018									
Raytheon Co.	4405	4506	23174	21301									
Garmin Ltd. ⁶	3494	3180	3494	3180									
Thales Alenia Space	2890	2538	2890	2538									
CSC	1900	1350	16740	16500									
United Space Alliance	1817	1860	1817	1860									
ATK	1808	1678	4583	4171									
L-3 Communications	1500	1400	14901	13961									
EchoStar Corp. ⁷	1492	1280	2151	1544									

⁵ Без учета российских и китайских компаний⁶ GPS оборудование⁷ Оборудование для спутникового ТВ

	Доход на РКУ в 2008, млн. \$	Доход на РКУ в 2007, млн. \$	Суммарный доход в 2008, млн. \$	Суммарный доход в 2007, млн. \$	Производство КА	Производство средств выведения	Производство компонентов РН и КА	Пусковые услуги	Наземные системы	Техническое обслуживание и программное обеспечение	Военные ракеты	Продажа снимком и услуги	Телекоммуникационные услуги
General Dynamics	1446	1007	29300	27200									
Arianespace	1347	1296	1347	1296									
SAIC	1235	1229	10100	8926									
Orbital Sciences Corp.	1169	1034	1169	1034									
Honeywell International Inc.	1100	36556	1000	34589									
Hughes Communications Inc.	1060	970	1060	971									
ITT Corp.	1030	1000	11700	9000									
Safran Group	899	750	14561	16917									
Loral Space & Communications	869	761	869	882									
Mitsubishi Electric Corp.	830	609	40561	44822									
Harris Corp.	800	880	4900	5300									
BAE Systems	795	610	34400	31400									
Jacobs Technology Inc.	739	550	1772	1406									

Ниже приведем результаты анализа РКУ на примере рынков фиксированной спутниковой связи и пусковых услуг по методике, разработанной в разделе 2 диссертации.

II. 1.2. Исследование рынка фиксированной спутниковой связи

II. 1.2.1. Изучение внешней среды и тенденций развития рынка услуг фиксированной спутниковой связи

Основными факторами, определяющими развитие рынка услуг фиксированной спутниковой связи, являются ограниченное количество орбитальных позиций на геостационарной орбите и существенный дефицит спутникового частотно-энергетического ресурса, сложившийся в настоящее время. Ввиду данных факторов, а также с учетом средней продолжительности изготовления телекоммуникационных КА в 2-3 года и достигнутого на сегодняшний день срока активного существования в 12-17 лет, операторы фиксированной спутниковой связи проводят в настоящее время достаточно агрессивную политику развития, носящую как экстенсивный, так и интенсивный характер.

Так, например, ГПКС, ведущий национальный оператор фиксированной спутниковой связи, в 2001-2005 гг. запустил пять современных космических аппаратов серии «Экспресс-АМ» со сроком службы 12 лет, полностью обновив орбитальную группировку и более чем втрое увеличив пропускную способность своих спутников. После вывода в 2009 г. КА «Экспресс-АМ44» и «Экспресс-МД1» на спутниках ГПКС насчитывается более 280 эквивалентных транспондеров (общая пропускная способность группировки – порядка 10 000 МГц). В рамках выполнения Федеральной космической программы до 2015 года (см. таблицу 1.2) пропускная способность орбитальной группировки ГПКС должна увеличиться более чем в два раза (до 680 эквивалентных транспондеров).

Обновленная спутниковая группировка позволила ГПКС выйти за рамки национального оператора, укрепив ее позиции на международном рынке. Сегодня ГПКС работает на всех географически доступных рынках, предоставляя услуги связи и вещания заказчикам из 35 стран мира. В пакете заказов ГПКС иностранные заказчики составляют около 20%. Этот показатель мог быть и больше, но в условиях острого дефицита спутникового ресурса предприятие

сконцентрировало свою работу, прежде всего на обеспечении потребностей российских пользователей.

Таблица 1.2

Программа запусков КА ГПКС на период до 2015 г.

№ п/п	Наименование КА	Год запуска	САС, лет	Орбитальная позиция	Заменяемый КА ⁸
1.	Экспресс-АМ4	2011	15	80° в.д.	Экспресс-АМ2
2.	Экспресс-АМ8	2011	15	14° з.д.	Экспресс-А4
3.	Экспресс-МД2	2011	10	145° в.д.	–
4.	Экспресс-АМ5	2012	15	140° в.д.	Экспресс-АМ3
5.	Экспресс-АМ6	2012	15	53° в.д.	Экспресс-АМ22
6.	Экспресс-АТ1	2012	15	56° в.д.	Бонум-1
7.	Экспресс-АТ2	2012	15	36° в.д.	Eutelsat-W4
8.	Экспресс-АМ7	2013	15	40° в.д.	Экспресс-АМ1

Таблица 1.3

Программа запусков ОАО «Газпром космические системы»

№ п/п	Наименование КА	Год запуска	Орбитальная позиция	Изготовитель
1.	Ямал-301	2011 (2008)	90° в.д.	ОАО «ИСС им. М.Ф. Решетнева» (РКК «Энергия»)
2.	Ямал-302	2011 (2008)	55° в.д.	ОАО «ИСС им. М.Ф. Решетнева» (РКК «Энергия»)
3.	Ямал-401	2011	90° в.д.	Thales Alenia Space (платформа <i>Spacebus-4000C3</i>)
4.	Ямал-402	2011	55° в.д.	Thales Alenia Space (платформа <i>Spacebus-4000C3</i>)

⁸ Бутенко В., Прохоров Ю. Космические аппараты будущего. О концепции развития российской государственной космической группировки спутников связи и вещания гражданского назначения на период до 2020 г.// Приложение к журналу «Технологии и средства связи» № 5 (74), 2009 – Специальный выпуск «Спутниковая связь и вещание – 2010». – С. 14-17.

Второй отечественный оператор – ОАО «Газпром космические системы» также реализует планы по усилению собственного космического сегмента (см. таблицу 1.3).

П.1. 2.2. Сегментация рынка и определение главных пользователей традиционных услуг фиксированной спутниковой связи

Наиболее значительная группа потребителей услуг фиксированной спутниковой связи – корпоративные и коммерческие провайдеры телекоммуникационных услуг. Так, например, структура пользователей одного из двух ведущих национальных операторов – ОАО «Газпром Космические системы» – представлена на рисунках П. 1.4-1.5.

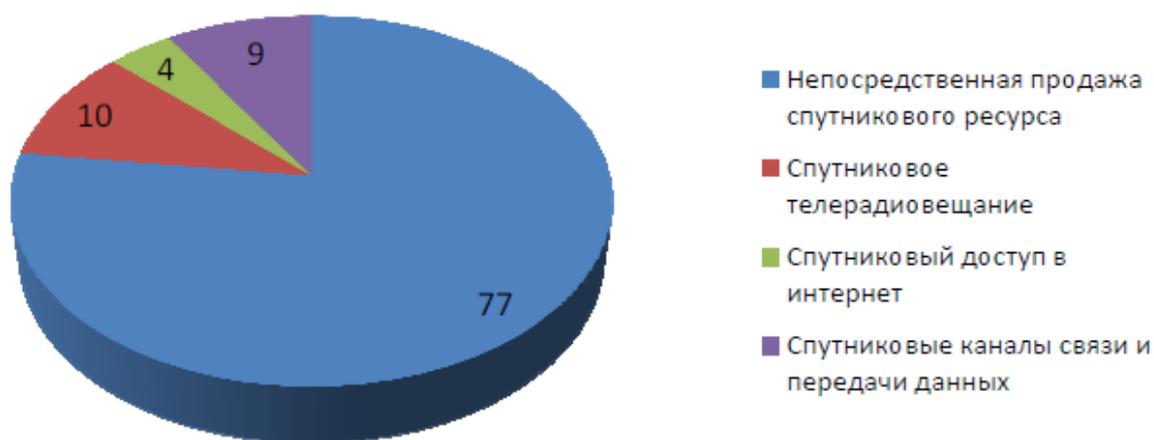


Рис. П. 1.4. Распределение спутникового частотно-энергетического ресурса ОАО «Газпром Космические системы» по типам пользователей

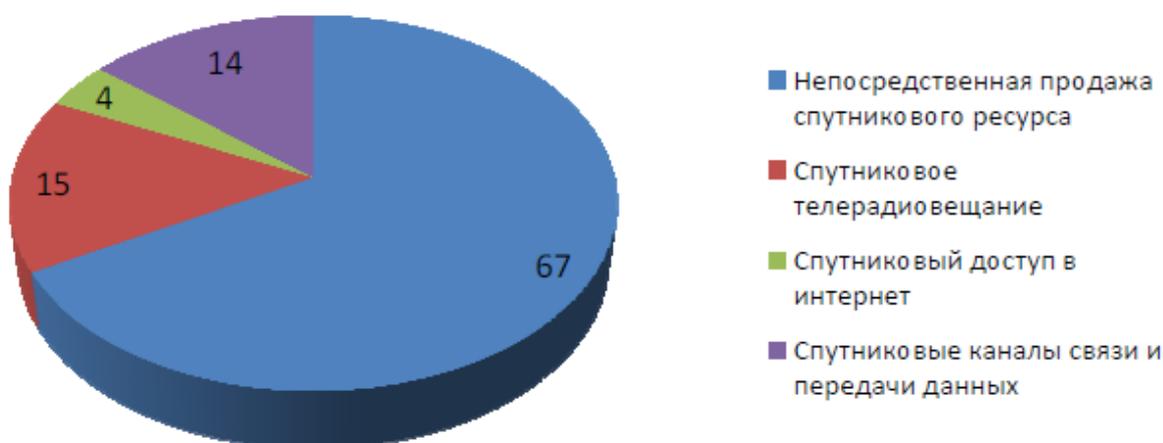


Рис. П. 1.5. Структура продаж ОАО «Газпром космические системы»

Клиентами операторов фиксированной спутниковой связи, как правило, являются компании различных форм собственности и отраслевой принадлежности, что снижает рыночные риски.

П. 1.2.3. Изучение спроса на традиционные космические услуги фиксированной спутниковой связи

Одной из основных особенностей данного сектора на настоящем этапе является дефицит спутниковых ресурсов. После подъема в 1990-х гг., когда годовой прирост доходов операторов составлял почти 10%, в 2001 г. отрасль спутниковой связи столкнулась с кризисом. Уровень выручки всех операторов упал на 25-30%, не было востребовано 40% емкости. Последствием этого стали отсрочки запуска новых спутников.

Но затем отрасль спутниковой связи «пошла на поправку» и сейчас стабильно растет. По прогнозам Euroconsult, в период 2007-2016 гг. в мире на геостационарную орбиту будет выведено 223 аппарата, или примерно по 22 спутника в среднем в год. В предшествующие пять лет среднегодовой темп запусков составлял 20 космических аппаратов связи. В 2001 г. доход отрасли составил около 6,3 млрд. долл., в 2007 г. – уже 8,9 млрд. долл., а к 2017 г. он увеличится до 12 млрд. долл.

Драйверы роста отрасли – теле- и радиовещание, цифровые технологии, широкополосный доступ, ускоренное развертывание корпоративных сетей, значительные потребности в коммуникациях оборонных ведомств. К примеру, в 2007 г. количество каналов, транслируемых через спутники, выросло на 13% и превысило 21 тыс.

П.1.2.4. Изучение базовых услуг фиксированной спутниковой связи

Базовыми услугами, предоставляемыми операторами фиксированной спутниковой связи являются:

- предоставление услуг широкополосного доступа;
- организация и обслуживание частных сетей;

- предоставление в аренду мощности спутниковых ретрансляторов.

П.1.2.5 Изучение пользователей традиционных услуг фиксированной спутниковой связи

Пользователями традиционных услуг фиксированной спутниковой связи являются:

- коммерческие и ведомственные сервис-провайдеры;
- государственные структуры;
- телевизионные компании;
- коммерческие предприятия и корпорации.

Так, например, ОАО «Газпром космические системы» имеет обширную клиентскую базу, которая насчитывает более 200 компаний, среди них:

- 5 крупнейших клиентов с уровнем ежемесячных поступлений от каждого более 5% от суммарного объема дохода операторской деятельности: Министерство обороны РФ, Сатис-ТЛ-94, Satgate (Литва), Газсвязь, ФГУП «Всероссийская государственная телевизионная и радиовещательная компания» (17 центральных и региональных телеканалов и несколько десятков радиоканалов);

- 7 крупных клиентов с уровнем ежемесячных поступлений 1,5%-5,0% от суммарного объема дохода;

- средние клиенты (33 компании) с уровнем ежемесячных поступлений 0,5%-1,5% от суммарного объема дохода;

- малые клиенты (более 160 компаний) с уровнем ежемесячных поступлений менее 0,5% от суммарного объема дохода.

Наиболее многочисленная группа потребителей, насчитывающая более 100 компаний – это корпоративные и коммерческие провайдеры телекоммуникационных услуг. Крупнейшие из них – PCCW Global, Satgate, Сатис-ТЛ-94, РуСат, Сетьтелеком, Ямалтелеком.

В числе государственных структур, потребляющих ресурс спутников «Ямал», представлены Министерство обороны РФ, Министерство финансов РФ, Спецсвязь ФСО России, ФГУП «РТРС», Ситуационно-кризисный центр

Росатома, Федеральное агентство по атомной промышленности, Томский государственный университет и другие.

Клиентами ОАО «Газпром космические системы» являются около 30 зарубежных компаний, среди них: Carrier-to-Carrier (Нидерланды), PCCW Global (Гонконг), Satgate (Литва), Etisalat (ОАЭ), INSAT (Германия), EMC (США), Emperion (Дания), Mach-6 (Нидерланды), STTeleport (Сингапур), R.R.Satellite Communications (Израиль), Satlynx (Германия), IABG (Германия), Arab Digital Distribution (ОАЭ), Electroteks Global Networks (Шри-Ланка), Radio Nawa (Афганистан) и другие. Ресурс спутников «Ямал» используется для предоставления спутниковых услуг конечным пользователям в 50 странах мира.

П.1.2.6. Изучение параметров спроса, необходимых для прогнозирования спроса и предложения

В настоящее время по оценкам экспертных агентств спрос на орбитальный спутниково-частотный ресурс, предоставляемый операторами фиксированной спутниковой связи на 20-30% превышает предложение и имеет тенденцию к увеличению. При этом, наряду с экстенсивным увеличением спроса традиционных потребителей, в последние годы появляются новые.

Так, например сегмент спутниковой связи, основанный на применении малогабаритных спутниковых терминалов типа VSAT – один из самых молодых для российского рынка космических услуг. Его появление в 2003-2004 гг. связано, прежде всего, с двумя событиями. Первым стало обновление российской спутниковой группировки – запуск ИСЗ «Ямал-200», «Экспресс-AM1, -2, -11, -22», с большим числом транспондеров Ku-диапазона, что позволило операторам спутниковых сетей начать массовое использование антенн 1, 2 м в своих сетях и в результате существенно удешевило подключение к услуге за счет экономии на доставке, монтаже и отсутствия сложных работ по созданию основания, на которое крепится антенна.

Вторым событием стало принятие Госкомиссией по радиочастотам «Решения об упрощенной процедуре», так называемого «04-03-02» в декабре 2004 года. Это стало поистине революционным шагом, который сократил

формальные сроки и, главное, стоимость получения разрешения на частоты. Срок получения разрешения на частоты официально сократился со 180 дней до 45, а стоимость проведения экспертизы на ЭМС – с 45 000 до 6000 рублей.

С 2004 года по 2007 год продолжался бурный рост VSAT-сетей. Апофеозом стал 2007-й год, когда за один год количество VSAT, в первую очередь благодаря национальному проекту «Образование» (школьный Интернет) и госпрограмме по универсальным услугам связи, практически утроилось.

В 2009 г. общий объем российского VSAT-рынка составил примерно 4,3 млрд. рублей. Основным потребителем VSAT-услуг по-прежнему является государство. Падение рынка по сравнению с 2008 г. составило около 15%.

П.1.2.7. Конкурентный анализ рынка базовых космических услуг фиксированной спутниковой связи

В последние десять лет рейтинг операторов фиксированной спутниковой связи возглавляют международные спутниковые операторы SES, Intelsat и Eutelsat (см. таблицу П. 1.4)

Таблица П.1.4

Рейтинг операторов фиксированной спутниковой связи

№ п/п	Компания	Страна	Доход в 2008, млн \$	Доход в 2007, млн \$	КА на орбите	Заказано КА
1.	Intelsat	Бермудские остр.	2 360,00	2 200,00	51	9
2.	SES	Люксембург	2 300,00	2 370,00	41	8
3.	Eutelsat	Франция	1 280,00	1 240,00	27	5
4.	Telesat	Канада	581,90	684,70	13	1
5.	Sky Perfect JSat Corp,	Япония	399,00	396,00	12	3

№ п/п	Компания	Страна	Доход в 2008, млн \$	Доход в 2007, млн \$	КА на орбите	Заказано КА
6.	ФГУП «Космическая связь»	РФ	228,10	161,00	11	1
7.	Hispasat	Испания	193,73	188,60	3	3
8.	Star One	Бразилия	177,76	207,40	7	0
9.	SingTel Optus	Сингапур/Австралия	163,80	180,40	6	3
10.	Arabsat	Саудовская Аравия	157,60	150,00	4	4
11.	AsiaSat	Гонконг	133,00	120,40	3	2
12.	Indian Space Research Organisation/Antrix	Индия	131,00	120,00	10	10
13.	Thaicom	Таиланд	128,20	133,70	4	0
14.	Telenor Satellite Broadcasting	Норвегия	125,40	140,80	4	1
15.	China Direct Broadcast Satellite Co.	Китай	117,40	н/д	5	3
16.	Nilesat	Египет	105,00	91,60	3	1
17.	Broadcasting Satellite System	Япония	99,10	66,30	3	2
18.	Satmex	Мексика	93,30	80,25	3	0
19.	KT Corp.	Южная Корея	85,50	110,10	3	1
20.	ОАО «Газпром космические системы»	РФ	83,70	59,80	3	4
21.	Amos-Spasescom	Израиль	70,50	56,00	2	2
22.	Measat Satellite Systems	Малайзия	56,40	56,50	4	0

№ п/п	Компания	Страна	Доход в 2008, млн \$	Доход в 2007, млн \$	КА на орбите	Заказано КА
23.	APT Satellite Holdings	Гонконг	52,10	57,90	5	0
24.	EchoStar Corp.	США	44,40	2,9	8	3
25.	PTTelkom	Индонезия	35,10	24,9	2	1

Российскую Федерацию в данном секторе спутниковых услуг представляют ФГУП «Космическая связь» и ОАО «Газпром космические системы», контролирующие до 85% национального рынка (рис. П. 1.6).

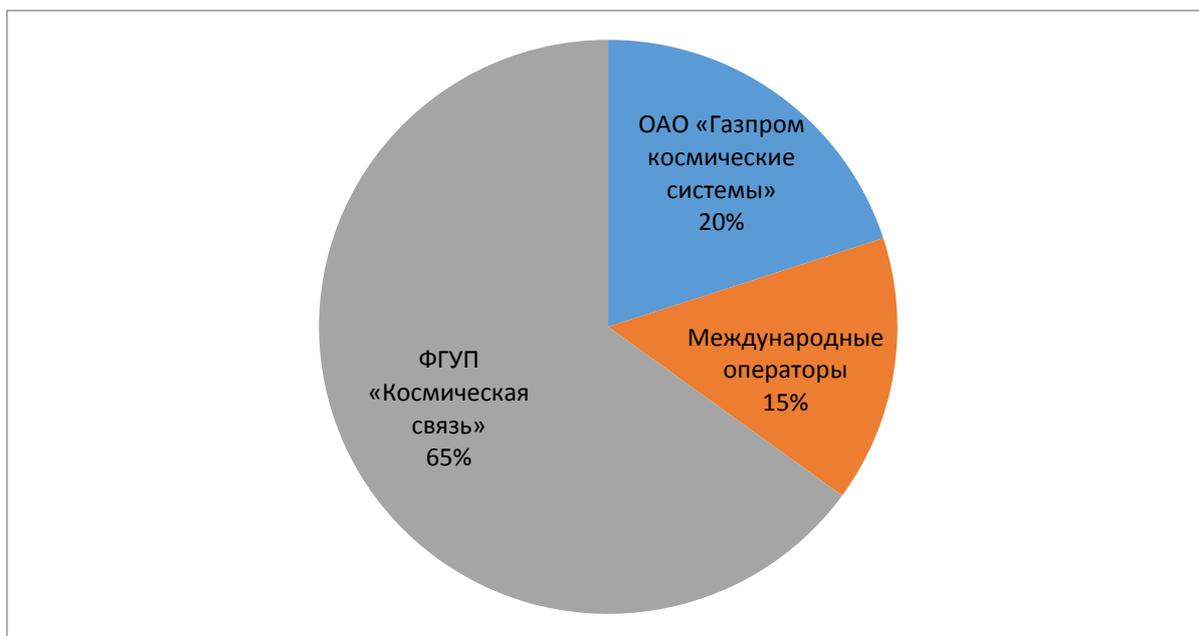


Рис. П. 1.6. Российский рынок спутникового ресурса (2008 г.)⁹

Таблица П. 1.5

Действующая спутниковая группировка ГПКС (по состоянию на 11.2009 г.)¹⁰

№ п/п	Наименование КА	Орбитальная позиция
1.	Экспресс-АМЗ	140° в.д.
2.	Экспресс-А2	103° в.д.
3.	Экспресс-АМЗЗ	96,5° в.д.

⁹ ОАО «Газпром космические системы». Годовой отчет за 2008 год. – 57 с.

¹⁰ Прохоров Ю. Перспективы развития российской государственной орбитальной спутниковой группировки связи и вещания гражданского назначения // Приложение к журналу «Технологии и средства связи» № 5 (74), 2009. – Специальный выпуск «Спутниковая связь и вещание – 2010». – С. 18-19.

№ п/п	Наименование КА	Орбитальная позиция
4.	Экспресс-АМ2	80° в.д.
5.	Экспресс-МД1	80° в.д.
6.	Бонум-1	56° в.д.
7.	Экспресс-АМ22	53° в.д.
8.	Экспресс-АМ1	40° в.д.
9.	W4 (Eutelsat)	36° в.д.
10.	Экспресс-АМ44	11° з.д.
11.	Экспресс-А4	14° з.д.

ФГУП «Космическая связь» (ГПКС).

ФГУП «Космическая связь» (ГПКС) – российский национальный оператор спутниковой связи. ГПКС входит в десятку крупнейших спутниковых операторов мира по объему орбитально-частотного ресурса. В состав группировки ГПКС входят 11 космических аппаратов на геостационарной орбите от 14° з.д. до 140° в.д. (таблица П. 1.5). Всего на спутниках насчитывается 262 эквивалентных транспондера (общая пропускная способность группировки порядка 9500 МГц).

Наземная инфраструктура предприятия включает в себя технический центр «Шаболовка» в Москве и шесть центров космической связи: «Дубна» (крупнейший телепорт России и Восточной Европы), «Медвежьи Озера», «Сколков», «Владимир» (Европейская часть России), «Железногорск» (Красноярский край) и «Хабаровск» (Хабаровский край).

Продвижению ГПКС в верхние строчки рейтинга отчасти способствовала консолидация основных мировых операторов. В то же время успех российского национального оператора был обусловлен и увеличением спутниковой группировки, и успешной коммерческой деятельностью.

ОАО "Газпром космические системы"

ОАО «Газпром космические системы» (до 1 декабря 2008 года – ОАО «Газком») образована в 1992 году, входит в группу «Газпром», осуществляет космическую деятельность и деятельность в области телекоммуникаций и позиционируется как¹¹:

¹¹ ОАО «Газпром космические системы». Годовой отчет за 2008 год. – 57 с.

ЯМАЛ-100	90° в.д.	1254	1,3	10С	10	06.09.99	Прот он-К	РКК "Энергия"
Ямал-201	90° в.д.	1330	2,0	9С, 6Ku	12	24.11.03	Прот он-К	РКК "Энергия"
Ямал-202	49° в.д.	1330	2,0	18С	12	24.11.03	Прот он-К	РКК "Энергия"

Спутники «Ямал-201» и «Ямал-100» в позиции 90° в.д. предназначены для рынка России и СНГ. Их зоны обслуживания охватывают 95% территории России, на которой проживает 98% населения страны.

Спутник «Ямал-201» позволяет оказывать услуги по организации каналов связи и передачи данных, видеоконференцсвязи, распределительного телевидения, спутникового доступа в Интернет. На его основе реализуются сети центрального телевидения и телевидения российских регионов, дистанционного образования и телемедицины.

Спутник «Ямал-202» предназначен преимущественно для международного рынка. Его зона обслуживания охватывает большую часть восточного полушария Земли, на которой проживает свыше трех миллиардов человек.

Спутник «Ямал-202» используется в основном для организации широкополосных каналов между центрами сосредоточения информационных ресурсов (преимущественно Европа) и центрами потребления этих ресурсов (развивающиеся страны Северной Африки, Ближнего Востока и Азии), а также для распространения телевизионных каналов. Спутник оптимален также для организации каналов связи и передачи данных корпоративных клиентов, имеющих интересы в развивающихся странах, а также для правительственных структур.

Спутник «Ямал-100» используется в основном для обеспечения орбитального резервирования спутника «Ямал-201», через который осуществляется работа большинства земных станций системы спутниковой связи и вещания «Ямал», обеспечивающей технологическую связь предприятий ОАО «Газпром». Кроме того, спутник «Ямал-100» используется для решения задач Министерства обороны России.

Емкость спутников «Ямал» была полностью загружена еще в 2007 году. Поэтому для обеспечения дальнейшего развития операторского бизнеса ОАО «Газпром космические системы» и удовлетворения растущих потребностей клиентов компания должна обновлять и наращивать орбитальную группировку, запуская новые спутники.

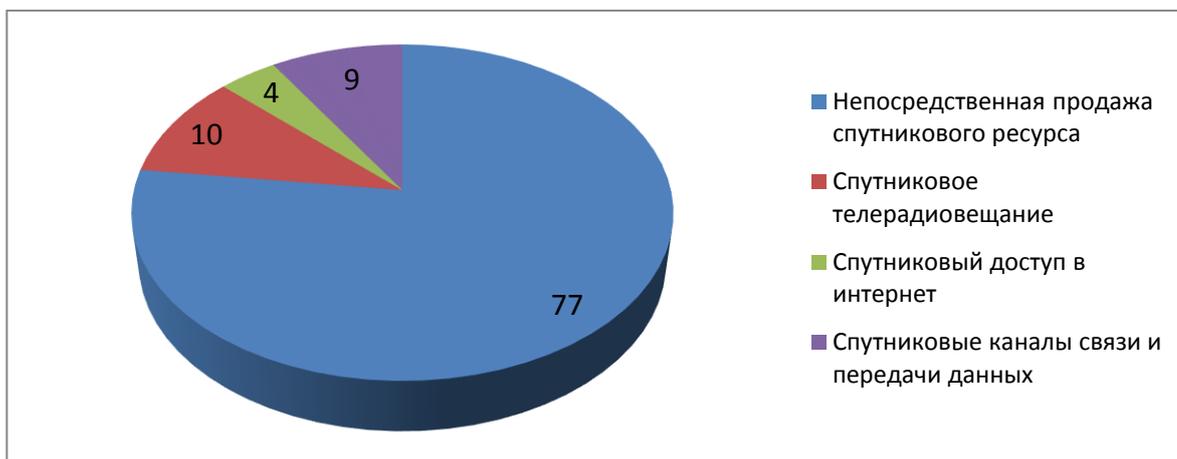


Рис. П. 1.7. Распределение используемого частотно-энергетического ресурса ОАО «Газпром космические системы» по секторам, %.

Объем дохода, полученного ОАО «Газпром космические системы» в 2008 году в рамках операторской деятельности, составил 1 866,6 млн. руб. (без учета НДС), что на 15% выше уровня 2007 года, и имеет структуру, показанную на рис. П. 1.7-1.8.

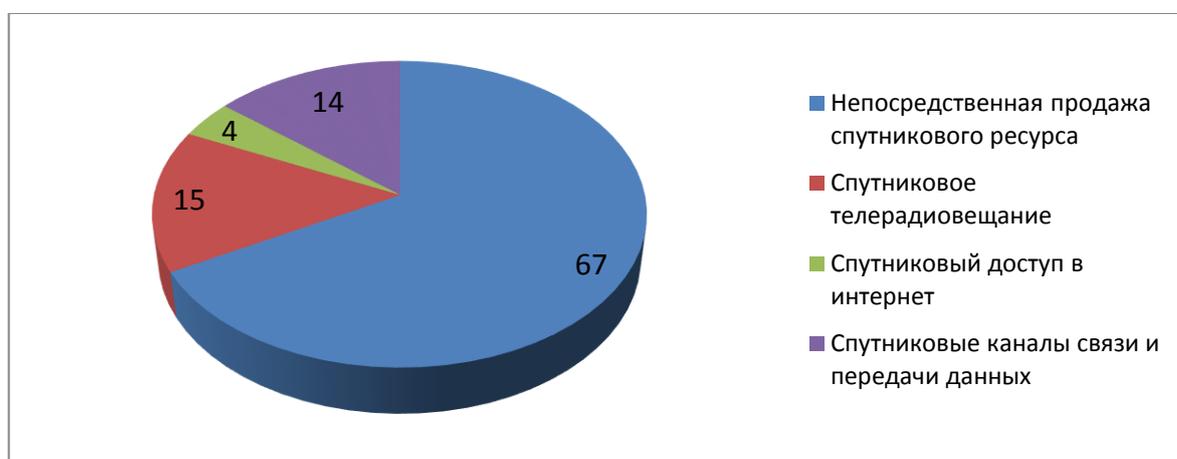


Рис. П. 1.8. Распределение дохода ОАО «Газпром космические системы» по секторам, %.

Часть спутникового ресурса системы «Ямал» (~23%) ОАО «Газпром космические системы» реализует путем предоставления телекоммуникационных услуг клиентам на базе собственной наземной телекоммуникационной инфраструктуры с целью:

- получения добавленной стоимости;
- диверсификации операторского бизнеса для снижения рыночных рисков.

В 2008 году объем продаж компании на международном рынке составил примерно 25% от общего объема продаж по операторской деятельности.

П.1.2.8. Диагностика факторов конкурентной среды на рынке услуг фиксированной спутниковой связи

Основными факторами, формирующими конкурентную среду на рынке услуг фиксированной спутниковой связи, являются множество рисков различной степени и характера.

Технические риски.

Риски нарушения контрактных обязательств со стороны поставщиков спутников. Существуют риски нарушения контрактных обязательств со стороны производителей спутников в части сроков и качества выполнения работ. Так, например, при создании спутников «Ямал-300»: РКК «Энергия» не выполнила свои обязательства по контракту, головной подрядчик был заменен на ИСС им. М.Ф. Решетнева.

Риски повреждения или полной утраты спутников при их производстве, запуске и эксплуатации на орбите. Эти технические риски снижаются путем выбора при создании спутников серийных, имеющих летную квалификацию спутниковых платформ и оборудования, а также надежных средств выведения. Так, спутники «Ямал-400» будут построены по заказу ОАО «Газпром космические системы» на базе спутниковой платформы Spacеbus-4000 компании Thales Alenia Space, которая доказала свою надежность многолетней безаварийной летной практикой. Кроме того, риски утраты спутников на всех этапах их жизненного цикла страхуются, что позволит вернуть средства при возникновении страхового случая.

Коммерческие риски.

Усиление конкуренции и, как следствие, возможное снижение рыночных цен на услуги и продукцию компаний-операторов. Риск снижается за счет более привлекательных потребительских характеристик услуг и продукции компании по сравнению с конкурентами.

Риск переоценки объема рынка для услуг и продукции компании. Риск снижается за счет диверсификации услуг и продукции компании, и разнообразием типов клиентов.

Региональные риски.

Риск переоценки темпов экономического развития России и, как следствие, переоценки темпов развития секторов российского телекоммуникационного рынка. Риск снижается посредством расширения географии бизнеса и освоения новых региональных рынков вне России.

Финансовые риски.

Риски, связанные с изменениями валютных курсов. На финансовых результатах компаний-операторов могут позитивно или негативно сказываться колебания курса рубля по отношению к другим валютам. Использование мультивалютных кредитных ресурсов.

Риски, связанные с недостатком финансовых средств для реализации инвестиционных программ. Финансирование капиталоемких проектов создания новых спутников в значительной степени зависит от состояния финансовых рынков. В период кризисов привлечение финансирования может быть затруднено. Задержка или остановка инвестиционных проектов крайне негативно скажется на бизнесе компании. Такого рода риски могут быть разделены с поставщиками спутников и услуг по запуску.

Правовые риски.

Риск утраты орбитальных позиций. Каждый оператор владеет правами на определенное количество позиций на геостационарной орбите. Эти права – результат взаимодействия с Международным союзом электросвязи (МЭС). Орбитально-частотный ресурс – это крайне дефицитная в настоящее время ресурсная база. Однако задержка с запуском в эти позиции новых спутников

увеличивает риски утраты компанией-оператором приоритетов по их использованию. Возможно демпфирование данной угрозы путем временного использования в них спутниковой емкости других спутниковых операторов, а также проведение работы по дозаявлению дополнительных полос частот с целью расширения возможностей этих орбитальных позиций. Для существенного снижения рисков утраты орбитальных позиций необходима скорейшая реализация запланированных инвестиционных проектов по созданию и запуску новых спутников.

II. 1.3. Исследование рынка пусковых услуг

II. 1.3.1. Изучение внешней среды и тенденций развития рынка пусковых услуг

Нынешнюю ситуацию в области ракетно-космической техники с большой долей вероятности можно характеризовать как предкризисную. Следует отметить, что первоначальные конкурентные преимущества российских носителей на рынке запусков во многом уже нивелированы и имеют устойчивый тренд к дальнейшему снижению.

Это обусловлено причинами как внутриотраслевыми – старением производственных фондов, снижением технологической дисциплины, ухудшением кадрового потенциала и т.д., так и внешними по отношению к отрасли – укреплением курса рубля, переходом к рыночным методам формирования цен на энергоносители и т.д.

В этой ситуации продолжение первоначальной стратегии рыночного предложения российских носителей, основанной на «лидерстве по издержкам», более невозможно.

Ситуация с растущими издержками внутрироссийского космического производства в среднесрочной перспективе частично могла бы быть выправлена путем использования мер государственной поддержки производителей экспортно-ориентированной наукоемкой продукции. В противном случае неизбежно снижение рыночной доли российских носителей на рынке запусков.

Сектор пусковых услуг только в 2006-2007 гг. начали медленно выходить из кризиса¹², начавшегося еще в 2001 г. Дело в том, что предложение на запуски ПН намного превышает спрос: избыточность услуг запусков на геостационарные услуги – трех-четыре кратно по отношению к тому, что требует рынок, запусков на низкие орбиты – четырех-пятикратная. В свою очередь, рынок РКН тормозит производство КА. Россия в 1990-е гг. настойчиво боролась за увеличение своей доли в квотах на запуски, но когда она этого добилась, оказалось, что очередь на запуски исчезла.

Для всех сегментов рынка по производству носителей в настоящее время характерно превышение предложения над спросом и, соответственно, высокий уровень внутренней конкуренции – в условиях стагнации на рынке производства спутников в начале 2000 гг. это уже привело к значительному падению цен на рынке запусков. В частности, только Россия (как и США¹³) предлагает сразу несколько, зачастую близких рыночных предложений в каждом сегменте¹⁴, например:

- в сегменте запуска «тяжелых» и «средних» спутников связи – носитель «Протон-М» и носитель «Зенит-3SL» по программе «Морской старт», в среднесрочной перспективе к ним добавится носитель «Ангара 5»;

- в сегменте запуска «малых» спутников связи – носитель «Союз-2» и носитель «Зенит-3SLБ» по программе «Наземный старт», с 2009 года – носитель «Союз-ST» с космодрома Куру;

- в сегменте запуска спутников ДЗЗ – «легкие» носители «Союз», «Днепр», «Рокот», «Космос», «Старт», в среднесрочной перспективе легкие варианты носителя «Ангара».

В среднесрочной перспективе в условиях незначительного роста количества производимых спутников уровень рыночной конкуренции во всех

¹² Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу.

¹³ В условиях падения стоимости контрактов на запуск компании США предпочли снять с рынка свои новые «тяжелые» носители – Delta 4 и Atlas 5, сосредоточившись на запуске федеральных и военных грузовиков. – Прим. автора.

¹⁴ Нередко это приводит к ценовой конкуренции и даже демпингу между различными российскими носителями. – Прим. автора.

сегментах возрастет еще более, когда на рынок выйдут «тяжелые» и «легкие» носители таких стран, как Япония, Китай, Индия.

В долгосрочной перспективе объемы и структура рынка носителей будет напрямую зависеть от ситуации на «ведущих» по отношению к нему рынках: информационных и производства спутников, в частности:

- на рынке «тяжелых» и «средних» носителей от перехода к «многократным» спутникам связи, развития рынков космического производства и космического туризма;

- на рынке «легких» носителей от возможности перехода информации ДЗЗ в разряд «сетевых товаров».

Стратегической целью России на рынке запусков может стать удержание своей рыночной доли, но не «любой ценой», поскольку в условиях ограниченных ресурсов это, с одной стороны, может привести к превращению России в «космического извозчика», а с другой – забвению других сегментов космической деятельности.

П.1.3.2. Сегментация рынка и определение главных пользователей пусковых услуг

Среди пользователей коммерческих пусковых услуг – организаций-заказчиков преобладают компании европейские и американские компании (см. таблицу П. 1.7). По назначению – подавляющее большинство коммерческих пусков проводится с целью выведения телекоммуникационных КА, на втором месте КА дистанционного зондирования Земли.

Таблица П.1.7

Основные пользователи коммерческих пусковых услуг в 2008-2009 г.

Наименование КА	Национальная принадлежность	Тип	Назначение
Express-AM44	РФ	Коммерческий	Телекоммуникационный
Express-MD1	РФ	Коммерческий	Телекоммуникационный
NSS-9	Нидерланды	Коммерческий	Телекоммуникационный
Hot Bird 10	Интернацион.	Коммерческий	Телекоммуникационный
Telstar 11N	Канада	Коммерческий	Телекоммуникационный
Protostar 2	Нидерланды	Коммерческий	Телекоммуникационный
Aerocube-3	США	Коммерческий	Технологический
Measat 3A	Малайзия	Коммерческий	Телекоммуникационный
Sirius FM-5	США	Коммерческий	Телекоммуникационный

Наименование КА	Национальная принадлежность	Тип	Назначение
TerraStar 1	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Aprizesat 4	США/ Аргентина	Коммерческий	Телекоммуникационный
Aprizesat 3	США/ Аргентина	Коммерческий	Телекоммуникационный
AsiaSat 5	КНР (PR)	Коммерческий	Телекоммуникационный
JCSat RA	Япония	Коммерческий	Телекоммуникационный
Optus D3	Австралия	Коммерческий	Телекоммуникационный
Palapa D1	Индонезия	Коммерческий	Телекоммуникационный
Nimiq 5	Канада	Коммерческий	Телекоммуникационный
Amazonas-2	Испания	Коммерческий	Телекоммуникационный
NSS-12	Нидерланды	Коммерческий	Телекоммуникационный
Thor-6	Норвегия	Коммерческий	Телекоммуникационный
Intelsat 14	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Eutelsat W-7	Интернацион.	Коммерческий	Телекоммуникационный
Intelsat 15	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
DirectTV-12	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Navstar GPS 49	США	Военный/ Коммерческий	Навигационный
Sicral 1B	Италия	Военный/ Коммерческий	Телекоммуникационный
Navstar GPS 50	США	Военный/ Коммерческий	Навигационный
Worldview 2	США	Военный/ Коммерческий	ДЗЗ
Thuraya 3	ОАЭ	Коммерческий	Телекоммуникационный
Express-AM33	РФ	Коммерческий	Телекоммуникационный
Thor-5	Норвегия	Коммерческий	Телекоммуникационный
DirectTV-11	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
ICO G1	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Star 1 C2	Бразилия	Коммерческий	Телекоммуникационный
GIOVE-B	ЕВРОСОЮЗ	Коммерческий	Навигационный
Galaxy-18	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Turksat 3A	Турция	Коммерческий	Телекоммуникационный
Orbcomm QL1	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
OrbcommQL2	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Orbcomm QL3	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Orbcomm QL5	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Protostar 1	Интернацион.	Коммерческий	Телекоммуникационный
Echostar 11	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Superbird 7	Япония	Коммерческий	Телекоммуникационный
AMC-21	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
INMARSAT 4 F3	Англия	Коммерческий	Телекоммуникационный
RapidEye-A	Германия	Коммерческий	ДЗЗ
RapidEye-B	Германия	Коммерческий	ДЗЗ
RapidEye-C	Германия	Коммерческий	ДЗЗ
RapidEye-D	Германия	Коммерческий	ДЗЗ
RapidEye-E	Германия	Коммерческий	ДЗЗ
Nimiq 4	Канада	Коммерческий	Телекоммуникационный
Galaxy-19	США	Коммерческий	Телекоммуникационный
Astra 1M	Люксембург	Коммерческий	Телекоммуникационный
Ceil-2	Канада	Коммерческий	Телекоммуникационный
Hot Bird 9	Интернацион.	Коммерческий	Телекоммуникационный
Orbcomm CDS 3-1	США	Коммерческий/ Правительст.	Телекоммуникационный
GeoEye-1	США	Коммерческий/ Правительст.	ДЗЗ
США 201	США	Военный/ Коммерческий	Навигационный
Amos 3	Израиль	Военный/ Коммерческий	Телекоммуникационный

П. 1.3.3. Изучение спроса на пусковые услуги

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста количества заказов на коммерческие пусковые услуги, а также увеличения доли коммерческих пусков в их общем количестве (см. рис. П. 1.9).

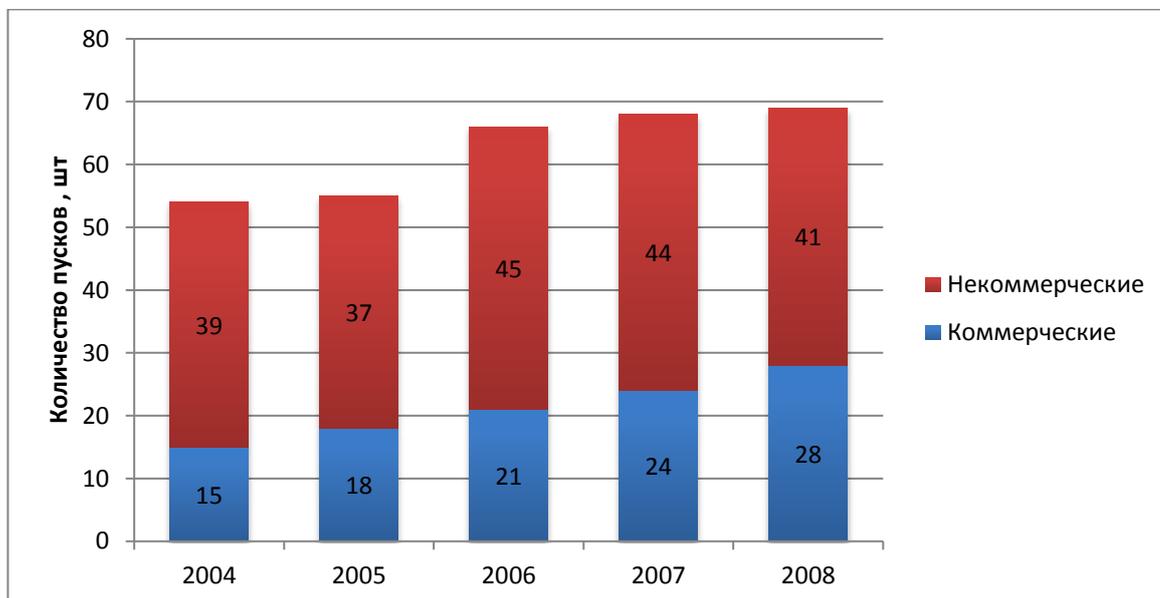


Рис. П. 1.9. Соотношение между коммерческими и некоммерческими пусками на мировом рынке пусковых услуг

П.1.3.4. Изучение базовых услуг, предоставляемых провайдерами пусковых услуг

По прежнему запуски КА на геостационарную орбиту остаются преобладающими в пакетах заказов компаний провайдеров пусковых услуг. Однако в последние годы наблюдается увеличение доли запусков КА на низкие круговые и эллиптические орбиты (рис. П. 1.10).

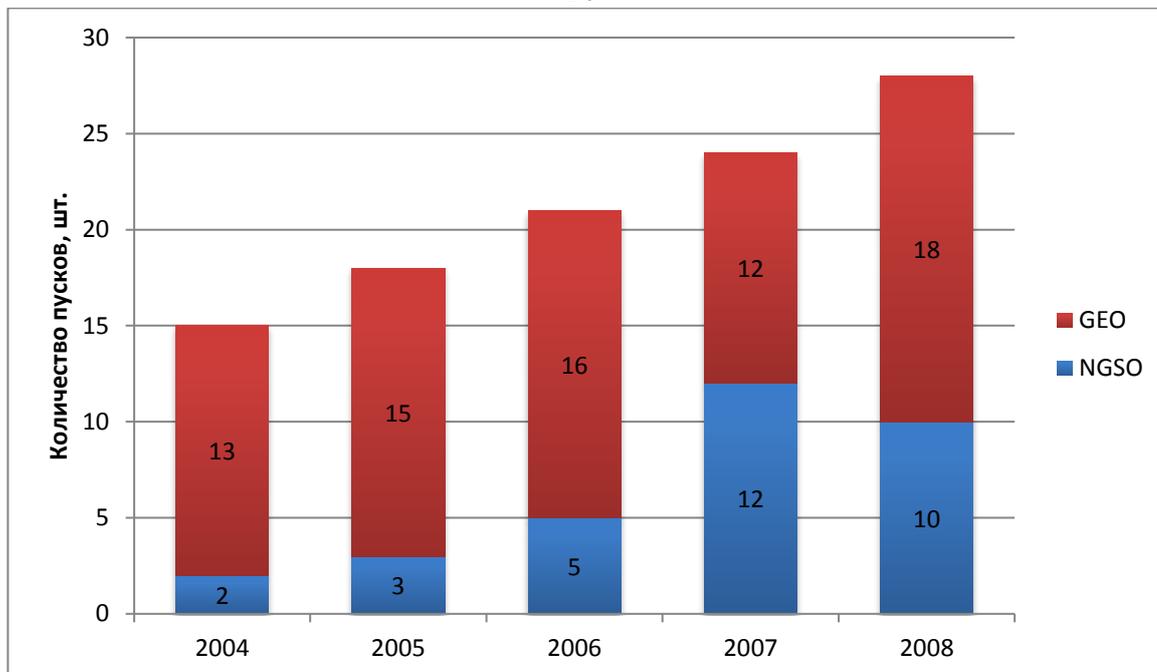


Рис. П. 1.10. Соотношение между коммерческими пусками на геостационарную и негеостационарную орбиты на мировом рынке пусковых услуг

П.1.3.5 Изучение пользователей пусковых услуг

Среди организаций-заказчиков коммерческих пусковых услуг преобладают компании-операторы фиксированной спутниковой связи, выводящие принадлежащие им тяжелые телекоммуникационные КА на геостационарные орбиты (таблица П. 1.8).

Таблица П. 1.8

Организации-заказчики коммерческих пусковых услуг в 2008-2009 г.

Оператор	Наименование КА	Орбита	Масса, кг	Дата запуска	САС, лет	Изготовитель	РН
Intersputnik	Express-AM44	GEO	2 532	11.02.2009	12	NPO-PM/Thales Alenia Space	Proton-M
Intersputnik	Express-MD1	GEO	1 140	11.02.2009	12	Khrunichev/Thales Alenia Space	Proton-M
SES World Skies	NSS-9	GEO	2 238	11.02.2009	15	Orbital Sciences Corp.	Ariane 5 ECA
EUTELSAT	Hot Bird 10	GEO	4 892	11.02.2009	15	EADS Astrium	Ariane 5 ECA
Telesat	Telstar 11N	GEO	4 010	26.02.2009	15	Space Systems/Loral	Zenit-3SLB
SES World Skies	Protostar 2	GEO	4 007	16.05.2009	15	Boeing Satellite Systems	Breeze M
Aerospace Corporation	Aerocube-3	LEO	1	19.05.2009	1-3	Aerospace Corporation	Minotaur-1
MEASAT Satellite Systems Sdn. Bhd.	Measat 3A	GEO	2 417	21.06.2009	15	Orbital Sciences Corp.	Zenit-3SLB

Оператор	Наименование КА	Орбита	Масса, кг	Дата запуска	САС, лет	Изготовитель	РН
Sirius Satellite Radio	Sirius FM-5	GEO	5 800	30.06.2009	15	Space Systems/Loral	Proton-M
TerraStar Corporation	TerraStar 1	GEO	6 910	01.07.2009	15	Space Systems/Loral	Ariane 5 ECA
Aprize Satellite/Latin Trade Satellite	Aprizesat 4	LEO	12	29.07.2009		SpaceQuest	Dnepr
Aprize Satellite/Latin Trade Satellite	Aprizesat 3	LEO	12	29.07.2009		SpaceQuest	Dnepr
Asia Satellite Telecommunications Co. Ltd.	AsiaSat 5	GEO	3 760	11.08.2009	15	Space Systems/Loral	Breeze M
JSAT Corporation	JCSat RA	GEO	4 000	21.08.2009	15	Lockheed Martin Commercial Space Systems	Ariane 5
Singapore Telecom	Optus D3	GEO	2 501	21.08.2009	15	Orbital Sciences Corp.	Ariane 5
PT Indosat	Palapa D1	GEO	4 100	31.08.2009	15	Thales Alenia Space	Long March 3B
Echostar Corporation	Nimiq 5	GEO	4 745	17.09.2009	15	Space Systems/Loral	Breeze M
Hispasat	Amazonas-2	GEO	5 465	01.10.2009	15	EADS Astrium	Ariane 5
SES World Skies	NSS-12	GEO		29.10.2009	15	Space Systems/Loral	Ariane-5
Telenor Satellite Broadcasting	Thor-6	GEO	3 050	29.10.2009	15	Thales Alenia Space	Ariane-5
Intelsat, Ltd.	Intelsat 14	GEO	5 613	23.11.2009	16	Space Systems/Loral	Atlas
EUTELSAT	Eutelsat W-7	GEO	5 600	24.11.2009	15	Thales Alenia Space	Breeze M
Intelsat, Ltd.	Intelsat 15	GEO	2 550	30.11.2009	17	Orbital Sciences Corp.	Zenit-3SLB
DirecTV, Inc.	DirecTV-12	GEO	5 900	29.12.2009	15	Boeing Space Systems	Breeze-M
DoD/US Air Force	Navstar GPS 49	MEO	2 060	24.03.2009	10	Lockheed Martin Missiles and Space	Delta II
Italian Defense Ministry/Telespazio	Sicral 1B	GEO	3 038	20.04.2009	10-12	Thales Alenia Space Italia	Zenit 3SL
DoD/US Air Force	Navstar GPS 50	MEO	2 059	17.08.2009	10	Lockheed Martin Missiles and Space	Delta II
DigitalGlobe Corporation	Worldview 2	LEO	2 800	08.10.2009		Ball Aerospace	Delta 2
Thuraya Satellite Communications	Thuraya 3	GEO	5 180	15.01.2008	12	Boeing Satellite Systems	Zenit-3SL
Intersputnik	Express-AM33	GEO	2 600	28.01.2008	12	NPO-PM/Thales Alenia Space	Proton-M
Telenor Satellite Broadcasting	Thor-5	GEO	2 024	11.02.2008	15	Orbital Sciences Corp.	Proton-M
DirecTV, Inc.	DirecTV-11	GEO	5 900	19.03.2008		Boeing Satellite Development Center	Zenit 3-SL

Оператор	Наименование КА	Орбита	Масса, кг	Дата запуска	САС, лет	Изготовитель	РН
ICO Global Communications Ltd.	ICO G1	GEO	6 600	14.04.2008	15	Space Systems/Loral	Atlas 5
SES	Star 1 C2	GEO	4 100	18.04.2008		Thales Alenia Space	Ariane 5ECA
European Space Agency	GIOVE-B	MEO	530	26.04.2008		Thales Alenia Space	Soyuz-Fregat
Intelsat, Ltd.	Galaxy-18	GEO	4 642	21.05.2008	15	Space Systems/Loral	Zenit 3SL
Turksat	Turksat 3A	GEO	3 100	12.06.2008		Thales Alenia Space	Ariane 5ECA
ORBCOMM Inc.	Orbcomm QL1	LEO	115	19.06.2008		OHB System-AG	Kosmos 3M
ORBCOMM Inc.	OrbcommQL2	LEO	115	19.06.2008		OHB System-AG	Kosmos 3M
ORBCOMM Inc.	Orbcomm QL3	LEO	115	19.06.2008		OHB System-AG	Kosmos 3M
ORBCOMM Inc.	Orbcomm QL5	LEO	115	19.06.2008		OHB System-AG	Kosmos 3M
Protostar	Protostar 1	GEO	4 100	07.07.2008	15	Space Systems/Loral	Ariane 5 ECA
Echostar Technologies, LLC	Echostar 11	GEO	5 500	16.07.2008	15	Space Systems/Loral	Zenit 3-SL
Space Communication Corporation	Superbird 7	GEO	5 000	14.08.2008	15	Mitsubishi Electric Corporation	Ariane 5 ECA
SES	AMC-21	GEO	2 500	14.08.2008	15	Orbital Sciences Corp.	Ariane 5 ECA
INMARSAT, Ltd.	INMARSAT 4 F3	GEO	5 960	18.08.2008	15	EADS Astrium	Proton M
RapidEye AG	RapidEye-A	LEO	175	29.08.2008	7	Surrey Satellite Technology, Ltd.	Dnepr
RapidEye AG	RapidEye-B	LEO	175	29.08.2008	7	Surrey Satellite Technology, Ltd.	Dnepr
RapidEye AG	RapidEye-C	LEO	175	29.08.2008	7	Surrey Satellite Technology, Ltd.	Dnepr
RapidEye AG	RapidEye-D	LEO	175	29.08.2008	7	Surrey Satellite Technology, Ltd.	Dnepr
RapidEye AG	RapidEye-E	LEO	175	29.08.2008	7	Surrey Satellite Technology, Ltd.	Dnepr
Teltsat	Nimiq 4	GEO	4 850	19.09.2008	15	EADS Astrium	Proton
Intelsat, Ltd.	Galaxy-19	GEO	4 690	24.09.2008	15	Space Systems/Loral	Zenit 3SL
SEA	Astra 1M	GEO	5 345	05.11.2008	15	EADS Astrium	Proton-M
Ceil Satellite Group	Ceil-2	GEO	5 585	10.12.2008	15	Thales Alenia Space	Proton-M
EUTELSAT	Hot Bird 9	GEO	4 880	20.12.2008	15	EADS Astrium	Ariane 5
ORBCOMM Inc./US Coast Guard	Orbcomm CDS 3-1	LEO	115	19.06.2008		OHB System-AG	Kosmos 3M
GeoEye	GeoEye-1	LEO	1 955	06.09.2008	7+	General Dynamics	Delta 2

Оператор	Наименование КА	Орбита	Масса, кг	Дата запуска	САС, лет	Изготовитель	РН
DoD/US Air Force	США 201	МЕО	2 217	15.03.2008	10	Lockheed Martin	Delta II
Space-Communication Ltd	Amos 3	GEO		28.04.2008	12	Israel Aircraft Industries (IAI)	Zenit 3SLB

П.1.3.6. Изучение параметров спроса, необходимых для прогнозирования спроса и предложения

В последние годы (2004-2008 гг.) наблюдается устойчивый рост рынка коммерческих пусковых услуг (см. рис. П. 1.11). Одним из основных факторов, определяющих структуру рынка пусковых услуг, стало выведение из строя стартового комплекса в 2006 г. и последующее банкротство в 2009 г. компании «Sea Launch».

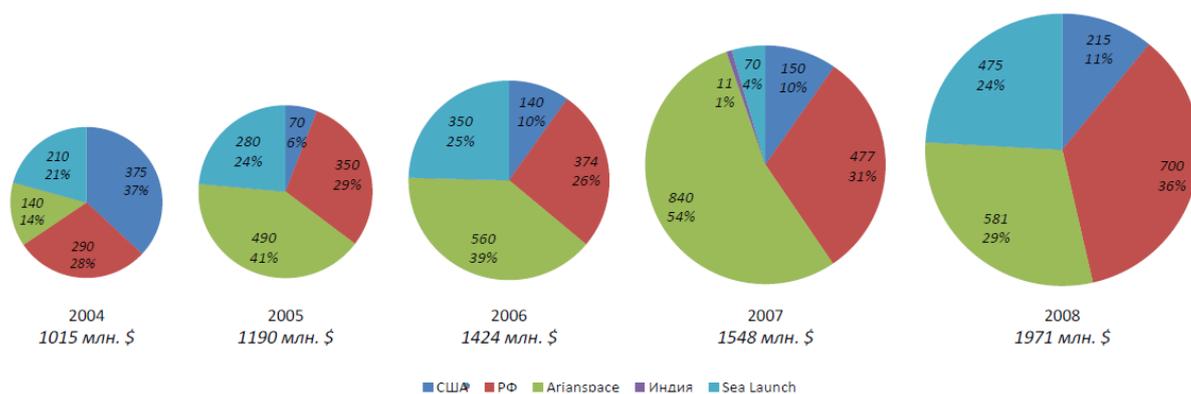


Рис. П. 1.11 – Динамика изменения структуры рынка пусковых услуг

П. 1.3.7. Конкурентный анализ рынка пусковых услуг

Основные провайдеры коммерческих пусковых услуг:

- BOEING LAUNCH SERVICES (BLS) – предоставление РН серии Delta для коммерческих заказчиков;
- LOCKHEED MARTIN COMMERCIAL LAUNCH SERVICES (LMCLS) – управляет всеми коммерческими пусками РН Atlas-5;
- ORBITAL SCIENCES CORPORATION (OSC) – предоставляет услуги по пуску РН Minotaur, Pegasus и Taurus как для коммерческих, так и для правительственных заказчиков;

- SEA LAUNCH COMPANY, SLC – предлагает использование РН Zenit-3SL для коммерческих пусков на GEO, а также с 2008 г. – «Наземный старт»;

- SPACE EXPLORATION TECHNOLOGIES CORPORATION (SPACEX) – производит пуски РН Falcon-1 как для коммерческих, так и для правительственных заказчиков;

- EUROCOT – совместное предприятие по маркетингу РН «Рокот», в котором участвуют Государственный космический научно-производственный центр (ГК НПО) им. М.В. Хруничева (Россия) – 49% акций и компания ДАСА-РИ (Германия) – 51% акций;

- ARIANSPACE – предоставляет услуги по пуску РН «Ariane», в будущем «Союз» и «Vega»;

- STARSEM – совместное предприятие по коммерческому использованию российских РН «Союз» и «Молния» и французской РН «Ариан», участниками которого являются Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс» и Росавиакосмос – по 25% акций и французские фирмы «Aerospatiale» и «Arianespace» – 35% и 15% акций соответственно;

- INTERNATIONAL LAUNCH SERVICES (ILS) – в прошлом совместное предприятие по маркетингу российской РН «Протон» и американской РН «Атлас», в котором участвовали компания «Lockheed Martin» (США) – 51% акций, ГК НПО им. М.В. Хруничева – 32% акций и РКК «Энергия» – 17% акций. В настоящее время контрольный пакет у ГК НПО им. М.В. Хруничева;

- КОСМОТРАНС - ЗАО «Международная компания космических транспортных систем» (переоборудование МБР в РН «Днепр» и ее коммерческое использование). В нем участвуют АО «Хартрон» (12,5% акций), ПО «Южмаш» и ГКБ «Южное» (Украина) – 37,5% акций, АО «Асконд», АО «Рособщемаш», ЦНИИМАШ, КБСМ, КБТМ (Россия) – 50% акций;

- UNITED START – российско-американское совместное предприятие по маркетингу российских РН «Космос» и «Старт-1». В нем участвуют корпорация «Assured Space Access» (США) – 50% акций и ЗАО «Пусковые услуги» (Россия) – 50% акций.

В настоящее время РФ остается лидером как по общему количеству пусков РКН (рис. П. 1.12), так и по числу коммерческих пусков (рис. П. 1.13).

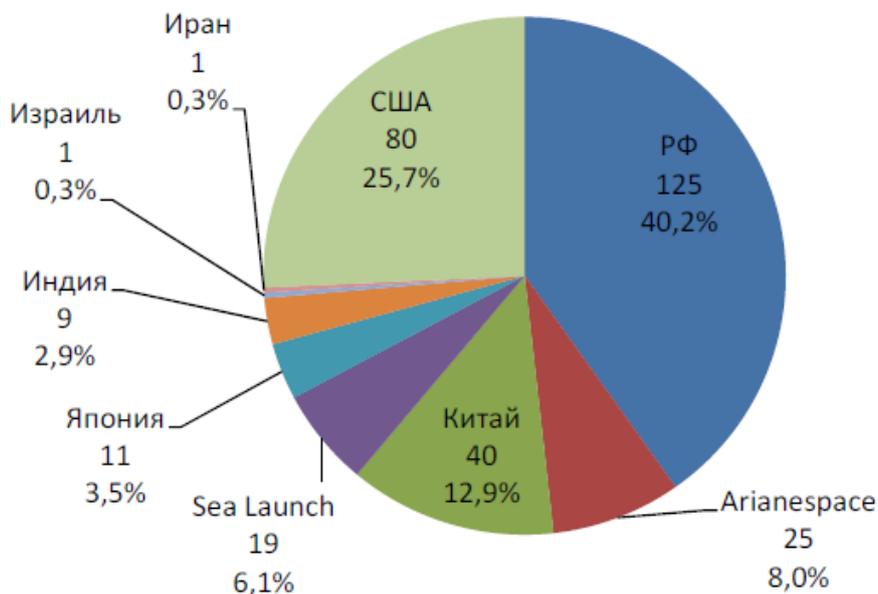


Рис. П. 1.12. Распределение общего количества пусков за пять лет (2004-2008 гг.)

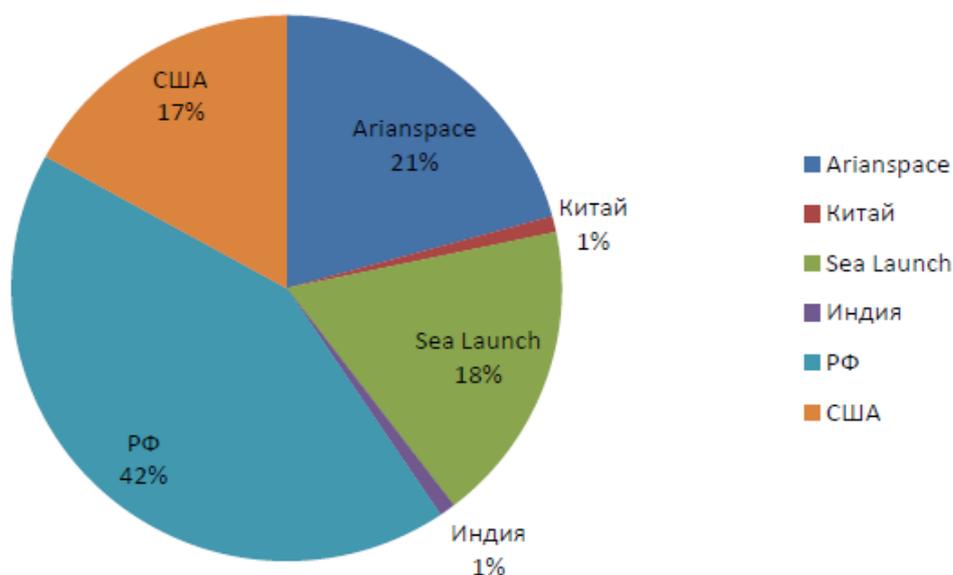


Рис. П. 1.13. Распределение общего количества коммерческих пусков за пять лет (2004-2008 гг.)

Однако коммерческие пуски составляют в РФ примерно 36% от общего числа в отличие от таких коммерческих организаций как «Sea Launch» и «Arianespace» (рис. П. 1.14).

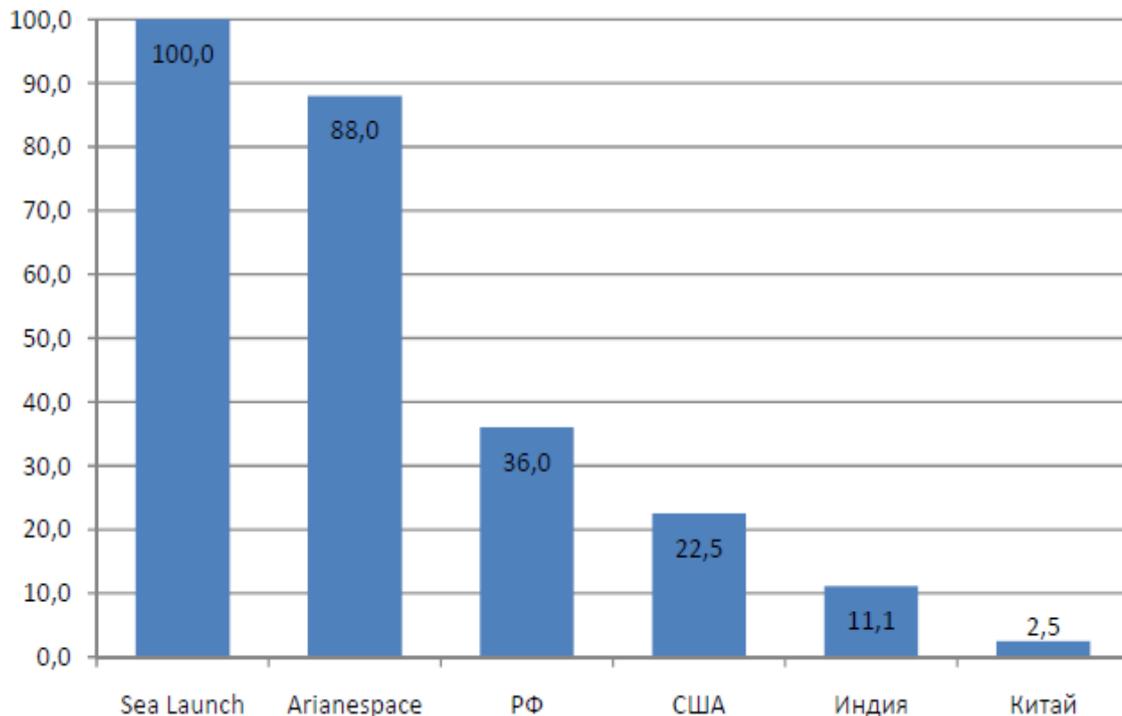


Рис. П. 1.14. Процент коммерческих пусков в общем количестве пусков (2004-2008 гг.)

П. 1.3.8. Диагностика факторов конкурентной среды на рынке пусковых услуг

Сектор *производства средств выведения и пусковых услуг* на современном этапе своего развития имеет ряд особенностей.

1. Наличие протекционизма. Так, например, каждый коммерческий пуск «Ariane-5 ECA» субсидируется из европейского бюджета. А одним из требований к участию Boeing (40%) в проекте «Sea Launch» со стороны американского правительства было отсутствие внутренней конкуренции с LMCLS (провайдер РН Atlas-5), BLS (провайдер РН Delta) и другими национальными поставщиками пусковых услуг.

2. Большая роль служб маркетинга в коммерческой эффективности предприятий отрасли. Так, РФ во многом не имела суверенного позиционирования на рынке пусковых услуг. Например, маркетинг РН «Протон» осуществлялся компанией «ILS», 51% которой принадлежало компании «Lockheed Martin» (США).

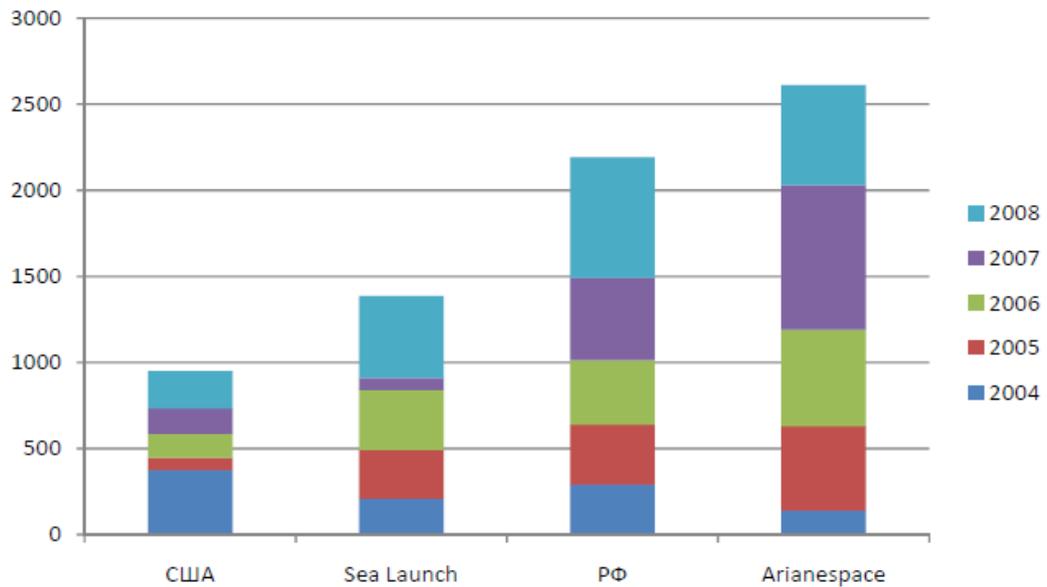


Рис. П. 1.15. Суммарный доход за пять лет (2004-2008 гг.), млн. \$

Представляется, что во многом следствием данного фактора является то, что, являясь абсолютным лидером по количеству коммерческих пусков за последние пять лет (42,5%), предприятия РФ получили доход за тот же период в 2,191 млрд. долларов, в то время как Arianespace (20,8% коммерческих пусков в 2004-2008 годах) – 2,611 млрд. долларов, а Sea Launch (17,9%) – 1,385 млрд. долларов (рис. П. 1.15).

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ПМКС «ПЛАНИРОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ»

П. 2.1. Общие сведения об используемом специальном программном обеспечении

Алгоритм планирования модернизации комплекса средств достаточно сложен и требует создания программ, реализованных на ПЭВМ. Компьютер с помощью специального программного обеспечения реализует алгоритмы поиска оптимального решения, которые преобразуют исходные данные в искомый результат. Таким специальным программным обеспечением, выполняющим поиск оптимальных решений, является Excel 2003 для Windows XP.

Excel является разновидностью электронных таблиц. Электронная таблица – это интерактивная программа, состоящая из набора строк и столбцов, изображенных на экране в специальном окне. Область, находящаяся в пересечении строки и столбца, называется ячейкой. В ячейке могут находиться число, текст или формула, с помощью которой осуществляются вычисления, относящиеся к одной или нескольким ячейкам. Ячейки можно копировать, перемещать, изменять их размер, форматировать, а также редактировать отображаемую в них информацию. При изменении содержимого ячейки происходит автоматический пересчет данных во всех ячейках, использующих в формулах ссылку на измененную ячейку. На основе групп ячеек создаются диаграммы. Excel работает в диалоговом режиме. Это означает, что пользователь вводит некоторые команды или производит действия, а Excel на них реагирует.

Наличие в Excel пакета «Поиск решения» выгодно отличает данный программный продукт. Пакет «Поиск решения» – это ещё одно мощное средство Excel, позволяющее решать задачи по оптимизации как линейного, так и нелинейного характера, в том числе и задачи линейного программирования с булевыми переменными. Существование готового пакета поиска решения

значительно экономит время и затраты на выполнение необходимых вычислений.

Следует отметить, что при решении задач по оптимизации значительную роль играет фактор наглядности предоставления информации, необходимой для принятия решения.

Оформление документа подчас имеет существенное значение. Работа может быть очень содержательной и интересной, но плохо оформленной. В результате она будет забракована потребителями. Excel обладает широким спектром средств по форматированию и представлению данных.

Excel представляет большую коллекцию типов шрифтов и их стилей, как для латинских букв, так и для кириллицы. Как правило, содержимое ячейки или диапазона форматируется одним шрифтом.

В неотформатированных ячейках текст по умолчанию выравнивается по левому краю, а числа – по правому. Но Excel позволяет выравнивать текст и числа в ячейках, как по горизонтали, так и по вертикали. Кроме того, возможно даже управлять углом наклона текста и разрешать или запрещать перенос слов в ячейке.

Узор и заливка ячеек или диапазонов могут представить документ в более наглядном виде.

Ещё один элемент форматирования в Excel – это обрамление ячеек или диапазона ячеек рамкой или линиями.

Диаграммы – очень удобное средство наглядного представления данных, они помогают сравнивать данные между собой, выявлять тенденции и закономерности. Диаграмму можно создать на отдельном листе или поместить в качестве внедрённого объекта на лист с данными. Диаграмму можно распечатать или опубликовать в Интернете.

Любой диаграмме, как, в прочем, и любой другой отчётной документации, подготовленной в Excel, можно придать дополнительную привлекательность при помощи графических элементов типа WordArt и автофигур.

Учитывая специфику необходимых вычислений, возможность использования Excel делает выбор данной среды программирования наиболее предпочтительным.

Формулы – это то, что делает электронные таблицы столь полезными. Формулы можно копировать, перемещать, удалять точно также как и любые другие данные, введенные в ячейки. Формула должна начинаться со знака «=» и может содержать: операторы, ссылки на ячейки, значения или строки, функции и их параметры, скобки, которые задают порядок выполнения действий.

Excel предоставляет пользователю более двухсот встроенных функций различных категорий: математические, логические, текстовые, даты и времени, информационные, статистические, функции просмотра и поиска данных, ссылок и массивов, финансовые, функции проверки вводимых значений.

Конечным этапом создания любого программного продукта является создание «дружелюбного» к пользователю интерфейса. Excel в данном вопросе предоставляет широчайшие возможности, включая осуществление публикации данных в глобальной сети Интернет. Возможность создания интерфейса средствами Excel крайне привлекательна, т.к. не требует дополнительных экономических вложений, установки и освоения дополнительного программного обеспечения.

П. 2.2 Разработка и реализация приложения пользователя

П.2.2.1 Создание таблиц

В рамках тестового примера нечёткость параметров $\underset{\sim}{W}_k, \underset{\sim}{V}_k, \underset{\sim}{B}_k, \underset{\sim}{c}_i, \underset{\sim}{d}_i, \underset{\sim}{b}_i$ рассматривается с точки зрения неопределённости данных с интервальными

оценками. Задача решена с параметрами, функция принадлежности которых равна единице. Данное обстоятельство отражено в исходных данных.

Согласно алгоритма решения задачи, после составления математической модели необходимо грамотно ввести условия задачи. Ввод условий задачи состоит из следующих основных шагов:

- 1) создание формы для ввода условий задачи;
- 2) ввод исходных данных;
- 3) ввод зависимостей из математической модели;
- 4) назначение целевой функции;
- 5) ввод ограничений и граничных условий.

При создании формы для ввода условий необходимо учитывать особенности каждого из Планов. Например, у Плана № 1 и Плана № 2 максимальное количество переменных – 21, что определяется количеством интервалов и средств ПИК, т.е. в этих планах максимальное количество интервалов – 3, а количество средств ПИК для всех планов одинаково и равно семи. План № 3 содержит всего один интервал, следовательно, количество переменных – 7. В зависимости от количества интервалов меняется и количество ограничений, например, в Плане № 3 отсутствуют ограничения «второй интервал», «третий интервал». Этапы планов имеют различное количество интервалов, следовательно, из этапа в этап количество переменных колеблется: в Планах № 1 и № 2 от 14 до 21, в Плане № 3 количество переменных постоянно и равно семи.

Следующим этапом является ввод исходных данных и зависимостей из математической модели: коэффициентов целевой функции, зависимостей для целевых функций, ограничений.

В качестве коэффициентов целевой функции берутся коэффициенты важности модернизации i -го узла – α_i , которые рассчитываются на каждом рабочем листе планов методом Гаусса на основе исходных данных. Полученные значения коэффициентов вносятся в строку «коэф. В ЦФ», число полученных коэффициентов – семь, если количество обрабатываемых переменных больше

семи, то значения коэффициентов повторяются для остальных переменных с соблюдением очередности.

Далее вводятся зависимости для целевых функций: сначала для максимизируемой целевой функции, затем для минимизируемой согласно математической модели.

		Переменные				
Имя	x11	...	X73	ЦФ	напр.	
Результат						
значение				ЦФ	напр.	
нижн.гр.						
верхн.гр.						
целочисл.						
коэф. В ЦФ						
		Ограничения				
вид				Левая часть	Знак	Правая часть
1 узел только на j						
2 узел только на j						
3 узел только на j						
4 узел только на j						
5 узел только на j						
6 узел только на j						
7 узел только на j						
сигнатура						
первый интервал						
второй интервал						
третий интервал						
финансовые						
материальные						
трудоые						

Рис. П. 2.1. Стандартная форма для ввода условий задачи

Зависимости вводятся в ячейки, расположенные под ячейками «ЦФ» в порядке очередности оговоренной выше, причём, в указанные ячейки вводятся окончательные зависимости, основанные на ячейках строки «Результат». Но для выполнения вычислений требуется вспомогательная функция, которая будет

максимизироваться и основывается на значениях строки «значение». Также необходимо указать направление, в котором будет производиться поиск решения. В данном случае для максимизируемой целевой функции указывается «макс», а для минимизируемой – «мин». Информация вносится в ячейки, расположенные под ячейками «напр.».

Теперь вводятся данные ограничений, которые берутся из исходных данных: финансовые, материальные и трудовые (c_i, d_i, b_i). Значения ограничений вводятся в строки с соответствующими названиями: «финансовые», «материальные», «трудовые». Количество значений ограничений – семь, при большем количестве переменных значения дублируются поинтервально. Кроме рассмотренных ограничений задача содержит ограничения по количеству модернизируемых средств в интервале. Для реализации первой формулы ограничения в форме созданы семь строк с соответствующими названиями: «1 узел только на j », ..., «7 узел только на j ». При заполнении данных строк нужно понимать, что на каждом интервале может модернизироваться лишь одно средство, следовательно, коэффициент единица может стоять лишь у одного средства в интервале, а у какого именно, подсказывает название каждой строки ограничения. Например, в строке «2 узел только на j » коэффициент единица может располагаться лишь под средством №2 в каждом интервале.

Для реализации второй формулы ограничения созданы три строки (по числу интервалов): «первый интервал», «второй интервал», «третий интервал». Здесь вычисления строятся на основе средств ПИК, поэтому коэффициент единица ставится под каждым средством, но лишь в рамках интервала, указанного в названии. Все ячейки ограничений, не содержащие коэффициентов, заполняются нулями.

Теперь необходимо ввести зависимости для ограничений. Зависимости мысленно разбиваются на три составляющих: левая часть, знак и правая часть. Сначала вводятся зависимости для левой части в ячейки под ячейкой «Левая часть» в соответствии с названием строк. Далее вводятся знаки, соответствующие каждому ограничению, в ячейки под ячейкой «Знак». Затем вводятся правые части ограничений. В расчётах используются также значения

функции сигнатуры, которые для удобства вынесены в отдельную строку. После ввода исходных данных вид таблицы изменится (рис. П.2.2).

Теперь необходимо ввести граничные условия. Решается частный случай задачи целочисленных переменных, т.е. переменные могут принимать не любые целые значения, а только одно из двух: либо 0, либо 1. Такие переменные булевыми. Следовательно, в роли граничных условий будут выступать единицы и нули: в строку «нижн. гр.» вводятся нули, а в строку «верх. гр.» – единицы.

Имя	x11	...	X73	ЦФ	напр.	
Результат				0	макс	
значение				ЦФ	напр.	
нижн.гр.				0	мин	
верхн.гр.						
целочисл.						
Коэф. В ЦФ	0,582053	0,291027	0,097009	0		
		Ограничения				
вид				Левая часть	Знак	Правая часть
1 узел только на j	1	0	0	0,000000	<=	1
2 узел только на j	0	1	0	0,000000	<=	1
3 узел только на j	0	0	1	0,000000	<=	1
4 узел только на j	0	0	0	0,000000	<=	1
5 узел только на j	0	0	0	0,000000	<=	1
6 узел только на j	0	0	0	0,000000	<=	1
7 узел только на j	0	0	0	0,000000	<=	1
сигнатура	0	0	0	0,000000	<=	1
первый интервал	1	1	1	0,000000	<=	1
второй интервал	0	0	0	0,000000	<=	1
третий интервал	0	0	0	0,000000	<=	1
финансовые	1,5	1,5	1,5	0	<=	2
материальные	320	320	320	0	<=	400
трудовые	900	900	900	0	<=	1000

Рис. П. 2.2 – Таблица с исходными данными

П. 2.2.2. Создание диаграмм

Полученное оптимальное решение целесообразно представлять в наглядном виде, для чего могут быть применены графические объекты, классификация которых приведена на рисунке П. 2.3.

Встроенные объекты являются частью электронной таблицы и не могут быть изменены. В выделенных объектах можно производить самые разнообразные изменения их вида и размеров, которые называются форматированием.

В созданном программном продукте широко используются диаграммы. Каждая рабочая книга содержит рабочий лист «Итоги Плана», содержащий диаграмму. Также создана отдельная рабочая книга «Результаты», содержащая четыре сравнительных диаграммы.

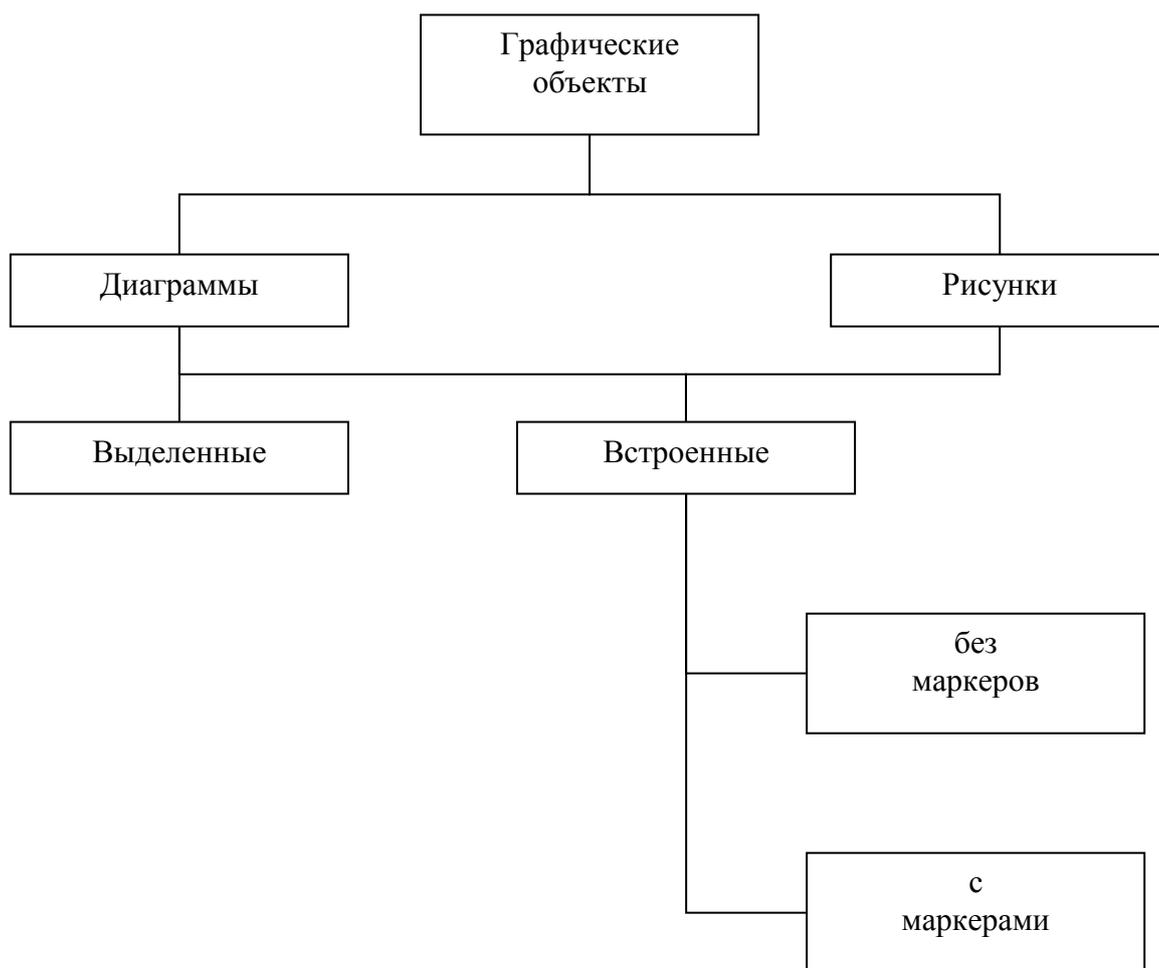


Рис. П. 2.3. Классификация графических объектов

Для создания встроенной диаграммы необходимо пользоваться данными таблицы, содержащей данные, которые будут представлены на диаграмме.

Действия:

- 1) выделить те ячейки, значения которых должны быть представлены на диаграмме;
- 2) в меню «Вставка» выбрать опцию «Диаграмма...».

На экране: диалоговое окно «Мастер диаграмм» - шаг 1 и 2.

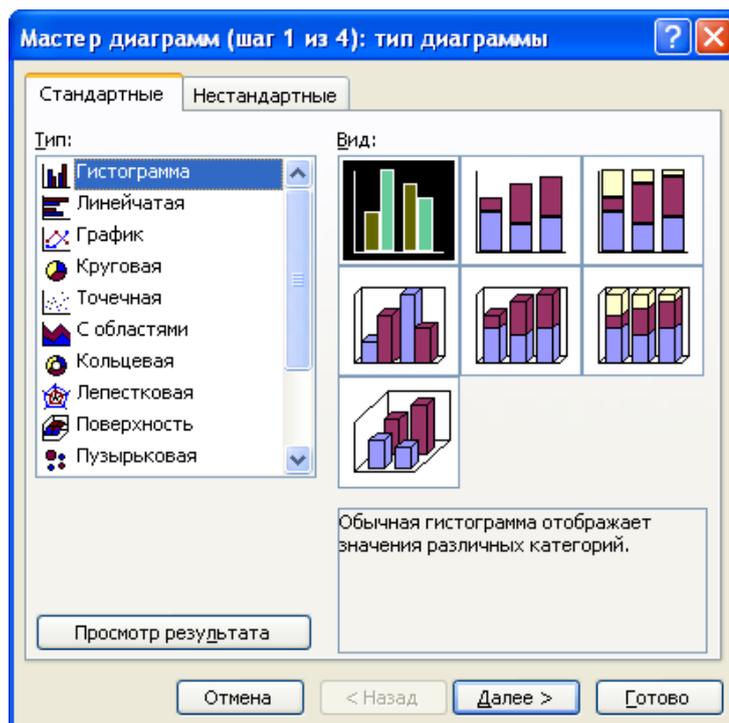


Рис. П.2.4 – Окно мастера диаграмм

В этом диалоговом окне показаны типы диаграмм, которые могут быть созданы;

- 3) выбрать тип диаграммы и нажать «Далее >».

На экране: диалоговое окно «Мастер диаграмм» – шаг 3.

На этом шаге назначается вариант представления рядов данных. Кроме того, назначается число строк и столбцов, данные в которых являются метками по осям. Вид диаграммы при принятых назначениях отображается на экране в диалоговом окне;

- 4) нажать «Далее >>».

На экране: диалоговое окно «Мастер диаграмм» – шаг 4. На этом шаге можно ввести легенду, а также названия диаграммы и осей. Вводимый текст виден на экране;

5) если все данные введены правильно, то нажать «Готово».

На экране: встроенная диаграмма с маркерами.

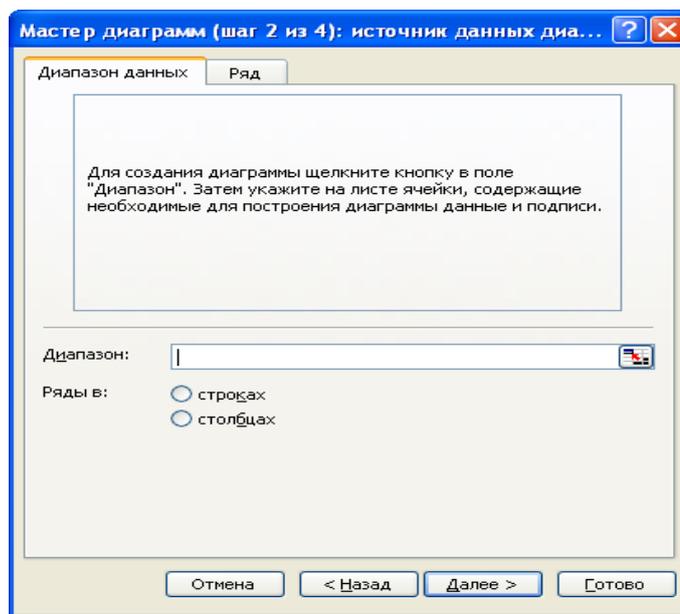


Рис. П. 2.5. Окно мастера диаграмм (шаг 3)

Диаграммы без маркеров являются неизменяемой частью электронной таблицы. В результате построения диаграмм на экран выводятся диаграммы с маркерами, с которыми можно производить следующие действия: изменение размеров диаграммы; перемещение диаграммы по экрану; копирование диаграммы; корректировку исходных табличных данных, по которым строилась диаграмма; форматирование диаграммы. Процесс создания графиков полностью подобен процессу создания диаграмм, единственное отличие это выбор соответствующего типа графика. В рамках данного программного продукта использовались графики (2 оси):

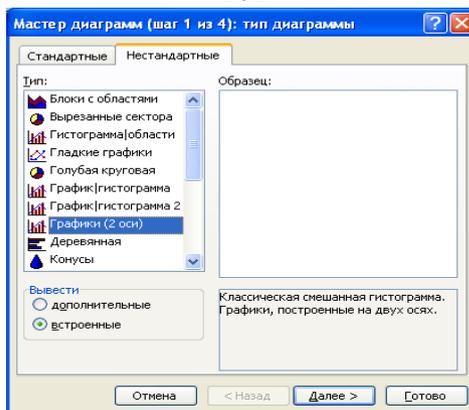


Рис. П. 2.6. Окно выбора типа графика

П. 2.3. Разработка инструкции для пользователя

Для начала работы с программным продуктом необходимо открыть папку «Программный продукт», а в ней файл АИС.xls. На экране появится окно запроса пароля:

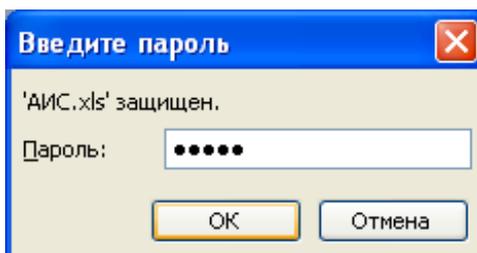


Рис. П. 2.7. Окно запроса пароля

Для продолжения работы необходимо ввести пароль латинскими буквами в маленьком регистре (пароль – «ljspneg», т.е. «доступ»). После введения пароля откроется главная страница:

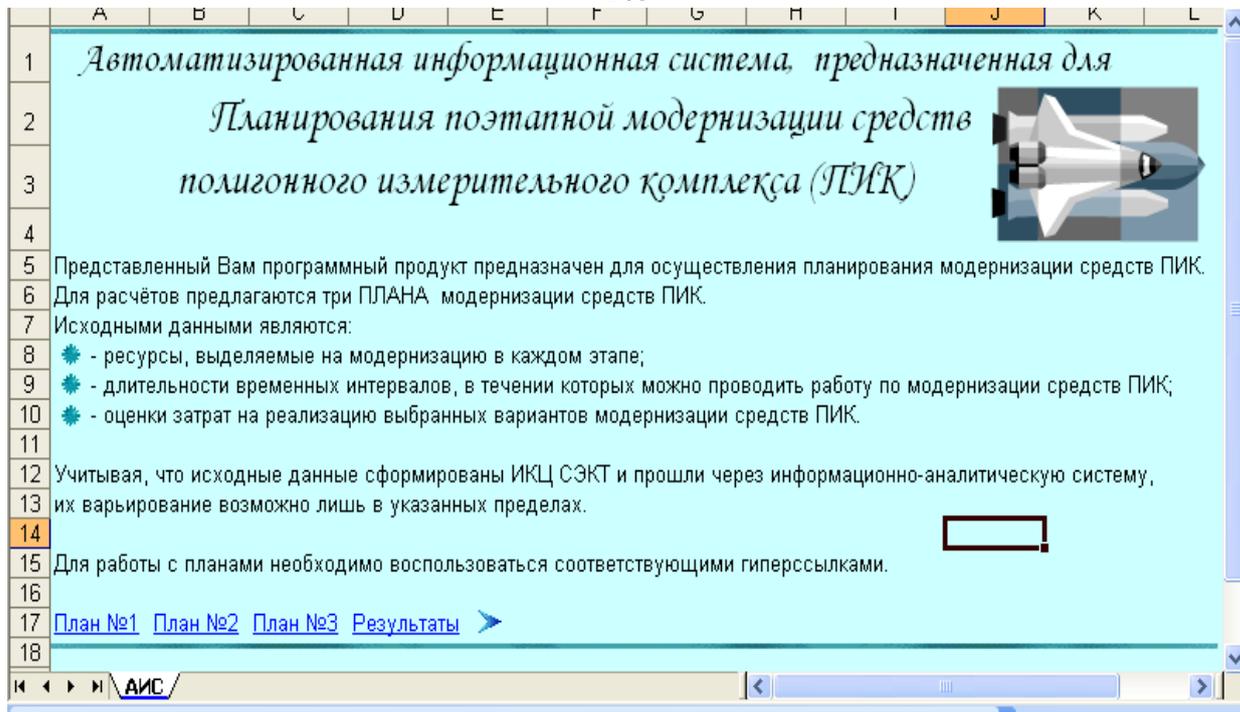


Рис. П. 2.8. Главная страница АИС

На главной странице содержится краткая информация о программном продукте. После основного текста на странице содержатся гиперссылки на рабочие книги Excel: План № 1, План № 2, План № 3 и Результаты. Для работы с интересующей книгой нужно просто навести курсор мыши на гиперссылку и щёлкнуть левой кнопкой.

На экране появится окно:

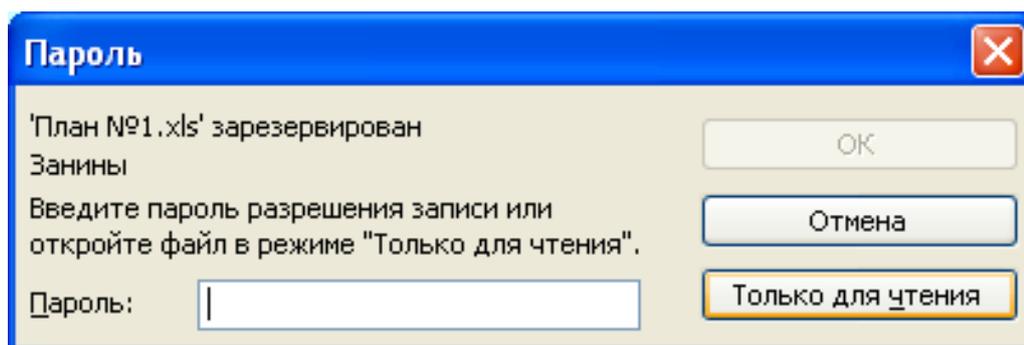


Рис. П. 2.9. Окно «Пароль»

Окно информирует пользователя о том, что файл зарезервирован, т.е. доступен только для чтения, а сохранение изменений не доступно (доступ имеет только программист). Необходимо выбрать опцию «Только для чтения» и нажать ОК.

На экране появится интересующая книга Excel, например, План № 1:

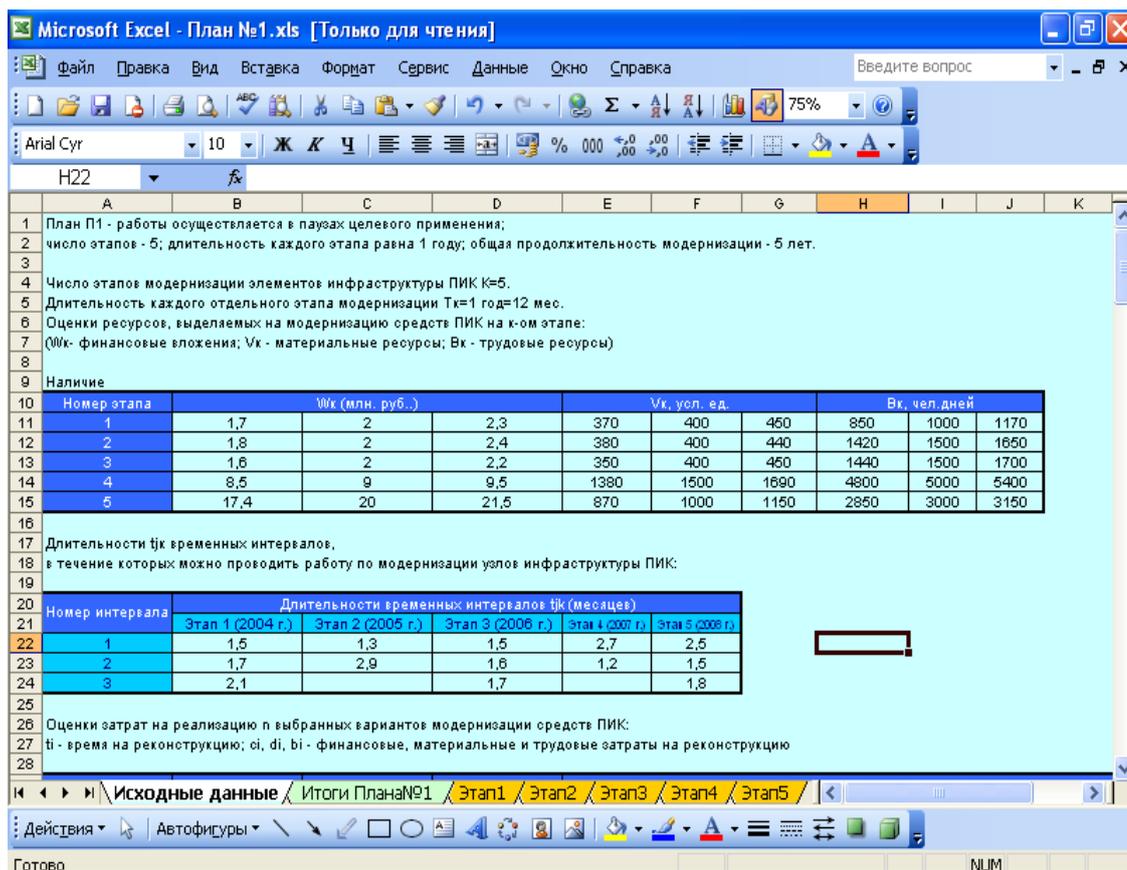


Рис. П. 2.10. Окно рабочей книги План № 1

Рабочая книга План № 1 содержит семь листов:

- 1) «Исходные данные» – содержит таблицы исходных данных для всех этапов и расчёт функции сигнатуры ($sign(t_j^k - t_i)$).
- 2) «Итоги Плана № 1» – содержит результирующие данные, полученные на основе проведенных расчётов (количество средств ПИК, подвергшихся модернизации; процентное соотношение модернизируемых и немодернизируемых средств; диаграмма, характеризующая это соотношение, финансовые затраты на модернизацию и количество лет, затраченных на осуществление модернизации).
- 3) «Этап 1 – Этап 5» – рабочие листы, в которых непосредственно происходят расчёты.

Последовательность работ при принятии оптимальных решений:

- 1) Решение задачи – центральный вопрос.
- 2) Анализ решения.

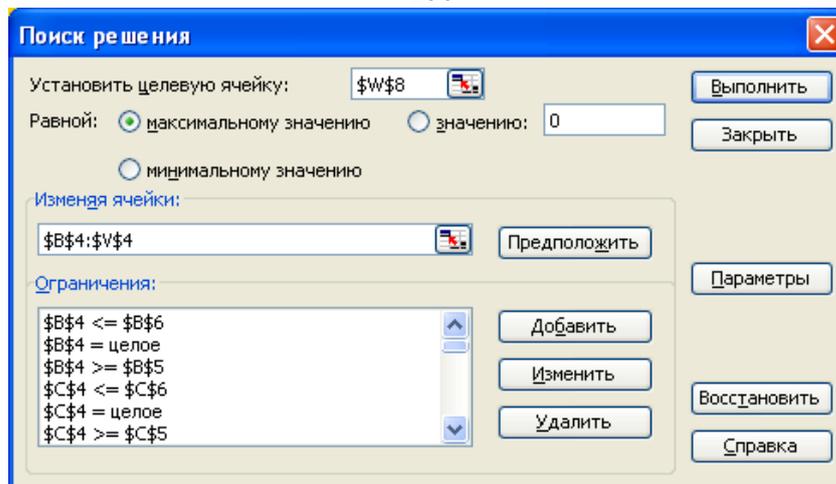


Рис. П. 2.12. Окно «Поиск решения»

- 1) Назначить целевую функцию:
 - a) Курсор мыши в окно «Установить целевую ячейку».
 - b) Ввести адрес: $W8$ в случае максимизации и $W5$ в случае минимизации целевой функции.
 - c) Ввести направление целевой функции: сначала равной максимальному значению.
- 2) Ввести адреса искомых переменных:
 - a) Ввести адреса: $B4:V4$.
- 3) Нажать «Добавить...»

На экране: диалоговое окно «Добавление ограничения» (рис. П. 2.13)

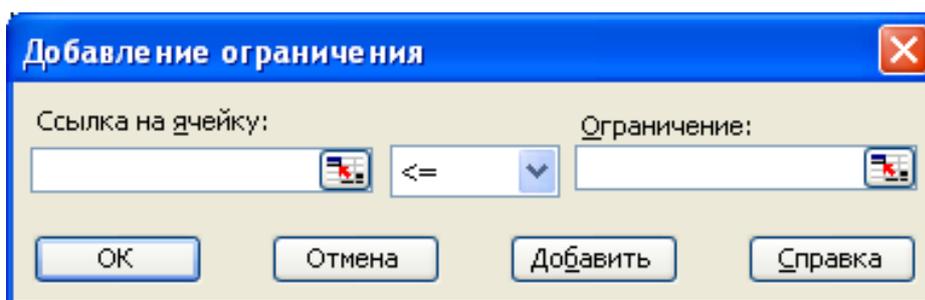


Рис. П. 2.13. Окно «Добавление ограничения»

- 4) Ввести граничные условия на переменные x_{ij} :
 $B4 \geq B5, C4 \geq C5, D4 \geq D5, E4 \geq E5 \dots V4 \geq V5; B4 \leq B6, C4 \leq C6, D4 \leq D6, \dots V4 \leq V6;$
- 5) Ввести требования целочисленности: $B4$ – целое; $C4$ – целое; $D4$ – целое; $E4$ – целое; $\dots V4$ – целое;
- 6) Ввести ограничения:

$W_{11} \leq Y_{11}, W_{12} \leq Y_{12}, W_{13} \leq Y_{13}, W_{14} \leq Y_{14}, W_{15} \leq Y_{15}, W_{16} \leq Y_{16}, W_{17} \leq Y_{17}, W_{18} \leq Y_{18},$
 $W_{19} \leq Y_{19}, W_{20} \leq Y_{20}, W_{21} \leq Y_{21}, W_{22} \leq Y_{22}, W_{23} \leq Y_{23}, W_{24} \leq Y_{24}$

После ввода последнего ограничения вместо «Добавить...» ввести ОК. Если при вводе возникает необходимость в изменении или удалении внесённых ограничений или граничных условий, то это возможно при помощи команд «Изменить...» и «Удалить».

7) Нажать «Параметры...»

На экране: диалоговое окно «Параметры поиска решения» (рис. П. 2.14).

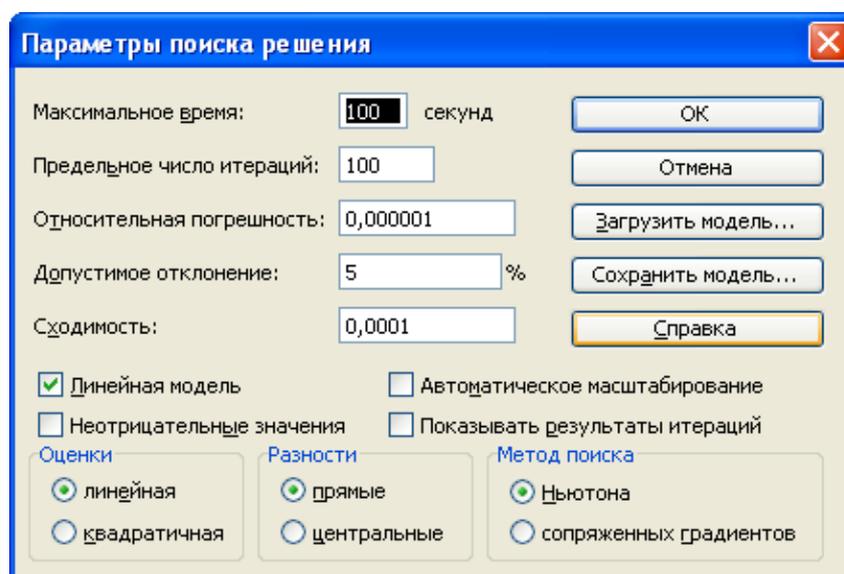


Рис. П. 2.14. Окно «Параметры поиска решения»

8) Установить флажок «Линейная модель».

9) Нажать ОК.

10) Нажать «Выполнить».

На экране: диалоговое окно «Результаты поиска решения». Решение найдено (рис. П.2.15) и результат оптимального решения задачи находится в основной таблице на рабочем листе «Этап 1» в строке «Результат».

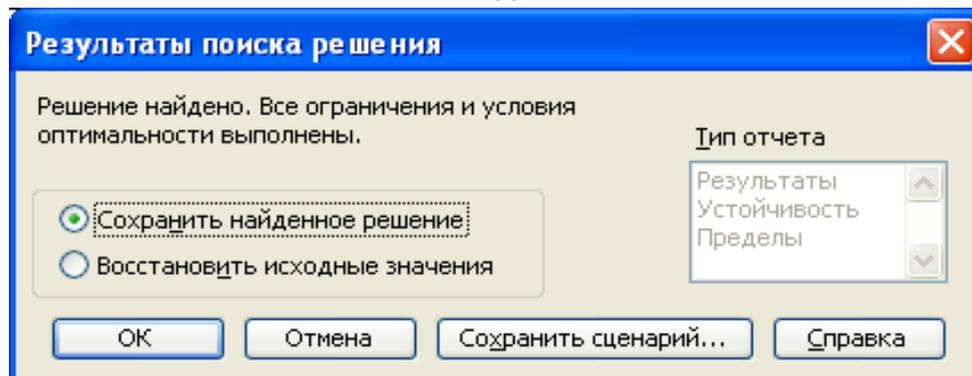


Рис. П. 2.15. Окно «Результаты поиска решения»

В основной таблице результат расчётов расположен в диапазоне ячеек $V3:V3$, результативной является ячейка, содержащая единицу – $P3$, т.е. x_{13} . Расчёты показывают, что при максимизации целевой функции на первом этапе работ будет производиться модернизация средства №1 в третьем интервале (первый узел).

Необходимо учесть, что в дальнейших расчётах средство №1 участвовать не будет. В целях исключения средства №1 в окне «Поиск решения» удаляются ограничения и граничные условия, связанные с ним.

При необходимости повторить вычисления следует обязательно очистить строку «Значение» основной таблицы этапа, иначе возможно получение неверных результатов.

Далее производится расчёт Этапа 2. Так как во втором этапе число интервалов ниже, чем в первом – 2 интервала, то количество заполняемых столбцов основной таблицы уменьшено на семь последних.

Действия:

- 1) В меню «Сервис» выбрать опцию «Поиск решения...»

На экране: диалоговое окно «Поиск решения» (рис. П.2.12).

- 2) Назначить целевую функцию:

- a) Курсор мыши в окно «Установить целевую ячейку».

- b) Ввести адрес: $W8$ в случае максимизации и $W5$ в случае минимизации целевой функции.

- c) Ввести направление целевой функции: сначала равной максимальному значению.

- 3) Ввести адреса искомых переменных:
 - a) Поместить курсор в поле «Изменяя ячейки».
 - b) Ввести адреса: $B4:O4$.
- 4) Нажать «Добавить...»

На экране: диалоговое окно «Добавление ограничения» (рис. П.2.13)

- 5) Ввести граничные условия на переменные x_{ij} :
 $C4 \geq C5, D4 \geq D5, E4 \geq E5 \dots V4 \geq V5; C4 \leq C6, D4 \leq D6, \dots V4 \leq V6$
- 6) Ввести требования целочисленности: $C4$ – целое; $D4$ – целое; $E4$ – целое; $\dots O4$ – целое;
- 7) Ввести ограничения:

$$W11 \leq Y11, W12 \leq Y12, W13 \leq Y13, W14 \leq Y14, W15 \leq Y15, W16 \leq Y16, W17 \leq Y17, \\ W18 \leq Y18, W19 \leq Y19, W20 \leq Y20, W21 \leq Y21, W22 \leq Y22, W23 \leq Y23, W24 \leq Y24$$

После ввода последнего ограничения вместо «Добавить...» ввести ОК. Если при вводе возникает необходимость в изменении или удалении внесённых ограничений или граничных условий, то это возможно при помощи команд «Изменить...» и «Удалить».

- 8) Нажать «Параметры...»

На экране: диалоговое окно «Параметры поиска решения» (рис. П.2.14).

- 9) Установить флажок «Линейная модель».
- 10) Нажать ОК.
- 11) Нажать «Выполнить».

На экране: диалоговое окно «Результаты поиска решения». Решение найдено (рис. П.2.15) и результат оптимального решения задачи находится в основной таблице на рабочем листе «Этап 2» в строке «Результат».

В основной таблице результат расчётов расположен в диапазоне ячеек $B3:V3$, результативной является ячейка, содержащая единицу – $J3$, т.е. x_{22} .

Расчёты демонстрируют, что при максимизации целевой функции на втором этапе работ будет производиться модернизация средства №2 во втором интервале (второй узел).

При необходимости повторить вычисления следует обязательно очистить строку «Значение» основной таблицы этапа, иначе возможно получение неверных результатов.

Необходимо учесть, что в дальнейших расчётах средство №2 участвовать не будет. В целях исключения средства №2 в окне «Поиск решения» удаляются ограничения и граничные условия, связанные с ним.

Далее производится расчёт Этапа 3:

- 2) В меню «Сервис» выбрать опцию «Поиск решения...»

На экране: диалоговое окно «Поиск решения» (рис. П.2.12).

- 2) Назначить целевую функцию:
 - a) Курсор мыши в окно «Установить целевую ячейку».
 - b) Ввести адрес: $W8$ в случае максимизации и $W5$ в случае минимизации целевой функции.
 - c) Ввести направление целевой функции: сначала равной максимальному значению.
- 3) Ввести адреса искомых переменных:
 - a) Поместить курсор в поле «Изменяя ячейки».
 - b) Ввести адреса: $D4:V4$.
- 4) Нажать «Добавить...»

На экране: диалоговое окно «Добавление ограничения» (рис. П.2.13)

- 5) Ввести граничные условия на переменные x_{ij} :
 $D4 \geq D5, E4 \geq E5 \dots V4 \geq V5; D4 \leq D6, \dots V4 \leq V6;$

- 6) Ввести требования целочисленности: $D4$ – целое; $E4$ – целое; ... $V4$ – целое;

7) Ввести ограничения:

$$W_{11} \leq Y_{11}, W_{12} \leq Y_{12}, W_{13} \leq Y_{13}, W_{14} \leq Y_{14}, W_{15} \leq Y_{15}, W_{16} \leq Y_{16}, W_{17} \leq Y_{17}, \\ W_{18} \leq Y_{18}, W_{19} \leq Y_{19}, W_{20} \leq Y_{20}, W_{21} \leq Y_{21}, W_{22} \leq Y_{22}, W_{23} \leq Y_{23}, W_{24} \leq Y_{24}$$

После ввода последнего ограничения вместо «Добавить...» ввести ОК. Если при вводе возникает необходимость в изменении или удалении внесённых ограничений или граничных условий, то это возможно при помощи команд «Изменить...» и «Удалить».

8) Нажать «Параметры...»

На экране: диалоговое окно «Параметры поиска решения» (рис. П.2.14).

9) Установить флажок «Линейная модель».

10) Нажать ОК.

11) Нажать «Выполнить».

На экране: диалоговое окно «Результаты поиска решения». Решение найдено (рис. П.2.15) и результат оптимального решения задачи находится в основной таблице на рабочем листе «Этап 3» в строке «Результат».

В основной таблице результат расчётов расположен в диапазоне ячеек $B3:V3$, результативных ячеек, содержащих единицу, нет.

Очевидно, что при максимизации целевой функции на третьем этапе работ не будет производиться модернизация средств ПИК.

При необходимости повторить вычисления следует обязательно очистить строку «Значение» основной таблицы этапа, иначе возможно получение неверных результатов.

Далее производится расчёт Этапа 4:

3) В меню «Сервис» выбрать опцию «Поиск решения...»

На экране: диалоговое окно «Поиск решения» (рис. П.2.12).

2) Назначить целевую функцию:

а) Курсор мыши в окно «Установить целевую ячейку».

б) Ввести адрес: $W8$ в случае максимизации и $W5$ в случае минимизации целевой функции.

- с) Ввести направление целевой функции: сначала равной максимальному значению.
- 3) Ввести адреса искомых переменных:
- а) Поместить курсор в поле «Изменяя ячейки».
- б) Ввести адреса: $D4:O4$.
- 4) Нажать «Добавить...»

На экране: диалоговое окно «Добавление ограничения» (рис. П.2.13)

- 5) Ввести граничные условия на переменные x_{ij} :
- $$D4 \geq D5, E4 \geq E5 \dots O4 \geq O5; D4 \leq D6, \dots O4 \leq O6;$$
- 6) Ввести требования целочисленности: $D4$ – целое; $E4$ – целое; ... $O4$ – целое;
- 7) Ввести ограничения:

$$W11 \leq Y11, W12 \leq Y12, W13 \leq Y13, W14 \leq Y14, W15 \leq Y15, W16 \leq Y16, W17 \leq Y17, \\ W18 \leq Y18, W19 \leq Y19, W20 \leq Y20, W21 \leq Y21, W22 \leq Y22, W23 \leq Y23, W24 \leq Y24$$

После ввода последнего ограничения вместо «Добавить...» ввести ОК. Если при вводе возникает необходимость в изменении или удалении внесённых ограничений или граничных условий, то это возможно при помощи команд «Изменить...» и «Удалить».

- 8) Нажать «Параметры...»

На экране: диалоговое окно «Параметры поиска решения» (рис. П.2.14).

- 9) Установить флажок «Линейная модель».
- 10) Нажать ОК.
- 11) Нажать «Выполнить».

На экране: диалоговое окно «Результаты поиска решения». Решение найдено (рис. П.2.15) и результат оптимального решения задачи находится в основной таблице на рабочем листе «Этап 4» в строке «Результат».

В основной таблице результат расчётов расположен в диапазоне ячеек $B3:V3$, результативной является ячейка, содержащая единицу – $D3$, т.е. x_{31} .

Очевидно, что при максимизации целевой функции на четвёртом этапе работ будет производиться модернизация средства №3 в первом интервале (третий узел).

При необходимости повторить вычисления следует обязательно очистить строку «Значение» основной таблицы этапа, иначе возможно получение неверных результатов.

Необходимо учесть, что в дальнейших расчётах средство №3 участвовать не будет. В целях исключения средства №3 в окне «Поиск решения» удаляются ограничения и граничные условия, связанные с ним.

Далее производится расчёт Этапа 5:

- 4) В меню «Сервис» выбрать опцию «Поиск решения...»

На экране: диалоговое окно «Поиск решения» (рис. П.2.12).

- 2) Назначить целевую функцию:

- a) Курсор мыши в окно «Установить целевую ячейку».

b) Ввести адрес: $W8$ в случае максимизации и $W5$ в случае минимизации целевой функции.

c) Ввести направление целевой функции: сначала равной максимальному значению.

- 3) Ввести адреса искомым переменных:

- a) Поместить курсор в поле «Изменяя ячейки».

- b) Ввести адреса: $E4:V4$.

- 4) Нажать «Добавить...»

На экране: диалоговое окно «Добавление ограничения» (рис. П.2.13)

5) Ввести граничные условия на переменные x_{ij} :
 $E4 \geq E5...V4 \geq V5; E4 \leq E6, ...V4 \leq V6;$

- b) Ввести требования целочисленности: $E4$ – целое;... $V4$ – целое;

- 7) Ввести ограничения:

$W11 \leq Y11, W12 \leq Y12, W13 \leq Y13, W14 \leq Y14, W15 \leq Y15, W16 \leq Y16, W17 \leq Y17,$
 $W18 \leq Y18, W19 \leq Y19, W20 \leq Y20, W21 \leq Y21, W22 \leq Y22, W23 \leq Y23, W24 \leq Y24$

После ввода последнего ограничения вместо «Добавить...» ввести ОК. Если при вводе возникает необходимость в изменении или удалении внесённых ограничений или граничных условий, то это возможно при помощи команд «Изменить...» и «Удалить».

8) Нажать «Параметры...»

На экране: диалоговое окно «Параметры поиска решения» (рис. П.2.14).

9) Установить флажок «Линейная модель».

10) Нажать ОК.

11) Нажать «Выполнить».

На экране: диалоговое окно «Результаты поиска решения». Решение найдено (рис. П.2.15) и результат оптимального решения задачи находится в основной таблице на рабочем листе «Этап 5» в строке «Результат».

В основной таблице результат расчётов расположен в диапазоне ячеек $V3:V3$. Результативной является ячейка, содержащая единицу – отсутствует.

Очевидно, что при максимизации целевой функции на пятом этапе работ не будет производиться модернизация средств ПИК.

При необходимости повторить вычисления следует обязательно очистить строку «Значение» основной таблицы этапа, иначе возможно получение неверных результатов.

Следует отметить, что уже после первой работы в окне «Поиск решения» Excel сохранит все внесённые ограничения, граничные и прочие условия, диапазон изменяемых ячеек, целевую ячейку и параметры поиска. Это крайне облегчает дальнейшее использование программного продукта.

Первый этап расчётов – это поиск оптимального решения при максимизации целевой функции, а второй этап – поиск оптимального решения на базе полученных от первого этапа результатов при минимизации другой целевой функции (ячейка $W5$).

Для осуществления второго этапа расчётов пользователю необходимо лишь назначить вторую целевую функцию ($W5$) и поменять направление целевой функции на минимальное значение и нажать кнопку «Выполнить». Результат расчёта будет располагаться в строке «Результат» основной таблицы.

Расчёты в Плане №2 производятся также как и в Плане №1, а вот План №3 имеет ряд отличий ввиду того, что содержит лишь один интервал:

1) целевая функция, направленная на максимизацию, расположена в ячейке I8, а целевая функция, направленная на минимизацию, расположена в ячейке I5.

2) изменяется расположение ячеек с ограничениями:

$$I11 \leq K11, I12 \leq K12, I13 \leq K13, I14 \leq K14, I15 \leq K15, I16 \leq K16, I17 \leq K17, \\ I18 \leq K18, I19 \leq K19, I20 \leq K20, I21 \leq K21, I22 \leq K22.$$

3) Этап 4 Плана №3 имеет существенное отличие: столбец K11:K19 содержит вместо единицы цифру три. Это некоторое отступление от математической модели, связано с тем, что решается частная задача и анализ исходных данных показывает, что на данном этапе возможна одновременная модернизация нескольких средств ПИК. Данный шаг позволит повысить эффективность модернизации, сократить время модернизации и увеличить полноту модернизации до 100%.

При необходимости повторить все вычисления (сначала максимизацию целевой функции, а затем минимизацию) следует обязательно очистить строку «Значение» основной таблицы этапа, иначе возможно получение неверных результатов.

Каждый план содержит рабочий лист «Итоги Плана», который содержит обобщённую информацию о проведённых вычислениях:

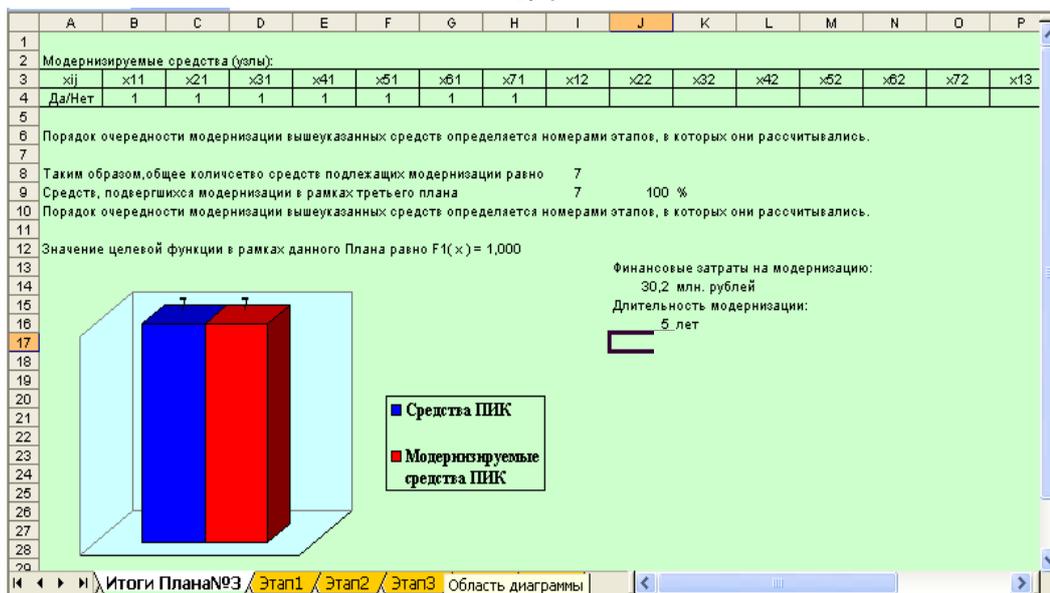


Рис. П. 2.16. Окно «Итоги Плана№3»

П. 2.4. Разработка инструкции для программиста

П.2.4.1. Требования к составу аппаратного обеспечения

Для нормальной работы разработанного программного обеспечения необходимо выполнение следующих требований к составу аппаратного обеспечения ПЭВМ:

- центральный процессор класса Pentium с тактовой частотой, не менее 166 МГц;
- не менее 32 Мбайт оперативной памяти;
- не менее 3 Мбайт свободного дискового пространства, без учета объема дискового пространства, отведенного под программный продукт;
- видеоадаптер стандарта не ниже SVGA;
- манипулятор типа «мышь»;
- стандартная клавиатура.

П. 2.4.2. Требования к составу программного обеспечения

Разработанное программное обеспечение стабильно работает на любых версиях операционной системы Windows, начиная с Windows 95. Единственным условием стабильной работы программного продукта на версиях операционной системы ниже Windows XP является возможность установки пакета Microsoft

Office, содержащего версию Excel не ниже версии 7.0 (рекомендуется версия 2003).

П.2.4.3. Инструкция по установке системы

Для установки Автоматизированной информационной системы планирования поэтапной модернизации средств ПИК, необходимо сохранить папку «Программный продукт» на любом подходящем логическом диске компьютера. Папка «Программный продукт» содержит скрытые файлы: «План №1», «План №2», «План №3» и «Результаты!». Соккрытие файлов применяется в целях сохранности их от пользователя и облегчения ориентирования пользователя при использовании программного продукта. Если возникнет необходимость сделать файлы «видимыми» следует в меню «Сервис» папки «Программный продукт» выбрать опцию «Свойства папки...». На экране появится соответствующее окно:

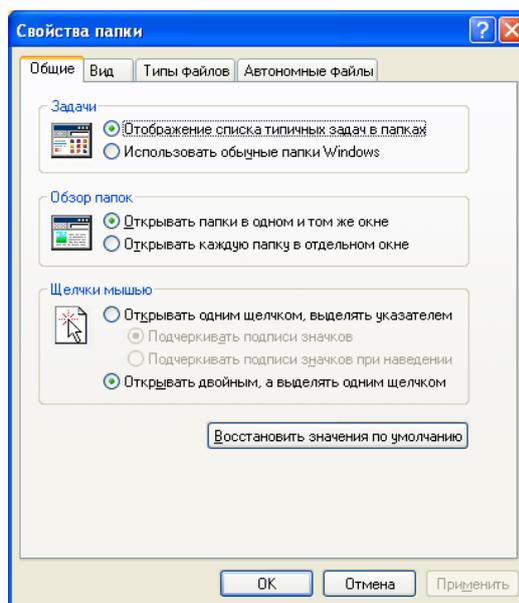


Рис. П. 2.17. Окно «Свойства папки»

В появившемся окне открыть вкладку «Вид»:

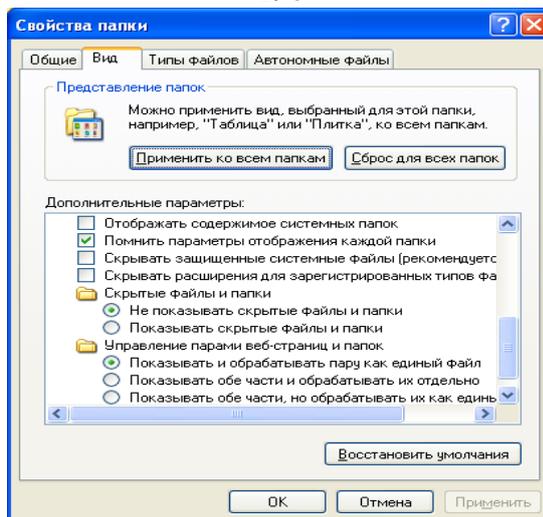


Рис. П.2.18 – Вкладка «Вид» окна «Свойства папки»

Найти данные, касающиеся скрытых папок и файлов, и активировать опцию «Показывать скрытые файлы и папки». При возникновении необходимости сделать папки снова «невидимыми», повторить вышеизложенные действия с той разницей, что активировать опцию «Не показывать скрытые файлы и папки».

Для открытия программы достаточно запустить на выполнение файл АИС.xls, который расположен в папке «Программный продукт». На экране появится окно запроса пароля, а после введения пароля – главная страница программного продукта (рис. П.2.8). Пароль вводится латинскими буквами в маленьком регистре: «ljcpeg».

Переход к рабочим книгам осуществляется с помощью гиперссылок. Для работы с книгами пароль не требуется, достаточно при открытии файла выбрать опцию «Только для чтения». Если же необходимо внести и сохранить какие-либо изменения в файл, то потребуется второй пароль, который должен быть известен программисту, пароль вводится латинскими буквами в маленьком регистре: «ecgt[».

П. 2.4. Настройка работы программного продукта

Для успешной работы программного продукта необходимо убедиться в наличии в пакете Microsoft Office, установленном на компьютере, надстройки «Поиск решения...». Для этого нужно открыть меню «Сервис» и найти опцию «Поиск решения...». Если опция отсутствует, то необходимо в меню «Сервис» активизировать опцию «Надстройки...». На экране появится окно «Надстройки»:

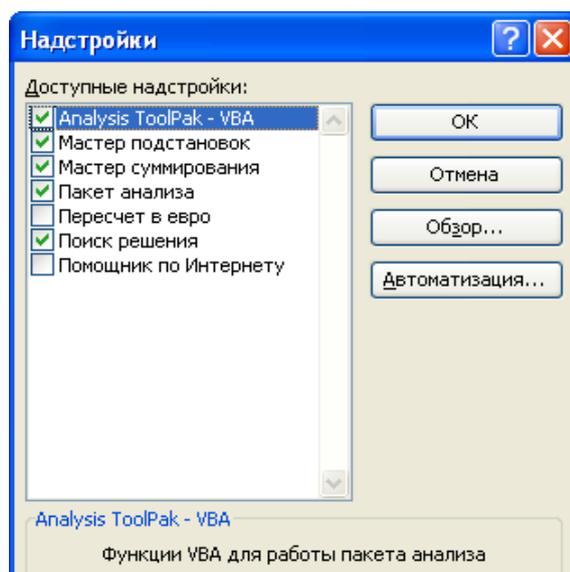


Рис. П. 2.19. Окно «Надстройки»

Для активизации пакета «Поиск решения...» необходимо поставить флажок напротив соответствующей опции открывшегося окна и нажать ОК.

П.3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ПАРАМЕТРОВ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИКК «БАЙКОНУР»

План П1 - работы осуществляется в паузах целевого применения;
число этапов - 5; длительность каждого этапа равна 1 году; общая продолжительность модернизации - 5 лет.

Число этапов модернизации элементов инфраструктуры ИКК К=5.

Длительность каждого отдельного этапа модернизации $T_k=1$ год=12 мес.

Оценки ресурсов, выделяемых на модернизацию средств ИКК на к-ом этапе:

(W_k - финансовые вложения; V_k - материальные ресурсы; B_k - трудовые ресурсы)

Наличие

Номер этапа	W_k (млн. руб.)			V_k , усл. ед.			B_k , чел.дней		
1	1,7	2	2,3	370	400	450	850	1000	1170
2	1,8	2	2,4	380	400	440	1420	1500	1650
3	1,6	2	2,2	350	400	450	1440	1500	1700
4	8,5	9	9,5	1380	1500	1690	4800	5000	5400
5	17,4	20	21,5	870	1000	1150	2850	3000	3150

Длительности t_{jk} временных интервалов,
в течение которых можно проводить работу по модернизации узлов инфраструктуры ИКК:

Номер интервала	Длительности временных интервалов t_{jk} (месяцев)				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1,5	1,3	1,5	2,7	2,5
2	1,7	2,9	1,6	1,2	1,5
3	2,1		1,7		1,8

Оценки затрат на реализацию п выбранных вариантов модернизации средств ИКК:

t_i - время на реконструкцию; c_i , d_i , b_i - финансовые, материальные и трудовые затраты на реконструкцию

№ п/п	Наименование средства	Существующий вариант	Вариант модернизации	Оценки затрат на реализацию вариантов									
				t_i , мес.	c_i , млн.руб.			d_i , усл.ед.			b_i , чел.дн.		
1	СиЛС ИПЗ-ИП1	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950
2	ИП1-ИП5	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950
3	ИП5-ИВЦ	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950
4	УСиПИИ ИПЗ	КОИ ВЛ1033-04	УСид УСД	3,5	2,4	2,8	3,1	450	470	510	1200	1500	1700
5	УСиПИИ ИП1	КОИ ВЛ1033-05	УСид УСД	3,5	2,4	2,8	3,1	450	470	510	1200	1500	1700
6	УСиПИИ ИП5	КОИ ВЛ1033-06	УСид УСД	3,5	2,4	2,8	3,1	450	470	510	1200	1500	1700
7	УОИ ИВЦ	КОИ ВЛ1045	АПК "Родник" (УСД+РМО)	6,3	15,8	17,3	18,5	650	750	850	2300	2400	2500

Работы по пунктам 1-3 должны предшествовать работам по пунктам 4-6.
Работа 7 должна выполняться в оследнюю очередь.

Расчёт значений функции сигнатуры:

$$\text{sign}(t_{jk}-t_i)$$

Номер интервала	Возможность модернизации узла №1				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	1	1
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала	Возможность модернизации узла №2				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	1	1

2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала	Возможность модернизации узла №3				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	1	1
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала	Возможность модернизации узла №4				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №5				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №6				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №7				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0

План П2 - работы осуществляется в паузах целевого применения;
число этапов неограниченное; длительность каждого этапа равна 1 году;
общая продолжительность модернизации - неограничена.

Число этапов модернизации элементов инфраструктуры ИКК К- неограничено (для примера 20).

Длительность каждого отдельного этапа модернизации $T_k=1$ год=12 мес.

Оценки ресурсов, выделяемых на модернизацию средств ИКК на к-ом

этапе:

(W_k - финансовые вложения; V_k - материальные ресурсы; B_k - трудовые ресурсы)

Наличие

Номер этапа	W_k (млн. руб..)			V_k , усл. ед.			B_k , чел.дней		
1	1,7	2	2,3	370	400	450	(850; 1000; 1170)	1000	1170
2	1,8	2	2,4	380	400	440	(1420; 1500; 1650)	1500	1650
3	1,6	2	2,2	350	400	450	(1440; 1500; 1700)	1500	1700
4	8,5	9	9,5	1380	1500	1690	4800; 5000; 5400)	5000	5400
5	17,4	20	21,5	870	1000	1150	(2850; 3000; 3150)	3000	3150
6	1,7	2	2,3	370	400	450	(850; 1000; 1170)	1000	1170
7	1,8	2	2,4	380	400	440	(1420; 1500; 1650)	1500	1650
8	1,6	2	2,2	350	400	450	(1440; 1500; 1700)	1500	1700
9	8,5	9	9,5	1380	1500	1690	4800; 5000; 5400)	5000	5400
10	17,4	20	21,5	870	1000	1150	(2850; 3000; 3150)	3000	3150
11	1,7	2	2,3	370	400	450	(850; 1000; 1170)	1000	1170
12	1,8	2	2,4	380	400	440	(1420; 1500; 1650)	1500	1650
13	1,6	2	2,2	350	400	450	(1440; 1500; 1700)	1500	1700
14	8,5	9	9,5	1380	1500	1690	4800; 5000; 5400)	5000	5400
15	17,4	20	21,5	870	1000	1150	(2850; 3000; 3150)	3000	3150
16	1,7	2	2,3	370	400	450	(850; 1000; 1170)	1000	1170
17	1,8	2	2,4	380	400	440	(1420; 1500; 1650)	1500	1650
18	1,6	2	2,2	350	400	450	(1440; 1500; 1700)	1500	1700
19	8,5	9	9,5	1380	1500	1690	4800; 5000; 5400)	5000	5400
20	17,4	20	21,5	870	1000	1150	(2850; 3000; 3150)	3000	3150

Длительности t_{jk} временных интервалов,
в течение которых можно проводить работу по модернизации узлов инфраструктуры ИКК:

Номер интервала	Длительности временных интервалов t_{jk} (месяцев)				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1,5	1,3	1,5	2,7	2,5
2	1,7	2,9	1,6	1,2	1,5
3	2,1		1,7		1,8
Номер интервала	Длительности временных интервалов t_{jk} (месяцев)				
	Этап 6 (2009 г.)	Этап 7 (2010 г.)	Этап 8 (2011 г.)	Этап 9 (2012 г.)	Этап 10 (2013 г.)
1	1,6	1,3	1,5	2,7	2,5
2	1,6	2,9	1,6	1,2	1,5
3	2,6		1,7		1,6
Номер интервала	Длительности временных интервалов t_{jk} (месяцев)				
	Этап 11 (2014 г.)	Этап 12 (2015 г.)	Этап 13 (2016 г.)	Этап 14 (2017 г.)	Этап 15 (2018 г.)
1	1,5	1,3	1,5	3,7	2,5
2	2,1	3,7	3,7	1,2	1,9
3	2,1		1,7		1,3
Номер интервала	Длительности временных интервалов t_{jk} (месяцев)				
	Этап 16 (2019 г.)	Этап 17 (2020 г.)	Этап 18 (2021 г.)	Этап 19 (2022 г.)	Этап 20 (2023 г.)
1	1,5	2,9	1,5	2,7	2,5
2	2,6	6,8	1,6	1,2	1,5
3	2,1		1,7		2,3

Оценки затрат на реализацию n выбранных вариантов модернизации средств ИКК:
 t_i - время на реконструкцию; c_i , d_i , b_i - финансовые, материальные и трудовые затраты на реконструкцию

№ п/п	Наименование средства	Существующий вариант	Выбранный вариант модернизации	Оценки затрат на реализацию вариантов										
				t_i , мес.	c_i , млн.руб.				d_i , усл.ед.			b_i , чел.дн.		
1	СилС ИПЗ-ИП1	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950	
2	ИП1-ИП5	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950	
3	ИП5-ИВЦ	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950	
4	УСиПИИ ИПЗ	КОИ ВЛ1033-04	УСид УСД	3,5	1,9	2	3,1	350	400	510	1200	1500	1700	
5	УСиПИИ ИП1	КОИ ВЛ1033-05	УСид УСД	3,5	1,9	2	3,1	350	400	510	1200	1500	1700	
6	УСиПИИ ИП5	КОИ ВЛ1033-06	УСид УСД	3,5	1,9	2	3,1	350	400	510	1200	1500	1700	

7	УОИ ИВЦ	КОИ ВЛ1045	АПК "Родник" (УСД+РМО)	6,3	15,8	17,3	18,5	650	750	850	2300	2400	2500
---	---------	------------	------------------------	-----	------	------	------	-----	-----	-----	------	------	------

Работы по пунктам 1-3 должны предшествовать работам по пунктам 4-6.
Работа 7 должна выполняться в последнюю очередь.

Расчёт значений функции
сигнатуры:

$\text{sign}(t_{jk}-t_i)$

Номер интервала	Возможность модернизации узла №1				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	1	1
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала	Возможность модернизации узла №1				
	Этап 6 (2009 г.)	Этап 7 (2010 г.)	Этап 8 (2011 г.)	Этап 9 (2012 г.)	Этап 10 (2013 г.)
1	0	0	0	1	1
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №1				
	Этап 11 (2014 г.)	Этап 12 (2015 г.)	Этап 13 (2016 г.)	Этап 14 (2017 г.)	Этап 15 (2018 г.)
1	0	0	0	1	1
2	1	1	1	0	1
3	1	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №1				
	Этап 16 (2019 г.)	Этап 17 (2020 г.)	Этап 18 (2021 г.)	Этап 19 (2022 г.)	Этап 20 (2023 г.)
1	0	1	0	1	1
2	1	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала	Возможность модернизации узла №2				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	1	1
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала	Возможность модернизации узла №2				
	Этап 6 (2009 г.)	Этап 7 (2010 г.)	Этап 8 (2011 г.)	Этап 9 (2012 г.)	Этап 10 (2013 г.)
1	0	0	0	1	1

2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 11 (2014 г.)	Этап 12 (2015 г.)	Этап 13 (2016 г.)	Этап 14 (2017 г.)	Этап 15 (2018 г.)
1	0	0	0	1	1
2	1	1	1	0	1
3	1	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 16 (2019 г.)	Этап 17 (2020 г.)	Этап 18 (2021 г.)	Этап 19 (2022 г.)	Этап 20 (2023 г.)
1	0	1	0	1	1
2	1	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала	Возможность модернизации узла №3				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	1	1
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала					
	Этап 6 (2009 г.)	Этап 7 (2010 г.)	Этап 8 (2011 г.)	Этап 9 (2012 г.)	Этап 10 (2013 г.)
1	0	0	0	1	1
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 11 (2014 г.)	Этап 12 (2015 г.)	Этап 13 (2016 г.)	Этап 14 (2017 г.)	Этап 15 (2018 г.)
1	0	0	0	1	1
2	1	1	1	0	1
3	1	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 16 (2019 г.)	Этап 17 (2020 г.)	Этап 18 (2021 г.)	Этап 19 (2022 г.)	Этап 20 (2023 г.)
1	0	1	0	1	1
2	1	1	0	0	0
3	1	0	0	0	1
Номер интервала	Возможность модернизации узла №4				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0

3	0	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 6 (2009 г.)	Этап 7 (2010 г.)	Этап 8 (2011 г.)	Этап 9 (2012 г.)	Этап 10 (2013 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 11 (2014 г.)	Этап 12 (2015 г.)	Этап 13 (2016 г.)	Этап 14 (2017 г.)	Этап 15 (2018 г.)
1	0	0	0	1	0
2	0	1	1	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 16 (2019 г.)	Этап 17 (2020 г.)	Этап 18 (2021 г.)	Этап 19 (2022 г.)	Этап 20 (2023 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №5				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 6 (2009 г.)	Этап 7 (2010 г.)	Этап 8 (2011 г.)	Этап 9 (2012 г.)	Этап 10 (2013 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 11 (2014 г.)	Этап 12 (2015 г.)	Этап 13 (2016 г.)	Этап 14 (2017 г.)	Этап 15 (2018 г.)
1	0	0	0	1	0
2	0	1	1	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала					
	Этап 16 (2019 г.)	Этап 17 (2020 г.)	Этап 18 (2021 г.)	Этап 19 (2022 г.)	Этап 20 (2023 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0

Номер интервала	Возможность модернизации узла №6				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №6				
	Этап 6 (2009 г.)	Этап 7 (2010 г.)	Этап 8 (2011 г.)	Этап 9 (2012 г.)	Этап 10 (2013 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №6				
	Этап 11 (2014 г.)	Этап 12 (2015 г.)	Этап 13 (2016 г.)	Этап 14 (2017 г.)	Этап 15 (2018 г.)
1	0	0	0	1	0
2	0	1	1	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №6				
	Этап 16 (2019 г.)	Этап 17 (2020 г.)	Этап 18 (2021 г.)	Этап 19 (2022 г.)	Этап 20 (2023 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №7				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 г.)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №7				
	Этап 6 (2009 г.)	Этап 7 (2010 г.)	Этап 8 (2011 г.)	Этап 9 (2012 г.)	Этап 10 (2013 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №7				
	Этап 11 (2014 г.)	Этап 12 (2015 г.)	Этап 13 (2016 г.)	Этап 14 (2017 г.)	Этап 15 (2018 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №7				

	Этап 16 (2019 г.)	Этап 17 (2020 г.)	Этап 18 (2021 г.)	Этап 19 (2022 г.)	Этап 20 (2023 г.)
1	0	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0

План ПЗ - работы осуществляется параллельно целевому применению;
число этапов - 5; длительность каждого этапа равна 1 году; общая продолжительность модернизации - 5 лет.

Число этапов модернизации элементов инфраструктуры ИКК К=5.

Длительность каждого отдельного этапа модернизации Тк=1 год=12 мес.

Оценки ресурсов, выделяемых на модернизацию средств ИКК на к-ом этапе:

(Wк- финансовые вложения; Vк - материальные ресурсы; Bк - трудовые ресурсы)

Наличие

Номер этапа	Wк (млн. руб..)				Vк, усл. ед.			Bк, чел. дней	
1	1,7	2	2,3	370	400	450	850	1000	1170
2	1,8	2	2,4	380	400	440	1420	1500	1650
3	1,6	2	2,2	350	400	450	1440	1500	1700
4	8,5	9	9,5	1380	1500	1690	4800	5000	5400
5	17,4	20	21,5	870	1000	1150	2850	3000	3150

Длительности tjk временных интервалов,
в течение которых можно проводить работу по модернизации узлов инфраструктуры ИКК:

Номер интервала	Длительности временных интервалов tjk (месяцев)				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 .)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	12	12	12	12	12
2					
3					

Оценки затрат на реализацию п выбранных вариантов модернизации средств ИКК:
 t_i - время на реконструкцию; c_i , d_i , b_i - финансовые, материальные и трудовые затраты на реконструкцию

№ п/п	Наименование средства	Существующий вариант	Выбранный вариант модернизации	Оценки затрат на реализацию вариантов									
				t_i , мес.	c_i , млн.руб.				d_i , усл.ед.			b_i , чел.дн.	
1	СилС ИПЗ-ИП1	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950
2	ИП1-ИП5	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950
3	ИП5-ИВЦ	СК К1920П и КМЛС	РРЛС: РРС "Радиус"	1,8	1,4	1,5	1,6	290	320	380	850	900	950
4	УСиПИИ ИП3	КОИ ВЛ1033-04	УСид УСД	3,5	2,4	2,8	3,1	450	470	510	1200	1500	1700
5	УСиПИИ ИП1	КОИ ВЛ1033-05	УСид УСД	3,5	2,4	2,8	3,1	450	470	510	1200	1500	1700
6	УСиПИИ ИП5	КОИ ВЛ1033-06	УСид УСД	3,5	2,4	2,8	3,1	450	470	510	1200	1500	1700
7	УОИ ИВЦ	КОИ ВЛ1045	АПК "Родник" (УСД+РМО)	6,3	15,8	17,3	18,5	650	750	850	2300	2400	2500

Работы по пунктам 1-3 должны предшествовать работам по пунктам 4-6.
 Работа 7 должна выполняться в оследнюю очередь.

Расчёт значений функции
 сигнатуры:

$$\text{sign}(t_{jk}-t_i)$$

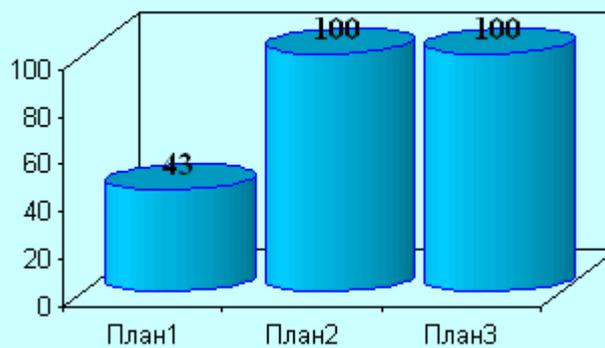
Номер интервала	Возможность модернизации узла №1				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 .)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №2				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 .)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №3				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 .)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0

Номер интервала	Возможность модернизации узла №4				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 .)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №5				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 .)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №6				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 .)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
Номер интервала	Возможность модернизации узла №7				
	Этап 1 (2004 г.)	Этап 2 (2005 .)	Этап 3 (2006 г.)	Этап 4 (2007 г.)	Этап 5 (2008 г.)
1	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0

Полнота модернизации:

План1	43
План2	100
План3	100

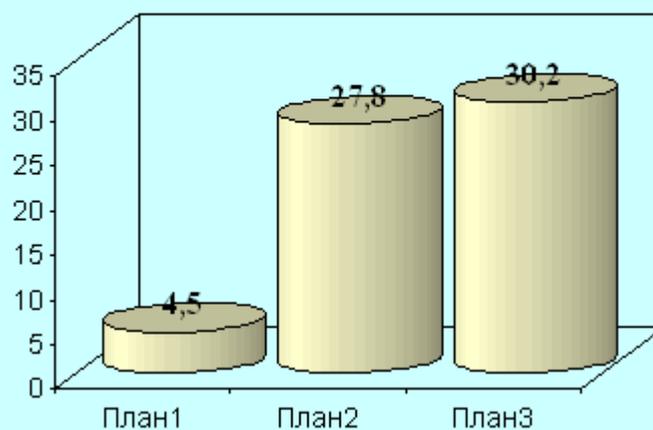
Полнота модернизации (в %)



Затраты на модернизацию (млн.руб):

План1	4,5
План2	27,8
План3	30,2

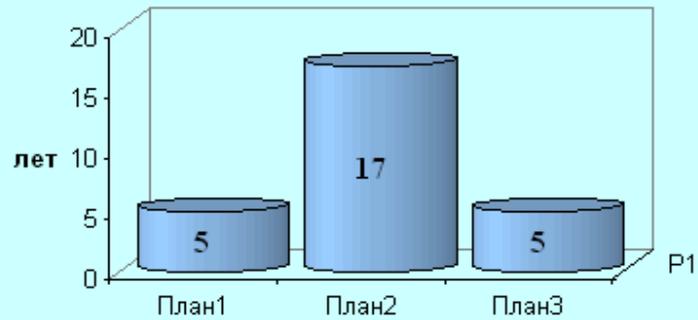
Затраты на модернизацию (млн. рублей)



Длительность модернизации (лет):

План1	5
План2	17
План3	5

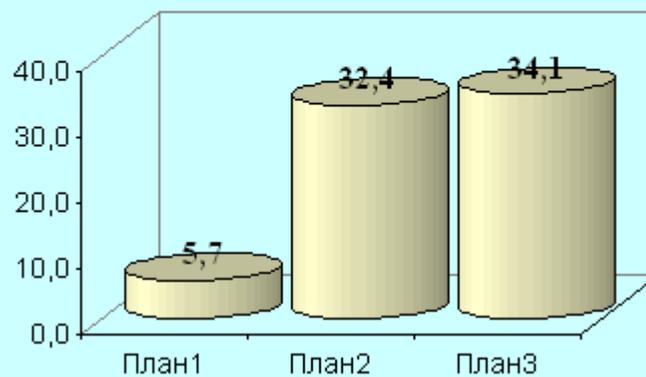
Длительность модернизации (лет)



Суммарные затраты на эксплуатацию и модернизацию:

План1	5,7
План2	32,4
План3	34,1

Суммарные затраты на эксплуатацию и модернизацию (млн. руб.)



ПЛАН №1

Таблица данных:

гр-ки 1-2	W, млн. руб.	h	f1, %	f1, %	f1, %	f2, лет	f2, лет	f2, лет
	0	0	100	100	100	1	1	2
	0,5	0,1	85	95	99	1	1	2
	1	0,2	75	90	95	1	1	2
	1,5	0,3	55	75	80	1	1,5	2,5
	2	0,4	35	45	60	1	2	3,5
	2,5	0,5	30	40	50	1,5	3	4
	3	0,6	20	30	45	2	3,5	4,5
	3,5	0,7	15	25	35	3	4	5
	4	0,8	10	15	25	4	4,7	5
4,5	0,9	4	5	15	5	5	5	
5	1	0	0	0	5	5	5	
			W1	W2	W3	W1	W2	W3

гр-ки 3-4

f1, %	f1, %	f1, %	f2, лет	f2, лет	f2, лет
0	0	0	5	5	5
15	5	4	4,5	4,5	4,5
25	15	10	2,5	3	4
35	25	15	2	2,5	3,5
45	35	20	1,5	2	3
56	40	30	1,1	1,8	2,8
80	50	35	1	1,5	2,5
90	75	65	1	1,1	2
95	90	75	1	1	1,5
99	95	85	1	1	1,1
100	100	100	1	1	1
h1	h2	h3	h1	h2	h3

График №1

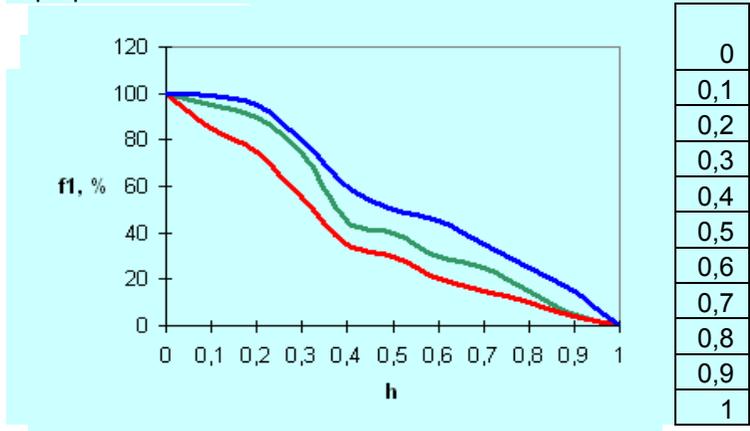


График №2

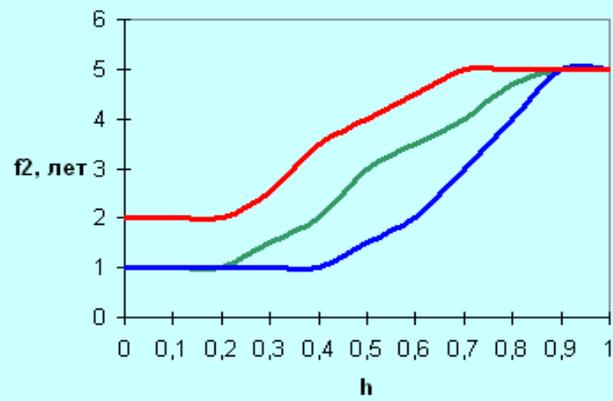


График №3

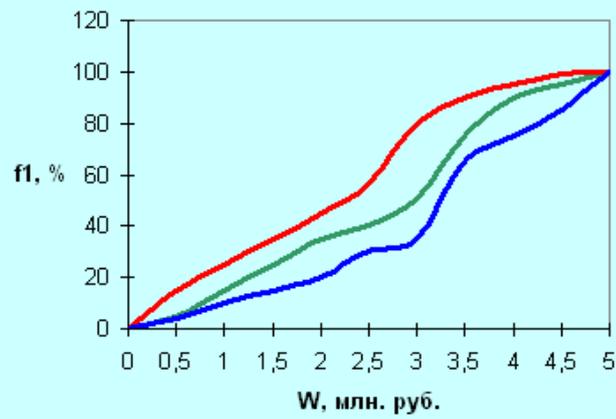
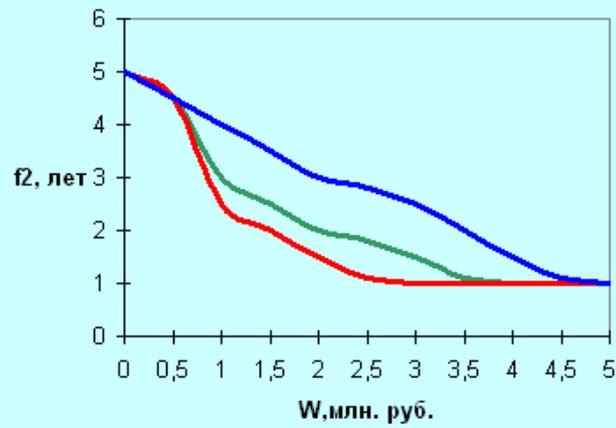


График №4



ПЛАН №2

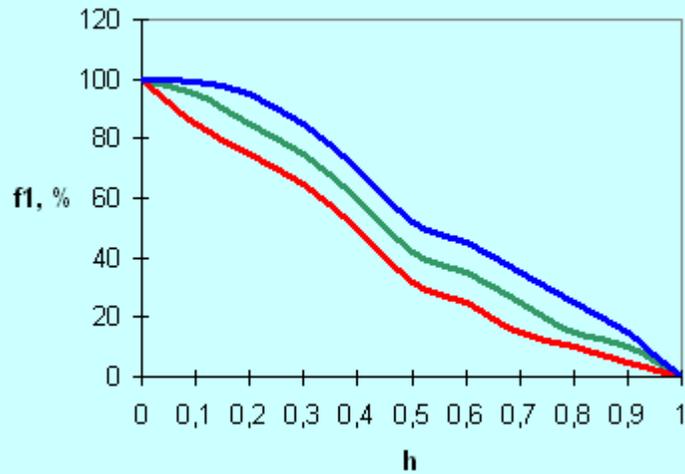
Таблица данных:

h	f1, %	f1, %	f1, %	f2, лет	f2, лет	f2, лет	W, млн. руб
0	100	100	100	2	3	4	0
0,1	85	95	99	3	4	5	3
0,2	75	85	95	4	5	6	6
0,3	65	75	85	5	6	7	9
0,4	50	60	70	6	7	8	12
0,5	32	42	52	7	10	11	15
0,6	25	35	45	8	11	12	18
0,7	15	25	35	9	12	13	21
0,8	10	15	25	10	13	14	24
0,9	5	10	15	11	14	17	27
1	0	0	0	14	17	20	31
	W1	W2	W3	W1	W2	W3	

гр-ки 3-4

f1, %	f1, %	f1, %	f2, лет	f2, лет	f2, лет
0	0	0	14	17	20
15	10	5	11	14	17
25	15	10	9	11	14
35	25	15	8	10	13
45	35	25	7	9	12
60	42	32	6	8	11
81	55	40	5	7	8
90	75	55	4	6	7
95	85	75	3	5	6
99	95	85	2	3	5
100	100	100	2	3	4
h1	h2	h3	h1	h2	h3

График №1



0	0
0,1	3
0,2	6
0,3	9
0,4	12
0,5	15
0,6	18
0,7	21
0,8	24
0,9	27
1	31

График №2

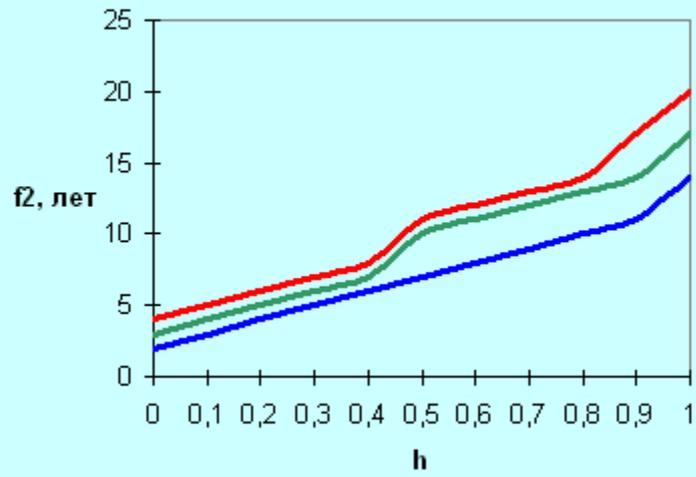


График №3

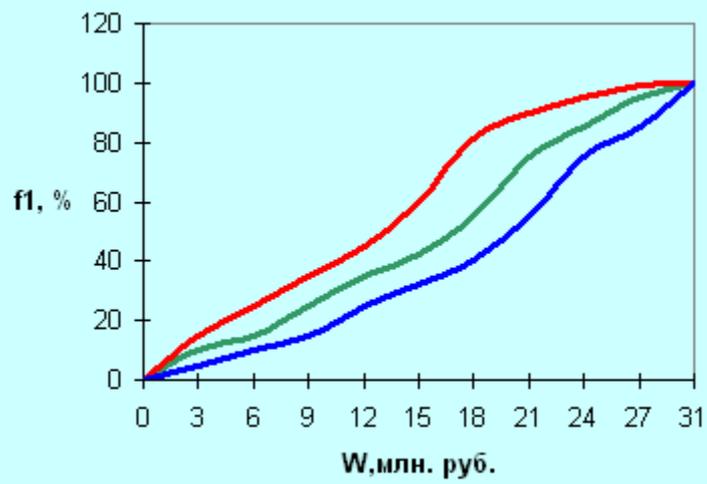


График №4

