

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»

На правах рукописи

**Семенов Алексей Иванович**

**Организация управления жизненным циклом продукции  
высокотехнологичных производств**

5.2.6. Менеджмент

Диссертация на соискание ученой степени кандидата  
экономических наук

Научный руководитель –  
доктор экономических наук, профессор  
Ляндау Юрий Владимирович

Москва – 2023

## Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Теоретические основы организации управления жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств .....	14
1.1 Полный жизненный цикл продукции как основа системы управления высокотехнологичными изделиями .....	14
1.2 Проблемы высокотехнологичных отраслей в условиях смены технологических укладов .....	31
1.3 Особенности систем управления взаимодействием участников полных жизненных циклов высокотехнологичных продуктов.....	41
Глава 2 Исследование процессов создания продукции высокотехнологичных производств в Российской Федерации.....	59
2.1 Активность организаций Российской Федерации в создании высокотехнологичной продукции .....	59
2.2 Роль головной научной организации в реализации стратегии развития высокотехнологичных продуктов .....	72
2.3 Исследование организационно-управленческих процессов создания продукции высокотехнологичных производств .....	80
Глава 3 Организационно-управленческие механизмы взаимодействия участников создания продукции высокотехнологичных производств.....	95
3.1 Взаимодействие участников цифровой платформы на основе интеграции ключевых компетенций .....	95
3.2 Организация управления взаимодействием участников полного жизненного цикла высокотехнологичных изделий.....	117
3.3 Модель стратегического управления на основе мультипликатора самофинансирования продукции высокотехнологичных производств .....	134
Заключение .....	160
Список литературы .....	166
Приложение А (справочное) Перечень отраслей высокотехнологичного сектора	

экономики Российской Федерации .....	183
Приложение Б (обязательное) Пример результатов Форсайт-исследования перспективных направлений развития предметной области ТП «ССИ», реализуемых ФГУП «ВНИИФТРИ» .....	185
Приложение В (справочное) Уровень инновационной активности организаций по Российской Федерации, по видам экономической деятельности (процентов).....	188
Приложение Г (справочное) Динамика инновационной активности организаций по Российской Федерации, по видам экономической деятельности (процентов).....	190
Приложение Д (справочное) Доля организаций, оценивших степень влияния результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам, по Российской Федерации по видам экономической деятельности .....	192
Приложение Е (обязательное) Исходные данные для расчета коэффициента ключевых компетенций организаций предметной области ТП «ССИ» «Высокотехнологичные изделия средств измерения частоты и времени».....	193

## Введение

**Актуальность исследования.** Развитие современных технологий происходит в условиях перехода экономики в цифровую эпоху, которая требует радикальных изменений организации и управления производством продукции и услуг. Насыщение рынка и падение спроса, вызванное различными финансовыми, политическими, экономическими кризисами, приводит к необходимости создания высокотехнологичных продуктов, которые будут востребованы на рынке.

Учитывая сложившуюся в стране экономическую ситуацию и тенденции развития продукции высокотехнологичных производств, в настоящее время важной является задача обеспечения технологической и производственной независимости России в сфере разработки элементно-компонентной базы (ЭКБ), а также средств измерений, необходимых для метрологического обеспечения высокотехнологичных секторов экономики.

Повышение уровня готовности предприятий к разработке, серийному выпуску и проведению капитального ремонта образцов измерительной техники позволит оптимизировать объемы и сроки выполнения НИОКР, поставок серийных образцов, капитального ремонта СИ и их вывод из эксплуатации в интересах метрологического обеспечения высокотехнологичных секторов экономики уже на ранних этапах разработки и обоснования программных мероприятий, исключив тем самым риски, обусловленные неопределенностью принятых решений.

Государством ставится задача возрождения как российской ЭКБ, так и отечественных средств измерений (СИ), решение которой подведомственно предприятиям и организациям Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. Состав участников подотрасли, создающий ЭКБ и СИ обширен, координацией их деятельности занимаются головные научно-исследовательские организации.

Актуальность диссертационного исследования определена необходимостью перестройки взаимодействия предприятий высокотехнологичных секторов экономики и их вывода на траекторию устойчивого экономического роста. Данная

задача в настоящее время решается на основе развития технологических платформ, подкрепленных цифровыми инструментами управления.

Характерной чертой цифровой экономики выступает динамичность обновления среды функционирования организаций, под воздействием которой активизируются факторы постоянного обновления и изменения бизнес-моделей.

В настоящее время наука управления нуждается в выяснении влияния новых технологий на жизненные циклы продукции высокотехнологичных производств, а также в формулировании отдельных аспектов взаимодействия участников, направленных на удержание и усиление их позиций в сфере высокотехнологичных секторов экономики. Именно эти сектора испытывают в наибольшей мере влияние изменений и ограниченность традиционных подходов экономической теории, которая не отвечает в полной мере на феномен цифровых и технологических платформ.

#### **Степень научной разработанности проблемы.**

В научной литературе значительное внимание уделяется созданию и продвижению высокотехнологичных продуктов в работах зарубежных ученых – М.Доджсона (M.Dodgson), П.Дойля (P.Doyle), П.Друкера (P.Drucker), Ф.Котлера (P.Kotler), Й.Кука (Ian Cooke), Г.Менша (G.Mensch), Т.Сакайя (T.Sakaiya), Б.Санто (B.Szanto), Т.Стюарта (T.Stewart), Й.Шумпетера (J.Schumpeter) и др., а также отечественных специалистов – Г.И.Гумерова, В.П.Марьяненко, Б.З.Мильнера, Р.М.Нижегородцева, В.В.Полякова, В.М.Юрьевой, Э.Ш.Шаймиевой и др.

Однако в работах названных авторов не решалась задача разработки методических подходов к управлению взаимосвязанными участниками создания ценности на всех этапах жизненного цикла высокотехнологичных изделий.

Аналогично не решают данную задачу работы в области проблем метрологического обеспечения предприятий, представленных, например, в трудах М.А.Садовниковой, А.Г.Козловой, А.А.Орловой, О.В.Аникеевой и др., которые имеют другую – техническую - предметную область исследований.

Сфера коммерциализации интеллектуальной собственности занимает

значительной место в предметной области исследования цифровых платформ управления, что нашло отражение в трудах И.Н.Голлай, Я.Н.Грик, Е.А.Монастырного, В.И.Мухопода, И.П.Савельевой, Д.М.Степаненко, Н.А.Тихонова и др.

Определенный вклад в решение проблем цифрового управления организациями внесли представители научных школ РЭУ им. Г.В. Плеханова и Государственного университета управления (Москва) – И.А.Калинина, М.Н.Кулапов, Ю.В.Ляндау, В.В.Масленников, Е.В.Попова, В.Г.Халин, Н.С.Мрочковский, А.В.Райченко и др.

В тоже время ими не использовались методические подходы к организации проектного управления технологическими платформами, направленными на согласование интересов разработчиков современных средств измерений, участников НИОКР и процессов производства, пользователей в сфере эксплуатации, а также участников процессов утилизации средств измерений.

Управление жизненным циклом продукции, в т.ч. наукоемкой продукции отражено в трудах Г.Е.Герасимовой, Л.В.Губич, Е.М.Зайцева, В.С.Жарова, А.А.Колобова, В.А.Пухальского, С.И.Воронина, А.Ф.Колчина, О.Н.Мельникова, Дж.Рассела и др.

Основная часть названных исследований жизненного цикла продукции больше относится к инженерной логистике и используется при решении задач управления качеством.

Понятие «технологическая платформа» как инструмент реализации технологического уклада исследована в работах С.Ю.Глазьева, А.Н.Козырева, С.А.Аржанцева, Е.Ю.Благова, Н.И.Кулаева, Д.В.Завьялова, Н.Б.Завьяловой, П.А.Кохно, Е.В.Онищенко, Е.А.Савельевой, Е.Н.Смирновой, Е.Н.Старикова, С.А.Филина, А.В.Фоминой и др.

Особого внимания заслуживают исследования понятия «цифровая платформа». В последнее время нарастают публикации, раскрывающие цифровые платформы в целом, а также в качестве инструментов построения отраслевых взаимодействий в различных предметных областях деятельности промышленности

в целом и ее отдельных отраслей, логистических цепочках, сельском хозяйстве, медицине и т.п. К таким направлениям относятся, например, работы Ю.И.Грибанова, М.А.Никитенковой, Е.И.Аксеновой, Т.В.Ершовой, А.Н.Райкова, Ю.Е.Хохлова, Л.Н.Устиновой и др.

Отдельное направление исследований цифровых платформ, например, в трудах Д.Е.Бекбергенева, О.Е.Пудовкина, С.Дин и др., связаны с дальнейшей трансформацией цифровых платформ в цифровую экосистему, которая представляет собой следующий уровень цифровизации взаимодействия участников цепочек создания ценности. Вместе с тем исследования цифровых экосистем больше связаны с традиционными продуктами и услугами, находящимися на устойчивой рыночной траектории, и в меньшей степени предполагают включение в свой состав продукции высокотехнологичных производств, жизненные циклы которых обладают определенной спецификой. Для сферы высокотехнологичной деятельности, к которой относится сфера современных средств измерений, цифровая экосистема наиболее применима на стадии эксплуатации средств измерения, прошедших стадию коммерциализации.

**Научная гипотеза.** В исследовании сформулирован подход, согласно которому решение задачи минимизации действия внутренних и внешних факторов, сдерживающих решение государственной задачи обеспечения технологической и производственной независимости России, возможно на основе создания системы управления взаимодействием участников полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств, включая разработку, создание, продвижение новых наукоемких изделий (услуг), а также поддержку их эксплуатации и утилизации.

**Объект исследования:** ведущие российские организации научно-технической сферы – государственные научные центры, участвующие в создании высокотехнологичной продукции.

**Предметом исследования** выступает система управления взаимодействием участников полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств.

**Цель диссертационного исследования** заключается в разработке и научном обосновании системы управления полным жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств в условиях внешних и внутренних факторов ограничений среды.

**Ожидаемые результаты:** обоснование организации взаимодействия участников процесса создания, эксплуатации и утилизации продукции высокотехнологичных производств на основе применения технологической платформы, позволяющей достичь коммерциализации фундаментальных и прикладных исследований с использованием инструментов стратегического управления.

**Задачи исследования:**

1. Выявить и систематизировать особенности стадий полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств в условиях цифровизации и смены технологических укладов.

2. Разработать модель процесса управления взаимодействием участников полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств с учетом различий в компетенциях организаций в различных предметных областях.

3. Провести анализ теории и практики создания цифровых и технологических платформ, и на этой основе обосновать их применение для управления ключевыми направлениями взаимодействия участников полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств.

4. Разработать стратегию участия головного научного центра в системе управления предметной областью жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств.

5. Определить инструменты, применяемые головной научной организацией в создании и функционировании системы управления взаимодействием участников в отдельных предметных областях продукции высокотехнологичных производств.

6. Разработать модель применения сбалансированной системы показателей для стратегического управления полным жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств.



**Область диссертационного исследования.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с пунктами паспорта специальности 5.2.6. Менеджмент:

- пункт 6. Методы и критерии оценки эффективности систем управления. Управление по результатам;

- пункт 9. Организация как объект управления. Теория организации. Структуры управления организацией. Организационные изменения и организационное развитие;

- пункт 10. Проектирование систем управления организациями. Бизнес-процессы: методология построения и модели оптимизации. Сетевые модели организации. Информационно-аналитическое обеспечение управления организациями.

**Теоретическую и методологическую базу исследования** составили научные работы отечественных и зарубежных авторов на темы управления жизненными циклами продукции, организации цифровых платформ, стратегии развития цепочек создания ценности.

**Методы исследования** составили группы общенаучных методов (анализ и синтез, индукция и дедукция), методов исследования в экономике (статистическая обработка данных, анализ документов), методов исследования в менеджменте (системный и процессный подходы анализа, а также объектно-субъектный метод построения систем управления).

**Информационная база исследования** основана на материалах Федеральной службы государственной статистики, находящихся в открытом доступе, научных статей и исследований российских и зарубежных авторов по вопросам предметной области настоящего исследования, собственных исследованиях автора.

**Обоснованность и достоверность результатов исследования** подтверждается корректностью использования статистических методов анализа первичной информации.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в разработке научно-методических рекомендаций по построению системы управления взаимодействием участников полного жизненного цикла продукции

высокотехнологичных производств на основе моделей, методов и инструментов, обеспечивающих интеграцию процессов разработки, создания, продвижения наукоемкой продукции, а также поддержку ее эксплуатации и утилизации.

Существенные результаты диссертационного исследования, полученные лично автором и выносимые на защиту:

1. Проведено исследование понятия полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств в условиях цифровизации, сформулированы требования к цифровым платформам и разработана их классификация, включающая целевое назначение, состав участников и результаты их взаимодействия, что позволило сформулировать авторское содержание цифровой платформы в виде системы интегрированных интеллектуальных технологий организации научных, производственных и обеспечивающих процессов, которые повышают эффективность создания и эксплуатации продукции высокотехнологичных производств. Авторский вклад состоит в уточнении понятия и классификации полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств, на стадиях которого обеспечивается результативное взаимодействие участников цепочек ее создания, эксплуатации и утилизации за счет построения управленческих процессов с применением цифровых платформ (пункт 6 паспорта специальности 5.2.6. Менеджмент).

2. Разработана модель процесса управления полным жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств с использованием технологической платформы (ТП), обоснование которой отличается уточнением содержания этапов формирования, определением влияющих факторов, условий и форм ее эффективного осуществления, что позволяет конкретизировать объекты и участников на разных уровнях и с разными ключевыми компетенциями. Авторский вклад состоит в развитии методических подходов к управлению жизненными циклами продукции высокотехнологичных производств (пункт 9 паспорта специальности 5.2.6. Менеджмент).

3. Разработана методика построения системы управления технологической платформой, включающая «ядро» и «периферию» ее организаций-участников, что

позволяет обеспечить комплексность целеполагания и планирования деятельности организации по созданию продукции высокотехнологичных производств с участием головных научно-исследовательских институтов и интеграцию ее с цифровой платформой. Авторский вклад дополняет теорию управления в части структурирования взаимодействия участников технологической платформы как объекта управления (пункт 9 паспорта специальности 5.2.6. Менеджмент).

4. Разработана стратегия участия головного научного центра в организации системы проектного управления жизненным циклом продукции посредством технологической платформы, включающей матрицу соответствия организаций заданным параметрам (объем работ, выполненных организацией; ключевые компетенции необходимые для участия в ядре ТП), что позволяет определить участие организаций в НИОКР и способы их интеграции. Авторская система проектного управления с использованием матричного подхода вносит вклад в развитие систем управления жизненными циклами продукции высокотехнологичных производств (пункт 10 паспорта специальности 5.2.6. Менеджмент).

5. Разработан и научно обоснован методический подход к применению инструментов организации внутреннего финансирования на основе модели государственно-частного партнерства и мультипликатора процессов самофинансирования продукции высокотехнологичных производств, использование которых позволит обеспечить эффективное инвестирование средств головной научно-исследовательской организации. Авторский вклад заключается в организационно-экономическом обосновании реализации инструментов разработки и реализации управленческих решений по развитию предметной области продукции высокотехнологичных производств (пункт 10 паспорта специальности 5.2.6. Менеджмент).

6. Разработана модель стратегического управления полным жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств с использованием сбалансированной системы показателей, основанной на использовании интеграции процессов взаимодействия участников технологической платформы, позволяющей

организовать процессы управления взаимодействием участников платформы, анализа перспектив их участия, оценки потенциала участника в предметной области. Авторский вклад состоит в разработке стратегических целей головной организации, ответственной за формирование и развитие технологической платформы; выборе показателей для оценки результативности управленческой деятельности по организации управления достижением стратегических целей и определении их целевых значений, а также в разработке стратегических мероприятий по достижению целевых значений, включая обоснование сроков их достижения (пункт 10 паспорта специальности 5.2.6. Менеджмент).

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследования** заключается во вкладе в теорию и практику построения системы управления полным жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств и в определении элементов организационно-экономических взаимоотношений участников цепочки создания ценности, объединенных под единым управлением.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования используются в деятельности организаций, непосредственно участвующих в создании высокотехнологичных средств измерений. Кроме того, материалы исследования использованы ФГУП «ВНИИФТРИ» при подготовке рекомендаций по формированию «Программы развития ФГУП «ВНИИФТРИ» в 2021-2023 гг.», а также внутренних документов системы менеджмента качества, регламентирующих выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Результаты исследований опубликованы в 9 научных работах общим объемом 3,22 печ. л., из них авторский вклад составил 2,57 печ. л., в том числе 8 работ из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук общим объемом 2,84 печ. л., в том числе 2,49 авт. печ. л., из них 2 статьи в рецензируемых изданиях, которые относятся к теме диссертации, но рецензированы по научным специальностям: экономическая теория; финансы и мировая экономика. Одна публикация проиндексирована в международной базе данных Scopus.

**Структура диссертации.** Структура и объем исследования включают в себя введение, три главы основного текста, заключение, список литературы из 142 источников и 6 приложений. Текст диссертации изложен на 193 страницах, содержит 32 рисунка и 27 таблиц.

## **Глава 1 Теоретические основы организации управления жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств**

### **1.1 Полный жизненный цикл продукции как основа системы управления высокотехнологичными изделиями**

Высокотехнологичная продукция по методике Министерства промышленности и торговли Российской Федерации – это продукция, производимая на предприятиях определенных видов деятельности: судостроение, авиастроение, автомобилестроение, ремонт машин и оборудования, их монтаж (электронного, оптического, двигателей, насосов, станков и др.), производство машин и оборудования отдельных типов (строительных, пищевых, табачных), инженерные изыскания и технические консультации, деятельность заказчика-застройщика, генерального подрядчика, деятельность в области дизайна, производство велосипедов, инвалидных колясок и мотоциклов [74].

Помимо Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, другие ведомства, например, МЧС России, ФМС России, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство транспорта Российской Федерации, Министерство образования и науки Российской Федерации, Министерство здравоохранения Российской Федерации, Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, Министерство энергетики Российской Федерации и другие – самостоятельно определяют свой тип продукции высокотехнологичных производств [49].

В настоящем исследовании при определении понятия «высокотехнологичная продукция» используется методология Росстата [89], которая учитывает требования, разработанные в ОЭСР, что служит задачам сопоставления данных российской и международной статистики.

Согласно классификации Росстата, к высокотехнологичному сектору экономики относятся организации высокотехнологичных, высокого средне-

технологичного уровня и наукоёмких видов деятельности (таблица А.1) [82].

Управление полным жизненным циклом продукции в сфере высоких технологий выходит за границы отдельной организации и позволяет организовать результативное взаимодействие организаций-участниц в едином информационном пространстве. Такой подход отличается от традиционного подхода к управлению сокращенными жизненными циклами традиционных продуктов, которые обычно рассматриваются в рамках отдельных организаций и включают последовательность этапов создания ценности: маркетинг, проектирование и разработка, закупки, подготовка производства, производство, контроль и испытания, упаковка и хранение, поставка, монтаж, послепродажное обслуживание, утилизация после использования [10].

Связано это с тем, что в рамках одной организации трудно преодолеть разорванность процессов и работ, связанных с применением высокотехнологичных изделий в практической деятельности. Объединение разнопрофильных участников полного жизненного цикла сложных высокотехнологичных изделий под единым управлением позволяет за счет координации планов деятельности решать стратегические задачи ускорения обновления технического уровня пользователей этих изделий и нацелить разработчиков на сопровождение и поддержку высокотехнологичных изделий.

Такие решения активно развиваются в управлении развитием систем вооружения [12, 111]. Вместе с тем, в гражданском сегменте высокотехнологичных изделий создание интегрированных систем управления полным жизненным циклом отсутствует или является незавершенным. Этот вывод подтверждает содержание национального стандарта Российской Федерации ГОСТ 53791-2010 «Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения» [22], в котором названы стадии жизненного цикла, но не определены участники и не раскрыто их взаимодействие.

В научной литературе в разные годы значительное внимание уделялось созданию и продвижению высокотехнологичных продуктов в работах зарубежных ученых, рассматривающих различные уровни жизненных циклов. В частности,

влияние интеллектуального капитала предпринимателей на экономическое развитие рассмотрены П.Дойлем (P.Doyle) [32], П.Друкером (P.Drucker) [34, 35], Т.Сакайя (T.Sakaiya) [97], Б.Санто (B.Szanto) [98], Г.Менша (G.Mensch) [63], Т.Стюарта (T.Stewart) [112], Б.Твисса (B.Twiss) [114], Й.Шумпетера (J.Schumpeter) [136], М.Доджсона (M.Dodgson) [140], Й.Кука (Ian Cooke) [139] и др.

Среди отечественных специалистов данная тематика активно развивается в следующих аспектах: Г.И.Гумеровой – посредством исследования роли виртуальных организаций [31, 30, 134, 133], М.Н.Кулаповым – с позиций моделирования и системного анализа [52], В.П.Марьяненко – с точки зрения методологии и концептуализации [58], Б.В.Мильнером – на основе управления знаниями [65], Р.М.Нижегородцевым – опираясь на теорию инноваций [68], В.В.Поляковым – на основе активности инновационной организации [73], В.М.Юрьевым – с использованием государственно-частного партнерства [137]. Однако в данных работах не решалась задача разработки методических подходов к управлению взаимосвязанными участниками создания ценности на всех этапах жизненного цикла высокотехнологичных изделий.

Самостоятельный аспект исследований в менеджменте связан с управлением жизненным циклом компаний И.Адизеса [1], Д.Берга [9], М.Карпунина [44], Г.Широковой [135], А.Колчина [48] и др. При этом авторы решают прикладные задачи использования конкурентных преимуществ компаний, например, связанных с факторами соответствия организационной структуры целям и задачам на разных стадиях жизненного цикла компании.

Анализ исследований в предметной области «жизненный цикл продукции» показывает, что исследования сосредоточены на методологии последовательных стадий развития продуктов и жизненных циклов компаний в сравнительно стабильной внешней среде. Вместе с тем турбулентность внешней среды организаций существенно возросла, что требует осмысления трансформации жизненных циклов продуктов и компаний в среде новых цифровых платформ, на основе которых организации интегрируются в экосистему.

Представляет интерес подходы ведущих зарубежных исследователей



предметной области жизненных циклов – Дж. Рассела и Д. Роджерса [79, 80, 81], которые объединяют понятие жизненных циклов изделий, компаний и информационного обеспечения в единую методологию, проводят общую логику динамичного развития неразрывных аспектов деятельности организации. Такая позиция, с нашей точки зрения, наиболее перспективна в современных условиях, поскольку позволяет применить системные инструменты управления для сферы высокотехнологичных изделий в условиях цифровой трансформации.

Под полным жизненным циклом высокотехнологичного изделия в диссертационном исследовании понимается совокупность явлений и процессов, повторяющаяся с периодичностью, определяемой временем существования типовой конструкции изделия от её замысла до утилизации или конкретного экземпляра изделия от момента завершения его производства до утилизации [22]. Полный жизненный цикл высокотехнологичного изделия включает несколько стадий, выделяемых по признакам характерных для неё явлений, процессов (работ) и конечных результатов [22]. При этом важно, что применительно к высокотехнологичным изделиям применяется система определения понятий, определенных в целой серии государственных стандартов [24, 25, 26].

К основным стадиям жизненного цикла укрупненно относят [13]: 1) научные исследования, 2) проектирование, 3) производство, 4) эксплуатация, 5) утилизация. Важно отметить, что традиционный подход к детализации основных стадий жизненного цикла состоит в выделении составляющих компонент [22]:

**1.** Стадия проектирования: маркетинговые исследования; проектирование; испытания.

**2.** Стадия производства: конструкторская и технологическая подготовка производства.

**3.** Стадия эксплуатации: монтаж, настройка, эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт.

**4.** Стадия утилизации: послепродажное сопровождение, утилизация или дальнейшая переработка [102].

Ряд авторов рассматривают отдельные инфраструктурные аспекты поддержки жизненного цикла наукоемкой продукции, например, обеспечение надежности и качества послепродажного этапа обслуживания изделий [108], инженерная логистика [46] или математическое моделирование трендов жизненного цикла продуктов, например, с использованием генетического алгоритма и авторегрессии по скользящему среднему (ARMA-моделей) [105].

Одним из ключевых понятий, связанных с жизненным циклом изделия сложной наукоемкой продукции высокотехнологичных предприятий, является Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла [102].

Под CALS-технологией понимается подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоёмкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и современных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия, обеспечивающий единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции, поставщиков/производителей продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными [14, 41].

Наиболее активно в настоящее время в наукоёмкой сфере используется методология управления жизненным циклом изделий предприятиями оборонно-промышленного комплекса. Это обусловлено высоким уровнем наукоёмкости продукции, а также активной политикой импортозамещения и диверсификацией производства [61].

При этом исследователи отмечают, что основной трудностью входа на рынок с новой продукцией для таких предприятий является то, что предприятиям требуется значительная перестройка социальной среды организаций, в частности, корпоративной культуры и работы с человеческими ресурсами предприятий [38, с. 32-44].

Этот аспект жизненного цикла наукоёмкой продукции является предметом исследования маркетинга [16] с акцентом на вариантах совмещения кривых жизненного и рыночного циклов изделий. Соглашаясь с позицией автором о том, что к моменту выхода на рынок наукоёмкой продукции тщательно спланированные маркетинговые мероприятия послужат основой управления портфелем продукции [16, с. 59], следует отметить, что мероприятия требуют в дальнейшем эффективной организации взаимодействия участников на всех этапах жизненного цикла наукоёмкой продукции, что выходит за рамки предметной области маркетинга и требует организации управления с присущими ей инструментами.

Обеспечить конкурентоспособность высокотехнологичных производств с учетом расхода ресурсов и эффективной политики ценообразования возможно лишь в едином цифровом пространстве управления стадиями жизненного цикла высокотехнологичных изделий. Данный аспект управления жизненным циклом высокотехнологичных изделий не нашел отражения в исследованиях и практической деятельности [102].

Поскольку в жизненном цикле высокотехнологичных изделий ведущую роль играет этап научных исследований (НИОКР), который в значительной степени определяет специфику, продолжительность и качество последующих стадий жизненного цикла [102], то управление жизненным циклом наукоёмкой продукции становится предметом многочисленных исследований. Так, например, рассматривается влияние информационных технологий [29, 41], производственных технологий [48], оценки качества [19, 77], проектирования сложных наукоёмких изделий [14] и др.

Большая часть названных исследований относится к инженерной логистике и используется при решении задач управления качеством. Вместе тем исследователи отмечают, что каждый этап жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств требует системы поддержки принятия решений, позволяющей адаптировать проектный менеджмент к изменениям в предметной области и факторам внешней среды с учетом стоимостных оценок [76, 102].

Основное внимание в большинстве публикаций уделяется технологиям PLM (Product Lifecycle Management), объединяющим методы и средства информационной поддержки изделий на всех этапах их жизненного цикла на основе единых принципах построения автоматизированных систем [102, 54, 101].

Управление жизненным циклом высокотехнологичных изделий большинством исследователей ограничивается требованиями к информационным технологиям на отдельных стадиях жизненного цикла, но не регулируют процессы взаимодействия участников этих стадий на полном жизненном цикле. Для преодоления данного ограничения во многих сферах наукоемких технологий создаются технологические платформы.

В России впервые определение «технологической платформы» появилось в Распоряжении Правительства Российской Федерации от 08.12.2011 № 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» в разделе «Объединение усилий бизнеса, науки и государства по реализации приоритетных направлений модернизации и технологического развития» [17].

В Распоряжении Правительства Российской Федерации, в частности, указывалось, что «технологическая платформа представляет собой коммуникационный инструмент, направленный на активизацию усилий по созданию перспективных коммерческих технологий, новых продуктов (услуг), привлечение дополнительных ресурсов для проведения исследований и разработок на основе участия всех заинтересованных сторон (бизнеса, науки, государства и гражданского общества), а также на совершенствование нормативной правовой базы в области научно-технологического и инновационного развития» [17]. В Указе Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» особо отмечается, что государственные программы Российской Федерации должны быть увязаны с приоритетными направлениями деятельности технологических платформ [2].

Как отмечают исследователи [70], само понятие «технологическая платформа» претерпела существенные изменения: из понятия комплекса

технологий определенной предметной области оно расширилось до понимания цифровой платформы, объединяющей признаки и характеристики технологической платформы. Объясняется это тем, что цифровые технологии являются родоначальниками технологических платформ [70].

С нашей точки зрения, авторы допускают определенное смещение понятий, передавая цифровой платформе функции бизнес-модели взаимодействия участников технологической платформы. Ранее было показано, что цифровая платформа основана на информационных технологиях цифровых двойников изделий и в этом состоит ее ключевая компетенция. При этом цифровые двойники изделий создаются в рамках взаимодействия участников технологических платформ, развитие которых обоснованно определено решениями Правительства Российской Федерации.

Следовательно, понятия цифровых и технологических платформ не противоречат друг другу и можно рассматривать в дальнейшем понятие «цифровая технологическая платформа», поскольку цифровизация на основе информационных продуктов обеспечивает устойчивое функционирование технологических платформ в их предметных областях. Для высокотехнологичных изделий СИ это означает тот факт, что в содержании цифровых платформ меняются цифровые двойники – теперь информационные технологии должны охватывать не отдельные стадии жизненного цикла изделий, а их полный жизненный цикл, начиная от НИОКР и заканчивая выводом из эксплуатации.

Этот новый аспект развития предметной области высокотехнологичных СИ раскрыт авторами в научной литературе в меньшей степени, в частности, недостаточно обоснованы организационно-экономические аспекты управления жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств [102], слабо представлены потери от несистемного улучшения внедрения отдельных новшеств, в т.ч. и в цифровом виде по цепочке участников различных стадий жизненного цикла.

Процессы формирования перспективных организационно-экономических аспектов управления полным жизненным циклом продукции

высокотехнологичных производств в рамках технологических платформ начинаются с оценки перспектив развития предметной области, проходят через фундаментальные и прикладные НИР, продолжаются на стадии эксплуатации изделий и завершаются выводом изделий из эксплуатации [102]. Модель контуров жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств представлена ниже (Рисунок 1).

Оценка перспектив развития предметной области может быть основана на инструментах промышленного и технологического форсайта [6, 93, 102]. Именно форсайт предметных областей задает требования к функциональным параметрам высокотехнологичных изделий, определяет приоритетные направления для фундаментальных исследований и ставит задачи, которые затем реализуются в прикладных НИОКР, на основе идей которых создаются опытные образцы высокотехнологичных изделий.

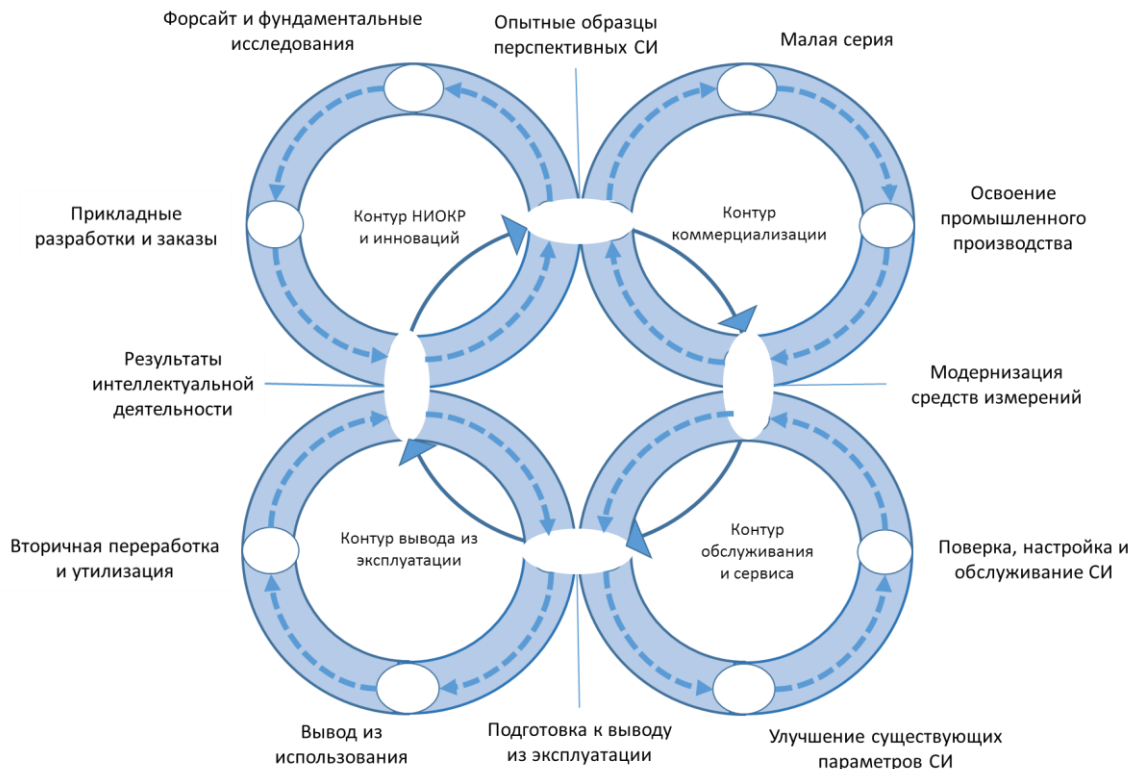


Рисунок 1 – Модель контуров жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств

Источник: разработано автором

В процессе выполнения фундаментальных НИР и прикладных НИОКР на основе анализа различных вариантов формируются варианты создания изделий с заданными параметрами функциональных характеристик, а также требования к технологическому уровню опытного, мелкосерийного и массового производств.

Сложившаяся система взаимодействия предприятий высокотехнологичных отраслей экономики ограничена оценкой отдельных стадий жизненного цикла изделия без комплексного рассмотрения показателей, характеризующих НИОКР, производство, технологическую подготовку производства, строительство объектов экспериментально-испытательной и производственной баз и т.д., в том числе с учетом состояния работ на начало планируемого периода выполнения действующих планов и прогнозов их выполнения [102].

Одним из инструментов изменения ситуации является технологическая платформа (ТП), представляющая собой инструмент добровольного объединения усилий заинтересованных сторон (государства, бизнеса, науки) в целях организации проектного управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий наиболее перспективных для развития экономики направлений.

Понятие «технологическая платформа» введено в оборот и активно используется более 10 лет (с 2010 года) по предложению Европейской комиссии [36] в целях фокусирования научно-технических приоритетов 7-й Рамочной программы. На этой основе были сформулированы направления взаимодействия научно-исследовательских организаций с индустриальными партнерами, а также предприятиями малого и среднего бизнеса [141].

Правительственная комиссия Российской Федерации утвердила перечень в количестве 28 технологических платформ, объединенных в 12 групп [88, 87]. За период 2011-2014 годов в Российской Федерации было создано более 35 технологических платформ, участниками которых стали более 3500 организаций [3].

Вместе с тем к настоящему времени технологические платформы получили развитие не только в качестве инструмента развития прорывных технологий, но также стратегией формирования локальных трансформаций определенных предметных областей, имеющих перспективы развития технологических лидеров.

Именно так формировались технологические платформы «Биоэнергетика», «Национальная космическая технологическая платформа», «Интеллектуальная энергетическая система России», «Экологически чистая тепловая энергетика высокой эффективности», «Перспективные технологии возобновляемой энергетики», «Малая распределенная энергетика», «Новые полимерные композиционные материалы и технологии», «Применение инновационных технологий для повышения эффективности строительства, содержания и безопасности автомобильных и железных дорог», «Высокоскоростной интеллектуальный железнодорожный транспорт», «Технологии экологического развития» [5].

Национальные ТП являются частью инфраструктуры продукции высокотехнологичных производства Российской Федерации; в ее рамках участники ТП используют организационно-экономическое взаимодействие посредством согласования и координации деятельности в определенной предметной области [102, 70].

Большинство исследований и практических решений основаны на разделении понятий «цифровая платформа» и «технологическая платформа». Однако алгоритмизация взаимодействия участников цифровой платформы и оцифровка объекта управления привели к тому, что программное обеспечение позволяет объединять эти понятия, вводя технологическую платформу в состав цифровой платформы.

При этом образуется система управления принципиально новой организационной системой – процессно-проектной, основой которой являются бизнес-процессы, добавляющие стоимость продукции высокотехнологичных производств. Информационно-компьютерная модель, взятая из цифровой платформы, определяет границы организационной системы под единым руководством и поддерживает процессы принятия управленческих решений, позволяя создавать различные сценарии развития предметной области высокотехнологичных изделий.

При этом технологическая платформа осуществляет коммуникации



участников в рамках цифровой платформы, что позволяет использовать цифровых двойников в создании и коммерциализации перспективных технологий [113].

Интеграция участников технологической платформ осуществляется с использованием программного обеспечения, что позволяет образовать принципиально новую сетевую модель, в которой участники объединены общими целями и организационной инфраструктурой, а единое информационное пространство жизненного цикла высокотехнологичных изделий создает систему, реализующую функции мониторинга, диагностики и управления жизненным циклом. Организатор технологической платформ обеспечивает взаимодействие участников, реализуя функции наблюдения и формирования задач.

Построение ТП продукции высокотехнологичных производств в сфере средств измерений (в дальнейшем – СИ) (в дальнейшем – ТП и СИ) требует для ее успешного функционирования учета особых подходов к управлению с учетом множества факторов, ключевыми из которых являются процессы взаимодействия участников ТП на различных стадиях полного жизненного цикла СИ, оценка результативности отдельных этапов. Об этом свидетельствует практика работы крупных компаний, например, платформенный подход Intel [72, 102].

При этом важно, что формирование ТП проходит определенные этапы, требующие различной управленческой деятельности (рисунок 2).

**Формирование предметной области ТП.** Прежде всего создание ТП требует формирования перспективной предметной области и приоритетов, оформляемых в виде концепции и стратегии ТП по созданию перспективных образцов-аналогов, а также принципов функционирования и организации управления.

Оценка перспектив предметной области ТП проводится с привлечением экспертов по стандартам этой деятельности с учетом полноты и состава исходных данных для оценки перспектив и выработки конкретных предложений по развитию отдельных этапов полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств [102].

Этим формулируется состав ключевых компетенций, на основе которых

осуществляется отбор участников ТП с требуемыми компетенциями и ресурсами.

В ходе оценки перспектив предметной области ТП формулируются ожидаемые сроки смены технологий по разным стадиях жизненного цикла высокотехнологичных изделий, оцениваются их продолжительность и экономическая целесообразность создания заделов необходимых работ с учетом их новизны и сложности (в первую очередь – перспективных исследований и разработок, которые ставятся впервые) [102].



Рисунок 2 – Этапы формирования ТП

и соответствующая им управленческая деятельность

Источник: разработано автором

**Отбор участников с требуемыми компетенциями и ресурсами.** Понимание предметной области ТП позволяет сфокусироваться на отборе участников с требуемыми компетенциями и ресурсами, а также обладающих развитой материально-технической базой. Для этого привлекаются организации, составляющие «ядро» ТП, а также организации-компетенты, способные создавать технологии для отдельных этапов полного жизненного цикла высокотехнологичных изделий. Целевая аудитория технологической платформы и ключевые эффекты заключаются в следующем (таблица 1):

Таблица 1 – Целевая аудитория технологической платформы и ключевые эффекты

Заинтересованная организация	Ожидаемый эффект
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии	<p>Повышение эффективности реализации мер государственной политики в области метрологического обеспечения.</p> <p>Результативный контроль добавленной стоимости высокотехнологичного производства средств измерений.</p> <p>Прозрачность управления развитием предметной области современных средств измерений.</p> <p>Использование государственно-частного партнерства с ведущими научными институтами, снижающими дополнительные вложения со стороны государства.</p>
Государственная метрологическая служба	<p>Увеличение объемов современных средств измерений, повышение доступности перспективных разработок для пользователей.</p> <p>Повышение качества контрольно-надзорной деятельности при одновременном снижении нагрузки на бизнес.</p> <p>Сокращение стоимости и сроков жизненного цикла средств измерений, финансируемых за государственный счет.</p>
Государственные научные метрологические центры	<p>Сокращение уровня рисков коммерциализации разработок в сфере средств измерений.</p> <p>Упрощение поиска и анализа состояния разработок в предметной области средств измерений.</p>
Метрологические научно-исследовательские институты Государственной метрологической службы на территориях субъектов Российской Федерации (Центры стандартизации, метрологии и сертификации)	<p>Рост объемов оказываемых услуг.</p> <p>Удобная электронное взаимодействие в рамках жизненного цикла средств измерений.</p>

Заинтересованная организация	Ожидаемый эффект
Научные институты Росстандарта	<p>Полная информация о своих средствах измерений.</p> <p>Оперативный мониторинг жизненного цикла средств измерений.</p> <p>Повышение доступности ресурсов для перспективных разработок средств измерений.</p> <p>Экономия средств на развитие коммерциализации перспективных средств измерений.</p> <p>Ускорение кооперации участников жизненного цикла современных средств измерений за счет единого информационного пространства технологической платформы и возможностей интеграции на цифровой платформе. Реализация обратной связи по стадиям жизненного цикла.</p> <p>Рост масштабов коммерциализации за счет повышения компетенции участников жизненного цикла высокотехнологичных средств измерений, сокращения дублирующих расходов у заказчиков, ускорения выпуска продукции и улучшения сервисов поверки, настройки и обслуживания средств измерений.</p> <p>Доступ к конечному потребителю-заказчику современных средств измерений на различных стадиях жизненного цикла.</p>
Заказчики, покупатели средств измерений	<p>Снижение эксплуатационных затрат.</p> <p>Упрощение процессов ремонта и обслуживания средств измерений.</p> <p>Возможность подбора и приобретения перспективных средств измерений по заданным параметрам.</p> <p>Доступность модернизации и замены средств измерений.</p> <p>Быстрое освоение новых средств и технологий измерений.</p>
Производители и поставщики оборудования, материалов, услуг	<p>Стимулирование активности и роста высокотехнологичного производства.</p> <p>Возможность оперативного взаимодействия в цепочке создания ценности за счет эффективной кооперации с другими участниками.</p> <p>Прямые контракты с потребителями (без цепочки посредников).</p> <p>Реализация программы импортозамещения в сфере средств измерений.</p> <p>Повышение рентабельности предприятий.</p> <p>Мультипликативный эффект для других отраслей.</p>

Источник: разработано автором

Участники ТП имеют возможность подготовить и получить целевое финансирование на разработку (модернизацию), производство и капитальный ремонт оборудования, участвующего в создании высокотехнологичных изделий с учетом следующих параметров:

- оценка состояния основных производственных фондов;
- технологическая готовность к производству (ремонту);
- обеспеченность отечественным сырьем и материалами;
- укомплектованность и квалификации персонала;
- межгосударственная кооперация;
- элементная база, в том числе необходимость использования импортной элементной базы при разработке и серийном выпуске высокотехнологичных изделий;
- участия предприятий в реализации программ создания и развития высокотехнологичных изделий в предшествующий период.

**Построение экосистемы высокотехнологичной продукции.** Главным драйвером ТП выступает экосистема, основанная на механизмах государственно-частное партнерства, а также проектного управления взаимодействия участников ТП.

Основной задачей на этапе построения экосистемы является создание единых, согласованных с организациями ядра ТП, научно-методических и организационных основ взаимодействия участников (координация и планирование), включающие вопросы формирования цифровых паспортов компетенций в предметной области.

Это позволит сформировать программу развития ТП и обеспечить разработку предложений по кооперационному взаимодействию участников ТП по процессам полного жизненного цикла высокотехнологичных изделий.

**Получение лидерских технологических результатов.** Результатом построения ТП выступают лидерские технологические результаты, проявляющиеся в создании эффективных технологических цепочек взаимодействия по стадиям жизненного цикла изделий. К показателям, характеризующим лидерские технологические результаты по стадиям полного

жизненного цикла высокотехнологичных изделий в разные периоды времени, могут относиться те из них, которые характеризуют значимость отдельных этапов полного жизненного цикла.

Например, в настоящее время для развития коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности важен показатель повышения уровня промышленной реализуемости в части освоения в производстве разработанных образцов, капитального ремонта и обслуживания высокотехнологичных изделий.

Уровень промышленной реализуемости характерен для новых направлений развития предметной области ТП. К таким направлениям высокотехнологичных средств измерения, можно, например, отнести радиоэлектронную аппаратуру миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин радиоволн, рабочих эталонов в области лазерных и ионизирующих излучений и др.). Для предметной области компонентной базы уровень промышленной реализуемости может относиться интегральным микросхем высокой степени интеграции, ЛОВ, ферритовым устройствам, волноводным линиям передач и т.п.

ТП позволяет посредством оценки уровня промышленной реализуемости определить степень сбалансированности работ, мероприятий и планов по развитию предметной области создания высокотехнологичных изделий с учетом реального состояния предприятий-участников.

Ключевые эффекты от внедрения технологической платформы, как показывает практика, заключаются в улучшении состояния производственной базы высокотехнологичных предприятий, совершенствовании технологий, необходимых для поддержания профильных для предприятий направлений деятельности в целях обеспечения решения поставленных ТП задач в части разработки и серийного выпуска высокотехнологичных изделий по срокам и по номенклатуре.

Участие в ТП способствует устойчивой тенденции проведения ее участниками собственных разработок высокотехнологичных изделий, которые развивают имеющиеся технологии на данном предприятии, что значительно повышает технологическую готовность производства и позволяет в несколько раз

сократить сроки освоения новой техники.

Объясняется это тем, что участие в ТП для многих предприятий позволит преодолеть существующие трудности с освоением в производстве высокоточных средств измерений (из-за уникальности и сложности технологий, необходимых для их производства), и с преобладанием импортных образцов продукции высокотехнологичных производств. Трудности связаны с тем, такие образцы требуют наличия особых технологических процессов для обеспечения производства, а также СИ с высоким уровнем автоматизации (особенно в части работ, связанных с их настройкой и регулировкой).

Положительный результат от ТП может быть достигнут только в том случае, если предприятия смогут использовать новые технологии построения современных систем управления, основанных на инструментах цифрового менеджмента, а также привлекать современных управленцев, обладающие необходимыми знаниями, умениями и навыками в области построения цифровых систем управления высокотехнологичными компаниями.

Начавшееся преодоление депрессивного состояния отечественных высокотехнологичных предприятий в условиях шестого и зарождающегося седьмого технологических укладов может быть ускорено при активизации потенциала внутриотраслевой кооперации в рамках предметной области ТП.

Важно отметить, что производство высокотехнологичных продуктов требует интеграции всех ключевых процессов на базе единых цифровых платформ, обеспечивающих эффективное взаимодействие их участников.

## **1.2 Проблемы высокотехнологичных отраслей в условиях смены технологических укладов**

Состояние высокотехнологичных отраслей экономики складывается под влиянием макро- и микроэкономических факторов, определяющих технологический уклад общества. Понятие «технологический уклад» введено в

российскую науку учеными Д.С.Львовым и С.Ю.Глазьевым [21]. Позднее в статье «Великая цифровая революция: вызовы и перспективы для экономики XXI века» Глазьев С.Ю. определяет технологический уклад как группу технологических совокупностей, выделяемых в технологической структуре экономики, связанных друг с другом однотипными технологическими цепями и образующих воспроизводящиеся целостности [21].

Высокотехнологичные отрасли испытывают сильное влияние макроэкономической ситуации, сложившейся в экономике России в последние 30 лет. За эти годы произошел глубокий спад производства и деградация многих отраслей реального сектора экономики. Поддержание системы метрологического обеспечения стало затруднительным ввиду низких темпов оснащения и переоснащения предприятий промышленности новыми технологиями.

В конце 90-х – начале 2000-х годов в промышленности России произошли крупные структурные изменения, носившие отрицательные тенденции, что привело к значительному снижению производства в электронной и приборостроительной промышленности, составляющие основу элементной базы для изделий метрологического назначения.

Основные поставки высокотехнологичных изделий осуществлялись из-за рубежа, которые обеспечивали должный технологический уровень сырьевых и добывающих отраслей.

Ситуация конца 90-х годов привела к резкому уменьшению платежеспособного спроса на продукцию отечественного приборостроения. Падение производства привело к структурным преобразованиям в промышленности, которые выразились в ликвидации и перепрофилировании неэффективных предприятий, оказавшихся в тяжелой финансовой ситуации вследствие высокого уровня себестоимости продукции, низкого уровня платежеспособного спроса, высокой энергоемкости материалоемкости производства.

Ситуация стала меняться с 2014 года после крупного кризиса мировой экономики и введения санкций против предприятий России. Потребовалось



изменить механизмы регулирования эффективного развития отраслей народного хозяйства, в первую очередь – предприятий высокотехнологичных подотраслей, разработать и обосновать основы системной промышленной политики, направленной на стимулирование деятельности, обеспечивающей финансовую устойчивость предприятий, производящих измерительную технику.

Названные изменения определяются состоянием научного, технического и технологического потенциалов промышленных предприятий и метрологических институтов Росстандарта. Вместе с тем анализ современного приборостроения показывает, что признаки депрессивного состояния промышленности продолжают действовать.

До сих пор существует структурная деградация промышленности, недостаточен уровень развития интеллектуальных технологий. В результате Россия вынуждена обменивать природные ресурсы на возможность доступа к таким технологиям, что усиливает зависимость от зарубежных стран и способствует их экономическому росту. Для высокотехнологичных производств: наблюдается активное вытеснение с рынка средств измерений российского производства, причем не только продукцией ведущих зарубежных фирм, но и предприятий Китая.

Важно отметить, что организационные решения на макроуровне не поддерживали сохранение российского приоритета в создании и использовании высокотехнологичных изделий. Например, в приборостроении состоялось преобразование могучего Министерства промышленности средств связи сначала в департамент Министерства связи, затем – в Российское агентство по системам управления (РАСУ), реорганизованное позже в Управление радиоэлектронной промышленности и систем управления (УРЭП и СУ) Роспрома, и наконец – в Департамент радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. При этом приборостроительная подотрасль фактически рассыпалась на совокупность обособленных предприятий, имеющих различные формы собственности (ФГУП, ОАО, ЗАО) слабо связанных по кооперации и не имеющих единого эффективного центра координации

деятельности.

Указанная проблема в сфере высокотехнологичных предприятий не может быть решена без объединения усилий разрабатывающих предприятий, серийных заводов-изготовителей, институтов Росстандарта и интеграции участников создания высокотехнологичных изделий на новых принципах их взаимодействия. Такая интеграция должна иметь стратегию развития участников создания продукции высокотехнологичных производств, системный выбор стратегических целей, четкое обоснование приоритетов распределения ресурсов, совершенствование системы ценообразования.

Требуется понимание взаимодополняющих компетенций участников интеграции, учитывающее направления деятельности предприятий, в т.ч. уникальность технологий, наличие соответствующих квалифицированных специалистов, состояние элементной базы и др.).

Такая потребность связана с тем, что одной из причин кризиса высокотехнологичных отраслей России являлась низкая конкурентоспособность их продукции в сравнении с зарубежными аналогами ведущих мировых фирм, потеря ряда технологий и направлений развития отдельных видов измерительной техники вследствие распада СССР, потери ведущих специалистов, на интеллектуальный багаж которых могли рассчитывать приборостроительные предприятия.

Развитие электронной компонентной базы (ЭКБ) для высокотехнологичных СИ в настоящее время ведется приборостроительными предприятиями, подведомственными Департаменту радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и в подведомственных институтах Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

Развитие производства компонентов элементной базы и измерительной техники предусмотрено в ФЦП «Развитие электронной компонентной базы (ЭКБ) и радиоэлектроники» (действует с 2008 г.). Ключевым решением стало создание в конце 2009 года холдинга «Радиоприбор» в качестве профильной интегрированной

структуры Госкорпорации «Ростехнологии».

Основной задачей холдинга «Радиоприбор» является создание и производство радиоэлектронных средств измерений двойного назначения: для обеспечения потребностей Министерства обороны Российской Федерации и предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

Вместе с тем объединение высокотехнологичных предприятий имеет в своей основе не столько организационную основу, сколько содержание предметной области, что требует участия в совместной деятельности предприятий различных форм собственности и различной направленности: занятые фундаментальными исследованиями и прикладными разработками, серийным производством, сервисным и техническим обслуживанием и утилизацией радиоэлектронных средств измерений. В настоящее время совместная деятельность в предметной области метрологии и приборостроения ведется разрозненными государственными и частными предприятиями, имеющими соответствующий научно-технический и производственный потенциал.

В результате отсутствует эффективная организация и координация деятельности, имеет место подчас неоправданное дублирование разработок и производства близких по назначению и техническим характеристикам средств измерений. Характерными примерами является разработка измерительных генераторов, блоков питания и др.

На микроуровне рассматривается состояние технологической базы предприятий, их способность поддерживать профильные направления производства, которые формируют предметную область деятельности. Именно проведение собственных разработок высокотехнологичных изделий определяет компетенции предприятий в процессе их участия в создании высокотехнологичных изделий.

Микроуровень высокотехнологичных производств рассмотрим на примере предприятий приборостроительной подотрасли. Выбор предприятий для целей диссертационного исследования определяется тем, что их продукция широко применяется в приборах и комплексах, разрабатываемых и выпускаемых для нужд высокотехнологичных изделий метрологических служб.

Изделия, выпускаемые предприятиями приборостроительной подотрасли, в основном представляют собой интеллектуальные устройства с высокими требованиями к техническим, в первую очередь – метрологическим характеристикам, что предполагает использование элементной базы, имеющей неординарные, а зачастую и уникальные технические решения, и характеристики.

Результаты проведенных исследований<sup>1)</sup> в части оценки готовности предприятий приборостроительной подотрасли по разработке, серийному выпуску и проведению ремонта высокотехнологичных СИ выявили ряд проблемных вопросов, требующих решения:

**1. Основным проблемным вопросом является масштаб применения импортной элементной базы.** При разработке и производстве продукции применяются комплектующие изделия как отечественного, так и иностранного производства.

Для обеспечения заданных метрологических характеристик, высокой производительности, широких возможностей по подключению периферийных устройств, а также пользовательского интерфейса в разрабатываемых средствах измерений используются высоко-производительные 32-разрядные процессоры, выполненные по RISC архитектуре, AVR-процессоры, прецизионные усилители, 24-х разрядные аналого-цифровые преобразователи (АЦП), высокостабильные источники опорного напряжения и другие покупные комплектующие изделия (ПКИ) импортного производства, без использования которых невозможно создание изделий измерительной техники, соответствующих и превосходящих лучшие зарубежные образцы.

Вместе с тем процесс импортозамещения тормозится сложностью документационного обеспечения процессов согласования технических характеристик для использования электрорадиоизделий в высокотехнологичных СИ.

*Создание ТП «ССИ» позволит упростить организационно-технические*

---

<sup>1)</sup> Материалы НИР «ИАЦ 2020», проведенной ФГУП «ВНИИФТРИ» с участием автора настоящего исследования.

*процедуры применения отечественных комплектующих изделий в приборах и комплексах, предназначенных для нужд метрологических служб.*

**2. Электрорадиоизделия отечественного производства в большинстве случаев приводят к значительному удорожанию изготавливаемых образцов высокотехнологичных СИ.** Более того, они превосходят импортные аналоги по габаритам, потребляемой мощности и функциональным возможностям. Во многом это связано с тем, что отсутствует единая база данных по технологиям, испытательной базе, уникальному метрологическому оборудованию, используемым интерфейсам, инструментальному и другим общим видам производств в интересах всех приборостроительных предприятий.

*Создание ТП «ССИ» способно подключить промышленные предприятий холдинга к ведению указанной базы данных.*

**3. Отсутствует координирующий (консультативно-аналитический) орган в приборостроительной подотрасли.** Это приводит к сбоям в решение следующих стратегических вопросов развития производства высокотехнологичных СИ:

- согласованного планирования перспективы и сбытовой политики;
- построения долговременных кооперативных связей;
- совместного модульного проектирования сложных изделий;
- внутрприборной и внешней автоматизации;
- базовых несущих конструкций и функциональных модулей;
- корпоративной стандартизации и унификации и т.п.

В результате происходит необоснованное усложнение и излишняя бюрократизация процедур выполнения государственных заказов, включая:

- несогласованность действий предприятий и решений метрологических служб, в интересах которых осуществляется разработка, производство и ремонт СИ, по ряду вопросов постановки и сопровождения НИОКР, организации и проведения конкурсов по размещению государственных заказов и т.д.;

- отсутствие единых требований метрологических служб к системе и процедуре ценообразования и формирования согласованных нормативов.

Особенно усиливается значение данных факторов в условиях жестких санкций против высокотехнологичного сектора Российской Федерации. Так, например, обобщенный анализ закупок предприятиями средств измерений радиотехнических величин по итогам 2021 года показал следующее (Рисунок 3): годовая потребность России в радиоизмерительных приборах, которая закрывается за счет отечественного производства колеблется от 35 % по приборам для измерения частоты и времени до 5 % по осциллографам. Такая ситуация является недопустимой для технологической независимости промышленности Российской Федерации и ее преодоление является не просто ситуационной задачей, а важной частью долгосрочной стратегией Правительства России.

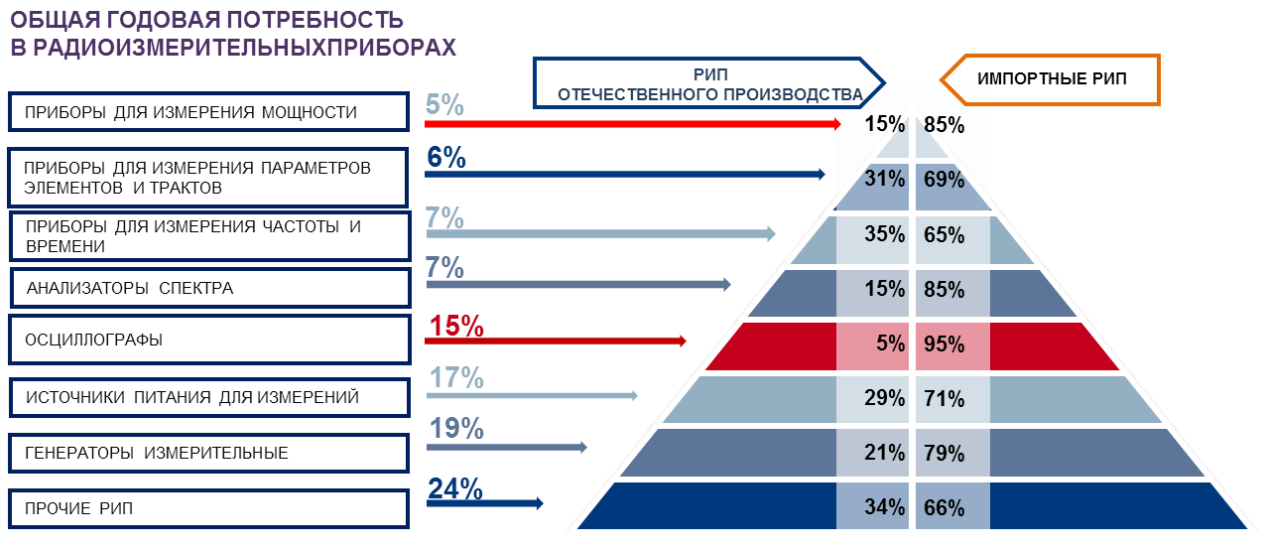


Рисунок 3 – Обобщенный анализ закупок предприятиями средств измерений радиотехнических величин по итогам 2021 года

Источник: материалы ФГУП «ВНИИФТРИ»

***Создание ТП «ССИ» позволяет организовать координирующую работу по развитию отечественной элементной базы высокотехнологичных СИ.***

Организация и обеспечение высокотехнологичного производства строго регламентировались, регулировались и контролировались государством. Тем не менее наблюдается спад наукоемких производств из-за слабой эффективности рыночных механизмов и государственного регулирования данной сферы [8].

В деятельности высокотехнологичных отраслей все большую роль играют

предприятия малого бизнеса, спрос на продукцию и услуги которых формирует внутренний спрос в результате реализации стратегии импортозамещения. Однако малый бизнес занимает небольшую долю ВВП (4,7 %), так как промышленное производство (в том числе приборостроение) в Российской Федерации осуществляют в основном крупные предприятия.

Включение малых приборостроительных предприятий в состав ТП «ССИ» позволит усилить мобильность экономической структуры и обеспечит их эффективность в условиях жесткой конкуренции. Такой положительный опыт был продемонстрирован субъектами малого бизнеса АО «Время-Ч», АО «НПФ «Техноякс», ЗАО «Супертехприбор», АО «НПЦентр», АО «КБ «НАВИС» и др.) [37].

Такие предприятия способны быстрее реагировать на изменения, происходящие в экономике России и более активно удовлетворять потребности Министерства обороны Российской Федерации в современной военной измерительной технике высокого качества.

**Анализ системных факторов в сфере ответственности ФГУП «ВНИИФТРИ»** показывает воздействие следующих значимых геополитических и макроэкономических факторов:

- отсутствие серьезных изменений в геополитической ситуации и сложившихся санкционных ограничений на доступ высокотехнологической продукции на рынок Российской Федерации, в т.ч. ограничения на приобретение высокотехнологичных средств производства, необходимых для создания СИ и модернизации эталонов;
- сохраняющаяся зависимость от иностранной ЭКБ, используемой при создании радиоэлектронного оборудования, продолжающаяся тенденция к миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры;
- отсутствие существенных изменений в макроэкономической ситуации и серьезных изменений в соотношениях мировых валют по отношению к рублю, что обеспечивает повышенный интерес и спрос на Российскую продукцию;
- развитие средств и систем связи и передачи данных (мировая тенденция)

как в части изменения частотных диапазонов и полос, используемых для передачи данных, так и пропускной способности (скорости передачи данных) аппаратуры, что требует иных средств организации контроля, эксплуатации и сопровождения разработки новых видов продукции;

- усложнение технологических процессов, требующих применения средств измерений и их элементов, в т.ч. в автоматизированном режиме;
- продолжающаяся тенденция внедрения средств автоматизации управления технологическими процессами во все отрасли экономики;
- повышение степени использования «зеленой энергии» и технологий, связанных с повышением экологичности используемых технологий.

Анализ данных по прогнозу удовлетворения потребностей Российской Федерации в радиоизмерительных приборах в условиях санкций показывает (таблица 2), что из шести групп СИ только по одной группе – «Анализаторы цепей» – уровень поставок отечественных организаций-производителей составляет более половины 147 %. Близки к половине поставок к уровню 2021 года СИ групп «Анализаторы спектра» (47 %) и «Генераторы сигналов» (46 %).

Таблица 2 – Прогноз удовлетворения потребностей Российской Федерации в радиоизмерительных приборах в условиях санкций

Группы СИ	Изготовители	Продано в 2021 году		Производственные возможности		Уровень поставки к 2021 году, %
Анализаторы спектра	Отечественные	94	514	240	240	47
	Зарубежные	420		-		
Генераторы сигналов	Отечественные	203	830	385	385	46
	Зарубежные	627	-	-	-	-
Анализаторы цепей	Отечественные	67	177	260	260	147
	Зарубежные	110		-		
Осциллографы	Отечественные	111	2106	370	370	18
	Зарубежные	1995		1000	1370	65



Группы СИ	Изготовители	Продано в 2021 году		Производственные возможности		Уровень поставки к 2021 году, %
Измерители мощности	Отечественные	127	623	240	240	39
	Зарубежные	496		-		
Частотомеры	Отечественные	89	549	240	240	44
	Зарубежные	460		-		

Источник: материалы ФГУП «ВНИИФТРИ»

### **1.3 Особенности систем управления взаимодействием участников полных жизненных циклов высокотехнологичных продуктов**

Управление полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий обладает своей спецификой, связанной, в первую очередь, с постановкой задачи интеграции участников в единое информационное пространство с учетом экономических результатов. Отсутствие научно-методического обеспечения взаимодействия участников полных жизненных циклов высокотехнологичных продуктов не в рамках на отдельных стадий, а жизненными циклами в целом, сдерживает внедрение эффективных управленческих решений и снижает результативность их применения.

Одной из главных причин такой ситуации является то, что основные усилия специалистов были направлены на разработку информационных технологий работы с данными, например, SCM, CRM, PLM, ERP и др. с последующим объединением их в единую информационную систему отдельной организации (рисунок 4).

При этом отдельные аспекты управления жизненным циклом отдельной организации являются предметом самостоятельных исследований. Например, в качестве компонентов системы управления жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств рассматривается жизненный цикл

поставщика [51, 50, 33 и др.], управление жизненным циклом изделий (PLM) [57, 119, 106 и др.] и далее.

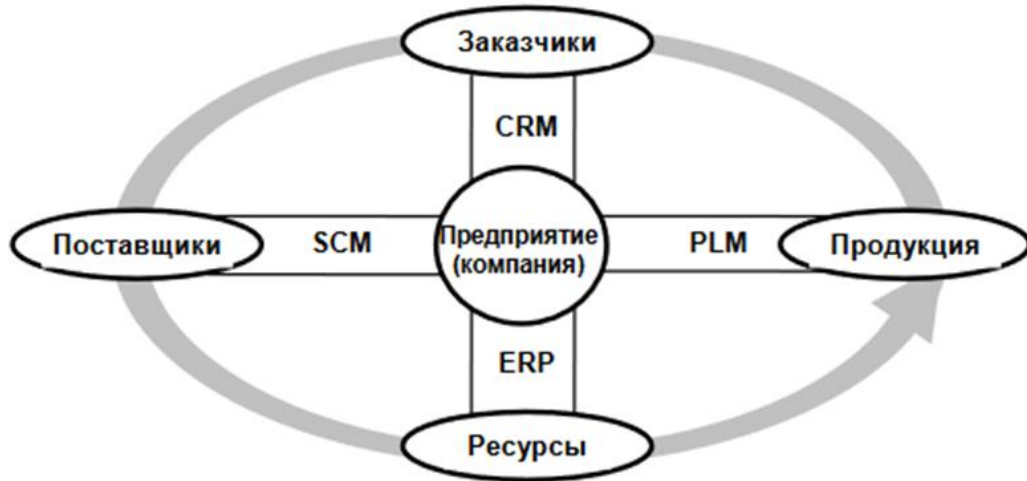


Рисунок 4 – Информационные системы, применяемые в управлении  
жизненным циклом

Источник: [110, с. 46]

Примечание: SCM – Supply Supply Management – управление цепями поставок, CRM – Customer Relationship Management – управление взаимодействием с заказчиком, PLM, ERP

При этом важно, что вопросы построения организационных структур, бизнес-процессов управления и др. элементов системы управления взаимодействия участников полного жизненного цикла рассматривались с точки зрения информационных технологий, без учета необходимости задания целевых стратегических показателей, обоснования дополнительных инвестиций в сокращение длительности периода эксплуатации устаревших технологий и вывода высокотехнологичных изделий на утилизацию.

Такой подход ограничивает информационное пространство для управленческих решений участниками отдельных этапов жизненного цикла, без объединения совместно используемых ресурсов, в том числе, предоставляемых государством в приоритетных направлениях технологического развития. Это затрудняет применение сквозных количественных и качественных показателей оценки эффективности управленческих решений, направленных на повышение

технологического уровня в производстве и эксплуатации сложных наукоемких изделий.

Необходимость перехода к новой концепции управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий востребовано задачей обеспечения технологической независимости Российской Федерации в условиях усиленных международных санкций, введенных с 2022 года. Способность промышленности противостоять санкциям определяется не только созданием высокотехнологичных продуктов, но, в первую очередь, построением новой системы адаптивного управления взаимодействием участников полного жизненного цикла с элементами самоорганизации при определяющей роли головной организации в предметной области.

Управление взаимодействием участников полного жизненного цикла высокотехнологичных изделий включает не только информационные технологии, но также организационно-экономический механизм, к которому в данной предметной области можно отнести следующие элементы:

- 1) технологическую платформу полного жизненного цикла, построенную по предметной области изделия;
- 2) цифровые платформы «сборки конфигурации» системы проектного управления;
- 3) модель отбора и взаимодействия участников технологической платформы<sup>1)</sup>;
- 4) алгоритм решений головной организации по стратегии развития предметной области<sup>2)</sup>.

Система управления взаимодействием участников полного жизненного цикла реализуется на основе цифровых технологий, которые предполагают использование информационных каналов коммуникаций, существенно увеличивающих эффективность бизнес-процессов.

Связано это, в первую очередь, с тем, что цифровые технологии позволяют

---

<sup>1)</sup> Подробнее рассмотрены далее в данной работе.

<sup>2)</sup> Подробнее рассмотрены далее в данной работе.

оперативно принимать решения о технических характеристиках наукоемких изделий, сроках их разработки, производства, эксплуатации и утилизации, а также контролировать вовлеченность участников различных стадий полного жизненного цикла в совместную деятельность (заказчик, головной разработчики, ответственные исполнители, поставщики, разработчики, производители и др.) [4, с. 31].

Впервые термин «цифровизация» ввел в употребление в 1995 году американский информатик Николас Негропonte (Массачусетский университет) [122, 142].

В.Г.Халин и Г.В.Чернова считают, что «цифровизацию в широком смысле можно рассматривать как тренд эффективного мирового развития только в том случае, если цифровая трансформация информации отвечает следующим требованиям: она охватывает производство, бизнес, науку, социальную сферу и обычную жизнь граждан; сопровождается лишь эффективным использованием ее результатов; ее результаты доступны пользователям преобразованной информации; ее результатами пользуются не только специалисты, но и рядовые граждане; пользователи цифровой информации имеют навыки работы с ней» [122, с. 47].

По нашему мнению, основными трендами цифровизации являются:

- стремительный рост объема обрабатываемой и хранимой информации,
- внедрение технологий «больших данных»,
- повышение степени автоматизации обработки информации и внедрение элементов «искусственного интеллекта» в повседневную деятельность,
- общие требования потребителей к повышению качества и функционала продукции высокотехнологичных производств.

Процессы цифровизации должны охватывать все основные отрасли экономики Российской Федерации. Поэтому цифровизация предполагает разработку цифровой стратегии, учитывающей развитие ключевых сфер деятельности и учет показателей и целей цифровой трансформации.

В связи с этим Г.Минцберг считает, что для разработки эффективной

стратегии требуется рассматривать ее как план, маневр, паттерн действий, позицию и перспективу [67, с. 29-319]. Ю.В.Ляндау и В.В.Масленников рассматривают стратегию как совокупность мероприятий, реализация которых обеспечит достижение поставленных целей с учетом факторов возникновения отраслевых и экономических рисков [60, с. 2-8].

Первые цифровые платформы появились еще в 90-х годах XX столетия благодаря бурному росту компьютерной техники и глобальной экспансии сети Интернет, однако в 2010-х годах они существенно трансформировались.

По мнению первого заместителя руководителя Проектного офиса по реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» В.Р.Месропяна, цифровая платформа – ключевой инструмент цифровой трансформации традиционных отраслей и рынков, центральное понятие глобальной цифровой повестки, разграничивающее стратегии цифровизации (цифровой автоматизации) и цифровой трансформации [64].

«Ростелеком» считает, что цифровая платформа – это система алгоритмизированных взаимовыгодных отношений определенного количества участников отрасли экономики, взаимодействующих в единой информационной среде, что приводит к снижению транзакционных издержек за счёт применения цифровых технологий в работе с информацией и существенного снижения трудоемкости [45].

На основе данного определения можно выделить критерии, исходя из которых определенное решение можно отнести к цифровым платформам.

Во-первых, в цифровых платформах должна присутствовать алгоритмизация взаимодействия всех ее участников, в частности должны быть определены и описаны алгоритмы, определенные принципы взаимодействия, логика и последовательность действий. При этом количество таких процедур должно быть ограничено.

Во-вторых, должен обеспечиваться принцип «win-win», предполагающий взаимовыгодное сотрудничество всех участников единой цифровой платформы. Такая выгода может заключаться в экономических, организационных,

технологических и социальных результатах.

По нашему мнению, построение цепочек создания стоимости на основе единой цифровой платформы обеспечивает интегрированность процессов всех участников полного жизненного цикла, при этом осуществляется расчет экономических результатов как для всей цепочки в целом, так и для отдельного ее участника. На этом принципе построены основные модели создания отраслевых цифровых платформ [28, 116], а также условия конкурентоспособности страны на мировом рынке товаров и услуг [39, 109]. В результате возможно верно рассчитать цены на высокотехнологичную продукцию, определив при этом затраты, нормы прибыли и налоги на каждом этапе цепочки создания ценности.

Соответственно, каждый из участников цепочки, может проанализировать свои финансовые результаты, а также риски, которые могут в той или иной степени влиять на них.

По мнению В.В.Масленникова, при создании высокотехнологичных продуктов рассматривается эффективность всей цепочки создания ценности, а не только отдельных ее участников [59]. Продукция может быть конкурентоспособной, если эффективно организованы и интегрированы все процессы ее создания, что и обеспечивается современными цифровыми платформами.

Л.Ф.Никулин считает, что совместное взаимодействие участников цифровых платформ позволяет существенно повысить результативность НИОКР, так как в таких платформах осуществляется централизованный доступ ко всей необходимой информации [69, с. 50-56]. Аналогичной позиции придерживаются авторы [18].

По нашему мнению, активное внедрение цифровых технологий снижает трудоемкость производственных процессов, что создает сотрудникам более комфортные условия труда, но при этом существенно возрастают требования к их квалификации.

Следующим критерием является единая информационная среда, в которой осуществляется взаимодействие всех участников цепочек создания ценности. Активное развитие процессов цифровизации, создание облачных технологий,

внедрение блокчейна, позволяет создавать цифровые двойники для цепочек создания продуктов и услуг, что обеспечивает проведение виртуального тестирования такой продукции, снижает ее себестоимость или формирует дополнительные качества, повышает ее конкурентоспособность и т.д.

Также критерием отнесения к цифровым платформам можно считать эффект, получаемый от снижения транзакционных издержек при взаимодействии участников платформы. Такой эффект достигается за счет реинжиниринга процессов цепочек создания ценности, а также внедрения интеллектуальных систем, обеспечивающих их автоматизацию и роботизацию.

М.Хаммер считает, что реинжиниринг процессов и проектов организации повышает ключевые показатели эффективности и результативности бизнеса как минимум в несколько раз [122].

По мнению Ю.В.Ляндау, интеллектуальные информационные технологии позволяют интегрировать стратегии компании с процессами и обеспечить переход всем участникам цепочки создания продукции в шестой и зарождающийся седьмой технологический уклады [56].

Д.В.Завьялов рассматривает цифровые платформы как инструмент и условие конкурентоспособности страны на мировом рынке товаров и услуг [39]. В.Г.Антонов считает, что цифровые платформы обеспечивают новые возможности использования компьютеров в управленческой деятельности, в частности, аккумуляция всей необходимой информации в электронном устройстве, быстрый обмен информацией, онлайн взаимодействие [3, с. 41].

По мнению Д.Роджерса, цифровые платформы олицетворяют фундаментальный сдвиг во взаимодействии компаний, так как на смену линейным бизнес-моделям приходят сетевые (компании в цифровую эпоху представлены группой участников, реализующих цепочку создания ценности, а клиенты – сообществом, сетью, социальной сетью, обеспечивающей их активное взаимодействие) [81, с. 73]. Аналогичной точки зрения придерживаются исследователи кроссплатформенного взаимодействия цифровой финансово-экономической инфраструктуры отечественного рынка [61].

Важным методическим аспектом понимания объекта цифровой платформы в сфере высокотехнологичных СИ является позиция Росстандарта, который утвердил первый в мире национальный стандарт Российской Федерации на цифровые двойники изделий, соответствующих новому технологическому укладу – ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» [27]. ГОСТ Р 57700.37–2021 распространяется на изделия машиностроения, однако при необходимости на его основе в дальнейшем могут разрабатываться стандарты, устанавливающие требования к цифровым двойникам изделий различных отраслей промышленности с учетом их специфики [27].

В соответствии с этим стандартом под цифровым двойником понимается виртуальная копия объекта, система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями». Для цифровых платформ в сфере высокотехнологичных СИ это означает новый этап их развития, позволяющий не только автоматизировать процессы создания изделий, но также создавать принципиально новые компьютерные модели, а также системы виртуальных испытаний в процессе создания и обеспечения эксплуатации высокотехнологичных промышленных изделий.

Принятый Росстандартом ГОСТ Р 57700.37–2021 переводит ранее названные цифровые платформы в цепочки, или процессы, создания продуктов и/или услуг в формате цифровых двойников.

Исходя из проведенного анализа формулировок и критериев, в целях настоящего исследования принято следующее определение цифровой платформы управления: система интегрированных интеллектуальных технологий, которые за счет цифровизации научных, производственных и обеспечивающих процессов повышают эффективность создания и эксплуатации изделий на всех стадиях полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств. Для построения системы управления высокотехнологичной продукцией принципиально важно, что цифровая платформа обслуживает цифровые двойники



изделий и поэтому является инструментом построения эффективных цепочек создания ценности (рисунок 5).



Рисунок 5 – Место цифровой платформы в создании продукции/услуг

Источник: разработано автором

К характерным признакам цифровых платформ можно отнести следующие:

- 1) основное назначение цифровой платформы – для какого вида деятельности используется конкретная платформа;
- 2) ключевые участники цифровых платформ – все стороны, использующие конкретную платформу и вносящие определенный вклад в создание продукции;
- 3) инфраструктура, формируемая цифровой платформой – единая онлайн-среда, в которой взаимодействуют все участники платформы;
- 4) информация – доступ к информации всех участников единой цифровой платформы с целью выполнения высокотехнологичных процессов и принятия качественных управленческих решений, обеспечивающих эффективную реализацию цепочек создания продукции.

К положительным сторонам цифровых платформ можно отнести следующие особенности:

1. Повышение эффективности и управляемости развития предметной

области цифровой платформы.

2. Снимаются барьеры для входа новых участников из числа малого и среднего бизнеса.

3. Формируются привлекательные условия для интеграции под единым управлением развитием стадий полного жизненного цикла продукции.

«Ростелеком» выделяет три типа цифровых платформ [45]:

- инструментальная цифровая платформа, реализуемая на основе программно-аппаратных решений;

- инфраструктурная цифровая платформа, обеспечивающая ускоренный вывод на рынок ИТ-решений, автоматизирующих сквозные бизнес-процессы компаний, функционирующих в определенных отраслях;

- прикладная цифровая платформа, формирующая алгоритмизированный обмен определенными ценностями между ее участниками за счет проведения транзакций в единой информационной среде, что приводит к снижению транзакционных издержек.

В качестве примера инструментальных цифровых платформ выступают:

- «Uber» – цифровая платформа, обеспечивающая взаимодействие водителей автомобилей и клиентов, желающих заказать такси [128];

- «Яндекс Go»– цифровая платформа сервисов такси [131] и «Яндекс.Еда», цифровая платформа по заказу еды через специальное приложение [130];

- Apple-store – цифровая платформа, позволяющая размещать и приобретать приложения для iOS [125];

- Android-market – цифровая платформа, позволяющая размещать и приобретать приложения для Android [124].

Примером инфраструктурных цифровых платформ могут выступать:

- Google maps – интерактивные карты мира с возможностью формирования маршрутов, панорамой, различными типами представления [127];

- Predix – цифровая платформа General Electric для сбора и анализа данных промышленного оборудования [126];

- Система государственных закупок [132].

Примером прикладной цифровой платформы выступает WebGL – кроссплатформенный программный интерфейс приложения для создания 3D-графики [129].

Практика цифровых платформ показала, что их развитие кардинально меняет взаимодействие участников цепочки создания ценности и вызывает процессные и структурные изменения. Связано это с тем, что традиционные процессы взаимодействия, основанные на сложившихся связях, становятся неэффективными, поскольку технологии организации цифровых данных отраслевых платформ меняют инфраструктуру «сборки» участников, делая акцент на объединении взаимодополняющих компетенций. По существу, происходит переход от линейных связей участников процесса создания продукта (услуги) к ветвящейся системе связей, в которой владение и обмен данными о деятельности участников, а также алгоритмами их обработки в рамках цифровых платформ станут ключевыми преимуществами участников с большим потенциалом применения искусственного интеллекта. При этом важно, что цифровая платформа с элементами искусственного интеллекта не способна заменить управленческие решения о стратегии развития продукта (услуг), дает выбор технологическим решениям, применение которых способно дать новые экономические эффекты.

Для участников цифровой платформы доступ к ее ресурсам дает дополнительное конкурентное преимущество снижения транзакционных издержек взаимодействия с потенциальными партнерами.

Становится актуальным исследование опыта разработки и продвижения цифровых платформ и на этой основе выработка методологии партнерского взаимодействия участников жизненного цикла продукции в высокотехнологичных отраслях. Сравнение представленных типов цифровых платформ представлено ниже (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика основных типов цифровых платформ

<b>Критерий</b>	<b>Инструментальная цифровая платформа</b>	<b>Инфраструктурная цифровая платформа</b>	<b>Прикладная цифровая платформа</b>
Вид деятельности	Разработка программно-аппаратных решений	Формирование ИТ-сервисов поддержки принятия решений	Обмен ценностями между участниками платформы
Результат деятельности	Программный продукт, представляющий ИТ-инструмент	Информация, необходимая для принятия УР	Определенная транзакция между участниками
Участники	Разработчики платформы, разработчики ИТ-инструментов	Разработчики платформы, разработчики ИТ-сервисов, потребители ИТ-сервисов	Поставщики ресурсов, производители продукции, комплементаторы, потребители
Обработка информации	Технологические операции обработки информации	Формирование информации для принятия управленческих решений	Обработка информации о заключении сделок между субъектами экономических отношений

Источник: разработано автором на основе материалов [45]

Результаты исследований и разработок по цифровым платформам позволят детализировать новые форматы управления стратегическим развитием трансформациями бизнес-моделей, управления рисками и повышением результативности технологических новшеств. Такой подход позволит перейти от методологии цифровой платформы как макросреды взаимодействия организаций к концепции микроуровня конкретных субъектов отраслевых цепочек создания ценности, переходящих в распределенные сетевые структуры. Сетевые принципы организации взаимодействия инициируют в системе управления создание координирующих центров, роль которых заключается в структурировании управления полными жизненными циклами высокотехнологичных изделий. Именно на этой основе реализуется одно из основных преимуществ платформенной бизнес-модели – снижение транзакционных и иных издержек в результате прямого взаимодействия и обмена между участниками платформы.

В диссертации нами предлагается использовать следующую классификацию цифровых платформ (таблица 4):

Таблица 4 – Классификация цифровых платформ

Наименование показателя	Цифровые платформы, обеспечивающие реализацию онлайн бизнес-моделей	Цифровые платформы, обеспечивающие создание продукции высокотехнологичных производств	Цифровые платформы, обеспечивающие интеграцию участников, согласно их определенным целям и потребностям	Цифровые платформы, обеспечивающие взаимодействие участников с государственными организациями
Назначение	Автоматизация и роботизация процессов цепочки создания ценности с целью удовлетворения потребностей клиентов и оптимизации транзакционных издержек	Создание продукции высокотехнологичных производств, формирующей уникальную ценность и обеспечивающей конкурентное преимущество	Формирование клиентских сегментов, изучение их предпочтений, ценностей и др.	Эффективное выполнение государственных заданий, реализация государственных программ
Участники	Разработчики платформы, поставщики ресурсов, производители продукции, комплементаторы, дистрибьюторы, потребители	Разработчики платформы, научно-исследовательские организации, производители, комплементаторы, государственные организации, заказчики	Разработчики платформы, физические лица, юридические лица	Разработчики платформы, государственные органы, юридические лица, выступающие партнерами в реализации проектов
Результаты	Продукты и услуги	Высокотехнологичная продукция	Целевые группы клиентов, клиентская аналитика	Государственные услуги и проекты
Ключевые этапы цепочки создания ценности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование потребностей клиентов,</li> <li>– закупка ресурсов,</li> <li>– роботизированное производство,</li> <li>– онлайн-дистрибуция.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получение заказов,</li> <li>– научные разработки,</li> <li>– прикладные разработки,</li> <li>– высокотехнологичное проектирование,</li> <li>– производство,</li> <li>– тестирование,</li> <li>– передача результатов заказчику.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ и формирование потребностей,</li> <li>– предложение новых продуктов и услуг,</li> <li>– сбор отзывов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– определение проектов,</li> <li>– формирование перечня услуг,</li> <li>– обработка заявок,</li> <li>– оказание государственных услуг,</li> <li>– реализация государственных проектов.</li> </ul>

Источник: разработано автором.

- цифровые платформы, обеспечивающие реализацию онлайн бизнес-моделей – участники бизнес-модели осуществляют производство и реализацию продукции в онлайн-формате, а также взаимодействуют с клиентами через онлайн-порталы;

- цифровые платформы, обеспечивающие создание продукции высокотехнологичных производств – участники цепочки осуществляют прикладные и научные исследования, ведут научные разработки, создается интеллектуальная собственность, являющаяся конкурентным преимуществом для конкретной компании, группы компаний или государства в целом.

Взаимодействие с заказчиками также осуществляется на основе цифровой платформы, что повышает уровень вовлеченности клиента в процессы создания необходимых товаров и услуг.

Применительно к продукции высокотехнологичных производств цифровые платформы предполагают интеграцию заказчика, научно-исследовательских организаций,

выполняющих разработки, государственных органов, регламентирующих исполнение заказов, производителей продукции высокотехнологичных производств, комплектаторов, осуществляющих производство сопутствующей продукции.

Подобные платформы необходимы для повышения эффективности процессов создания и ускорения процессов вывода на рынок продукции высокотехнологичных производств.

На основании предложенной классификации предлагается реализовать подход к построению цифровой платформы для разных стадий жизненного цикла.

Такой подход включает следующие стадии построения цифровой платформы:

- фаза разработки – разработка цифровой платформы, которая обеспечит эффективное взаимодействие участников в рамках поставленных целей. На данной фазе осуществляется разработка концепции, проектирование и создание технологической платформы, ее тестирование и вывод на рынок;

- фаза роста – подключение участников к цифровой платформе, развитие

функционала, повышение лояльности участников;

- фаза зрелости – обеспечение конкурентоспособности за счет сохранения лояльности участников, предложение дополнительного функционала и средств безопасности;

- фаза трансформации – радикальное изменение цифровой платформы, вызванной технологическим развитием, конкуренцией, рыночными факторами.

Для сферы высокотехнологичных продуктов цифровизация означает ускоренное создание уникальных эффективных цифровых платформ, системы управления которыми охватывают партнерские сети на базе ведущих (головных) исследовательских центров, масштаб деятельности которых не ограничивается отдельными стадиями жизненного цикла, но обеспечивает их ведущую роль на стадиях эксплуатации и утилизации.

Как показывает анализ практики, цифровые платформы, создающиеся на микро- и макроуровнях, оказывают в настоящее время существенное влияние на стадии жизненных циклов продуктов и компаний. По оценкам Фонда развития Цифровой Экономики «Цифровые Платформы» в ближайшее время цифровые платформы, основанные на платформенных принципах и интегрированные с «облачными» решениями, станут преобладающими во всех отраслях и сферах деятельности [121]. Объясняется названная тенденция тем, что стандарты, правила и принципы взаимодействия организаций существенно меняют требования к управлению стадиями жизненного цикла продукта, дают преимущества и одновременно порождают проблемы развития, которые предстоит решить [102].

В связи с этим требуется проектное управление взаимодействием участников цифровой платформы в конкретной предметной области. Для продукции высокотехнологичных производств, к которой относятся современные средства измерений, построение проектного управления цифровой платформой может быть основано на модели управления жизненным циклом, обеспечивающей посредством мультипликатора опережающее финансирование перспективных фундаментальных и прикладных исследований за счет использования части собственных средств головной организации научных центров [102].

Основным компонентом цифровой платформы управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий являются сервисы по поддержке единого информационного пространства и обеспечение баланса интересов участников при решении задач развития предметной области, включая управление цепочками поставок и эксплуатацией высокотехнологичных изделий.

### **Выводы по главе 1**

1. Высокотехнологичная продукция обладает особыми характеристиками, связанными с большой значимостью наукоемких составляющих, что усиливает значимость управления полным жизненным циклом, выходящим за рамки отдельных организации и требующим организации результативного взаимодействия в едином информационном пространстве организаций-участниц различных стадий полного жизненного цикла.

2. Управление жизненным циклом высокотехнологичных изделий регулируется серией стандартов, которые ограничиваются требованиями к информационным технологиям на отдельных стадиях жизненного цикла, но не регулируют процессы взаимодействия участников этих стадий на полном жизненном цикле. Преодоление данного ограничения реализуется с помощью технологических платформ, понятие которых за последние десять лет претерпело изменение и расширилось от понятия группы технологий определенной предметной области до модели взаимодействия под единым управлением организаций-участниц стадий жизненного цикла. При этом технологическая платформа использует цифровые инструменты поддержки принятия управленческих решений, создавая гибкие сценарии принятия и реализации управленческих решений по развитию предметной области высокотехнологичных изделий.

3. Процессы управления полным жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств в рамках технологических платформ можно представить в виде четырех контуров, связанных между собой головной организацией, обеспечивающей единство фундаментальных НИР и прикладных НИОКР с последующим созданием, применением, эксплуатацией и утилизацией.



Таким образом возможно построение лидерских технологических платформ, проявляющиеся в создании эффективного взаимодействия организаций-участниц технологических цепочек по всем стадиям полного жизненного цикла.

4. Построение технологических платформ продукции высокотехнологичных производств требует для ее успешного функционирования учета особых подходов к управлению с учетом множества факторов, ключевыми из которых являются процессы взаимодействия участников ТП на различных стадиях полного жизненно цикла, а также оценка результативности отдельных этапов. Исследование показало, что формирование ТП проходит определенные этапы, требующие различной управленческой деятельности, начиная от формирования границ предметной области, через отбор участников с требуемыми компетенциями и ресурсами и построение экосистемы участников создания высокотехнологичной продукции.

5. Исследование состояния высокотехнологичных отраслей на примере подотрасли приборостроения показало ее депрессивное состояние. К 2022 году отрасль фактически рассыпалась на совокупность обособленных предприятий, имеющих различные формы собственности (ФГУП, ОАО, ЗАО) слабо связанных по кооперации и не имеющих единого эффективного центра координации деятельности. К основным проблемным вопросам, сформулированным в исследовании и требующим решения посредством организации технологической платформы средств измерений, отнесены следующие: сокращение масштаба применения импортной элементной базы, снижение стоимости образцов, развитие координации развития производств, снижение бюрократизации процедур выполнения государственных заказов.

6. В исследовании определено, что управление полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий обладает своей спецификой, связанной, в первую очередь, с постановкой задачи интеграции участников в единое информационное пространство с учетом экономических результатов. Требуется переход от объединения технологий работы с данными в рамках информационной системы отдельной организации к новой концепции цифрового информационного

пространства управленческих решений участниками отдельных этапов жизненного цикла, с объединением совместно используемых ресурсов, в том числе, предоставляемых государством в приоритетных направлениях технологического развития.

7. Автором обоснована организация управления взаимодействием участников полного жизненного цикла высокотехнологичных изделий в рамках технологической платформы на основе организационно-экономического механизма, к которому в данной предметной области отнесены следующие элементы: 1) технологическая платформа полного жизненного цикла, построенную по предметной области изделия; 2) цифровые технологии «сборки конфигурации» системы проектного управления; 3) модель отбора и взаимодействия участников технологической платформы; 4) алгоритм решений головной организации по стратегии развития предметной области.

8. На основе анализа опыта цифровых платформ, применяемых в Российской Федерации, разработана классификация основных типов цифровых платформ по критериям назначения, результатов и участников деятельности, а также ключевых этапов цепочки создания ценности. Это позволило определить цифровую платформу высокотехнологичных изделий важным инструментом организации проектного управления, понимаемую как систему интегрированных интеллектуальных технологий, которые за счет цифровизации научных, производственных и обеспечивающих процессов повышают эффективность взаимодействия организаций-участниц всех стадий полного жизненного цикла.

## **Глава 2 Исследование процессов создания продукции высокотехнологичных производств в Российской Федерации**

### **2.1 Активность организаций Российской Федерации в создании высокотехнологичной продукции**

Развитие организаций высокотехнологичного сектора экономики обеспечивается обеспечением создания и продвижения современных средств измерений. Применение последних достижений науки и техники, появление новых видов продукции с принципиально новыми свойствами и характеристиками вызывает потребность в разнообразии видов, методов и средств измерений, применяемых в различных целях. Связано это с тем, что любые нововведения требуют разработки передовых инструментов и средств измерений, способствующих внедрению новых и совершенствованию прежних товаров и технологических процессов. Это особенно важно в точном машиностроении и приборостроении, радиоэлектронике, при создании уникальных образцов военной техники и вооружений [70].

Также необходимо отметить, что диверсификация оборонно-промышленного комплекса в качестве поставщика продукции высокотехнологичных производств гражданского назначения требует решения проблем импортозамещения; спрос на такую продукцию должен расти; у предприятий оборонно-промышленного комплекса есть соответствующие компетенции [74].

Высокие технологии кардинальным образом меняют требования к современным средствам измерений, которые становятся особым объектом управления, самостоятельным драйвером развития высокотехнологичных отраслей. Современные измерительные технологии направлены на получение измерительной информации требуемого качества. Именно поэтому в «Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года» запланированы параметры, достижение которых способно обеспечить

метрологическими услугами организации высокотехнологичного сектора экономики, в том числе снизить стоимость и время получения метрологических услуг на 40 % [111].

Для целей исследования важна трактовка понятий «инновационная продукция» и «высокотехнологичная продукция». Подробный анализ данных понятий приведен в исследовании [49], который показал, что критерии отнесения продукции к инновационной или высокотехнологичной устанавливаются федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ). Каждый ФОИВ в пределах своих полномочий устанавливает свой перечень инновационной и высокотехнологичной продукции. Такие перечни утверждали 9 ФОИВ, в том числе Минпромторг России, Минобрнауки России, Минздрав России и др. [49, с. 12]. При этом часть ФОИВ уравнивает понятия инновационной и высокотехнологичной продукции (Минкомсвязь России и Минэнерго России) (таблица 5).

В целом можно согласиться с мнением исследователей [43, с. 179], что «к высокотехнологичной продукции относится инновационная продукция, при производстве которой используются результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, соответствующих приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники и (или) перечню критических технологий страны».

Следовательно, проведенный анализ позволяет определить информационную базу настоящего исследования продукции высокотехнологичных производств приказами Минпромторга России, который прямо выделяет понятие высокотехнологичной продукции [84], а также Росстата, утвердившего методику расчета показателей продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей [89]. Значительный объем данных

Таблица 5 – Критерии инновационной и высокотехнологичной продукции

ФОИВ	Критерии инновационной продукции	Критерии высокотехнологичной продукции
1 Минпромторг России	<p>1. Потребительские свойства товара являются новыми или улучшенными, превосходят потребительские свойства ранее производимых товаров.</p> <p>2. При производстве товара или оказании услуги используются результаты НИОКР.</p> <p>3. При производстве товара или оказании услуги используется только новое или модернизированное оборудование и технологии, которые ранее не использовались при производстве данного товара.</p> <p>4. Работа выполняется и оказывается услуга в области, в которой ранее аналогичная работа и услуга не применялись.</p> <p>5. При использовании в производстве товара, выполнении работы, оказании услуги учитываются запатентованные РИД.</p> <p>6. Прочее</p>	<p>1. Продукция изготавливается, а услуги предоставляются наукоемкими отраслями.</p> <p>2. Продукция производится, а услуги оказываются на основе использования новейших образцов оборудования и технологий.</p> <p>3. Участие в процессах высококвалифицированного, специально подготовленного персонала.</p>
2 МЧС России	1. Соответствие приоритетным направлениям развития науки,	
3 ФМС России	технологий и техники Российской Федерации.	
4 Минсельхоз России	<p>2. Научно-техническая новизна.</p> <p>3. Внедрение продукции.</p>	
5 Минтранс России	<p>4. Экономический эффект реализации продукции.</p> <p>5. Наукоемкость продукции</p>	

ФОИВ	Критерии инновационной продукции	Критерии высокотехнологичной продукции
6 Минобрнауки России	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Научно-техническая новизна.</li> <li>2. Внедрение продукции.</li> <li>3. Экономический эффект реализации продукции.</li> <li>4. Научоемкость продукции</li> </ol>	<p>Дополнительно к вышеприведенным параметрам добавляется: соответствие приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ</p>
7 Минздрав России		
8 Минкомсвязь России	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Научно-техническая новизна.</li> <li>2. Экономический эффект реализации продукции.</li> <li>3. Наличие защиты патентных прав (если применимо).</li> </ol>	
9 Минэнерго России	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Научно-техническая новизна (новая и усовершенствованная).</li> <li>2. Наличие экономического эффекта.</li> <li>3. Высокий технический уровень (улучшение характеристик, увеличение сроков эксплуатации и т. д.).</li> <li>4. Соответствие приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации.</li> <li>5. Научоемкость продукции.</li> </ol>	

Источник [49, с. 14]

также отражается в статистической отчетности в виде показателей инновационной деятельности, которые также отражают продукцию и услуги высокотехнологичных производств.

При этом важно отметить, что отнесение к инновационности продукции и услуг в статистической отчетности осуществляют сами организации, что, как отмечают исследователи, может снижать достоверность заполнения статистической отчетности [9, 53]. Вместе с тем, для целей настоящего исследования принято, что данные статистического учета в динамике нивелируют недостатки отчетности организаций и позволяют оценить направленность изменений – положительную или отрицательную.

Анализ уровня активности организаций по Российской Федерации в создании высокотехнологичной продукции (по видам экономической деятельности) показал неустойчивый рост активности за период с 2018 по 2021 г. В сравнении с 2018 годом рост активности достигнут по промышленному производству – 111,5 %. Такой рост обеспечили подотрасли производства кожи и изделий из кожи – 147 %, производства одежды – 139 %, производства напитков – 138 %, производство текстильных изделий – 122 % (приложение Г) [118]. При этом по всем видам экономической деятельности активность в 2021 году по отношению к 2018 году незначительно снизилась и составила 93,0 %. Практически аналогичная ситуация сложилась по обрабатывающим производствам – 99,6 % и наблюдается резкое снижение активности по научным исследованиям и разработкам – 77,4 % показателя 2021 года в сравнении с 2018 годом (таблица 6, рисунок 6).

Таким образом, чем более технологичной является сфера с точки зрения перспектив развития экономики, тем меньший темп роста она показывает.

Таблица 6 – Динамика активности организаций по Российской Федерации в создании высокотехнологичной продукции за период с 2018 по 2021 г., по видам экономической деятельности (процентов), %

Отрасль, подотрасль, вид деятельности	2019 г. к 2018 г.	2020 г. к 2018 г.	2021 г. к 2018 г.
Всего	71,1	84,4	93,0
промышленное производство	96,8	103,8	111,5
обрабатывающие производства	88,4	91,8	99,6
научные исследования и разработки	83,6	83,2	77,4

Источник: рассчитано автором по данным Росстата [118]

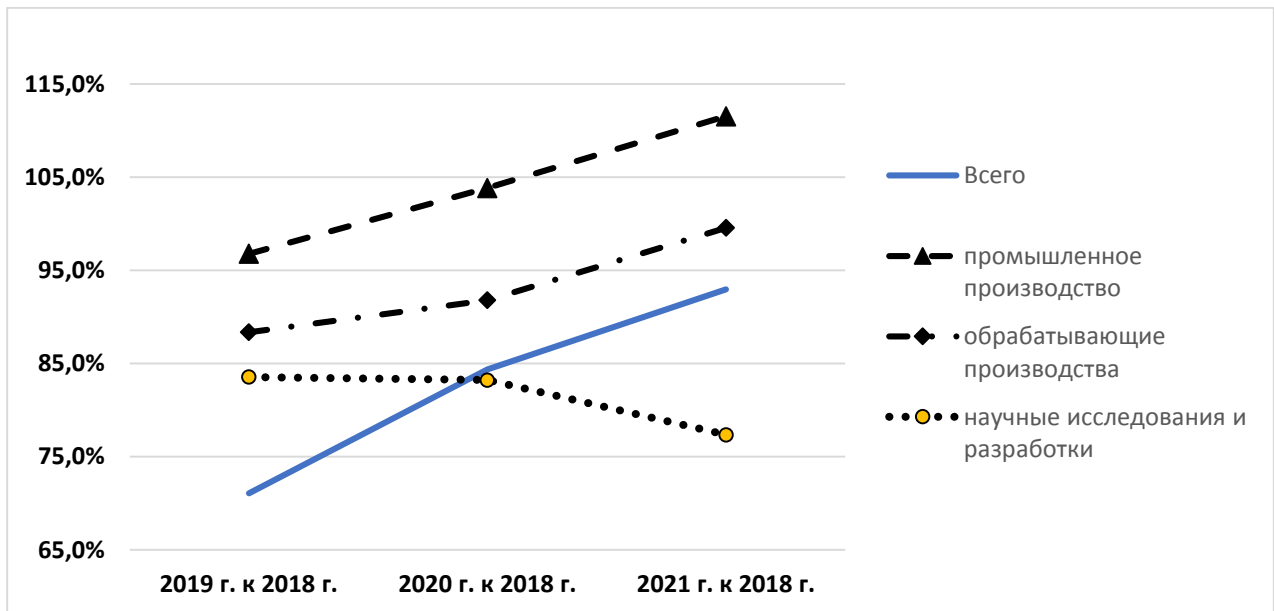


Рисунок 6 – Динамика активности организаций по Российской Федерации в создании высокотехнологичной продукции за период 2018-2021 гг., по видам экономической деятельности (процентов), %

Источник: рассчитано автором по данным Росстата [118]

Одним из факторов замедления активности организаций в создании высокотехнологичной продукции в Российской Федерации в анализируемые годы стало влияние механизма «регуляторной гильотины» на активность организаций, принимающих участие в научных исследованиях и разработках по созданию



продукции высокотехнологичных производств , которая проводилась в рамках реализации «Плана мероприятий (дорожной карты), утвержденной правительством Российской Федерации 29.05.2019 № 4714П-ПЗ6, и Федерального закона от 31 июля 2020 № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации» [82].

Механизм «регуляторной гильотины» заключается в определении возможных и обязательных для бизнеса требований с целью понимания их соответствия современным условиям функционирования. Реализация «регуляторной гильотины» направлена в первую очередь на устранение избыточной административной нагрузки на субъекты предпринимательской деятельности и отмену неактуальных нормативных актов в сфере надзора и контроля. Результатом реализации «регуляторной гильотины» является создание эффективной и результативной системы государственного контроля, обеспечивающей снижение социально значимых рисков [66].

Работа по реализации «регуляторной гильотины» проводится в соответствии «дорожной картой» с обязательным привлечением всех заинтересованных сторон – представителей предпринимательского, экспертного, научного сообществ.

В рамках реализации пункта 2 «дорожной карты» принят Федеральный закон от 31 июля 2020 № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации», который определил понятие обязательного требования, регламентировал процесс разработки и принятия таких требований, установил цели и основные принципы их закрепления в законодательстве [66].

Для реализации реформы утверждены составы 43 рабочих групп по реализации механизма «регуляторной гильотины», в которых принимают участие 40 федеральных органов власти. Результат работы рабочих групп в рамках реализации механизма «регуляторной гильотины» представлен ниже (таблица 7).

Реализация механизма «регуляторной гильотины» в период с 2019 по 2020 г. в части пересмотра и отмены нормативных актов, особенно стандартов, технических регламентов и стандартов в сфере разработки, производства и испытаний (исследований) продукции высокотехнологичных производств , к

которой относятся так же и средства измерений, создает для предприятий промышленности затруднения в принятии решений в отношении инвестирования средств в разработку и продвижения на рынок новой наукоёмкой продукции.

Таблица 7 – Результат работы рабочих групп в рамках реализации механизма «регуляторной гильотины»

<b>Отмененные нормативно-правовые акты</b>		<b>Принятые нормативно-правовые акты</b>	
Федеральные законы	0	Федеральные законы	0
Постановления правительства Российской Федерации	577	Постановления правительства Российской Федерации	106
Ведомственные акты	2411	Ведомственные акты	339
Распоряжения правительства Российской Федерации	15	Распоряжения правительства Российской Федерации	2
<b>ИТОГО Отменено</b>	<b>3003</b>	<b>ИТОГО Принято</b>	<b>447</b>

Источник <https://knd.ac.gov.ru/analytics/>

Отмену большого количества нормативных документов и стандартов нельзя компенсировать и возместить очень быстро. В этом случае возникает правовой вакуум, который негативным образом влияет на деятельность предприятий высокотехнологичного сектора экономики, а в отдельных случаях может привести к образованию коррупционных связей, конфликту интересов и лоббированию интересов конкретных производителей.

На временном горизонте с 2020 по 2030 г. несколько трендов определяют возрастающую роль средств измерений и метрологического обеспечения в технологическом предпринимательстве, формирующем новый технологический уклад социально-экономического развития России.

В условиях смены технологических укладов принципиально повышается роль цифровых технологий, что приводит к существенной минимизации транзакционных издержек благодаря распространению цифровых платформ.

Фактически у предприятий промышленности появился доступ к новому широкому кругу поставщиков, клиентов и субподрядчиков по всему миру. Также увеличились возможности кастомизации продукции и сервисов в результате формирования новых технологических рынков. Такая тенденция соответствует мировому развитию.

Поскольку средний возраст успешных компаний-стартапов, формирующих новые технологии в России – 10-15 лет, то для сформирования точек роста к 2030 году уже сегодня необходима политика опережающего развития высокотехнологичных средств измерений [42].

В конце 2019 года Россия по информации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии стала мировым лидером по измерительным возможностям [90] и сохраняет эту позицию до настоящего времени. Это означает, что Россия находится на первом месте в мире по количеству ведущих национальных метрологических систем мира.

Странами-участницами Метрической конвенции являются 102 страны, обеспечивающие 98 % мирового валового продукта. Страны с наивысшим количеством измерительных и калибровочных возможностей (по состоянию на 25.12.2020): Российская Федерация – 1792 ед., США – 1696 ед., Китай – 1678 ед., Германия – 1544 ед. [90]. Ключевым драйвером роста возможностей в области единства измерений является государственная программа развития промышленности, связанная с модернизацией российской эталонной базы (всего 21 проект).

Анализ степени влияния результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам, по Российской Федерации по видам экономической деятельности по оценочным кодам проведен по данным раздела «Технологическое развитие отраслей экономики» Федеральной службы государственной статистики из формы «Степень влияния результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам» (приложение Д). Анализ данных показал следующее (таблица 8, таблица 9).

Таблица 8 – Доля организаций, оценивших по коду 4 степень влияния результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам, по Российской Федерации по видам экономической деятельности, %

Виды экономической деятельности	Код 4 воздействие отсутствовало				
	2017	2018	2019	2020	2021
Всего	38,0	40,1	46,7	51,3	50,8
промышленное производство	32,9	34,2	38,6	42,1	44,4
добыча полезных ископаемых	45,1	56,0	46,1	56,3	52,3
обрабатывающие производства	28,2	29,8	35,4	38,6	41,1
научные исследования и разработки	33,3	35,2	38,1	35,4	39,3

Источник: рассчитано автором по данным Росстата [118]

Прежде всего, в целом по всем видам экономической деятельности значительную возрастающую величину по годам показали оценки отсутствия воздействия результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам: 38,0 % в 2017 году, 40,1 % в 2018 году, 46,7 % в 2019 году, 51,3 % в 2020 году и лишь в 2021 году наметился незначительное улучшение – 50,8 % оценок.

Таблица 9 – Доля организаций, оценивших по коду 3 степень влияния результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам, по Российской Федерации по видам экономической деятельности, %

Виды экономической деятельности	Код 3 высокая степень воздействия				
	2017	2018	2019	2020	2021
Всего	25,3	25,0	19,4	16,6	17,4
промышленное производство	26,7	27,0	21,6	19,8	19,7
добыча полезных ископаемых	22,6	20,0	29,1	21,6	17,6

Виды экономической деятельности	Код 3 высокая степень воздействия				
	2017	2018	2019	2020	2021
обрабатывающие производства	27,7	27,6	21,1	20,0	20,6
научные исследования и разработки	24,9	25,4	24,7	24,3	22,1

Источник: рассчитано автором по данным Росстата [118]

Это свидетельствует о крайне негативной тенденции влияния результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам. Аналогичная тенденция соответствует сфере промышленного производства: наблюдается увеличение доли кода 4 – воздействие отсутствовало: 32,9 % в 2017 г., 34,2 % в 2018 г., 38,6 % в 2019 г., 42,1 % в 2020 г. и 44,2 % в 2021 году.

При этом по годам по годам снижалась доля оценок по коду 3 – высокая степень воздействия в сфере научных исследований и разработок: доля 25,3 % в 2017 году, 25,0 % в 2018 году, 19,4 % в 2019 году, 16,6 % в 2020 году и лишь в 2021 году составила незначительный рост – 17,4 % (таблица 9). Одновременно значительно увеличивается в этой сфере доля оценок по коду 4 – воздействие отсутствовало – 33 % в 2017 г. До 51 % в 2020 г. (таблица 8).

Проведенный анализ тенденций развития средств измерений в Российской Федерации на период с 2018 по 2021 г. позволил выделить воздействие следующих факторов.

1. «Цифровизация» различных отраслей экономики – перенос системы организации функционирования предприятий и организаций в «виртуальную среду», что потребует увеличения пропускной способности каналов связи, увеличения объемов передаваемой и хранимой информации. Основными трендами будут являться: стремительный рост объема обрабатываемой и хранимой информации, внедрение технологий «больших данных», повышение степени автоматизации обработки информации и внедрение элементов «искусственного интеллекта» в повседневную деятельность, общие требования потребителей к повышению точности СИ и результатов измерений;

2. Старение СИ и метрологического оборудования, используемого промышленными предприятиями и эксплуатирующими организациями на территории Российской Федерации. Невозможность применения ранее используемых СИ вследствие изменения требований к измеряемым параметрам (расширение частотных диапазонов, полосы пропускания, требований к чувствительности, автоматизации процесса измерений и пр.), в том числе и в отношении используемых приборов в СИ, созданных в конце XX – начале XXI века;

3. Продолжение развития промышленности в части создания новых высокотехнологических образцов, требующих как проверки достижения целевых характеристик (измерения параметров), так обеспечения их функционирования (измерительные модули и средства);

4. Отсутствие кардинальных изменений в области использования двигателей внутреннего сгорания и иных «тепловых установок», основанных на сжигании природного топлива (в т.ч. природного газа), и, как следствие, продолжение (сохранение) добычи нефти (газа) и разработки нефтяных месторождений, что приводит к необходимости как разработки новых методов поиска месторождений (в т.ч. из космоса), так и их дальнейшей эксплуатации (техническая диагностика, расходометрия и т.п.);

5. Повышение степени внимания к «Арктической зоне» и как следствие расширение потребности к средствам ее освоения и обеспечения эксплуатации: гидрометеорологические измерения и контроль, средства связи и навигации вблизи полюса, средства обеспечения судовождения, средства обеспечения разработки, испытаний и эксплуатации ледокольной техники и систем доставки грузов морским путем;

6. Общий тренд на повышение качества жизни и изменения законодательства в части повышения пенсионного возраста существенно влияет на степень интереса со стороны населения к вопросу здравоохранения, в т.ч. диагностики, что может повлиять на повышение потребности как в средствах медицинской диагностики (в т.ч. с элементами измерения), так и к оборудованию

обеспечения их функционирования (поверка и калибровка).

К факторам, сдерживающим развитие разработки новых версий и серийного производства СИ на территории Российской Федерации, можно отнести:

1. Отсутствие систематизированной информации о серийно производимых в Российской Федерации средствах измерения и возможности замещения иностранных аналогов для потенциальных потребителей и, как следствие, отсутствие заказов, стимулирующих развитие серийного производства;

2. Отсутствие у предприятия – разработчика СИ ресурсов по организации серийного выпуска и организации сбыта, включая разобщенность испытательной базы для организации промежуточных и выходного контроля и первичной поверки;

3. Высокая степень зависимости производителя от иностранной электронной компонентной базы, в т.ч. и ее обновления (необходимость изменения конструкторской документации (КД) и переутверждения типа СИ, либо формирование существенных запасов ЭКБ и т.д.);

4. Отсутствие достоверной информации у производителя СИ для планирования объемов производства и сбыта СИ, не дающее возможности использования «эффекта масштаба», позволяющего снизить себестоимость и повысить конкурентоспособность производимой продукции;

5. Повышение внимания к «экологическим проблемам» и всем видам измерений, связанных с ними.

Исследование причин действия факторов сдерживания развития разработок СИ и возможности их преодоления заключаются в создании среды устойчивого долгосрочного взаимодействия участников предметной области по всему жизненному циклу. Мобильность и неопределенность внешней среды можно преодолеть партнерством организаций, характеризующихся активной стратегией развития. Масштабность деятельности заключается в интеграции ведущих организаций, обладающих лидерскими компетенциями в предметной области СИ. Такой подход, в отличие от традиционных альянсов и стратегических партнерств, не приводит к усилению монополизации.

## **2.2 Роль головной научной организации в реализации стратегии развития высокотехнологичных продуктов**

Особую роль в управлении взаимодействием участников полного жизненного цикла высокотехнологичной продукции играют головные научные организации, имеющие статус государственного научного центра Российской Федерации в соответствии с распоряжением Правительства России [85]. При этом важно то, что в предметной области современных средств измерений роль головной научной организации выполняет Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»).

ФГУП «ВНИИФТРИ» как объект исследования представляет собой систему подразделений, занятых созданием и реализацией знаний и технологий в предметной области высокотехнологичных средств измерений [96]. Научно-техническую самостоятельность организации определяет ее технический и технологический уровни, которые формируют ее потенциал. В развитии ФГУП «ВНИИФТРИ» за 2019-2021 гг. можно выделить тенденции опережающего роста средств измерений в количественном измерении (117 %) по сравнению с ростом в стоимостном измерении (113 %), что свидетельствует о наращивании объемов поставок высокотехнологичной продукции российским заказчикам, а также требует вовлечения значительного числа организаций-соисполнителей по отдельным НИР.

Развитие предметной области средств измерений включает значительное число НИР фундаментального и прикладного характера. Так, в целях создания перспективных средств измерений ФГУП «ВНИИФТРИ» выполнены следующие работы [96]:

- НИР «Исследование возможностей создания перспективных высокоточных измерителей параметров гравитационного поля»;
- ОКР «Разработка стандарта частоты и времени рубидиевого с



подстройкой по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем»;

- ОКР «Разработка технологического стенда для изготовления сверхминиатюрного квантового стандарта частоты для прецизионной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС и его метрологическое обеспечение»;

- ОКР «Разработка технологии изготовления оборудования для производства ячейки газовой МГФК.467746.003»;

- ОКР «Разработка линейки измерителей мощности ультразвукового излучения ИМУ-2ПМ».

К перспективным направлениям развития высокотехнологичных СИ, требующим освоения новых технологий и совершенствования производственной и испытательной базы ФГУП «ВНИИФТРИ», относятся:

- создание стандарта частоты и времени на основе технологии по использованию медленных атомов цезиевого «фонтана», отличающихся высокой стабильностью воспроизведения частоты;

- создание аппаратуры квантовых стандартов частоты на основе фемтосекундного лазера, отличающейся более высокими показателями нестабильности частоты, активных и пассивных мазеров, малогабаритных стандартов частоты;

- создание сети эталонных базисов длины на расстояниях до 1000 км с миллиметровыми и сантиметровыми погрешностями;

- создание средств метрологического обеспечения экологического контроля в области ионизирующих излучений и создание рабочих эталонов ионизирующих измерений для решения задач экологического мониторинга и контроля окружающей среды;

- создание средств метрологического обеспечения в области величин гидроакустического и гидрофизического измерений;

- создание средств измерений и средств их метрологического обеспечения в диапазоне частот до 178 ГГц;

- создание оптико-электронных измерительных устройств для волоконно-оптических систем связи.

Отдельно следует выделить направление деятельности – повышение метрологических характеристик перспективных средств измерений достижений в области нанотехнологий.

Проведенный нами анализ системных факторов в сфере ответственности ФГУП «ВНИИФТРИ» позволил выделить следующие значимые факторы, влияющие на деятельность в сфере высокотехнологичных СИ:

- отсутствие серьезных изменений в геополитической ситуации и сложившихся санкционных ограничений на доступ высокотехнологической продукции на рынок Российской Федерации, в т.ч. ограничения на приобретение высокотехнологичных средств производства, необходимых для создания СИ и модернизации эталонов;

- сохраняющаяся зависимость от иностранной ЭКБ, используемой при создании радиоэлектронного оборудования, продолжающаяся тенденция к миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры;

- отсутствие существенных изменений в макроэкономической ситуации и серьезных изменений в соотношениях мировых валют по отношению к рублю, что обеспечивает повышенный интерес и спрос на Российскую продукцию;

- развитие средств и систем связи и передачи данных (мировая тенденция) как в части изменения частотных диапазонов и полос, используемых для передачи данных, так и пропускной способности (скорости передачи данных) аппаратуры, что требует иных средств организации контроля, эксплуатации и сопровождения разработки новых видов продукции;

- усложнение технологических процессов, требующих применения средств измерений и их элементов, в т.ч. в автоматизированном режиме;

- продолжающаяся тенденция внедрения средств автоматизации управления технологическими процессами во все отрасли экономики;

- повышение степени использования «зеленой энергии» и технологий, связанных с повышением экологичности используемых технологий.

Оценка перспектив развития предметной области развития ФГУП «ВНИИФТРИ» показывает, что с учетом тенденций развития науки и техники,

геополитическими и макроэкономическими факторами, указанными ранее, а также основными тенденциями, основными направлениями развития в области создания и модернизации средств измерений и эталонов являются следующие направления:

- модернизация государственных эталонов и средств обеспечения их функционирования;
- создание новых государственных эталонов и средств обеспечения их функционирования;
- разработка и производства приборов и радиоэлектронного оборудования;
- разработка средств обеспечения и оснащения полигонов для проведения измерений и испытаний продукции;
- разработка и производства средств автоматизации проведения измерений, управления процессами измерений, сбора и обработки данных (включая распределенные системы).

Пример результатов оценки перспективных направлений развития предметной области ТП «ССИ», реализуемых ФГУП «ВНИИФТРИ» приведен ниже (приложение Б).

**Импортозамещение – главный драйвер создания и производства средств измерений.** На базе Опытно-производственного технического центра (ОПТЦ) ФГУП «ВНИИФТРИ» начали серийно выпускать ранее разработанные средства измерений:

- осциллографы С8-203/2, С8-203/4, С8-205/2, С8-205/4;
- стандарты частоты и времени рубидиевые Ч1-92.

Данные СИ поставляются серийно в адрес научных институтов и производственных предприятий, входящих в состав акционерного общества Концерн воздушно-космической обороны «Алмаз – Антей» (АО «ВНИИРТ», АО «ЦНИРТИ им. Берга», АО «МЗ РИП»), АО «Воткинский завод». По результатам проведенных поставок осциллографы С8-203/2 включены в состав изделий, серийно выпускаемых АО «Концерн воздушно-космической обороны «Алмаз – Антей».

Осуществляются поставки производимых ФГУП «ВНИИФТРИ» стандартов

частоты и времени рубидиевых Ч1-92 в Республику Казахстан. По результатам ввода в эксплуатацию поставленных стандартов Ч1-92 Комитет технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан выдал «ВНИИФТРИ» сертификат о признании утверждения типа средств измерений, зарегистрированный в реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан [96].

В соответствии с пожеланиями и предложениями потребителей и в рамках развития производства осциллографов серии С8 начаты работы по разработке комплекса специализированного прикладного программного обеспечения, позволяющего автоматизировать решение типовых инженерных задач и решать задачу интеграции СИ в автоматизированную систему управления технологическими процессами (АСУ ТП).

**Создание перспективных средств измерений широкого научного и промышленного применения за счет собственных средств.** На базе ОПТЦ сформировано специальное конструкторское бюро, в составе которого организованы следующие направления разработки:

- разработка радиоэлектронных приборов, в т.ч. средств измерений общего назначения. Создание данного направления позволяет оптимизировать процессы разработки СИ на базе ФГУП «ВНИИФТРИ», создать основные базовые модульные элементы СИ, которые могут быть применимы иными отечественными разработчиками и производителями;

- разработка специализированного программного обеспечения (СПО) для управления измерительными приборами, автоматизации процессов реализации сложных инженерных задач. Создание данного направления позволяет отказаться от приобретения иностранного программного обеспечения, поставляемого в виде дополнительных опций к средствам измерений иностранного производства, и обеспечить создание ФГУП «ВНИИФТРИ» набора отечественного СПО, способного заместить аналогичное по функционалу ПО, поставляемое производителями СИ;

- разработка и производство конструкций и элементов экранированных

сооружений и безэховых экранированных камер, предназначенных для широкого спектра испытаний, в т.ч. на электромагнитную совместимость. Создание данного направления позволяет обеспечить создание конкурентоспособной продукции, являющихся аналогами продукции иностранных производителей, таких как ETS Lindgren (США), Frankonia (Германия) и др.

**Производство средств измерений.** ФГУП «ВНИИФТРИ» серийно производит средства измерений, приборы и иная сопутствующая продукция 61 наименования. В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 719 от 17 июля 2015 года «О критериях отнесения промышленной продукции к промышленной продукции, не имеющей аналогов, произведённых в Российской Федерации» получено «Заключение о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации» № 60227/11 от 18 сентября 2018 года, подтверждающего производство промышленной продукции – «Стандарт частоты и времени Ч1-92» на территории Российской Федерации.

Для оптимизации взаимодействия с потребителями продукции, производимой ФГУП «ВНИИФТРИ», работает информационный Интернет – ресурс, предоставляющий описания и подробные характеристики средств измерений, мер, измерительных установок и других высокоточных измерительных приборов [96].

**Выполнение НИОКР, создание перспективных средств измерений широкого научного и промышленного применения за счёт собственных средств.**

Основными тенденциями развития системы обеспечения единства измерений, оказывающими влияние на реализацию «Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года» в период 2019-2021 годов в части измерений, закрепленных за ФГУП «ВНИИФТРИ», являются [111]:

- опережающее развитие современной элементной компонентной базы (ЭКБ);
- повышение точности рабочих средств измерений, обусловленное

развитием научных решений и промышленных технологий, используемых при их производстве;

- массовое внедрение средств измерений в ряде областей, где ранее осуществлялось применение относительно небольшого количества средств измерений;
- появление и внедрение новых видов средств измерений;
- расширение сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Деятельность научно-исследовательских организаций ориентирована на решение научно-технологических проблем производства с преобладанием прикладных НИОКР, «выходом» на производство опытных образцов и в конечном итоге созданием объектов интеллектуальной собственности. Основной задачей научной организации является проведение НИОКР и внедрение научно-технических продуктов и технологий в производство. Такой позиции придерживаются различные исследователи. Например, Лугачев М.И. считает требуется цифровое управление цепочками создания ценности, реализуемыми в цифровую эпоху на бизнес-платформах [55, с. 49].

В теории и практике менеджмента распространены различные варианты комплементарных взаимосвязей и активов. Так, Портер М. считает, что взаимосвязанные виды деятельности являются основой стратегии и формируют элементы организационного дизайна [75].

По нашему мнению, для научно-исследовательских организаций, занимающихся разработкой продукции высокотехнологичных производств, характерны определенные особенности и этапы реализации цепочек создания ценности. К таким принципиальным особенностям деятельности научно-исследовательских организаций, которые оказывают влияние на процессы создания стоимости, можно отнести следующие [104]:

- 1) наличие связей с отраслями промышленного производства и формирование научно-технического задела в данной области;
- 2) долгосрочный горизонт планирования от 3 до 10 лет, так как научные

разработки могут длиться более 5 лет, при этом получение первых результатов должно осуществляться в течение года;

3) сложность точной оценки планируемых затрат и результатов НИОКР из-за высокой степени неопределенности научно-технических параметров проектов;

4) вероятность получения незапланированного результата на любом этапе проекта: отрицательного результата или, наоборот, результата, имеющего самостоятельную коммерческую ценность;

5) ключевым фактором успеха при реализации проектов становится когнитариат, в связи с чем первостепенное значение приобретает вопрос экономически обоснованного нормирования труда и планирования заработной платы основного производственного персонала;

6) при выполнении НИОКР и ТР используется высокотехнологичное дорогостоящее оборудование, часть стоимости которого должна быть включена в цену проекта;

7) основным результатом НИОКР являются объекты интеллектуальной собственности, которые могут быть в дальнейшем коммерциализированы.

Механизм реализации цепочек создания продукции высокотехнологичных производств (рисунок 7) основывается на том, что на входе в цепочку создания продукции высокотехнологичных производств определяются требования заказчика, а также ресурсы необходимые для осуществления разработок и создания продукции.

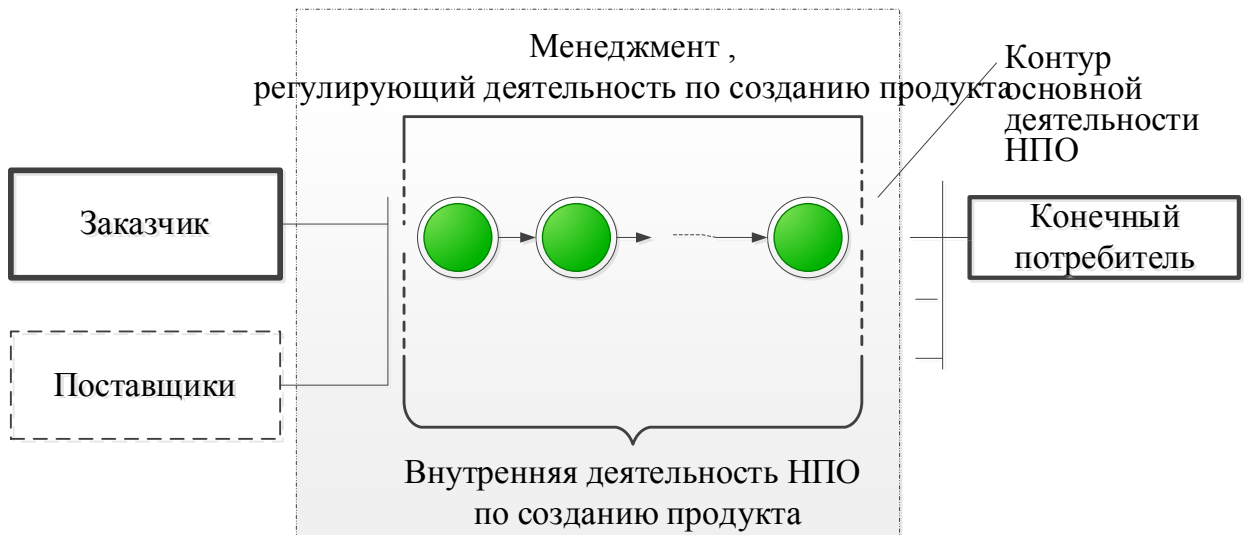


Рисунок 7 – Механизм реализации цепочек создания продукции высокотехнологичных производств

Источник: разработано автором

### 2.3 Исследование организационно-управленческих процессов создания продукции высокотехнологичных производств

Рассмотрим более подробно роль участников цепочки создания высокотехнологичной продукции ФГУП «ВНИИФТРИ» (таблица 10).



Таблица 10 – Потребности потенциальных заказчиков

Наименование заказчика	Потребности
Министерство обороны Российской Федерации	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Создание измерительных систем в области измерений акустических полей;</li> <li>- Разработка военных эталонов (комплекса военных эталонов) единиц величин;</li> <li>- Создание комплексов контроля энергетических и целевых характеристик системы ГЛОНАСС и иностранных КНС;</li> <li>- Создание комплекса наземных средств формирования шкалы времени КК системы ГЛОНАСС и синхронизации средств системы ГЛОНАСС;</li> <li>- Разработка и изготовление гидрофонов;</li> <li>- Разработка составных частей подсистемы непосредственной калибровки бортовых и наземных радиотехнических средств с использованием имитатора навигационного сигнала.</li> </ul>
Министерство промышленности и торговли Российской Федерации	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Исследование путей и разработка технологий создания сверхминиатюрного квантового стандарта частоты для прецизионной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС;</li> <li>- Создание сверхминиатюрного квантового стандарта частоты для прецизионной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС.</li> </ul>
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Создание репера частоты на основе использования технологии получения холодных атомов в интересах достижения тактико-технических характеристик системы ГЛОНАСС;</li> <li>- Создание хранителя единиц времени и частоты на основе фонтана атомов рубидия для оснащения эталонов единиц времени и частоты в интересах достижения перспективных тактико-технических требований системы ГЛОНАСС;</li> <li>- Модернизация комплексов хранения национальной шкалы времени UTC (SU) в интересах достижения заданных тактико-технических характеристик системы ГЛОНАСС;</li> <li>- Проведение исследований по созданию экспериментального образца оптического стандарта частоты и времени на основе фемтосекундных технологий;</li> <li>- Создание стационарных и мобильных комплексов метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС в части радиотехнических измерений в интересах достижения тактико-технических характеристик системы ГЛОНАСС;</li> <li>- Разработка высокоточных средств сличений национальной шкалы координатного времени UTC (SU) со шкалой времени системы ГЛОНАСС и другими лабораториями времени;</li> <li>- «Создание комплекса аппаратуры для совершенствования Государственного первичного эталона единиц звукового давления и колебательной скорости в водной среде ГЭТ 55-2016 в целях расширения частотного диапазона в ультразвуковом диапазоне частот и снижения погрешности воспроизведения и передачи единицы в диапазоне низких звуковых частот»;</li> <li>- «Создание репера частоты фонтанного типа на основе холодных атомов рубидия с целью достижения</li> </ul>

Наименование заказчика	Потребности
	<p>мирового уровня в воспроизведении единиц времени и частоты»;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Разработка комплекса аппаратных средств высшей точности для усовершенствования базы Государственных первичных эталонов с целью обеспечения единства измерений в Российской Федерации в области радиотехнических измерений»;</li> <li>- «Разработка комплекса аппаратуры воспроизведения и передачи единиц объемной активности радона и торона и плотности потока радона для совершенствования базы Государственных первичных эталонов и обеспечения единства измерений в Российской Федерации в области измерений ионизирующих излучений»;</li> <li>- «Разработка средств обеспечения единства измерений электромагнитного поля излучения антенных систем и вторичного электромагнитного поля отражающих объектов для размеров апертур до 2 м в диапазоне частот до 50 ГГц»;</li> <li>- «Создание измерительного гидроакустического комплекса с векторным приемником для измерения и поиска источников повышенного шумоизлучения морских объектов»;</li> <li>- «Разработка эталонов переносчиков единицы статического давления 1 - 1600 МПа и импульсного давления 1 - 1000 МПа»;</li> <li>- «Разработка средств обеспечения единства измерений комплексных коэффициентов отражения и передачи в волноводных трактах в диапазоне частот до 178 ГГц»;</li> <li>- «Разработка средств обеспечения единства измерений мощности электромагнитных колебаний и спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения»;</li> <li>- «Разработка промышленной технологии и технологического испытательного гравиметрического стенда для проведения комплексных испытаний, исследований и диагностики высокоточных относительных гравиметров при их разработке, производстве и эксплуатации»;</li> <li>- «Создание комплекса оценки характеристик комплексированной инерциально-спутниковой навигационной аппаратуры, работающей по сигналам спутниковых навигационных систем».</li> </ul>
<p>Предприятия и организации различных форм собственности</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение работ и оказание услуг согласно областям аккредитации института;</li> <li>- поставка средств измерений, выпускаемых ФГУП «ВНИИФТРИ».</li> </ul>

Источник: разработано автором на основе [96]

В роли заказчика продуктов научно – технической деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ» выступают организации внешнего и внутреннего контура (рисунок 8):

1. государственный заказчик;
2. коммерческие организации;
3. ФГУП «ВНИИФТРИ» как инициатор поисковых фундаментальных и прикладных исследований [96].

Менеджмент, регулирующий деятельность по созданию продукта, определяет нормативы затрат, порядок формирования себестоимости работ/услуг в части прямых и косвенных затрат, нормативы прибыли. Во внутренней деятельности по созданию продукта возникают места образования затрат.

Для целей исследования модель полного жизненного цикла (ЖЦ) продукции высокотехнологичных производств можно представить в виде цепочки создания стоимости, включающей комплекс ключевых процессов (рисунок 9).

Результатом реализации цепочки создания продукции высокотехнологичных производств является получение продукта/услуги (технологии, методик, лабораторного образца, объекта интеллектуальной собственности, а также конструкторско-технологической документации и т.п.) в предметной области специализации отделений ФГУП «ВНИИФТРИ» в сфере средств измерений, поверочного оборудования и метрологических услуг [96].

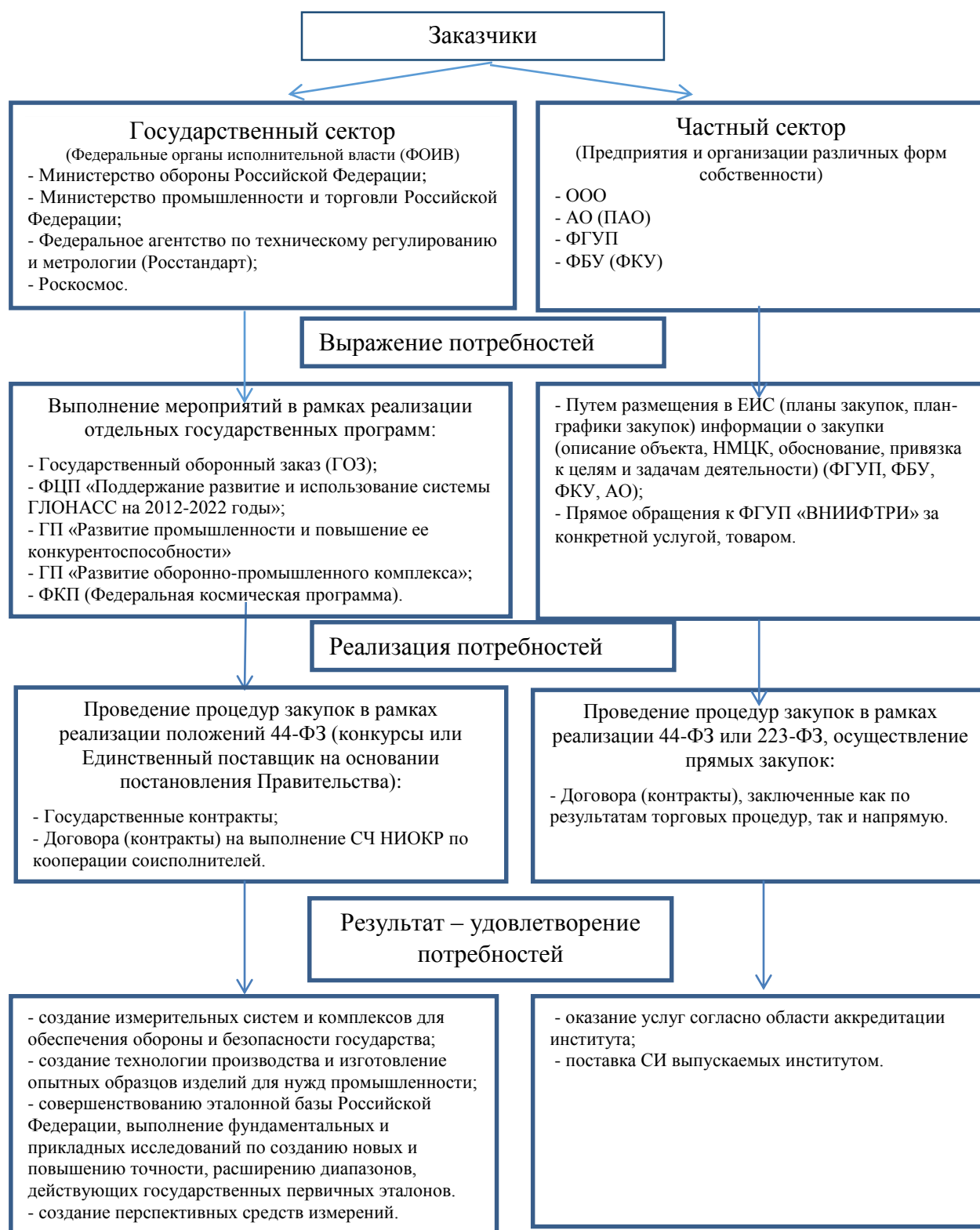


Рисунок 8 – Участники стадий полного жизненных циклов высокотехнологичных изделий в предметной области средств измерений ФГУП «ВНИИФТРИ»

Источник: разработано автором



Рисунок 9 – Цепочка создания стоимости в ходе основной деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ»

Источник: разработано автором

Каждый этап цепочки создания стоимости может иметь самостоятельное значение в том случае, он входит в компетенцию другого заказчика-потребителя, отвечающего за жизненный цикл высокотехнологичного изделия.

Соответственно, результатом реализации отдельных этапов цепочек может быть создание научно-технического задела с целью дальнейшей разработки и производства новых высокотехнологичных изделий и формирования спроса на результаты проектных и конструкторско-технологических решений.

В рамках реализации такого рода цепочек может создаваться научно-технический задел с целью дальнейшей разработки и производства новых высокотехнологичных продуктов и формирования рынка (спроса).

Анализ цепочек ценностей продукции высокотехнологичных производств позволил сформулировать следующие этапы полного жизненного цикла (рисунок 10):

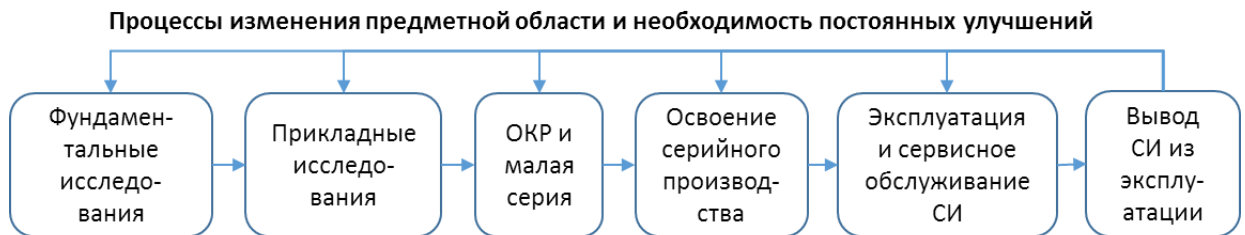


Рисунок 10 – Полный жизненный цикл создания продукции высокотехнологичных производств

Источник: разработано автором

- фундаментальные исследования, которые включают в себя поисковые исследования, которые направлены на разработку прогнозов развития науки и техники, открытие путей применения новых явлений и закономерностей в исследуемой сфере;

- прикладные исследования направлены на поиск путей практического применения открытых ранее явлений и процессов с целью решения технической проблемы, уточнения неясных теоретических вопросов, получения конкретных научных результатов, которые в дальнейшем будут использованы в качестве

научно-технического задела в опытно-конструкторских работах;

- опытно-конструкторские и технологические работы включают проведение комплекса работ по разработке конструкторской и технологической документации на опытный образец, по изготовлению и испытаниям опытного образца изделия, выполняемым по техническому заданию;

- организация мелкосерийного и серийного производства продукции высокотехнологичных производств, в котором учтены изменения опытных образцов по результатам предварительных испытаний с применением новых технологий и уместных в данном случае приемов и методов серийного производства;

- эксплуатация и сервисное обслуживание включает услуги по поддержке работоспособного состояния СИ в соответствии с его нормативными требованиями;

- вывод СИ из эксплуатации означает замену действующего СИ его аналогом с более высокими характеристиками.

Пример взаимодействия участников полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств на примере средств измерений приведена ниже (рисунок 11).

Информация по объемам реализации серийно выпускаемых средств измерений предприятиями ядра технологической платформы за период с 2019 г. по 2021 г. приведена ниже (таблица 11).

Анализ объемов реализации серийно выпускаемых СИ организациями ядра технологической платформы показывает стабильный характер роста объемов, отражающийся в динамике их количества (117 %) и стоимости (113 %).



Рисунок 11 – Пример взаимодействия участников полного жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств на примере средств измерений

Источник: разработано автором на основе [96]



Таблица 11 – Объемы реализации серийно выпускаемых средств измерений предприятиями ядра технологической платформы за период с 2019 по 2021 год

<b>Показатель</b>	<b>2019 г.</b>	<b>2020 г.</b>	<b>2021 г.</b>	<b>2021/2019</b>
Кол-во (шт.)	186	245	218	117
Стоимость (тыс. р.)	511417,92	642690,10	579155,52	113

Источник: разработано автором

Важным аспектом организации деятельности головной организации является ее участие в оказании услуг по метрологическому обеспечению (поверка, калибровки). Объем таких услуг за период с 2019 по 2021 год приведен ниже (таблица 12). Анализ динамики услуг по метрологическому обеспечению показывает, несмотря на снижение количества СИ, подлежащих поверке и калибровке (91 %), а также числа организаций, заявивших СИ на поверку и калибровку (97 %), общий объем оказанных услуг вырос на 4 %, а стоимость на одно СИ увеличился на 14 % и на одну организацию на 8 % (таблица 13).

Анализ деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ» в предметной области ТП «ССИ» показывает высокую степень готовности научного задела в высокотехнологичных отраслях науки и техники, активное формирование плана инициативных работ, целью которых является разработка перспективных технологий, опытных образцов, средств измерений исходя из анализа перспективных потребностей предприятий промышленности и органов исполнительной власти.

Это свидетельствует в целом о незначительных колебаниях показателей в условиях сокращения деятельности многих организаций и стабильных перспективах роста объема услуг, связанных с ростом масштабов импортозамещения.

Таблица 12 – Объем услуг по метрологическому обеспечению (поверка, калибровки) этапов полного жизненного цикла средств измерений, которые поступают во ФГУП «ВНИИФТРИ» за период с 2019 по 2021 год

Наименование	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	Количество (шт.)	Объем оказанных метрологических услуг (р.)	Количество (шт.)	Объем оказанных метрологических услуг (р.)	Количество (шт.)	Объем оказанных метрологических услуг (р.)
Общее количество средств измерений поступивших на платформу для оказания услуг по поверки и калибровки	51778	776545814,62	54490	700707654,80	47351	810011446,00
из них:						
- поверены	47282	-	49211	-	44241	-
- прошли калибровку	3344		3982		2254	
- забракованы (извещение о непригодности)	1152		1297		856	

Источник: разработано автором

Таблица 13 – Динамика показателей объемов услуг по метрологическому обеспечению (поверка, калибровки) на этапе эксплуатации СИ за период с 2019 по 2021 год

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 / 2021
Объем оказанных метрологических услуг (тыс. р.)	776545,81	700707,65	810011,45	104
Количество СИ, ед. (шт.)	51778	54490	47351	91
- поверены	47282	49211	44241	94
- прошли калибровку	3344	3982	2254	67
- забракованы (извещение о непригодности)	1152	1297	856	74
Стоимость услуги на СИ, тыс. р.	15,00	12,86	17,11	114
Число организаций-заказчиков, ед.	3 103	2 858	3007	97
Стоимость услуг на одну организацию, тыс. р.	250,26	245,17	269,38	108

Источник: разработано автором

Внутри полного жизненного цикла организуются мероприятия по поддержанию требуемого состояния каждого этапа в его самостоятельной предметной области:

- маркетинговые исследования – определение потребностей рынка, тенденций спроса, продукции и услуг, которые будут востребованы в будущем, прогнозирование направлений технологического развития;

- формирование и утверждение программы мероприятий – составление долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных планов реализации работ по созданию продукции высокотехнологичных производств, включая сроки, объемы и результаты фундаментальных и прикладных научных исследований, опытно-конструкторских, опытно-технологических и внедренческих работ, состав исполнителей работ, объемы и порядок закупок нематериальных и материальных активов; расчет начальных максимальных цен контрактов, формирование технических заданий и документации с учетом лимитов финансирования заказа, определяемых государственным заказчиком и впоследствии устанавливаемый

государственным контрактом;

- внесение предложений для включения разработок в государственный заказ – учет планируемых разработок при формировании государственного заказа;
- согласование и подписание контракта – согласование всех существенных условий контракта с учетом требований законодательства Российской Федерации и дальнейшее подписание контракта;
- авансирование – получение аванса на разработку продукции высокотехнологичных производств согласно условиям контракта. В соответствии с контрактом может осуществляться поэтапное финансирование работ;
- научно-исследовательские работы, связанные с доработкой продукта в соответствии с современным уровнем развития науки и техники после получения результатов фундаментальных и/или прикладных исследований;
- освоение – создание опытных образцов для дальнейшего промышленного освоения;
- мониторинг процесса эксплуатации изделия;
- подготовка нового изделия/модернизация существующего изделия.

Также возможна модификация данной модели под коммерческие заказы, выполняемые ФГУП «ВНИИФТРИ». Соответственно, цепочка создания продукции высокотехнологичных производств является «втягивающей», в которой этап «получение заказа» может реализовываться сразу после этапа «маркетинговые исследования».

Разработка вышеописанной продукции требует реорганизации существующей модели деятельности и построения системы управления, обеспечивающей эффективное создание продукции высокотехнологичных производств в условиях воздействия геополитических и макроэкономических факторов.

## **Выводы по главе 2**

1. Важным драйвером развития высокотехнологичных отраслей становится уровень обеспечения создания и продвижения наукоемкой продукции средствами измерений. Связано это с тем, что высокие технологии кардинальным образом

меняют требования к средствам получения измерительной информации требуемого качества. Поэтому существует прямая связь обеспечения современными средствами измерений и активности организаций высокотехнологичных секторов экономики.

2. Анализ уровня активности высокотехнологичных отраслей показал ее неустойчивый рост за период 2018-2021 гг. Более того, в целом по всем видам экономической деятельности в 2021 году он составил лишь 93,0 % от уровня 2018 года, а по научным исследованиям и разработкам даже резко снизился за этот период до уровня 77,4 %. Следовательно, параметры стратегии Правительства РФ по обеспечению единства измерений в Российской Федерации до 2025 года оказывается под угрозой невыполнения, что может привести к снижению уровня высокотехнологичных производств.

3. Снижение уровня активности предприятий Российской Федерации в сфере высоких технологий частично компенсируется мероприятиями государственной программы развития промышленности, связанными с реализацией проектов модернизации российской эталонной базы. Вместе с тем, анализ данных Росстата РФ показывает снижение воздействия современных технических регламентов, правил и стандартов на деятельность предприятий: удельный вес оценок с отсутствием влияния выросло с 38,0 % в 2017 году до 50,8 % в 2021 году, в том числе по промышленности в целом – с 32,9 % до 44,4 %, по обрабатывающим производствам – с 28,2 % до 41,1 %, по научным исследованиям и разработкам – с 33,3 % до 39,3 %.

4. Проведенный анализ тенденций развития средств измерений в Российской Федерации на период с 2018 по 2021 г. позволил выделить воздействие следующих факторов: трудности, связанные с переносом деятельности предприятий в виртуальную среду; старение средств измерений и метрологического оборудования; отсутствие систематизированной информации о потребности в замене импортных аналогов серийными российскими средствами измерений; разобщенность испытательных баз для контроля и поверки средств измерений; отсутствие достоверной информации для планирования высокотехнологичных средств измерений и др.

5. Перспективным направлением решения проблем развития высокотехнологичных средств измерения является повышение роли и значения головных организаций Росстандарта, в частности, ФГУП «ВНИИФТРИ», отвечающих за развитие подотрасли и способных объединить под единым управлением полный жизненный цикл перспективных средств измерений. Проведенный анализ системных факторов в сфере ответственности ФГУП «ВНИИФТРИ» выявил значимые факторы, отрицательно влияющих на деятельность в сфере высокотехнологичных СИ, что позволило разработать предложение по построению механизма реализации цепочек создания продукции высокотехнологичных производств.

6. Исследование организационно-управленческих процессов создания продукции высокотехнологичных производств на основе реализации цепочек создания стоимости позволило представить модель управления взаимодействием участников различных стадий полного жизненного цикла, позволяющей реализовать высокую степень готовности научного задела в высокотехнологичных отраслях науки и техники, в активное формирование плана инициативных работ, целью которых является разработка перспективных технологий, опытных образцов, средств измерений исходя из анализа перспективных потребностей предприятий промышленности и органов исполнительной власти.

## **Глава 3 Организационно-управленческие механизмы взаимодействия участников создания продукции высокотехнологичных производств**

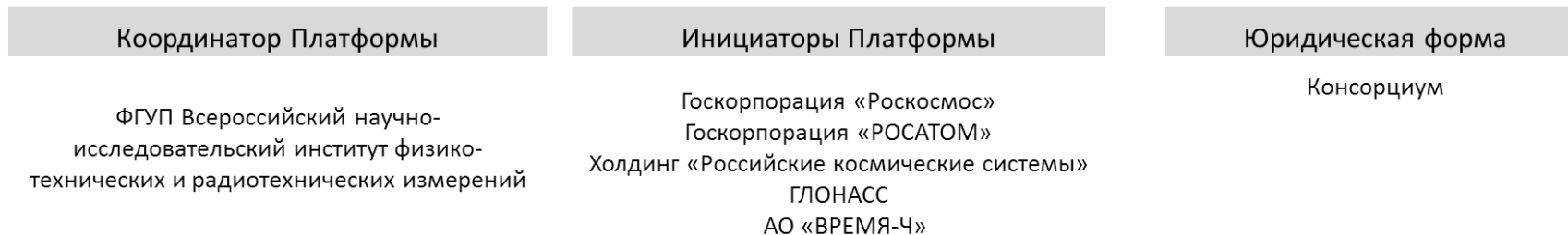
### **3.1 Взаимодействие участников цифровой платформы на основе интеграции ключевых компетенций**

Предметную область технологической платформы «Современные средства измерений» (далее – ТП «ССИ») определяет «Стратегия обеспечения единства измерений в Российской Федерации на период до 2025 года» (далее – Стратегия), которая задает целевые показатели по проектам создания эталонов нового поколения, реализующих определения единиц системы СИ на основе фундаментальных физических констант [111].

ТП «ССИ», создаваемая головной научной организацией ФГУП «ВНИИФТРИ» включает направления развития системы обеспечения единства измерений, образующей основы метрологической инфраструктуры Российской Федерации, но, в отличие от Стратегии, определяет взаимодействие участников предметной области измерительных и калибровочных технологий. Проведенный анализ и обобщение опыта построения технологических платформ в Российской Федерации позволяет предложить следующую схему организации управления (рисунок 12).

В качестве организационно-правовой формы ТП «ССИ» выбран консорциум, поскольку он способствует объединению участников жизненного цикла продукции высокотехнологичных производств при сохранении участниками объединенной структуры юридической и экономической самостоятельности, позволяя получить конкурентные преимущества перед другими участниками рынка.

## СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ



### Структура технологической платформы

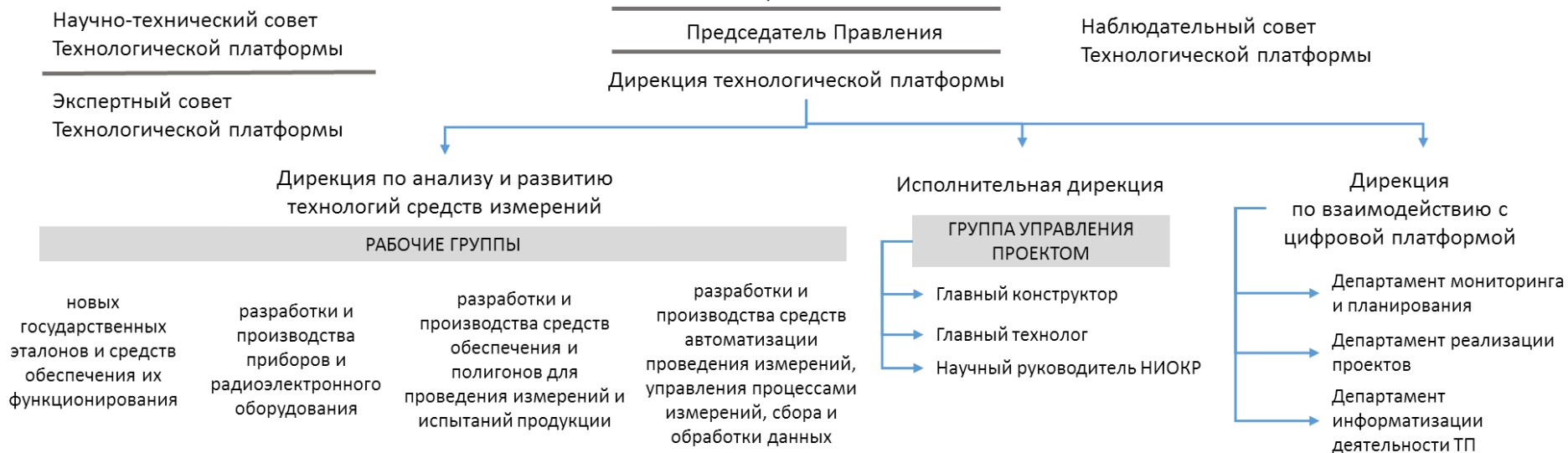


Рисунок 12 – Организация управления технологической платформой «Современные средства измерений»

Источник: разработано автором



Консорциум оформляется соглашением участников и может создаваться без образования юридического лица. В рамках консорциума его участники не формируют организационную структуру, за исключением небольшого аппарата Дирекции по взаимодействию с цифровой платформой, включающей группы мониторинга и планирования, реализации проектов и информатизации деятельности технологической платформы.

Исполнительная дирекция работает как проектные группы под руководством Главных конструкторов, Главных технологов и Научных руководителей НИОКР ФГУП «ВНИИФТРИ», которые организуют работы по управлению полным жизненным циклом перспективных средств измерений.

Дирекция по анализу и развитию технологий средств измерений реализует основные направления предметных областей технологической платформы, включая следующие:

- 1) новые государственные эталоны и средства обеспечения их функционирования;
- 2) разработка и производство приборов и радиоэлектронного оборудования;
- 3) разработка и производство средств обеспечения и полигонов для проведения измерений и испытаний продукции;
- 4) разработка и производство средств автоматизации проведения измерений, управления процессами измерений, сбора и обработки данных.

Концепция организации ТП «ССИ» включает ядро, периферию и перспективу участников. Ядро участников составляют научно-исследовательские метрологические институты, подведомственные Росстандарту, периферию – организации, участвующие в полном жизненном цикле средств измерений (проведение фундаментальных исследований, прикладных НИР и ОКР, создание приборов и оборудования, их эксплуатация, поверка, а также вывод из эксплуатации), а к перспективе относятся потенциальные партнеры, получившие значимые результаты в предметной области средств измерений.

Разделение предметных областей научно-исследовательских метрологических институтов Росстандарта возможно на основе сложившейся

практики закрепления эталонных средств измерений.

1. Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева») является головной организацией в стране по фундаментальным исследованиям в области метрологии и развитию государственной эталонной базы Российской Федерации: здесь созданы и применяются 53 государственных первичных эталона (ГПЭ) [91, 94].

2. Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ») – Государственный научный центр Российской Федерации, Главный метрологический центр Государственной службы времени, частоты и определения параметров Земли (ГСВЧ), Государственный научный метрологический институт [96].

3. Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ») является ведущим научно-исследовательским институтом в стране по разработке и созданию методов и средств оптико-физических измерений [115, 95].

4. Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС») является центром государственных эталонов по закрепленным видам и областям измерений, проводит фундаментальные и прикладные исследования, выполняет функции Государственного испытательного центра средств измерений, другие многочисленные возложенные на него функции, ФГУП «ВНИИМС» является Главным научным центром Государственной метрологической службы страны (ГМС) [15].

Научно-исследовательские метрологические институты, подведомственные Росстандарту, в рамках технологической платформы «Современные средства измерений» ведут организацию полных жизненных циклов высокотехнологичных средств измерений в пределах закрепленных за ними предметных областей.

Организации периферии ТП «ССИ» образуют отечественные организации-производители высокотехнологичных СИ. Например, для радиоизмерительных приборов можно выделить организации по 8-ми группам приборов (рисунок 13).

ГРУППА ПРИБОРОВ	ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
Генераторы	ЗАО «НПФ «ТЕХНОЯКС», АО «НПК «Мера», ООО «РИП-Импульс», АО «НПФ "МИКРАН», ООО «ДОК», ООО «Микроволновая Электроника»
Анализаторы спектра	АО «НПФ «МИКРАН», АО ПФ «ЭЛВИРА», ООО «Микроволновая Электроника», ФГУП «Гамма»
Осциллографы	ФГУП «ВНИИФТРИ», ЗАО «Супертехприбор», ЗАО «НПФ «ТЕХНОЯКС»
Векторные анализаторы цепей	АО «НПФ «МИКРАН», ООО Планар, ООО «РИП-Импульс»,
Измерители шума	ЗАО «НПФ «МИКРАН», ООО «РИП-Импульс», АО «НПК «РИТМ»
Антенны измерительные и АИК	АО «Скард-электроникс», ФГУП «ВНИИФТРИ», АО «ННПО имени М.В. Фрунзе», АО «ЦКБА», ООО НПК «Тесарт», ООО «НПП «Трим»
Измерители и калибраторы мощности	ФГУП «ВНИИФТРИ», ЗАО «НПФ «ТЕХНОЯКС», АО «НПФ "МИКРАН», ООО «НПП «Элмика-М»
Измерители плотности потока энергии	ООО «НТМ-Защита», АО «ННПО имени М.В. Фрунзе»

Рисунок 13 – Организации-участники периферии ТП «ССИ»

Источник: материалы ФГУП «ВНИИФТРИ»

Принципиальная схема организации технологической платформы «Современные средства измерений» приведена ниже (рисунок 14). ТП «ССИ» следует рассматривать в составе цифровой платформы в качестве организатора деятельности по приоритетным проектам полного жизненного цикла. Поскольку ранее в исследовании обоснована коммуникационная роль цифровой платформы, создаваемой как автоматизированная информационная система особого класса, способная объединить участников ТП «ССИ» единой информационной средой, позволяющей снизить трансакционные издержки взаимодействия.

Это означает, что ТП «ССИ» строится с использованием алгоритмов программных прикладных и инфраструктурных компонентов, которые можно быстро организовать на основе DevOps и облачных вычислений.

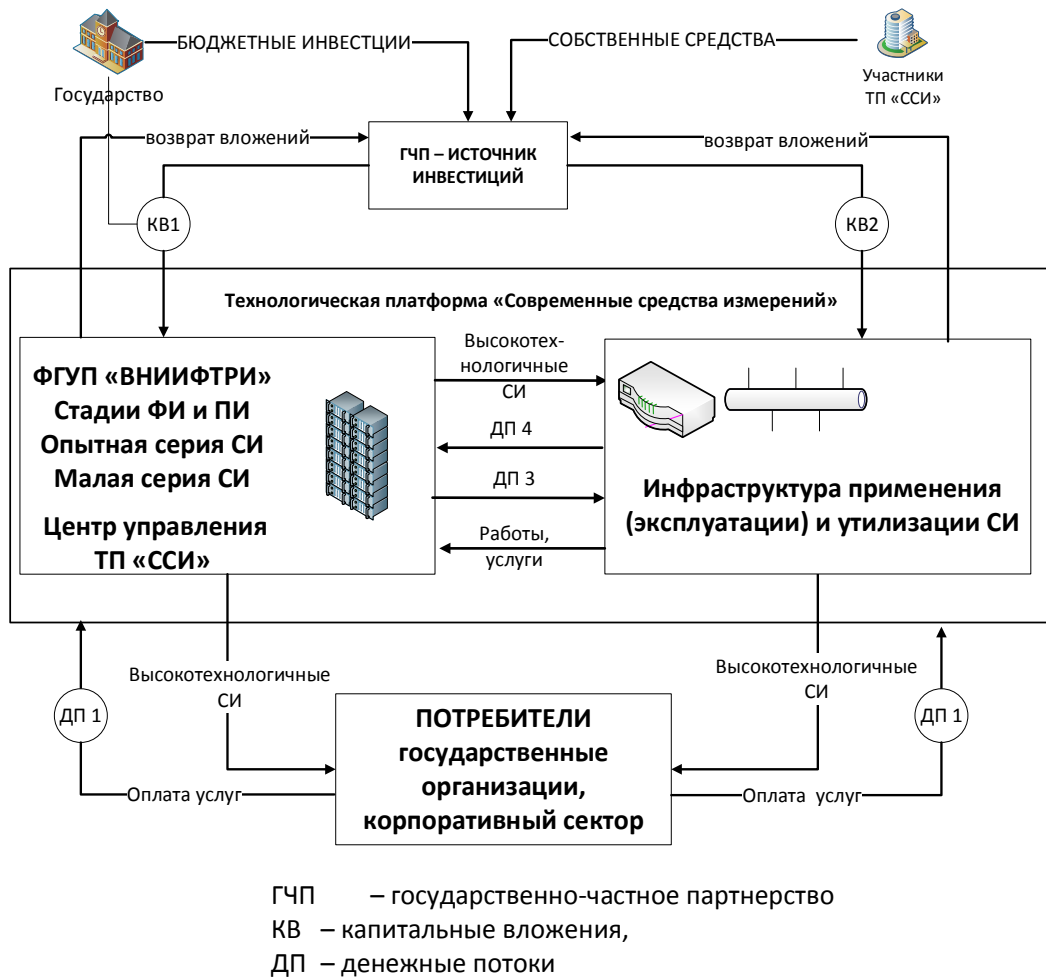


Рисунок 14 – Принципиальная схема организации технологической платформы «Современные средства измерений» ФГУП «ВНИИФТРИ»

Источник: разработано автором

В этом заключается уникальная роль цифровой платформы, отличающее ее от других информационных систем, в т.ч. используемых каждым отдельным участником ТП «ССИ».

Именно в результате решения задач в автоматизированном дистанционном режиме возможна организация управления ТП «ССИ» с минимальным вовлечением сотрудников ФГУП «ВНИИФТРИ» в выполнение проектов полного жизненного цикла, поскольку цифровая платформа позволит участникам совместно использовать цифровую инфраструктуру взаимодействия и устанавливать приоритетные для проектов управляющие условия для участников.

Цифровизация ТП «ССИ» должна обеспечить создание эффективной системы управления, основанной на анализе данных:

- 1) единая система хранения и обработки цифровых данных о средствах измерения (электронные паспорта средств измерений);
- 2) полный перевод в цифровой вид всех процессов жизненного цикла средств измерений;
- 3) автоматизированные технологии поддержки решений о перспективных средствах измерений на основе результатов анализа данных;
- 4) повышение результативности государственно-частного партнерства в сфере средств измерений за счет достоверности данных состояния и перспективах предметной области.

В перспективе при подключении к ТП «ССИ» большого количества участников цифровая платформа позволит накопить большой объем данных и использовать на этой основе самообучающийся искусственный интеллект.

Цифровая платформа позволит обрабатывать большие объемы данных о средствах измерений на разных этапах их жизненного цикла, в том числе в структурированном и неструктурированном виде, используя различные бизнес- и аналитические приложения.

Цифровая платформа обеспечит однократность ввода данных и использование их различными информационными системами, предоставляя пользователям разрешённый доступ к необходимым данным.

Принципиальная модель интеграции цифровой и технологической платформ «Современные средства измерений» приведена ниже (рисунок 15).



Рисунок 15 – Интеграция цифровой и технологической платформ «Современные средства измерений»

Источник: разработано автором

Рассмотрим подробнее организацию ядра ТП «ССИ». Прежде всего, исходная предпосылка участников «ядра» технологической платформы состоит в том, что их деятельность рассматривается как совокупность ключевых компетенций, позволяющих предлагать определенные ценности.

ФГУП «ВНИИФТРИ» в рамках своей предметной области в ядре ТП «ССИ» организует взаимодействие с институтами Росстандарта, дополняющие его компетенции в фундаментальных и прикладных исследованиях и составляющие способность развивать предметную область, недоступную для большинства других организаций (рисунок 16).

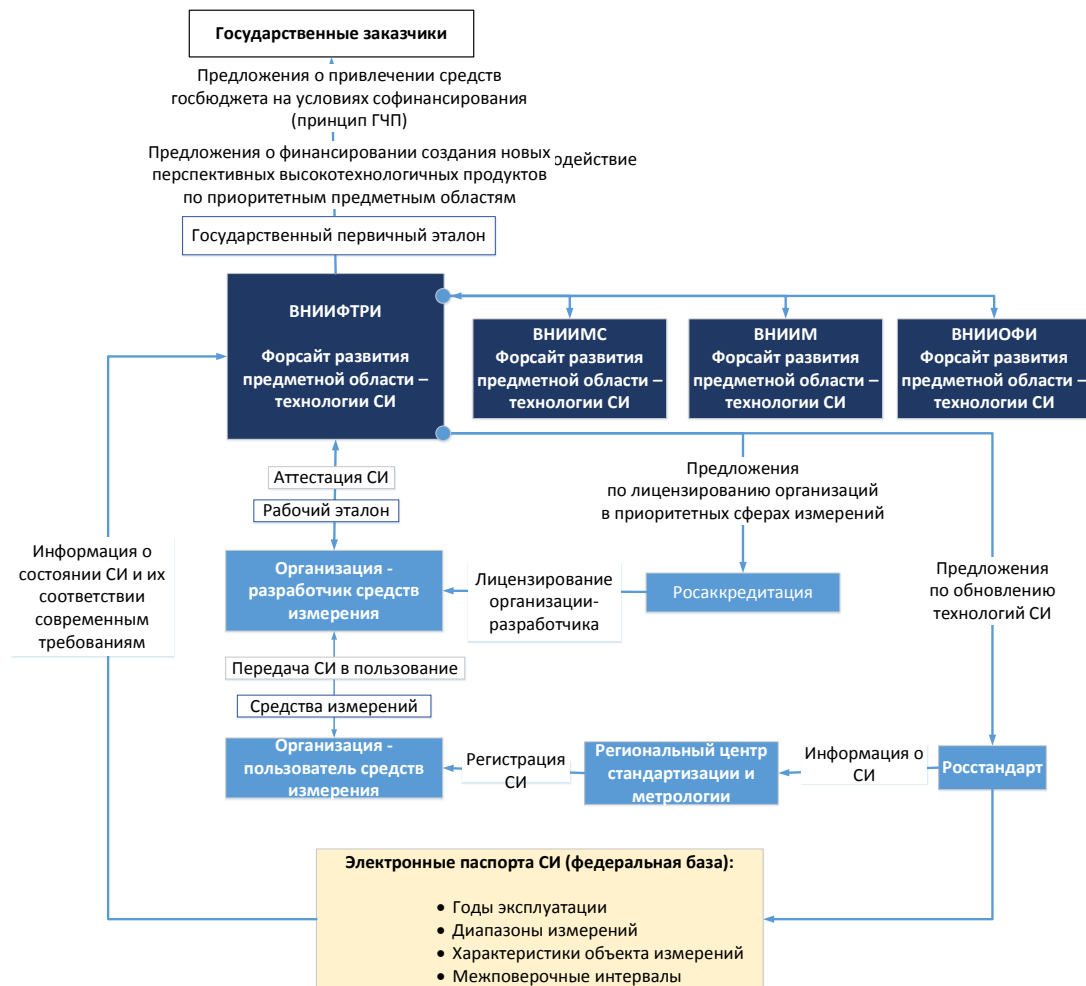


Рисунок 16 – Построение ядра технологической платформы высокотехнологичной продукции «Современные средства измерений»

Источник: разработано автором

«Сборка» ядра технологической платформы с участием институтов Росстандарта осуществляется с учетом известного пересечения их компетенций в соответствии с принятым закреплением эталонов измерений.

ФГУП «ВНИИФТРИ» привлекает к участию в технологической платформе организации, являющиеся компетентами, обладающими лидирующими конкурентными результатами деятельности в предметной области отдельных стадий жизненного цикла изделия – научными достижениями, прикладными технологиями, научно-техническим потенциалом и др.

Следовательно, их компетентность определяется набором технологий, способностей, знаний и умений, позволяющий решать уникальные для данной стадии жизненного цикла высокотехнологичных изделий.

В этом случае организации-компетенты, входя в технологическую платформу, получают возможность развиваться в определенной предметной области и в перспективе стать соисполнителями работ конкретного этапа жизненного цикла, добавляя ценность в характеристики (параметры) высокотехнологичных изделий.

1. Наличие функциональных компетенций.

- 1.1. Опыт создания и реализации современной научно-технической продукции.

- 1.2. Возможность присутствия в местах внедрения научно-технических разработок.

- 1.3. Низкие расходы по адаптации научно-технических разработок к особенностям их использования.

- 1.4. Возможность расширения линейки научно-технической продукции, создания разнообразия моделей.

- 1.5. Возможность анализа потребностей клиента при подготовке ТЗ, выполнения НИОКР и ее внедрения.

- 1.6. Наличие уникальных способностей и возможностей научных работников и специалистов.



Ключевые компетенции организации образуют верхний уровень, необходимый для участия в ядре ТП «ССИ». Ключевыми компетенциям можно считать следующие:

- знание потребностей заказчиков в определенной предметной области и умение регулярно обновлять это знание;
- способность реализовать на практике заказы ТП «ССИ», необходимые для выполнения проектов создания высокотехнологичных изделий;
- способность постоянно наращивать и развивать свои ключевые компетенции в ТП «ССИ».

Ключевые компетенции организации ядра ТП «ССИ» должны обеспечивать создание уникальных высокотехнологичных изделий, а носители ключевых компетенций – иметь преимущества при выполнении НИОКР.

В условиях конкуренции организации ядра ТП «ССИ» должны стремиться к защите своих ключевых компетенций, чтобы сохранить преимущества в предметной области ТП «ССИ» при выполнении НИОКР, а также коммерциализации высокотехнологичных изделий. Для оценки ключевых компетенций организации ядра ТП «ССИ» важными являются следующие:

- значимость для ТП «ССИ» ключевой компетенции, отражающейся в приобретаемой ценности, создаваемой по результатам НИОКР;
- уникальность научно-технических продуктов, основанных на фундаментальных и прикладных разработках, которые трудно повторить другим организациям Росстандарта и основными конкурентами;
- соответствие стратегическим приоритетным направлениям развития предметной области ТП «ССИ»;
- возможность и опыт сотрудничества организации с ТП «ССИ» для реализации ключевых компетенций;
- перспективы развития ключевой компетенции в соответствии с видением будущего состояния предметной области ТП «ССИ».

Совокупность ключевых компетенций организации определяется в первую очередь результативностью ее участия в НИОКР предметной области за

определенный период времени (не менее 4-5 лет жизненного цикла высокотехнологичных изделий) по сравнению с общим объемом работ.

Для оценки значимости ключевых компетенций участников НИОКР и их отнесения к ядру ТП «ССИ» следует сформировать выборку организаций в заданной предметной области современных средств измерений за определенный период времени, оценить доли участия организаций в объемах НИОКР и определить на этой основе коэффициент ключевых компетенций предметной области:

$$K_{\text{кк}} = \frac{V_{\text{ПО орг}}}{V_{\text{ПО «ВНИИФТРИ»}}} : \frac{V_{\text{орг}}}{V_{\text{«ВНИИФТРИ»}}} \quad (1)$$

где  $V_{\text{ПО «ВНИИФТРИ»}}$  – объем НИОКР предметной области по заказам ФГУП «ВНИИФТРИ», всего, тыс. р.

$V_{\text{ПО орг}}$  – объем НИОКР организации в предметной области по заказам ФГУП «ВНИИФТРИ», тыс. р.

$V_{\text{ВНИИФТРИ}}$  – объем НИОКР по заказам ФГУП «ВНИИФТРИ», всего, тыс. р.

$V_{\text{орг}}$  – объем НИОКР организации по заказам ФГУП «ВНИИФТРИ», тыс. р.

В случае  $K_{\text{кк}} > 1$ , доля организации в предметной области ТП «ССИ» превышает общий объем НИОКР организации, что свидетельствует о том, что она выполняет значительную роль развитии предметной области. Следовательно, по данному критерию организации с  $K_{\text{кк}} > 1$  можно отнести к ядру ТП «ССИ».

Пример расчетов показателей ключевых компетенций приведен в таблице 12. При этом важно, что «периферия» ТП «ССИ» определяется наличием у организаций-участниц функциональных компетенций, которые отражают сильные стороны организации в предметной области.

Функциональные компетенции характеризуют наличие у организаций преимуществ в предметной области за пределами ТП «ССИ».

Значение функциональных компетенций заключается в том, что они поддерживают создание уникальных научно-технических продуктов и обеспечивают ТП «ССИ» потенциал для выхода в новый сегмент предметной

области.

Ядро и периферия участников ТП «ССИ» поддерживается персональными (индивидуальными) компетенциями – набором знаний, умений и способностей, приобретенных и закрепленных сотрудником в ходе трудовой деятельности. Персональные компетенции сотрудников необходимы для поддержки ключевых и функциональных компетенций ТП «ССИ».

Оценка функциональных компетенций участников ТП «ССИ» предлагается проводить на основе сравнения динамики объемов выручки организации (всех выполненных НИОКР по данным отчетности) и изменении доли организации в объемах НИОКР предметной области.

Динамика прироста (снижения) общей стоимости выполненных НИОКР свидетельствует об уменьшении результативности организации и снижении ее потенциала у заказчиков. Изменение доли организации (со своим знаком) в объемах НИОКР предметной области, выполненных по заказам ФГУП «ВНИИФТРИ», свидетельствует об увеличении или снижении роли организации для ТП «ССИ».

Оценку функциональных компетенций можно представить в виде матрицы соответствия результатов организации предметной области ТП «ССИ», которая позволяет дополнить коэффициент ключевых компетенций предметной области ( $K_{кк}$ ) и тем самым точнее разграничить участников ядра и периферии ТП «ССИ».

Матрица соответствия предметной области функциональных компетенций организации (рисунок 17) представляет собой квадрант, по осям которого откладываются следующие параметры:

- по вертикальной оси «Y» – прирост (+), снижение (-) нарастающим итогом объемов общей стоимости выполненных НИОКР, за выбранный период времени (4-5 лет);
- по горизонтальной оси «X» – изменение доли организации в объемах НИОКР предметной области, выполненных по заказам ФГУП «ВНИИФТРИ», за выбранный период времени (4-5 лет).



Рисунок 17 – Матрица соответствия организации предметной области ТП «ССИ»

Источник: разработано автором

Общая оценка состояния ТП «ССИ» на основе матрицы соответствия организации предметной области предназначена для оценки результативности связей организаций ядра ТП «ССИ»:

1. ТП «ССИ» тем сильнее в долгосрочной перспективе, чем большая часть ресурсов сосредоточена на сильных НИОКР, способствующих развитию ключевых компетенций ФГУП «ВНИИФТРИ».

2. Если большая часть ресурсов ФГУП «ВНИИФТРИ» не расходуется на взаимодействие с «сильными» организациями ядра ТП «ССИ», то необходимо начать в первую очередь с пересмотра ключевых компетенций – возможно, они уже старели и должны быть обновлены.

3. Организации ядра ТП «ССИ», попавшие в квадранты «Ослабляющие

позиции» и «Отвлекающие позиции» должны быть усилены с превращением в сильные организации в стратегии ФГУП «ВНИИФТРИ» или заменены организациями из числа имеющих средние компетенции.

4. Взаимодействие с организациями, соответствующими «Истощающей позиции» необходимо свернуть в рамках ТП «ССИ» и передать их сторонним организациям.

Анализ положения организации-участницы ТП «ССИ» позволяет сделать гибким, настраиваемым состав ядра и периферии, поскольку оценка ключевых компетенций дополняется и уточняется функциональными компетенциями, корректирующими решения организатора ТП «ССИ».

Рассмотрим подробнее предлагаемую методику формирования состава организаций-участниц ТП «ССИ» на примере предметной области «Измерение времени и частоты», которая включает организации, соответствующие требованиям компетенций в сфере высокотехнологичных изделий – хранителей единиц времени и частоты, стандартов частоты, стационарных и мобильных комплексов метрологического обеспечения и др. (далее – высокотехнологичные изделия средств измерения частоты и времени).

Прежде всего, производится выборка организаций, участвующих в НИОКР предметной области, и на этой основе формируется потенциальный состав организаций-участниц ядра и периферии ТП «ССИ», позволяющая оценить ключевые компетенции организаций в предметной области.

Оцениваем ключевые компетенции участников НИОКР предметной области и возможность их отнесения к ядру ТП «ССИ» на основе исходных данных (приложение Е). Для этого формируем выборку организаций в предметной области средств измерения частоты и времени за 5 лет, оцениваем доли участия организаций в объемах НИОКР и определяем на этой основе коэффициент ключевых компетенций предметной области (таблица 14).

Среди восьми организаций-участниц предметной области средств измерения частоты и времени за 5 лет только три организации показали положительную динамику нарастающим итогом.

Расчет коэффициента ключевых компетенций предметной области ( $K_{\text{кк}}$ ) показал его значение  $>1$  у АО «ВРЕМЯ-Ч» (1,333) и ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (2,088). Близкое к 1 значение  $K_{\text{кк}}$  имеет ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений", что означает возможность его включения в ядро ТП «ССИ».

Взаимодействие с остальными организациями возможно после корректировки ролей организаций-участников ТП «ССИ» в соответствии с матрицей соответствия, которая позволяет определить функциональные компетенции, усиливающие роль и значение ключевых компетенций организаций в предметной области «Высокотехнологичные изделия средств измерения частоты и времени».

Анализ функциональных компетенций проводим с использованием расчета показателей оценки функциональных компетенций организаций, входящих в выборку предметной области частотно-временных измерений нарастающим итогом за период с 2016 по 2021 г. (таблица 15). В зависимости от того, в какой квадрант матрицы попадает организация по результатам анализа, зависит ее участие в заказах на выполнение НИОКР от ФГУП «ВНИИФТРИ».

Таблица 14 – Пример расчета показателей ключевых компетенций организаций, входящих в выборку предметной области частотно-временных измерений нарастающим итогом по данным с 2016 по 2021 год

Наименование организации	Объем НИОКР по заказам ФГУП «ВНИИФТРИ»				Коэффициент ключевых компетенций предметной области	
	Всего, тыс. р.	Доля в выборке предметной области, %	в т.ч. в области частотно-временных измерений		Значение	Растет (+), снижается (-)
			Сумма, тыс. р.	Доля в выборке предметной области, %		
ЗАО «ВРЕМЯ-Ч»	5474046,98	40	1461044,22	53	1,333	0,333
АО «Конструкторское бюро навигационных систем»	3602818,14	26	353962,74	13	0,491	-0,509
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений»	1102363,53	8	201986,70	7	0,915	-0,085
ООО «ТЕХНОСКАН-ЛАБ»	359343,50	3	53902,50	2	0,749	-0,251
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»	738753,73	5	308722,60	11	2,088	1,088
АО «Российский институт радионавигации и времени»	2533817,56	18	384789,37	14	0,759	-0,241
<b>ИТОГО</b>	<b>13811143,44</b>	<b>100</b>	<b>2764408,13</b>	<b>100</b>	<b>1,000</b>	<b>0,000</b>

Источник: рассчитано автором

Таблица 15 – Показатели оценки функциональных компетенций организаций, входящих в выборку предметной области частотно-временных измерений нарастающим итогом за период с 2016 по 2021 г.

Наименование организации	В процентах	
	Изменение доли в объемах НИОКР предметной области, выполненных по заказам ФГУП «ВНИИФТРИ»	Прирост (+), снижение (-) объемов общей стоимости выполненных НИОКР
АО «ВРЕМЯ-Ч»	-17,78	81,76
АО «Конструкторское бюро навигационных систем»	-3,32	-39,29
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений»	3,06	-6,68
ООО «ТЕХНОСКАН-ЛАБ»	-64,03	98,83
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»	3,66	73,15
АО «Российский институт радионавигации и времени»	-1,68	147,82

Источник: рассчитано автором

Графическая интерпретация матрицы соответствия (рисунок 18) показывает следующее распределение организаций-участниц ТП «ССИ» по их функциональным компетенциям:

Квадрант 1 «Усиливающая позиция» – верхний правый квадрант матрицы, означает высокое соответствие организации предметной области ТП «ССИ» «Высокотехнологичные изделия средств измерения частоты и времени». Таким потенциалом для развития ТП «ССИ» обладает ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

Квадрант 2 «Отвлекающая позиция» – организации, расположенные в левом верхнем углу матрицы, соответствуют предметной области ТП «ССИ», но при этом они не способствуют развитию ее предметной области.

Анализ показал, что таких организацией довольно много в выборке и они все требуют мониторинга деятельности в предметной области – АО «Российский институт радионавигации и времени», АО «ВРЕМЯ-Ч», ООО «ТЕХНОСКАН-ЛАБ».



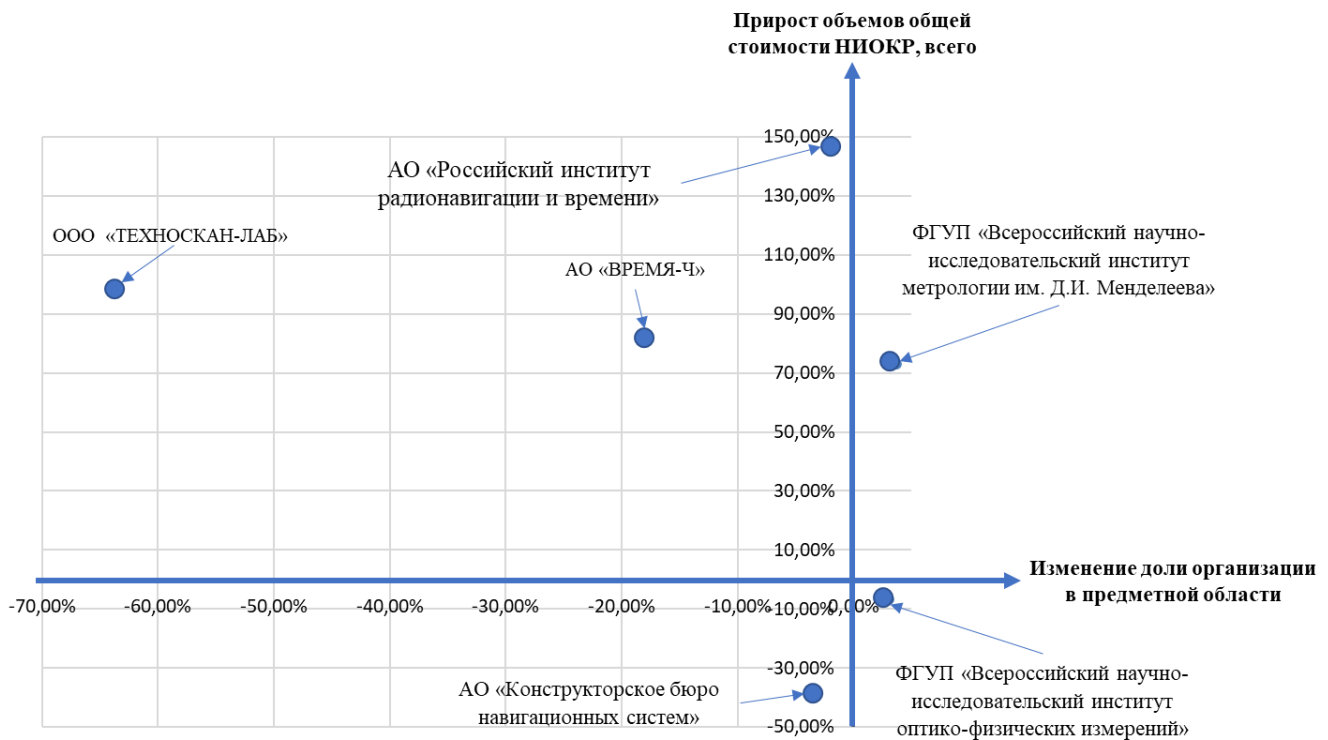


Рисунок 18 – Матрица соответствия функциональных компетенций организаций в предметной области ТП «ССИ»

Источник: рассчитано автором

Вывод: данные организации размывают концентрацию ТП «ССИ» на развитии ее ключевых компетенций.

Квадрант 3 «Ухудшающая позиция» – означает низкое соответствие организации предметной области ТП «ССИ» «Высокотехнологичные изделия средств измерения частоты и времени». Организация, находящаяся в этом квадранте – полная противоположность сильным организациям квадранта 1. Организацией, не имеющей значительного потенциала для развития ТП «ССИ», выступает АО «Конструкторское бюро навигационных систем». Однако, имея в виду незначительное отклонение прироста общего объема стоимости работ, в случае долгосрочного сотрудничества, необходимо дополнительно оценить потенциал организации в предметной области ТП «ССИ».

Вывод: организация может в приоритетном порядке претендовать на участие в проектах ФГУП «ВНИИФТРИ», поскольку она усиливает приоритеты развития ТП «ССИ». Результаты организации данного квадранта привлекательны с точки зрения краткосрочных целей, но в долгосрочной перспективе они не приближают

ФГУП «ВНИИФТРИ» к достижению целей ТП «ССИ», а значит, способствуют утрате стратегической инициативы; заказы таких организаций нужно, по возможности передавать организациям с перспективными компетенциями.

Квадрант 4 «Ослабляющая позиция» – компетенции организаций в значительной мере соответствуют предметной области ТП «ССИ» «Высокотехнологичные изделия средств измерения частоты и времени», но не приближают ее к реализации миссии. Организацией, требующей мониторинга объемов деятельности, выступает ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений».

Вывод: организации, находящиеся в данном квадранте, делают ТП «ССИ» потенциально сильной, но их компетенции могут быть нецелесообразны, т.к. отвлекают ее от достижения главной цели.

Сочетание оценок ключевых компетенций ( $K_{кк}$ ) и матрицы соответствия функциональных компетенций позволяет формулировать управленческие решения по организации взаимодействия на ТП «ССИ» на основе следующей логики.

1. При коэффициенте ключевых компетенций организации больше 1 возможны следующие управленческие решения в зависимости от места организации в квадрантах матрицы соответствия:

Таблица 16 – Области управленческих решений по взаимодействию участников ТП «ССИ» на основе ключевых и функциональных компетенций

Наименование организации	Коэффициент ключевых компетенций	Место в квадранте матрицы соответствия функциональных компетенций	Управленческие решения по организации взаимодействия на ТП «ССИ»
АО «ВРЕМЯ-Ч"	1,333	2	Поддерживать перспективное сотрудничество, значительная часть заказов может быть передана организации, дополнительных решений не требуется

Наименование организации	Коэффициент ключевых компетенций	Место в квадранте матрицы соответствия функциональных компетенций	Управленческие решения по организации взаимодействия на ТП «ССИ»
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений»	0,491	4	Развивать перспективное сотрудничество
АО «Конструкторское бюро навигационных систем»	0,915	3	Развивать собственные исследования ФГУП «ВНИИФТРИ»; критическая ситуация, основной объем заказов передается организации, по которой требуется мониторинг ключевых компетенций
ООО «ТЕХНОСКАН-ЛАБ»	0,749	2	Развивать перспективное сотрудничество
АО «Российский институт радионавигации и времени»	2,088	2	Развивать перспективное сотрудничество
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»	0,759	1	Продолжать взаимодействие и готовить к переводу в ядро ТП

Источник: рассчитано автором

- в 1-ом квадранте матрицы – объединять усилия и ресурсы в реализацию потенциала сотрудничества, передавая всю (или большую) часть выполнения заказа;

- во 2-ом квадранте – поддерживать перспективное сотрудничество, сохраняя при этом взаимодействие посредством коммуникационных технологий и использования незначительной части материальной инфраструктуры и физических активов (исследовательского оборудования, экспериментальной и производственной баз и т.п.);

- в 3-ем квадранте – снижать уровень взаимодействия и развивать собственные исследования ФГУП «ВНИИФТРИ», передавать для выполнения заказов незначительную часть ключевых компетенций организации;

- в 4-ом квадранте – поддерживать перспективное сотрудничество и развивать сетевое взаимодействие в крупных проектах на основе создания временных коллективов квалифицированных специалистов различных организаций, объединяющих взаимодополняющие компетенции.

2. При коэффициенте компетенций организации меньше 1 возможны следующие управленческие решения в зависимости от места организации в квадрантах матрицы соответствия:

- в 1-ом квадранте матрицы – поддерживать перспективное сотрудничество, развивая смешанные формы совместных проектов, возможно не по всему жизненному циклу продукции высокотехнологичных производств;

- во 2-ом квадранте – сложная ситуация, значительный объем заказов передан организации с средними компетенциями, требуется анализ потенциала организаций, требуется проводить мониторинг изменения ключевых компетенций, обеспечивая способность к быстрой реструктуризации взаимодействия при изменениях предметной области, вызванных внешними факторами;

- в 3-ем квадранте – неприемлемая ситуация, решающий объем заказов необходимо передать организации с базовыми компетенциями, требуется дополнительный анализ ключевой компетенции, возможно – снижение уровня взаимодействия и развитие собственных исследований ФГУП «ВНИИФТРИ», постепенно выводя организацию за пределы участниц ТП «ССИ»;

- 4-ом квадранте – критическая ситуация, основной объем заказов передается организации, перспективными компетенциями; требуется мониторинг ключевых компетенций, требуется поддерживать перспективное сотрудничество посредством объединения компетенций, ресурсов и возможностей.

Изложенное выше позволяет представить алгоритм отнесения организаций к ядру и периферии ТП «ССИ» для принятия управленческих решений по взаимодействию на основе оценки ключевых и функциональных компетенций.

**Шаг 1.** Формируем выборку организаций с компетенциями в заданной предметной области объединения усилий по жизненному циклу продукции высокотехнологичных производств.

**Шаг 2.** По каждой организации выборки рассчитываем значения коэффициента ключевых компетенций, необходимых для участия в ядре ТП «ССИ».

**Шаг 3.** Оцениваем положение организации на матрице соответствия функциональных компетенций, необходимых для оценки потенциала участия в ТП «ССИ».

**Шаг 4.** Совмещаем оценку ключевых компетенций с положением организации на матрице соответствия функциональных компетенций.

**Шаг 5.** Формулируем решения по отнесению организаций к ядру или периферии ТП «ССИ» и последующему взаимодействию в процессе управления жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств.

В качестве организаций, не входящих в ТП «ССИ» выступают следующие их виды: 1) организации-соисполнители ФГУП «ВНИИФТРИ», выполняющие разовые заказы, 2) организации-филиалы ФГУП «ВНИИФТРИ», 3) организации, впервые исполняющие заказы ФГУП «ВНИИФТРИ».

### **3.2 Организация управления взаимодействием участников полного жизненного цикла высокотехнологичных изделий**

Организации управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий испытывают сложности, связанные с взаимодействием большого числа участников, действующих под единым управлением.

Решить эту проблему предназначены различные гибкие адаптивные методологии управления проектами. Объединение разнородных участников в одной предметной области возможно посредством современных технологий менеджмента.

К такой методологии относится Agile development, которая представляет собой определенные принципы, методы и методологии, помогающие команде эффективно работать и принимать решения. Методология Agile не предполагает использование конкретных практик, а определяет условия формирования общих идей и ценностей, которые приводят участников проекта к определенному образу мышления, снижающему затягивание работ, перерасход бюджета, создание продуктов с низкими характеристиками. Гибкость методологии Agile заключается в том, что изменения в проекте применяются уже на ранних стадиях, что мотивирует сотрудников на улучшения характеристик продукта, а также достижение главной цели Agile-команды – как можно скорее создать действующий прототип – MVP (Minimum Viable Product), который можно протестировать на потребителях и понять, насколько он соответствует их ожиданиям [117].

Именно потому, что Agile не дает конкретных технологий эффективного взаимодействия участников сложного проекта, но требует перестройки всей организации, данная методология слабо применима к продолжительным жизненным циклам сложных высокотехнологичных изделий. Сфера использования методологии Agile в большей мере применима к деятельности подразделений, в которых требуется сократить время вывода продуктов на рынок, учитывать быстрые смены требований клиентов, иметь мобильные структуры для взаимодействия с клиентами.

Принципы гибкого управления используют и другие методологии, которые нацелены на короткие итерации принятия решений, каждая из которых представляет собой мини-проект, завершающийся конкретным результатом. Основными гибкими методологиями управления, помимо Agile, являются Scrum, Kanban, XP, Lean и FDD. Поэтому методологии гибкого управления применимы для управления жизненным циклами высокотехнологичных изделий на отдельных этапах стадий коммерциализации, эксплуатации и утилизации в тех случаях, когда гибкое управление усиливает процессный подход.

Построение системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий основано на том, что вертикальное разделение

функций и ответственности должно не противоречить принципам процессного управления в сочетании с классической иерархической линейно-функциональной организационной структурой. Объясняется это тем, что линейная и функциональная структуры в чистом виде практически не используются, а наиболее распространённой является линейно-функциональная структура (ЛФС).

ФГУП «ВНИИФТРИ», выступая организатором ТП «ССИ» в своей предметной области, обладает широкой отраслевой спецификой, при которой выполняемые проекты и работы являются разнородными.

Организационная структура ФГУП «ВНИИФТРИ» представляет собой упорядоченную совокупность подразделений основной деятельности – лабораторий (отделов, секторов, групп), результаты работы которых по заданиям тематических планов НИОКР создают результаты интеллектуальной деятельности. При этом вспомогательные и управленческие подразделения обеспечивают производственно-технологические, а также хозяйственно-экономические связи основных подразделений.

Организационная структура ФГУП «ВНИИФТРИ» представляет собой линейно-функциональную структуру с элементами матричного управления заказами (приложение К). Такое построение организационной структуры ФГУП «ВНИИФТРИ» традиционно для организации этапа НИОКР жизненного цикла высокотехнологичных изделий.

Главное преимущество традиционной ЛФС заключается в том, что она сочетает специализацию подразделений по функциям управления с принципом единства распоряжения и администрирования.

Этим ЛФС устраняет многие недостатки линейной и функциональной структур и объединяет их преимущества.

ЛФС обладает следующими основными достоинствами:

- 1) обеспечивает результативность организации на рынках продуктов, не обладающих большим разнообразием;
- 2) дает возможность централизованного контроля, позволяющего действительно объединить взаимодействие подразделений организации;

3) позволяет получить высокую отдачу от специализации сотрудников в рамках отдельной функции;

4) создает предпосылки экономической эффективности деятельности организации, достигаемой за счёт однородности работ и рынков.

Вместе с тем сохранять длительное время результативность ЛФС в условиях изменения целей и воздействия внешней среды возможно за счет координации горизонтальных связей подразделений, применяя элементы проектной управления с использованием элементов программно-целевого управления.

В этом случае корректировка организационной структуры происходит по функциональным связям на основе развития ключевых компетенций подразделений и персональных компетенций сотрудников.

Механизм перехода к структурам программно-целевого типа широко описан в специальной литературе. Вместе с тем недостаточно полно обосновывается построение линейных и функциональных связей в условиях интеграции управления этапами жизненного цикла изделий, в результате которого появляется новый специфический объект управления – полный жизненный цикл. Традиционно ЛФС формируется как самостоятельные структуры для каждого этапа полного жизненного цикла. Такой подход оправдывал себя в стабильной экономике, совмещающей значительное дублирование работ, оправданное небольшим количеством сменяющих друг друга дорогостоящих и долговременных проектов. Традиционные ЛФС эффективны, когда изделия не отличаются значительной сложностью и новизной, этапы жизненного цикла достаточно предсказуемы, а выполнение проектов происходит без значительных отклонений от плановых нормативов.

Ускорение смены высокотехнологичных изделий в условиях нового технологического уклада неизбежно приводит к усилению неопределенности и отклонениям от плановых показателей, в результате чего в ЛФС возрастает нагрузка на верхние уровни управления. Кроме того, это вызывает борьбу подразделений за сохранение своих функций, дублирующих управленческие процессы, что приводит к задержке замены устаревших этапов и потере



эффективности управления жизненным циклом.

Решению названной проблемы не способствуют и матричные структуры, поскольку для их применения характерно наделение руководителя проекта особыми полномочиями, позволяющими ему осуществлять текущее и оперативное управление проектом, не нарушая взаимоотношений, сложившихся в рамках ЛФС. В матричной структуре усиливается роль текущего и оперативного управления проектом, использующего не сложившиеся иерархические связи в ЛФС, а новые горизонтальные отношения посредством введения в управление проектом ответственных исполнителей. Компетенции ответственного исполнителя заключаются в возможности обеспечить промежуточные результаты подразделений в соответствии с планом выполнения проекта.

Современная организация проектной деятельности высокотехнологичных изделий должна привести к созданию гибкой адаптивной организационной структуры, особенностью которой является закрепление функциональных компетенций подразделений за процессами создания ценности по каждому этапу жизненного цикла на основе внедрения в ЛФС элементов программно-целевого управления.

Основой построения организации управления проектной деятельностью по развитию высокотехнологичных изделий принята концепция объектно-субъектного подхода. Данный подход можно представить в виде шаблона управления отдельным этапом создания ценности в процессе жизненного цикла продукции (рисунок 19).

Эффективная проектная деятельность по развитию высокотехнологичных изделий может быть построена только при охвате всех этапов их полного жизненного цикла. Шаблон построения адаптивной организационной структуры организации проектной деятельности в процессах создания высокотехнологичных изделий на стадиях жизненного цикла приведен ниже (рисунок 20).

Одной из основных трудностей построения адаптивной организационной структуры управления ТП «ССИ» со стороны ФГУП «ВНИИФТРИ» является то, что научно-исследовательские, конструкторско-технологические и

производственные подразделения участвуют в перекрестной схеме в различных темах, проектах и работах. Связано это с тем, что каждое из названных подразделений – отделы, лаборатории, цеха и др. – обладают отдельными (специальными) ключевыми компетенциями и потому специализируются на отдельных предметных областях, часто действуя автономно от других направлений.



Рисунок 19 – Шаблон управления отдельным этапом создания ценности в процессе жизненного цикла продукции

Источник: разработано автором

Важно отметить особенность разработки и реализации высокотехнологичных изделий – научный проект составляет часть НИОКР большой предметной области, которая в зависимости от уровня сложности может включать десятки научных тем отдельных подразделений на различных стадиях жизненного цикла (фундаментальные и прикладные исследования, опытно-конструкторские работы, мелкосерийное производство и др.).

Полная совокупность научных тем, распределенных по времени, образует тематический план ФГУП «ВНИИФТРИ». Он включает информацию о количестве и тематике выполняемых НИОКР, их заказчиках, индивидуальные задания подразделений-исполнителей и соисполнителей, а также о сроках выполнения этапов НИОКР.



Рисунок 20 – Шаблон построения адаптивной организационной структуры организации проектной деятельности в процессах создания высокотехнологичных изделий на стадиях жизненного цикла

Источник: разработано автором

Тематический план меняется в соответствии с ежегодными приоритетами заказчиков научной продукции. С точки зрения процессов управления важно, что часть научных задач, как правило, прикладные и опытно-конструкторские работы, решается в одном подразделении, а масштабные фундаментальные и поисковые работы требуют объединения нескольких научных лабораторий и отделов.

Таким образом, принципиальным моментом организации управления развитием высокотехнологичных изделий является то, что каждое научное подразделение одновременно участвует в нескольких научных темах и НИОКР, выступая или ответственным исполнителем, или соисполнителем.

При этом ФГУП «ВНИИФТРИ» взаимодействует с партнерами (соисполнителями, контрагентами), выступая исполнителем и заказчиком большого числа работ по различным проектам предметной области. Это предполагает ведение множества научных тем, в которых подразделения участвуют одновременно ответственными исполнителями и соисполнителями.

Другой спецификой создания высокотехнологичных изделий на стадии продвижения к заказчикам и последующей коммерциализации является то, что результаты прикладных научных исследований не являются конечной продукцией для заказчиков. Напротив, продукты и услуги ФГУП «ВНИИФТРИ» носят для заказчиков промежуточный характер – они необходимы для производства конечных продуктов и услуг. Например, комплексы геопозиционирования необходимы для сопровождения спутниковой группировки ГЛОНАСС, обеспечивающей услуги для различного использования в нуждах предприятий и организаций гражданского и оборонного комплексов.

Именно поэтому традиционно значительная часть этапов жизненного цикла высокотехнологичных изделий связана с ролью отраслевых министерств и ведомств, реализующих централизованные функции государственного управления. Государственные заказы составляют основную часть комплексных фундаментальных исследований (ФИ), в которых, как правило, осуществляется прямое бюджетное финансирование по сметам с фиксированием цены, объема и содержания работ. ФГУП «ВНИИФТРИ» в таких отношениях выступает только

исполнителем работ с возможностью привлечения соисполнителей. Чаще всего такой подход реализуется государственными органами в рамках федеральных целевых программ, позволяет государству проводить научно-техническую политику по наиболее актуальным предметным областям создания высокотехнологичных изделий.

Развитие коммерциализации в жизненном цикле высокотехнологичных изделий инициируется преимущественно прикладными и опытно-конструкторскими работами (ПИ и ОКР) в рамках отраслевых и подотраслевых программ развития. В этом случае осуществляется традиционное финансирование по договорам с коммерческими контрагентами, в которых ФГУП «ВНИИФТРИ» выступает и заказчиком, и исполнителем работ.

Следует отметить, что объем государственных заказов ограничен расходами государственного бюджета или бюджетом федеральных целевых программ, имеет фиксированные цены и жесткую регламентацию условий контракта. ФГУП «ВНИИФТРИ» способен повлиять на объемы государственного финансирования, предлагая собственные средства в качестве софинансирования бюджетных расходов по определенным приоритетным направлениям развития предметных областей создания высокотехнологичных изделий.

Напротив, сфера заказов коммерческих организаций активно развивается в последние годы и имеет большую потенциальную емкость рынка, рыночный механизм ценообразования, свободу выбора условий договоров. Именно на эту сферу ФГУП «ВНИИФТРИ» может делать ставку для дальнейшего развития жизненных циклов высокотехнологичных изделий.

Принципиально важно при этом, что особенностью сферы заказов коммерческих организаций являются преимущественно работы прикладного и опытно-конструкторского характера, имеющие малый и средний объем, а стадия коммерциализации, эксплуатации и утилизации для ФГУП «ВНИИФТРИ» только начинают формироваться и характеризуются разнообразием сфер применения высокотехнологичных изделий, требующих диверсификации деятельности производственных подразделений. Проектно-тематического подхода,

ориентированного на сравнительно простые, однородные по своей предметной области работы (преимущественно – НИР и ОКР), в этом случае недостаточно, поскольку взаимодействие ограничивается лишь частью этапов полного жизненного цикла высокотехнологичных изделий.

Такой подход объясняется тем, что управление этапами жизненного цикла всегда представляет собой сложный процесс, в котором функции производства и реализации НИОКР интегрированы в деятельность подразделений ФГУП «ВНИИФТРИ», но слабо направлены на взаимодействие с внешними партнерами. Функции такого взаимодействия сегодня выполняют, как правило, генеральный директор, его заместители и руководители научно-исследовательского направления.

Организация ФГУП «ВНИИФТРИ» проектной работы по контрактам и договорам на ТП «ССИ» потребует использования процессного управления с элементами матричной структуры (Рисунок 21). Это означает, что процессное управление используется для выполнения задач интеграции этапов жизненного цикла высокотехнологичных изделий по единой методологии, учитывая, что часть этапов жизненного цикла выполняют подразделения ФГУП «ВНИИФТРИ».

Элементы матричной структуры необходимы для ведения децентрализованной работы по взаимодействию подразделений ФГУП «ВНИИФТРИ» с внешними партнерами (ядро ТП «ССИ») и заказчиками.

Матричная структура позволяет задействовать связи подразделений с внешними партнерами в зависимости предмета комплексных работ и объединить участников крупных работ с полным циклом фундаментальных, прикладных, опытно-конструкторских работ, производства малой серии изделий, поддержка их эксплуатации и утилизации с заменой технологически более совершенным изделием.

Сохраняющиеся ЛФС позволяют жестко связать децентрализованные процессы управления с матричной структурой, сохранив управляемость организации ее высшим руководством.

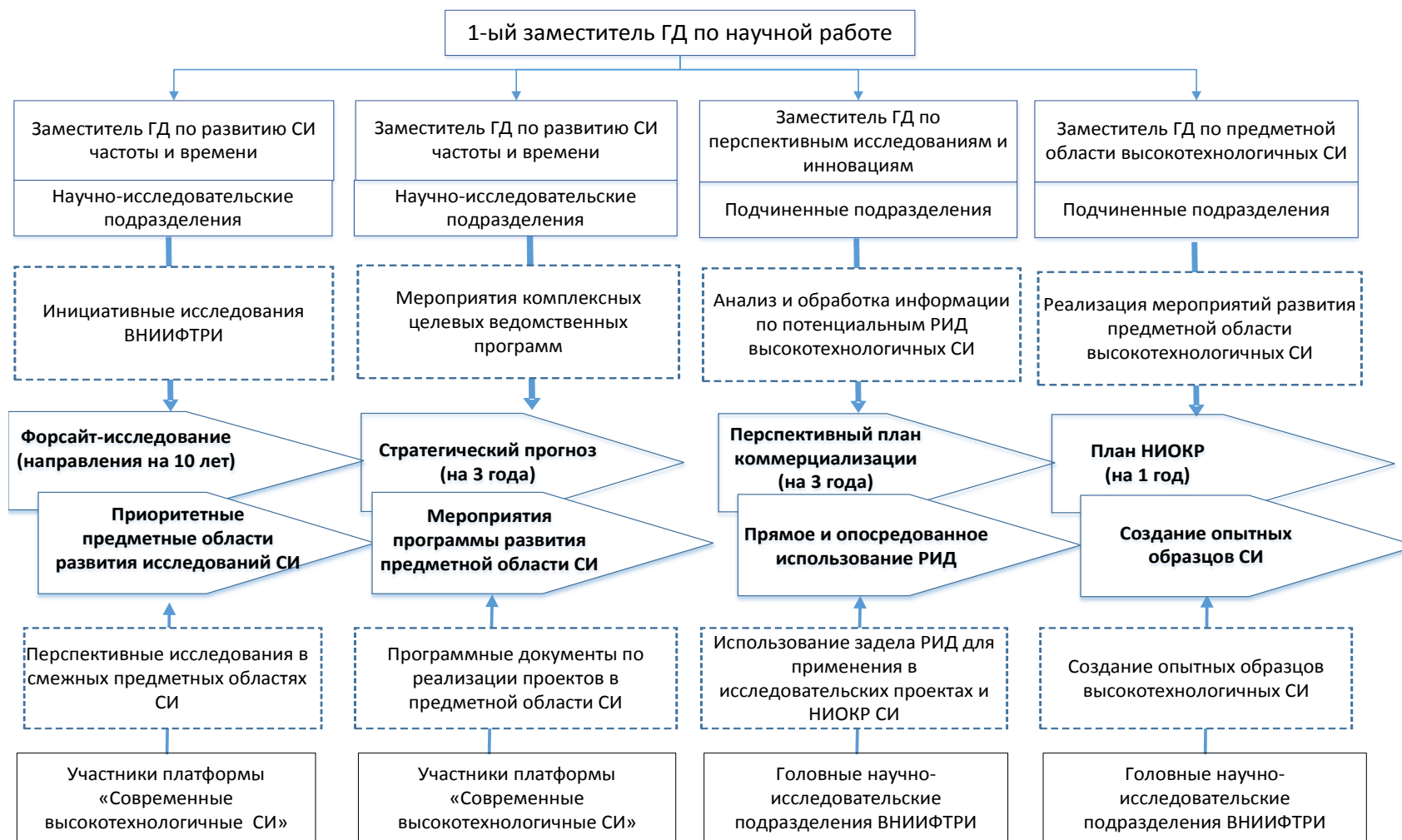


Рисунок 21 – Процессное управление проектной работы по контрактам и договорам на ТП «ССИ» с элементами матричной структуры.

Источник: разработано автором

Перевод части процессов управления жизненным циклом высокотехнологичных изделий на внешнюю по отношению к ФГУП «ВНИИФТРИ» платформу связан с необходимостью активизировать этап коммерциализации полного жизненного цикла высокотехнологичного продукта СИ.

Для этого требуется организационный центр, в котором возможно обособить проектное управление в отдельную обособленную единицу (рисунок 22). Такой подход позволяет не рассредоточить управление по всей организации, а сконцентрировать ее в пределах предметной области, соответствующей ТП «ССИ». При этом взаимодействием с ТП «ССИ» занимается руководитель направления технологий СИ с данными ему руководителями НИОКР и проектными менеджерами.

Координация работ по предметной области остается за руководителем НИО с подчинением заместителю генерального директора. Отдельные обеспечивающие функции, которые носят общеорганизационный характер (например, бухгалтерский учет, финансовый менеджмент, контрактные и юридические службы) вынесены за пределы проектного офиса, поскольку в нем они реализуют в основном оперативные функции.

Деятельность проектного офиса ТП «ССИ» по организации управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий СИ требует перехода от принципов функционального управления, для которого характерны иерархия, разделение на функции и долгий путь согласования результатов деятельности к принципам процессно-целевого управления [102].

Связано это с тем, что функциональное управление затрудняет интеграцию участников технологической платформы и снижает результативность управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий СИ. Причинами отказа от построения системы управления ТП «СП» являются следующие факторы, объясняемые спецификой высокотехнологичных СИ:



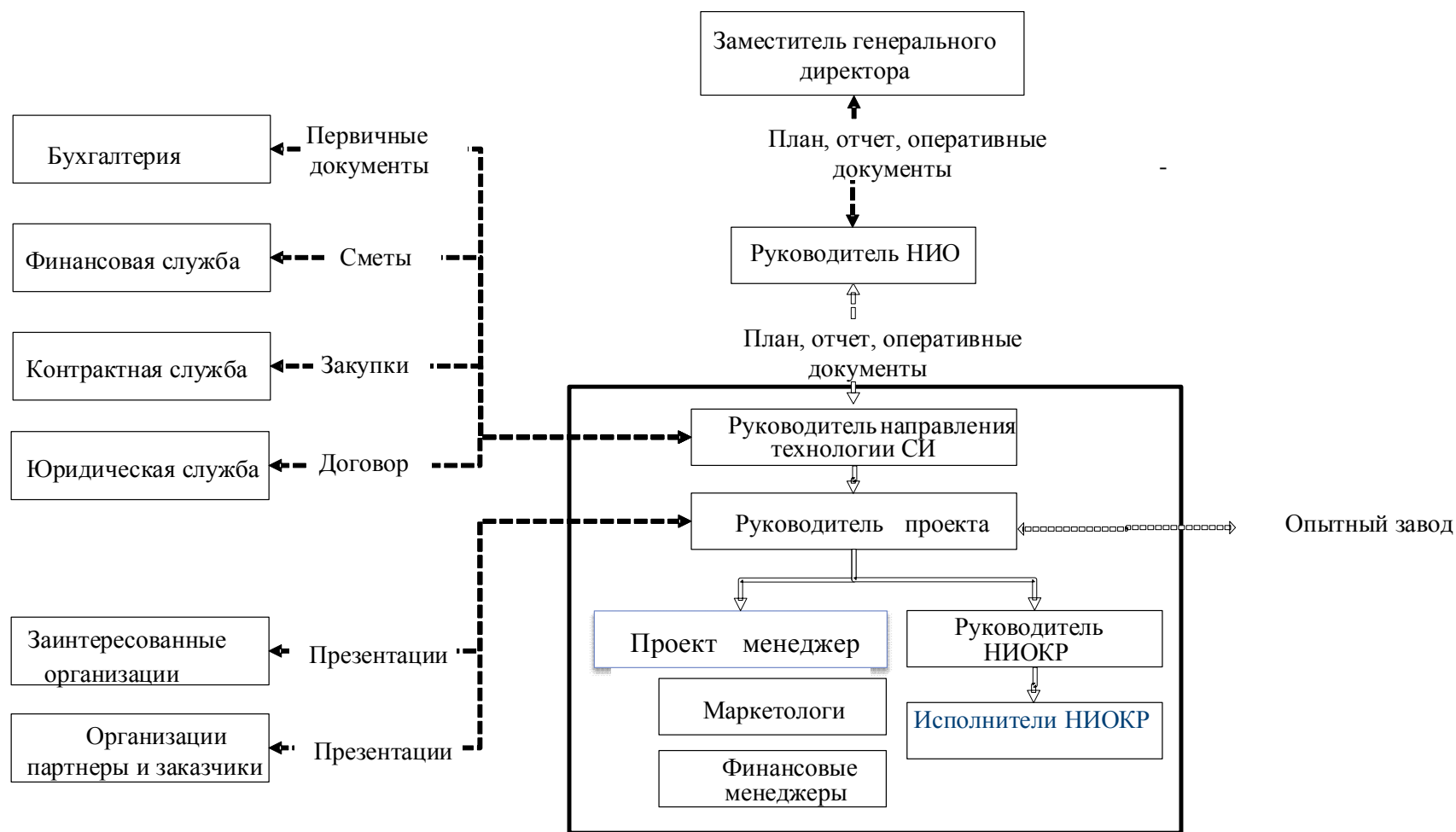


Рисунок 22 – Организация проектного офиса коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ

Источник: разработано автором

1. Функциональное управление не предполагает горизонтальную интеграцию участников ТП «ССИ», свойственных коммерциализации продукции высокотехнологичных производств, требующей сквозной организации бизнес-процессов на основе стратегического целеполагания предметной области. Такой подход реализовать в системе управления крайне затруднительно при рассмотрении всей деятельности только через функции, без привязки к целям и результатам каждого этапа жизненного цикла СИ.

2. Для функционального управления характерна модель управления Waterfall, где четко определена последовательность этапов создания продукции. Однако коммерциализация высокотехнологичных изделий СИ, являющихся высокотехнологичной продукцией – это процесс, не являющийся четко заданным, напротив, он подразумевает возможность постоянной корректировки плана работ после нескольких итераций, поскольку конечный результат может меняться в зависимости от промежуточных результатов.

3. Построение системы управления по функциональному принципу без учета особенностей процессно-целевого подхода неизбежно приведет к увеличению сроков и стоимости коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ. Возникнут дополнительные затраты, связанные с интеграцией участников, согласованием результатов, а также длительным процессом внесения изменений в состав и содержание работ в случае необходимости.

Применение принципов процессно-целевого управления не отрицает использование линейно-функциональной структуры совместно с методологией Agile, которая способна обеспечить эффективное управление полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий СИ. Более того, возможность использования линейно-функциональной структуры предполагается в деятельности проектного офиса с использованием методологии Agile для формирования проектных команд, способных оперативно реагировать на возникающие задачи коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ.

Ключевая роль процессно-целевого управления состоит в том, что оно обеспечивает прозрачность процессов деятельности и направлено на достижение

стратегических целей. Процессы деятельности дают, в свою очередь, возможность построить организационную структуру, основываясь на трудоемкости работ на каждом этапе жизненного цикла высокотехнологичных изделий СИ, что дает точное понимание того, что нужно сделать и какие трудовые ресурсы для этого нужны.

Построение процессов целевого управления позволяет определить «узкие» места в интеграции деятельности участников технологической платформы «ССИ», затрудняющие реализацию мероприятий стратегии формирования и развития предметной области ТП «ССИ». Это позволяет исключить ситуацию, когда разрабатывается стратегия, мероприятия по достижению целей которой не находят отражения в бизнес-процессах. Процессно-целевое управление дает возможность использовать цифровые инструменты, что обеспечит преобразование бизнес-процессов управления ТП «ССИ» в цифровой формат, развивая цифровую инфраструктуру.

Наконец, процессно-целевое управление позволяет привлечь методологию Agile и с ее помощью организовать адаптацию сервисных услуг к запросам пользователей высокотехнологичных изделий СИ с учетом конкретных условий их применения, что увеличит количество постоянных пользователей.

Процессно-целевое управление ТП «ССИ» организовано таким образом, что целевое управление реализуется посредством инструмента «Стратегическая карта «Формирование и развитие технологической платформы «Современные системы измерений» с применением сбалансированной системы показателей», а процессная составляющая основана на ландшафте процессов управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий СИ (рисунок 23).

Важно отметить, что целевое управление и процессная составляющая организации управления ТП «ССИ» не противоречат, а дополняют друг друга. Дело в том, что стратегическая карта включает мероприятия, необходимые для достижения целевых показателей, а результаты процессов управления должны обеспечивать такую результативность ТП «ССИ», которая позволит достичь заданных параметров стратегических целей.

Процессы управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий СИ включают следующие группы процессов:

1. Операционный менеджмент этапов полного жизненного цикла высокотехнологичных СИ, которые ведет Проектный офис ТП «ССИ». Основным результатом операционного менеджмента является оценка состояния этапов жизненного цикла и места участников ТП «ССИ» в их развитии. Это ключевые процессы, определяющие результат деятельности ТП «ССИ» в своей предметной области и испытывающие воздействие всех остальных процессов.

Именно в операционном менеджменте Проектного офиса можно отследить процессы другого вида – изменений предметной области и необходимость постоянных улучшений на различных этапах полного жизненного цикла.

1.1. Результативность ТП «ССИ» зависит от процессов развития предметной области высокотехнологичных СИ; процессов поддержки основной деятельности участников ТП «ССИ»; процессов сервисных услуг, оказываемых пользователям высокотехнологичных СИ, а также от организации внутренних процессов управленческой деятельности Проектного офиса.

2. Процессы развития предметной области высокотехнологичных СИ формируются научными коллективами, проводящими форсайт фундаментальных и прикладных исследований, что позволяет передавать результаты мониторинга предметной области, сформулировать стратегические цели, а также определить взаимодействие участников (ядро, периферия и перспектива ТП «ССИ»).

2.1. Процессы поддержки основной деятельности определяют компетенции партнеров для создания перспективных высокотехнологичных СИ и в зависимости от этого выстраивают отношения с ними<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Подробнее роли партнеров ядра, периферии и перспективы представлены в данной работе.



Рисунок 23 – Ландшафт процессов управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий СИ

Источник: разработан автором

2.2. Процессы сервисных услуг, оказываемых пользователям высокотехнологичных СИ, определяют масштаб коммерциализации, поскольку поддерживают их применение и увеличивают долю постоянных заказчиков.

2.3. Организация внутренних процессов управленческой деятельности Проектного офиса требует управленческих решений, обеспечивающих операционный менеджмент. Управленческой деятельности Проектного офиса связана с ведением коммерциализации и ее финансовой поддержкой, созданием необходимой инфраструктуры и развитием компетенций персонала ТП «ССИ», а также управленческими решениями, содержащими корректирующие мероприятия, необходимые для достижения стратегических целей.

### **3.3 Модель стратегического управления на основе мультипликатора самофинансирования продукции высокотехнологичных производств**

Ведущая роль ФГУП «ВНИИФТРИ» в ТП «ССИ» определяется увеличением объемов коммерциализации научно-технических продуктов за счет вывода на рынок пользующихся спросом высокотехнологичных средств измерений гражданского назначения, а также утилизации морально устаревших СИ.

Инструментом реализации этой роли выступает эффективное экономическое управление жизненным циклом высокотехнологичных СИ, основанное на опережающем финансировании перспективных фундаментальных и прикладных исследований за счет части собственной прибыли ФГУП «ВНИИФТРИ», используя принцип ГЧП при поддержке государства с последующей активизацией партнеров ТП «ССИ» на стадиях применения и утилизации СИ [102].

При исполнении государственных контрактов ФГУП «ВНИИФТРИ» финансирует исполнение контрактов за счет собственных средств, после чего возмещает понесенные расходы из поступающих средств государственного бюджета. Такие транзакции контролируются казначейством и уполномоченными банками. В результате у ФГУП «ВНИИФТРИ» может возникать разрыв,

вызванный необходимостью оплачивать работы соисполнителей по государственным контрактам и ожиданием поступлений денежных средств от заказчика.

Тем не менее, ФГУП «ВНИИФТРИ» имеет на счетах в казначействе и в уполномоченных банках чистый остаток собственных средств, который образуется по схеме, представленной ниже (рисунок 24).

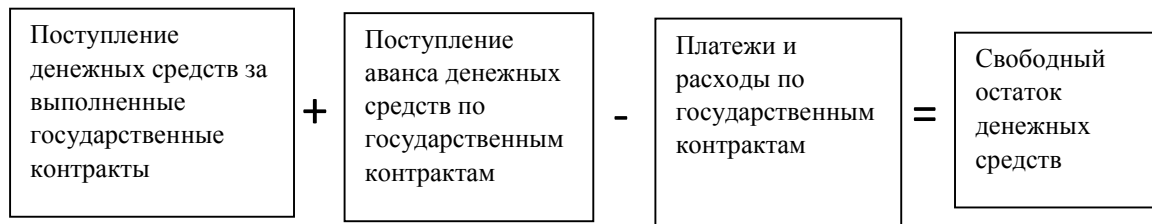


Рисунок 24 – Формирование чистого остатка собственных средств ФГУП «ВНИИФТРИ»

Источник: разработано автором

По данным ФГУП «ВНИИФТРИ» бюджетное финансирование составляет около 80 % объемов, обеспечивающих безубыточное функционирование организации [96]. Тем не менее в длительной перспективе это не даст возможность ТП «ССИ» обеспечить решение задач нового технологического уклада.

Требуется пересмотр принципов организации деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ» и переход к модели деятельности, обеспечивающей рост масштабов самостоятельной деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ» на рынке коммерческих заказов. Чтобы реализовать такой подход, потребуются новые источники самофинансирования, с помощью которых будет возможно создание продукции высокотехнологичных производств (рисунок 25).

Для увеличения количества исследований соисполнителями ТП «ССИ» за счет инвестирования в НИОКР одной предметной области необходимо построение организационно-экономической системы – мультипликатора. Средства мультипликатора будут источником возмещения возникающих дополнительных расходов и будут учтены в цене высокотехнологичного СИ.

Соответственно, договорные отношения участников ТП «ССИ» будут

включать три модели ценообразования, которые обеспечат финансирование жизненного цикла высокотехнологичных СИ:

1. Безвозмездное финансирование.
2. Финансирование на возвратной основе.
3. Кредитное финансирование.

Схематически модель мультипликатора самофинансирования продукции высокотехнологичных производств СИ можно представить в следующем виде (рисунок 24).

Проведем модельные расчеты мультипликатора самофинансирования высокотехнологичного изделия СИ (на примере «Стандарт времени 41-92»).

Расчет показывает взаимосвязь денежных потоков по этапам полного жизненного цикла (ДП1-ДП7 на схеме модели, приведенной выше (Рисунок 26). Имеем следующие параметры сценариев расчетов изделия (таблица 15).

Расчеты показывают, что реализация малой серии начинается на 4-й год полного жизненного цикла и далее в последующие годы возрастает до 100 и 120 единиц серии ежегодно.

Параметры сценариев позволяют провести расчеты динамики объемов реализации высокотехнологичного изделия СИ (на примере «Стандарт времени 41-92») по годам жизненного цикла (таблица 18).

Таблица 17 – Параметры сценариев расчетов мультипликатора самофинансирования высокотехнологичного изделия СИ (на примере «Стандарт времени 41-92»)

Наименование параметра	Значение
1. Годовая производственная мощность, ед.	120
2. Уровень инфляции среднегодовой, %	5
3. Расчетная цена, тыс. р.	300
4. Доля себестоимости в расчетной цене, %	82
5. Плановое снижение себестоимости, тыс. р.	5
6. Результаты сценарных расчетов:	



Наименование параметра	Значение
6.1. Рентабельность инвестиций проекта, %	151
6.2. Рентабельность реализации, %	48
6.3. Плановая себестоимость, тыс. р.	246

Источник: разработано автором

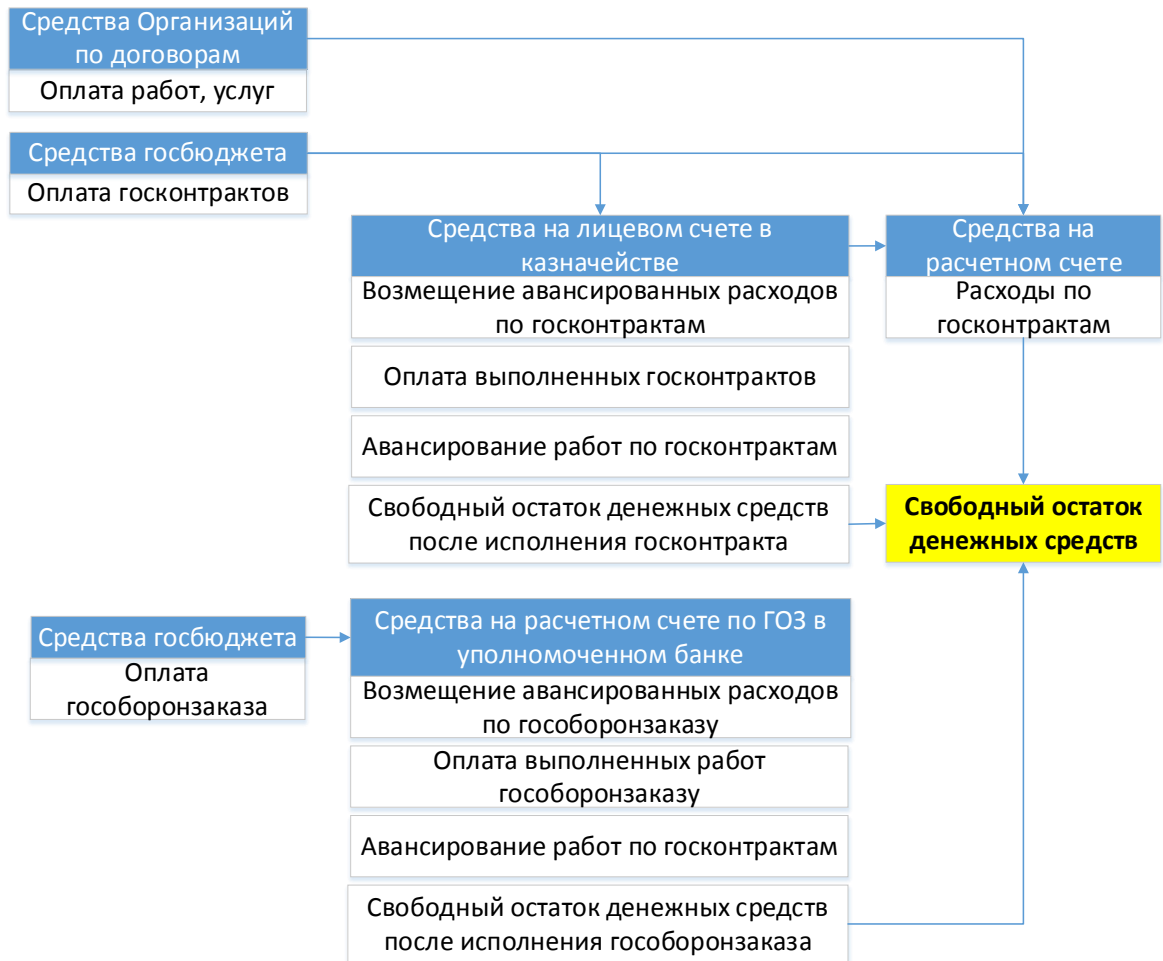


Рисунок 25 – Источники самофинансирования создания высокотехнологичной продукции ТП «ССИ»

Источник: разработано автором



Рисунок 26 – Модель мультипликатора самофинансирования высокотехнологичной продукции СИ на цифровой платформе

Источник: разработано автором



Показатель	Годы								Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Д2	500	-	-	-	-	-	-	-	500
Д3	500	-	-	-	-	-	-	-	500
Д4	-	2000	6000	-	-	-	-	-	8000
Д5	-	-	1000	12000	-	-	-	-	13000
Итого инвестиций	1500	2000	7000	12000	-	-	-	-	2200
Возврат инвестиций (выручка от реализации) Д6	-	-	-	18000	31500	39690	41675	43758	174623
Расходы на производство и реализацию изделий, тыс. р.	-	-	-	14760	23370	26641,8	26642	26641,8	118055
Прибыль производства, тыс. р.	-	-	-	3240	8130	13048	15033	17116	56567
Чистый доход от проекта, тыс. р.	-1500	-2000	-7000	-8760	8130	13048	15033	17116	34067
Чистый доход от проекта нарастающим итогом, тыс. р.	-1500	-3500	-10500	-19260	-11130	1918	16951	34067	-

Источник: разработано автором

Таблица 20 – Мультипликатор самофинансирования высокотехнологичного изделия СИ (на примере «Стандарт времени 41-92»)

Показатель	Годы								Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Финансирование этапов жизненного цикла последующих высокотехнологичных изделий	-	-	-	-	-	-1000	-8475	-17034	-26509
Направление собственных средств на софинансирование госзакупок	-	-	-	-	-	-	-4238	-8517	-12755

Показатель	Годы								Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Софинансирование на условиях 30:70 по принципу государственно-частного партнерства	-	-	-	-	-	-	9888	19873	29761
Финансирование научного задела для последующего заказа за счет средств госбюджета создания новых перспективных высокотехнологичных изделий по приоритетным предметным областям	-	-	-	-	-	-918	-4238	-8517	-13673
Поступление госзаказов на разработку высокотехнологичных изделий (на основе сложившейся практики) 10:90	-	-	-	-	-	-	38140	76651	114791
Сводный денежный поток модельного расчета, тыс. р.	-	-	-	-	-	-1918	31077	62457	91615

Источник: разработано автором

Кроме того, финансирование за счет собственных средств научного задела для последующего заказа за счет средств госбюджета создания новых перспективных высокотехнологичных продуктов по приоритетным предметным областям в размере 13673 тыс. р. показывает возможность поступления госзаказов на разработку высокотехнологичных продуктов (на основе сложившейся практики 10:90) в размере 114791 тыс. р.

Таким образом, при инвестициях в полный жизненный цикл высокотехнологичных СИ «Стандарт времени 41-92» в размере 39264 тыс. р. поступление средств из бюджета может составить 128464 тыс. р. или превышение поступлений над инвестициями составит 3,3 раза, что гарантирует запас финансовой прочности достаточный для реализации данного подхода.

Приведенные финансово-экономические расчеты являются основой для принятия управленческих решений по стратегическому управлению

взаимодействием с участниками трехуровневой схемы управления ТП «ССИ».

Возможны три основные стратегии:

- 1) с организациями ядра ТП «ССИ» реализуется стратегия «один к одному». Это означает, что организация-участник формирует ключевые компетенции предметной области, которые не требуют масштабирования, но сохраняют пионерские технологии, еще не подготовленные к массовой коммерциализации;
- 2) с организациями периферии выстраивается стратегия «один к лучшим», которая заключается в партнерстве с лучшими решениями, развивающими отдельные направления предметной области технологической платформы в целях массовой коммерциализации;
- 3) с организациями-потенциальными участниками технологической платформы формируется стратегия «один ко многим» как наиболее подходящая для поддержания открытости платформы для принципиально новых технологий, преобразующих предметную область.

Стратегическое управление взаимодействием головной организации с участниками ТП «ССИ» приведено ниже (таблица 21) и включает 4 этапа управления: управление взаимодействием, анализ перспектив участника, оценка места участника на уровне ТП «ССИ» и решения, определенные влияния участника на расчеты мультипликатора самофинансирования. Такой подход позволяет решить задачу разработки и реализации стратегии головной организации при построении ТП «ССИ». Для этого применим формат сбалансированной системы показателей, объединяющей стратегические цели и ключевые показатели эффективности (KPI).

Таблица 21 – Управление взаимодействием головной организации с участниками технологической платформы (ТП)

Этап управления	Уровень взаимодействия		
	Участники ядра	Участники периферии	Участники – перспективные партнеры
Состояние	Создание личных кабинетов организаций на ТП	Ведение базы данных решений в предметной области ТП	Мониторинг предметной области ТП
Анализ	Состояние ключевых компетенций организации в предметной области ТП	Состояние функциональных компетенций организации в предметной области ТП	Результаты работы в предметной области ТП
Оценка	Научно-технологический задел	Научно-технологический потенциал	Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности
Решения	Поддерживать участие в основных сценариях мультипликатора самофинансирования высокотехнологичной продукции СИ на всех стадиях жизненного цикла	Поддерживать участие в основных сценариях мультипликатора самофинансирования высокотехнологичной продукции СИ на отдельных стадиях жизненного цикла	Поддерживать участие в альтернативных сценариях мультипликатора самофинансирования высокотехнологичной продукции СИ на отдельных стадиях жизненного цикла

Источник: разработано автором

Разработка стратегической карты «Формирование и развитие технологической платформы «Современные системы измерений» с применением сбалансированной системы показателей в качестве инструмента управления требует решения следующих задач:

1. Определение стратегических целей головной организации, ответственной за формирование и развитие ТП «ССИ».
2. Выбор показателей для оценки результативности управленческой деятельности по организации управления достижением стратегических целей.
3. Определение целевых значений показателей оценки результативности управленческой деятельности.
4. Разработка стратегических мероприятий по достижению целевых значений, включая сроки их достижения.

При этом важно, что процесс разработки стратегической карты ТП «ССИ» в качестве инструмента управления строится на нормативных бизнес-процессах, определенных стандартами методологии головной организации (рисунок 27). Поскольку ключевым результатом функционирования ТП «ССИ» является увеличение чистых денежных потоков за полный жизненный цикл высокотехнологичных изделий СИ (ПЖЦ ВТИ СИ), то при разработке стратегической карты используется логика и последовательность перспектив, принятых в качестве стандарта:

1. Финансы.
2. Клиенты.
3. Бизнес-процессы.
4. Обучение и развитие.



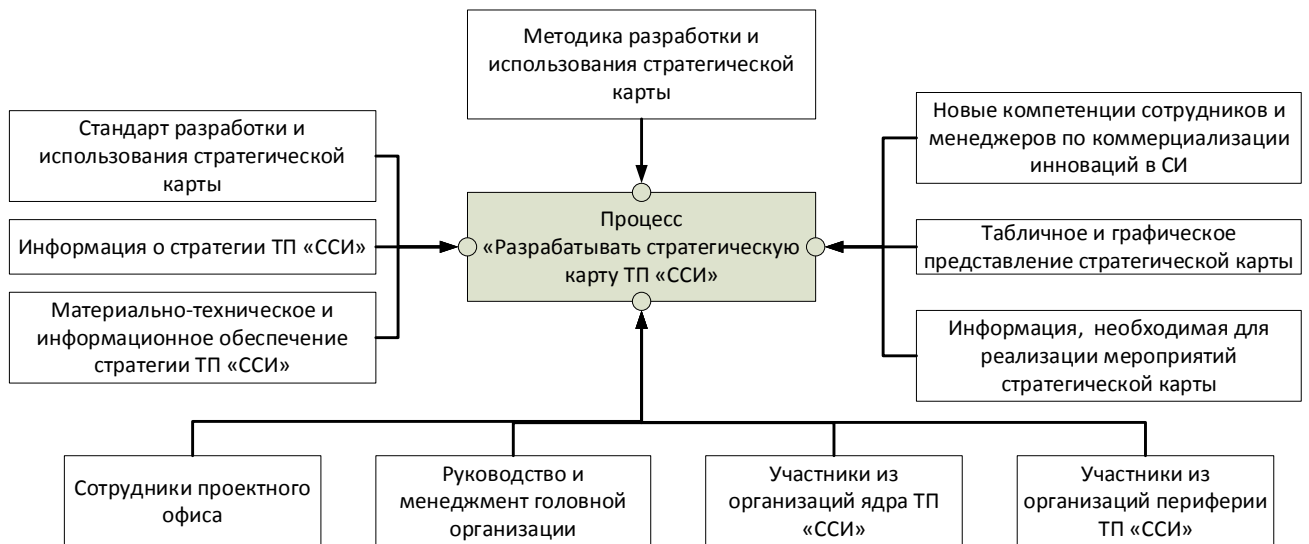


Рисунок 27 – Организация процесса разработки стратегической карты ТП «ССИ»  
 Источник: разработано автором

**Формирование финансовой составляющей ССП** необходимо для задания стратегических финансовых целей деятельности ТП «ССИ». Финансовая составляющая ССП направлена на решение ключевых финансовых задач, исходя из стратегических интересов организаций ядра, периферии и перспективных участников ТП «ССИ».

При определении стратегических финансовых целей их выбор определен задачами увеличения объемов коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ, а также ростом чистого денежного потока от реализации высокотехнологичных изделий СИ. Определяется это тем, что управление жизненным циклом высокотехнологичных изделий СИ основано на алгоритмах модели системы управления на основе мультипликатора самофинансирования высокотехнологичной продукции [102].

При этом стратегические финансовые цели, заявленные в ССП, могут существенно варьироваться в зависимости от результатов управленческих процессов, соответствующих стадиям ПЖЦ ВТИ СИ, к которым в данной работе отнесены<sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> Подробное финансово-экономическое обоснование по стадиям жизненного цикла высокотехнологичных изделий СИ приведено выше в данной работе.

1. Форсайт-исследование (поисковые направления на 10 лет).
2. Стратегический прогноз (на 3 года).
3. Перспективный план коммерциализации (на 3 года).
4. План НИОКР (на 1 год).
5. План мелкосерийного производства (на 1 год).
6. План реализации и сопровождения.
7. План вывода из эксплуатации.

Увеличение объемов коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ, приводящее к росту чистого денежного потока от реализации высокотехнологичных изделий СИ, возможно при условии достижения определенного количества высокотехнологичных изделий СИ, а также требуемого объема самофинансирования высокотехнологичной продукции СИ головной организацией. ТП «ССИ» позволяет организациям-участницам снизить их прямые и косвенные затраты совместным использованием взаимодополняющими компетенциями в предметной области высокотехнологичных изделий СИ. При этом переход на управление жизненным циклом позволяет активизировать ранее не задействованные ресурсы для развития новых сфере применения высокотехнологичных изделий СИ и ускорить вывод из эксплуатации тех СИ, которые потеряли свой технологический приоритет.

Выделим следующие цели финансовой перспективы (рисунок 28):

- рост чистого денежного потока от реализации высокотехнологичных изделий СИ до 300 млн к 01.01.2024;
- увеличение объемов коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ не менее 35 единиц к 01.01.2024;
- увеличение объемов самофинансирования высокотехнологичных изделий СИ не менее 60 млн к 01.01.2024.

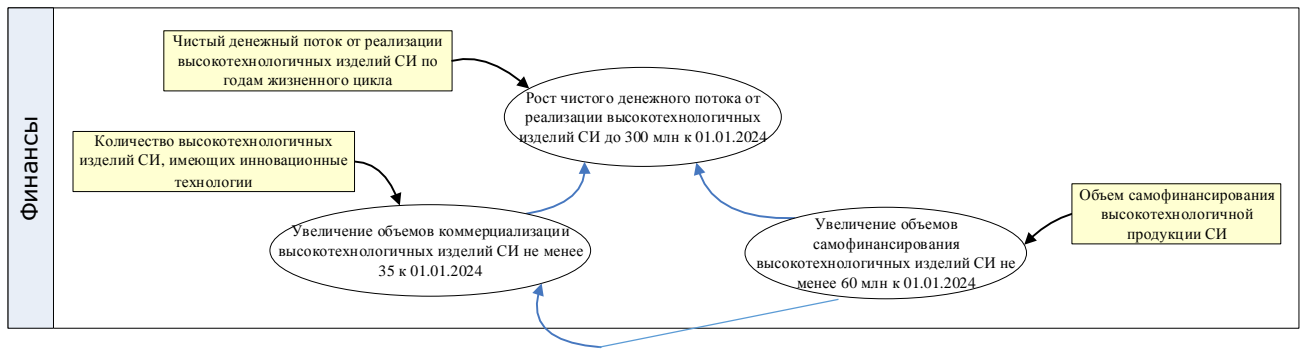


Рисунок 28 – Цели финансовой перспективы

Источник: разработан автором

**Формирование клиентской составляющей ССП** нацелено на обеспечение достижения целей финансовой перспективы посредством решения ключевой задачи стратегии – какие следует поставить цели относительно перспективных требований партнеров и пользователей СИ<sup>1)</sup> для обеспечения достижения финансовых целей. Для этого ТП «ССИ» необходимо создавать и продвигать (коммерциализировать вместе с услугами организаций-партнеров по их настройке) такие высокотехнологичные изделия СИ, в которых заинтересованы их пользователи.

Поэтому цели клиентской составляющей ССП определяются повышением уровня удовлетворенности пользователей высокотехнологичными СИ, а также привлечением пользователей СИ, заинтересованных в повышении своего технологического уровня. Следовательно, показателями, измеряющими названные цели клиентской составляющей ССП, могут выступать следующие из них:

- а) процент пользователей, удовлетворенных высокотехнологичными СИ;
- б) количество пользователей СИ, использующих высокотехнологичные СИ;
- в) инвестиции в создание технологической платформы, обеспечивающей результативное взаимодействие с пользователями СИ.

Важно иметь в виду, что удовлетворение пользователей СИ связано с их ожиданиями принципиально нового уровня СИ, который при этом соответствует

<sup>1)</sup> Под пользователями СИ понимаются организации, имеющие метрологическую службу, которая обеспечивает заданный им уровень точности измерений физико-технических и радиотехнических параметров деятельности.

соотношению цена – качество. Поэтому измерение удовлетворенности пользователей высокотехнологичными изделиями СИ на различных этапах их жизненного цикла определяется интересами пользователей в получении дополнительного эффекта по сравнению с применяемыми СИ. Только в этом случае стратегическая карта как инструмент управления развитием предметной области СИ приведет к росту удовлетворенности пользователя предлагаемыми высокотехнологичными СИ, позволит удержать пользователей на относящихся к ним этапах ПЖЦ ВТ СИ, и сделать их постоянным пользователем ТП «ССИ».

В практической деятельности это означает снижение расходов участников ТП «ССИ» на поиск и подключение новых пользователей, поскольку сложится значительная доля организаций-постоянных пользователей высокотехнологичными СИ.

Определяем следующие цели клиентской перспективы (рисунок 29):

- повышение уровня удовлетворенности пользователей высокотехнологичными СИ до 90 % к 01.01.2024;
- привлечение не менее 350 пользователей СИ, заинтересованных в повышении своего технологического уровня к 01.01.2024;
- развитие не менее 7 клиентских сервисов технологической платформы к 01.01.2024.

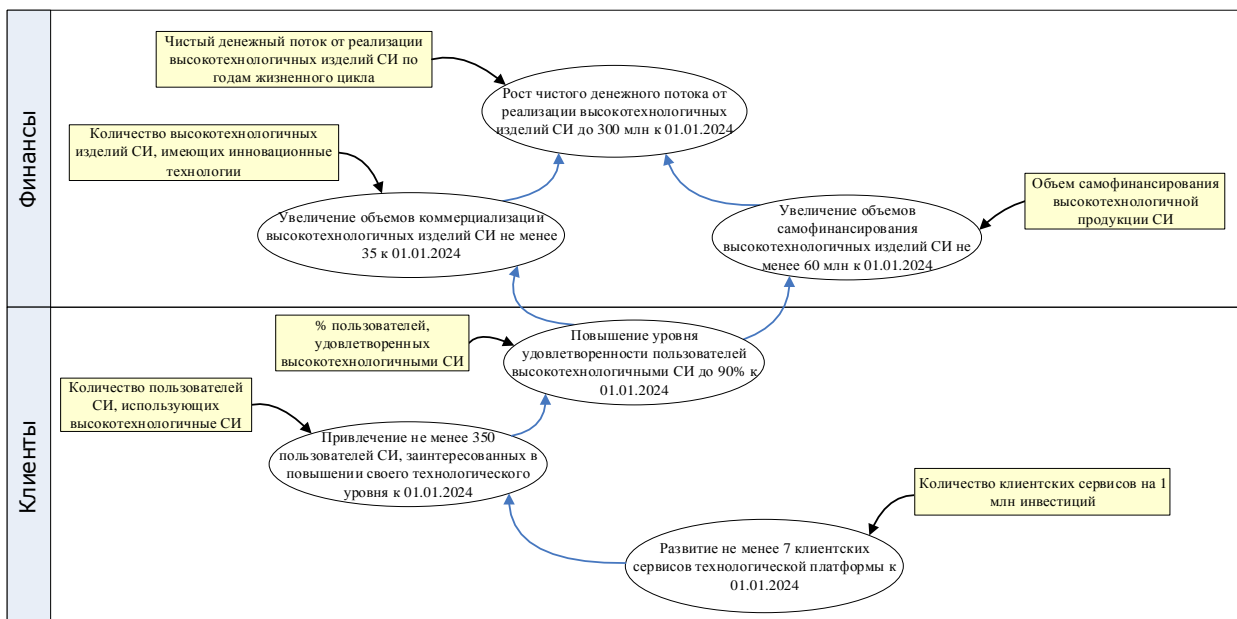


Рисунок 29 – Цели финансовой и клиентской перспективы

Источник: разработан автором

**Формирование внутренних бизнес-процессов ССП** обеспечивает достижение целей клиентской и финансовой перспектив и заключается в настройке процессов функционирования самой ТП «ССИ», включая операционные бизнес-процессы результативного взаимодействия участников ТП «ССИ»; повышение качества высокотехнологичных изделий СИ и их обслуживания на различных стадиях ПЖЦ ВТИ СИ; организацию результативного государственно-частного партнерства в сфере СИ; разработку цифровых бизнес-процессов управления ТП «ССИ».

В качестве показателей оценки внутренних бизнес-процессов ССП могут рассматриваться следующие:

1. Проценты работ на субподрядах с организациями ядра ТП «ССИ», с организациями периферии ТП «ССИ», с перспективными организациями ТП «ССИ».

2. Количество гарантийных случаев и претензий на 100 высокотехнологичных изделий СИ.

3. Процент государственных закупок, имеющих управление полным жизненным циклом высокотехнологичных средств измерений.

4. Процент цифровых бизнес-процессов управления, реализованных на ТП «ССИ».

Определяем следующие цели перспективы бизнес-процессов для формируемой стратегической карты (рисунок 30):

- повышение качества высокотехнологичных изделий СИ, обеспечивающее не более 5 гарантийных случаев к 01.01.2024;

- усиление результативности взаимодействия участников ТП «ССИ» до 50 % к 01.01.2024;

- организация результативного государственно-частного партнерства в сфере СИ, обеспечивающего 20 % закупок с управлением полным ЖЦ ВСИ к 01.01.2024;

- разработка не менее 80 % цифровых бизнес-процессов управления ТП «ССИ» к 01.01.2024.

**Формирование составляющей обучения и развития ССП** обеспечивают достижение перспективы бизнес-процессов и заключается в достижении специфических целей, связанных с набором навыков и умений сотрудников головной организации, в первую очередь – проектного офиса коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ<sup>1)</sup>, необходимых для достижения целей внутренних бизнес-процессов, клиентских и финансовых целей.

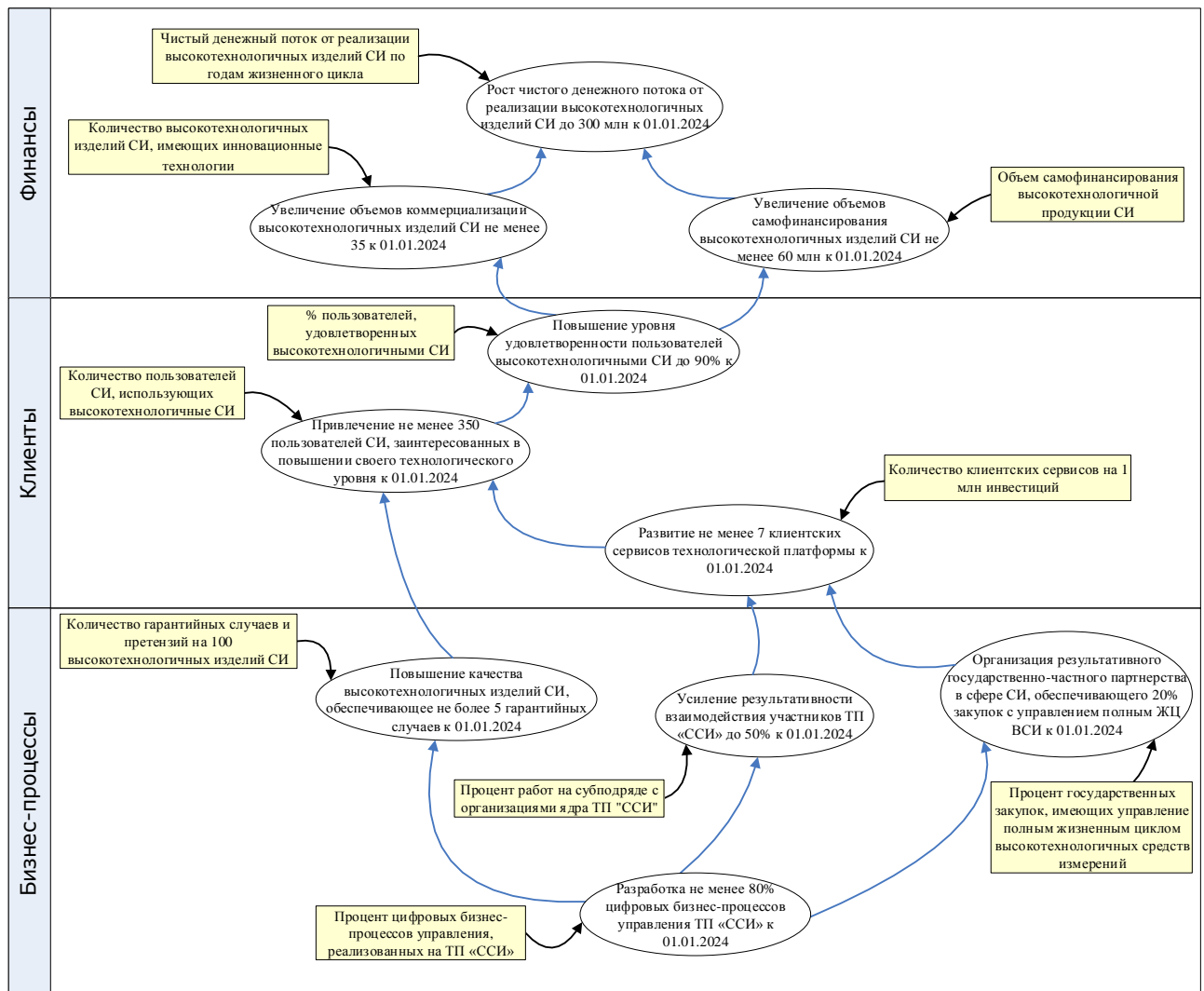


Рисунок 30 – Цели финансовой, клиентской и перспективы бизнес-процессов

Источник: разработан автором

Составляющая обучения и развития персонала ССП основана на целевой программе повышения квалификации сотрудников головной организации в сфере коммерциализации высокотехнологичных СИ, что измеряется следующими

<sup>1)</sup> Подробнее проектного офиса коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ представлена ранее в данной работе.

показателями:

1. Количество программ (мероприятий) по повышению квалификации.
2. Процент аттестованных сотрудников головной организации.
3. Затраты на обучение сотрудников головной организации.

Также перспектива обучения и развития включает цели, связанные с построением необходимой инфраструктуры взаимодействия участников ТП «ССИ», которая позволит цифровизировать бизнес-процессы управления ТП «ССИ».

Определяем следующие цели перспективы обучения и развития для формируемой стратегической карты (рисунок 31):

- повышение квалификации 100 % сотрудников головной организации в сфере коммерциализации высокотехнологичных СИ к 01.01.2024;
- построение инфраструктуры взаимодействия участников ТП «ССИ», обеспечивающей не менее 15 % заявок о потребностях в программах взаимодействия к 01.01.2024.

На основании разработанной стратегической карты формируется стратегия, включающая мероприятия, реализация которых позволит достичь поставленных целей.

Сводная стратегия «Формирование и развитие ТП «ССИ» (сбалансированная система показателей)» приведена ниже (рисунок 31, таблица 22).

Таким образом, разработка и реализация стратегии «Формирование и развитие ТП «ССИ» осуществляется согласно следующему алгоритму (рисунок 32).

На первом этапе обосновывается выбор ССП для разработки стратегии и последовательности формирования перспектив, содержание которых охватывает все основные аспекты деятельности ТП «ССИ».

Последовательность перспектив использует следующую логику: обеспечение роста чистого денежного потока возможно за счет повышения уровня удовлетворенности пользователей высокотехнологичными СИ, что требует повышения качества создания высокотехнологичных изделий СИ, а также

усиления результативности взаимодействия участников технологической платформы и цифровизации бизнес-процессов управления.

Это, в свою очередь, возможно за счет наличия квалифицированных сотрудников и необходимой инфраструктуры. Таким образом, в единую логику объединяются четыре перспективы: финансы, клиенты, бизнес-процессы, обучение и развитие.

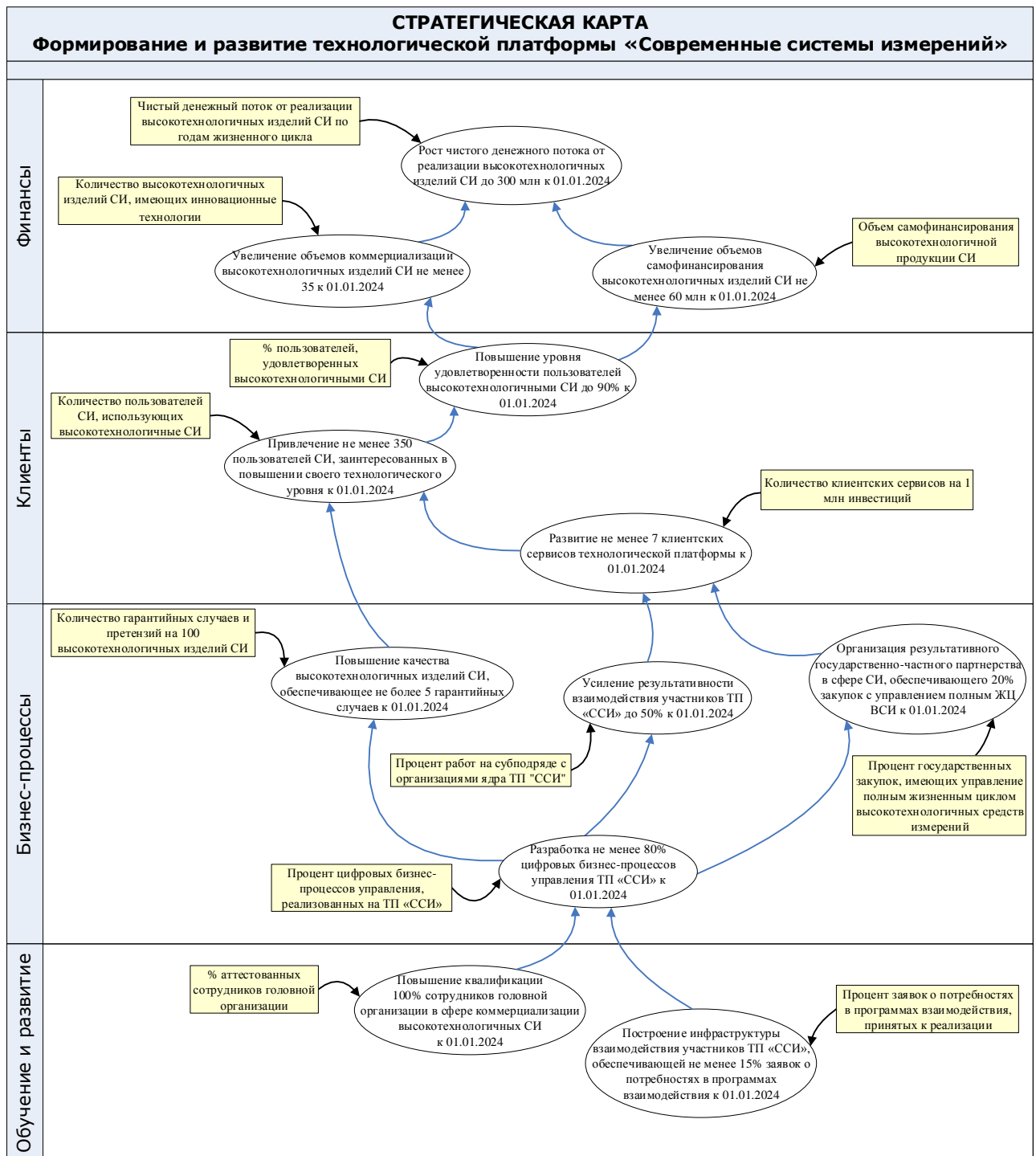


Рисунок 31 – Стратегическая карта «Формирование и развитие ТП «ССИ»  
Источник: разработан автором





Рисунок 32 – Алгоритм формирования и реализации стратегии ТП «ССИ» на основе ССП

Источник: разработан автором

На втором этапе определяются цели каждой перспективы сбалансированной системы показателей при условии соблюдения причинно-следственных связей между ними. Постановка целей осуществляется согласно принципу SMART, который требует указания не только названия цели, но и количественных параметров ее измерения, а также срок, к которому цель должна быть достигнута.

Таблица 22 – Стратегия «Формирование и развитие ТП «ССИ» (сбалансированная система показателей)»<sup>1)</sup>

Перспектива	Цель	Показатели достижения цели				Мероприятия, направленные на достижение цели
		Название	Единица измерения	Целевое значение	Целевая дата	
1. Финансы	Рост чистого денежного потока от реализации высокотехнологичных изделий СИ до 300 млн к 01.01.2024	Чистый денежный поток от реализации высокотехнологичных изделий СИ по годам жизненного цикла	тыс. р.	300000	01.01.2024	Обеспечение продаж высокотехнологичных изделий СИ с требуемым уровнем рентабельности
	Увеличение объемов коммерциализации высокотехнологичных изделий СИ не менее 35 ед. к 01.01.2024	Количество высокотехнологичных изделий СИ	шт.	35	01.01.2024	Увеличение количества разработок высокотехнологичных СИ Разработка методологии организации проектной деятельности по коммерциализации высокотехнологичной продукции СИ
	Увеличение объемов самофинансирования высокотехнологичных изделий СИ не менее 60 млн к 01.01.2024	Объем самофинансирования высокотехнологичной продукции СИ	тыс. р.	60000	01.01.2024	Обеспечение требуемого уровня рентабельности с целью самофинансирования производства высокотехнологичных СИ

<sup>1)</sup> Целевые значения показателей и целевые даты основаны на расчетах, и оценках автора и носят рекомендательный характер.

Перспектива	Цель	Показатели достижения цели				Мероприятия, направленные на достижение цели
		Название	Единица измерения	Целевое значение	Целевая дата	
2. Клиенты	Повышение уровня удовлетворенности пользователей высокотехнологичными СИ до 90 % к 01.01.2024	Процент пользователей, удовлетворенных высокотехнологичными СИ	%	90	01.01.2024	Повышение качества и функционала высокотехнологичных СИ Разработка методологии изучения и оценки удовлетворенности пользователей
	Привлечение не менее 350 пользователей СИ, заинтересованных в повышении своего технологического уровня к 01.01.2024	Количество организаций-пользователей СИ, использующих высокотехнологичные СИ	ед.	350	01.01.2024	Формирование партнерской сети представителей ТП «ССИ» по регионам
	Развитие не менее 7 клиентских сервисов технологической платформы к 01.01.2024	Количество клиентских сервисов на 1 млн инвестиций	ед.	7	01.01.2024	Разработка клиентских сервисов проектным офисом

Перспектива	Цель	Показатели достижения цели				Мероприятия, направленные на достижение цели
		Название	Единица измерения	Целевое значение	Целевая дата	
3. Внутренние бизнес-процессы	Повышение качества высокотехнологичных изделий СИ, обеспечивающее не более 5 гарантийных случаев к 01.01.2024	Количество гарантийных случаев и претензий на 100 высокотехнологичных изделий СИ	ед.	5	01.01.2024	Реализация мероприятий контроля качества создания высокотехнологичных изделий СИ; Разработка методологии систем управления качеством высокотехнологичных изделий СИ на различных стадиях жизненного цикла.
	Усиление результативности взаимодействия участников ТП «ССИ» до 50 % к 01.01.2024	Процент работ на субподряде с организациями ядра ТП «ССИ»	%	50	01.01.2024	Разработка методологии принятия и реализации управленческих решений по взаимодействию участников ТП «ССИ» на основе ключевых и функциональных компетенций
		Процент работ на субподряде с организациями периферии ТП «ССИ»	%	20	01.01.2024	
		Процент работ на субподряде с перспективными организациями ТП «ССИ»	%	10	01.01.2024	
	Организация результативного ГЧП в сфере СИ, обеспечивающего 20 % закупок с управлением полным ЖЦ ВСИ к 01.01.2024	Процент государственных закупок, имеющих управление полным жизненным циклом высокотехнологичных средств измерений	%	20	01.01.2024	Привлечение партнеров к проектам государства Разработка методологии государственно-частного партнерства
Разработка не менее 80 % цифровых бизнес-процессов управления ТП «ССИ» к 01.01.2024	Процент цифровых бизнес-процессов управления, реализованных на ТП «ССИ»	%	80	01.01.2024	Разработка плана мероприятий по созданию цифровых бизнес-процессов	

Перспектива	Цель	Показатели достижения цели				Мероприятия, направленные на достижение цели
		Название	Единица измерения	Целевое значение	Целевая дата	
4. Обучение и развитие персонала	Повышение квалификации 100% сотрудников головной организации в сфере коммерциализации высокотехнологичных СИ к 01.01.2024	Количество программ (мероприятий) по повышению квалификации	шт.	3	01.01.2024	Разработка программы обучения сотрудников, обучение сотрудников, проведение аттестации сотрудников
	Построение инфраструктуры взаимодействия участников ТП «ССИ», обеспечивающей не менее 15 % заявок о потребностях в программах взаимодействия к 01.01.2024	Процент заявок о потребностях в программах взаимодействия, принятых к реализации	шт. % р.	3 100 500000	01.01.2024	Построение программной, аппаратной, сетевой, технической, физической инфраструктуры, необходимой для разработки цифровых бизнес-процессов

Источник: разработан автором

На третьем этапе определяются показатели измерения степени достижения целей и их целевые значения. Одна цель может быть представлена несколькими показателями, при этом на перспективы стратегической карты выводится наиболее важный показатель цели, который в большей степени позволяет измерить уровень ее достижения.

На четвертом этапе осуществляется проверка достаточности группы. Необходимо проанализировать все четыре перспективы сбалансированной системы показателей и понять корректно ли сформулированы цели и показатели, все ли цели измерены, согласованы ли причинно-следственные связи целей и показателей. В случае обнаружения некорректных данных осуществляется возврат ко второму этапу. Если все данные корректны, осуществляется переход к пятому этапу.

На пятом этапе осуществляется разработка мероприятий, направленных на достижение поставленных целей. Фактически это те действия, реализация которых позволяет прийти к желаемому результату. Данные мероприятия должны отражаться в проектах и процессах организации, чтобы исключить ситуацию, когда стратегия разработана, но никаких действий по ее реализации не осуществляется, так как предложенные мероприятия никак не коррелируют с теми процессами и проектами, которые уже исполняются.

На шестом этапе осуществляется реализация мероприятий стратегии. От того, как качественно и своевременно будут выполняться мероприятия, зависит получение целевых значений ключевых показателей.

На седьмом этапе осуществляется контроль и координация выполнения мероприятий стратегии. Как только стратегия разработана и реализуется, необходимо осуществлять постоянный мониторинг выполнения мероприятий, а также учитывать воздействие факторов среды функционирования и прочие риски. Стратегию необходимо корректировать под цели и мероприятия по мере необходимости, так как постоянно происходят изменения как внутри организации, так и за ее пределами. В случае корректировки следует перейти ко второму или пятому этапу.

На восьмом этапе осуществляется достижение целевых значений показателей с учетом корректировки стратегии, обусловленной воздействием внешних и внутренних факторов.

## Заключение

Полученные в ходе диссертационного теоретические и практические результаты направлены на развитие системы управления высокотехнологичными изделиями с использованием инструментов организации технологической платформы, направленной на повышение эффективности и результативности их полного жизненного цикла.

Автором получены следующие результаты:

1) Исследование состояния развития измерений в Российской Федерации на период с 2019 по 2021 г. показал старение СИ, используемых предприятиями и эксплуатирующими организациями на территории Российской Федерации, что требует активизации создания новых высокотехнологических образцов, требующих как проверки достижения целевых характеристик (измерения параметров), так обеспечения их применения (измерительные модули и средства). Это требует разработки системы управления взаимодействием участников полного жизненного цикла разработки, создания и эксплуатации высокотехнологичной продукции.

2) На основе изучения теории сформулировано понятие и содержание результативности управления полным жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств, что позволяет организовать систему проектного управления взаимодействием участников цепочки создания ценности, основанную на механизмах государственно-частного партнерства. Обоснован вывод о том, что управление полным жизненным циклом высокотехнологичных продуктов требует новых принципов интеграции всех ключевых процессов на базе единых цифровых платформ, обеспечивающих эффективное взаимодействие их участников.

3) Авторское определение цифровой платформы позволило сформулировать вывод о применении ее методологии к управлению взаимодействием участников в высокотехнологичных предметных областях деятельности. Предложенная классификация цифровых платформ позволяет



перейти от методологии цифровой платформы как макросреды взаимодействия организаций к концепции микроуровня конкретных субъектов цепочек создания ценности высокотехнологичной продукции, переходящих в распределенные сетевые структуры. Сетевые принципы организации взаимодействия инициируют в системе управления создание координирующих центров, роль которых заключается в структурировании управления полными жизненными циклами высокотехнологичных изделий.

4) Анализ уровня активности организаций Российской Федерации в сфере высоких технологий показал, что их создание и продвижение требуют разработки передовых средств измерений, направленных на внедрение новых и модернизацию существующих товаров и технологических процессов. На временном горизонте с 2020 по 2030 г. возрастает роль средств измерений в деятельности организаций наукоемкой сферы, формирующих новый технологический уклад социально-экономического развития России. При этом наблюдается также негативная тенденция отсутствия обеспечения соответствия продукции высокотехнологичных производств современным техническим регламентам, правилам и стандартам.

5) Анализ состояния и перспективы развития высокотехнологичных отраслей в условиях смены технологических укладов в сфере средств измерений на примере элементной базы показал отсутствие эффективной организации и координации деятельности, неоправданное дублирование разработок и производства близких по назначению и техническим характеристикам средств измерений. Для решения данной проблемы сформулированы предложения по созданию технологической платформы «Современные средства измерений» (ТП «ССИ») под руководством головной научной организации в данной предметной области. При этом обосновано, что деятельность ТП «ССИ» направлено на следующие результаты:

- упростить организационно-технические процедуры применения отечественных комплектующих изделий в приборах и комплексах, предназначенных для нужд метрологических служб;

- подключить производственные предприятия к импортозамещению и

придать импульс высокой динамичности при значительных амплитудах колебания входных параметров;

– организовать координирующую работу по развитию элементной базы высокотехнологичных СИ.

б) Построение системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий рассмотрен на примере ТП «ССИ», инициатором и организатором которой выступает ФГУП «ВНИИФТРИ» – головная организация в предметной области средств измерений. Анализ предметной области ТП «ССИ» показывает высокую степень готовности научного задела в данной наукоемкой сфере, активное формирование плана инициативных работ, целью которых является разработка перспективных технологий, опытных образцов, средств измерений исходя из анализа перспективных потребностей предприятий промышленности и федеральных органов исполнительной власти. На этой основе предложены методические подходы к организации проектного управления взаимодействием участников жизненного цикла высокотехнологичной продукции в рамках технологической платформы «Современные средства измерений».

7) Анализ жизненных циклов высокотехнологичных изделий на примере головной научной организации позволил предложить авторскую модель организации цепочки создания продукции высокотехнологичных производств, а также составляющих ее этапов, способных стать основой взаимодействия участников в сфере радиотехнических средств измерений. Реализация модели требует реорганизации существующей деятельности и построения системы управления, обеспечивающей эффективное создание продукции высокотехнологичных производств в условиях противодействия негативным геополитическим и макроэкономическим факторам.

8) Для предметной области ТП «ССИ» обоснована концепция «ядра» и «периферии» организаций-участниц, включающих научно-исследовательские институты, подведомственные Росстандарту, а периферию – организации, участвующие в полном жизненном цикле средств измерений (проведение фундаментальных исследований, прикладных НИР и ОКР, создание приборов и

оборудования, их эксплуатация, поверка, а также вывод из эксплуатации), а также организации-компетенты. В целях управления предметными областями отдельных стадий полного жизненного цикла изделия сформулированы ключевые, текущие и перспективные компетенции участников ТП «ССИ», а также предложен алгоритм их интеграции на основе матрицы оценки результативности связей организаций. Предложена методика «сборки» участников ТП «ССИ» на основе организации взаимодействия головной организации с институтами Росстандарта, дополняющие ее компетенции в фундаментальных и прикладных исследованиях и определяющие способность развивать предметную область, недоступную для большинства других организаций.

9) Исследование организационных структур управления, используемых в управлении полным жизненным циклом высокотехнологичных изделий, показал обоснованность применения для ТП «ССИ» адаптивных методологий управления проектами с использованием объектно-субъектного подхода. Предложенный шаблон построения адаптивной организационной структуры управления проектной деятельностью по созданию высокотехнологичных изделий на каждой стадии жизненного цикла позволил обосновать методику процессного управления с элементами матричной структуры. При этом сохраняющиеся линейно-функциональные связи позволяют связать децентрализованные процессы управления с матричной структурой, сохранив стратегическую управляемость организации ее высшим руководством.

10) В работе предложен перевод части процессов управления жизненным циклом продукции высокотехнологичных производств в организационный центр, в котором возможно обособить проектное управление в отдельное обособленное подразделение. Такой подход позволяет не рассредоточить управление по всей организации, а сконцентрировать его в пределах предметной области, соответствующей ТП «ССИ». При этом взаимодействием с ТП «ССИ» занимается руководитель направления технологий СИ с данными ему руководителями НИОКР и проектными менеджерами. Координация работ по предметной области остается за руководителем НИО с подчинением заместителю генерального директора.

Отдельные обеспечивающие функции, которые носят общеорганизационный характер (например, бухгалтерский учет, финансовый менеджмент, контрактные и юридические службы) вынесены за пределы проектного офиса, поскольку в нем они реализуют в основном оперативные функции.

11) В целях эффективной деятельности проектного офиса предложено включить в его компетенции организацию следующих процессов полного жизненного цикла высокотехнологичных изделий СИ: операционный менеджмент этапов полного жизненного цикла высокотехнологичных СИ, которые ведет Проектный офис; процессы развития предметной области высокотехнологичных СИ; процессы поддержки основной деятельности участников ТП «ССИ»; процессы сервисных услуг, оказываемых пользователям высокотехнологичных СИ, а также внутренние процессы управленческой деятельности Проектного офиса.

12) В целях реализации стратегии развития высокотехнологичных средств измерений применена сбалансированная система показателей стратегической карты «Формирование и развитие технологической платформы «Современные системы измерений». Раскрыто содержание нормативных процессов разработки стратегической карты ТП «ССИ» и подробно изложены ее перспективы, общепринятые в качестве стандарта (финансы; клиенты; бизнес-процессы; обучение и развитие). На основании разработанной стратегической карты формируется стратегия, включающая мероприятия, реализация которых в деятельности Проектного офиса позволит достичь поставленных целей.

13) Организационные изменения, предложенные автором при создании ТП «ССИ», подкреплены экономическим аспектом управления жизненным циклом высокотехнологичных средств измерений. На основе проведенного анализа движения денежных средств головной научной организации предложена система стратегического управления с применением мультипликатора самофинансирования, основанного на опережающем финансировании перспективных фундаментальных и прикладных исследований за счет части собственной прибыли головной научной организации. При этом использован принцип государственно-частного партнерства с последующей активизацией

партнеров ТП «ССИ» на стадиях жизненного цикла - применение и утилизация СИ. Предложенные автором параметры сценариев и динамика объемов реализации показали, что такой подход позволит получить положительный чистый доход на 5-й год жизненного цикла, а положительный чистый доход нарастающим итогом – на 6-й год.

14) Материалы исследования обсуждены на научно-техническом совете ФГУП «ВНИИФТРИ» и рекомендованы для применения в создании технологической платформы средств измерений. В частности, проведены следующие мероприятия: а) подготовлен проект записки для Росстандарта; б) подготовлен проект создания проектного офиса; в) подготовлен проект рекомендаций по управлению жизненными циклами высокотехнологичными изделиями, входящими в предметную область деятельности ФГУП «ВНИИФТРИ».

## Список литературы

1. Адизес, И. К. Управление жизненным циклом корпорации / Ицхак К. Адизес ; [пер. с англ. В. Кузина под науч. ред. А. Г. Сеферяна]. – Москва [и др.] : Питер, 2007. – 383 с. – ISBN 978-5-469-01523-9.
2. Администрация Президента России : офиц. сайт – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/35260> (дата обращения: 10.10.2020).
3. Антонов, В. Г. Проблемы и перспективы развития цифрового менеджмента / В. Г. Антонов, М. В. Самосудов // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика. Революция в управлении: новая цифровая экономика или новый мир машин: Материалы II Междунар. науч. форума 06-07 дек. 2018 г. Вып. 2. – Москва : ГУУ, 2018. – С. 66-72. – ISBN 978-5-215-03125-4.
4. Апашкина, Д. С. Внедрение цифровых системы управления, обеспечивающих качество на всех этапах жизненного цикла наукоемкой продукции / Д. С. Апашкина // Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 21 апр. 2021 г. – Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2021. – С. 30-33. – ISBN 978-5-7038-5629.
5. Аржанцев, С. А. Формирование технологических платформ как нового инструмента инновационного развития экономики / С. А. Аржанцев, С. Л. Писарев, Е. В. Колязина, А. А. Фролова // Вопросы экономики и управления. – 2017. – № 2(9). – С. 18-21. – ISSN 2412-3773.
6. Бабурин, В. А. Технологические платформы: проблемы и перспективы коммерциализации в сфере сервиса / В. А. Бабурин, М. Е. Яненко // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2011. – № 4 (10). – С. 55-64. – ISSN 2078-5852.
7. Батоврин, В. К. Управление жизненным циклом технических систем: серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта «Промышленный и

технологический форсайт Российской Федерации» / В.К. Батоврин, Д.А. Бахтурин под ред. И.С. Мацкевич, М.С. Липецкая. – Санкт-Петербург, 2012. – Вып. 1. – 59 с.

8. Бендигов, М. А. Интеллектуальная собственность в России: проблемы использования и правовой защиты / М. А. Бендигов, Е. Ю. Хрусталева // Менеджмент в России и за рубежом. – 2001. – № 3. – С. 8. – ISSN 1028-5857.

9. Берг, Д. Б. Модели жизненного цикла : учебное пособие / Д. Б. Берг, Е. А. Ульянова, П. В. Добряк. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, 2014. – 76 с. – ISBN 978-5-7996-1311-2.

10. Бондаренкова, И. В. Интегрированные системы управления жизненным циклом продукции: учебно-методическое пособие / И. В. Бондаренкова. – Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД, 2022. – 55 с.

11. Бортник, И. М. Вопросы достоверности статистической информации об инновационной деятельности в России / И. М. Бортник, В. Г. Зинов, В. А. Коцюбинский, А. В. Сорокина // Инновации – 2013. – № 10 – С. 10-17. – ISSN 2071-3010.

12. Буренок, В. М. Проблемы создания системы управления полным жизненным циклом вооружения, военной и специальной техники / В. М. Буренок // Вооружение и экономика. – 2014. – № 2. – С. 4–9. – eISSN 2071-0151.

13. Википедия: свободная энциклопедия : сайт – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Жизненный цикл изделия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Жизненный_цикл_изделия) (дата обращения: 10.10.2020).

14. Вичугова, А. А. Методологические основы проектирования сложных наукоемких изделий и принципы построения интегрированной информационной среды на базе CALS-технологий : монография / А. А. Вичугова, В. Н. Вичугов, Е. А. Дмитриева, Г. П. Цапко, С. Г. Цапко // Томск : ТПУ, 2013. – 180 с. – ISBN 978-5-4387-0347-1.

15. ВНИИМС : Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» : офиц. сайт – URL: <https://www.vniims.ru/> (дата обращения: 14.12.2020).

16. Воронин, С. И. Особенности маркетинговой деятельности на этапах жизненного цикла наукоемкой продукции / С. И. Воронин, А. Ю. Рыбкин //

Экономинфо. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 56-59. – ISSN 1819-6330.

17. ГАРАНТ.РУ: Информационно-правовой портал : сайт – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124> (дата обращения: 10.10.2020).

18. Гелисханов, И. З. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития / И. З. Гелисханов, Т. Н. Юдина, А. В. Бабкин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2018. – Т. 11. – № 6. – С. 22-36. – ISSN 2304-9774.

19. Герасимова, Г. Е. Все о качестве. Зарубежный опыт : научно-технический сборник. Выпуск № 3 (57)/2007. Стоимость жизненного цикла продукции (МЭК 60300-3-3) / Г. Е. Герасимова. – Москва : НТК «Трек», 2017. – 617 с. – ISSN 1683-8726.

20. Глазьев, С. Ю. Великая цифровая революция: вызовы и перспективы для экономики XXI века / С. Ю. Глазьев // ГлазьевРу : офиц. сайт – URL: <https://glazev.ru/articles/6-jekonomika/54923-velikaja-tsifrovaja-revoljutsija-vyzovy-i-perspektivy-dlja-jekonomiki-i-veka>. Дата публикации: 14.09.2017.

21. Глазьев, С. Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП / С. Ю. Глазьев, Д. С. Львов // Экономика и математические методы. – 1985. – № 1. – С. 1,2-0,6. – ISSN 0424-7388.

22. ГОСТ 53791-2010. Ресурсосбережение. Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения : утв. и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 31.05.2010 № 85-ст : введен впервые : дата введения 2011-01-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200082189> (дата обращения: 05.12.2022).

23. ГОСТ Р 56136-2014. Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения : утв. и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 19.09.2014 № 1156-ст : введен впервые : дата введения 2015-09-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114158> (дата



обращения: 05.12.2022).

24. ГОСТ Р 56863-2016. Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности. Требования к организации работ по разработке электронных конструкторских документов на этапах изготовления и испытания опытного образца изделия и утверждения рабочей конструкторской документации для организации серийного производства. Общие положения : утв. и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 20.02.2016 № 62-ст. : введен впервые : дата введения 2016-10-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200132493> (дата обращения: 05.12.2022).

25. ГОСТ Р 56864-2016. Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности. Требования к организации работ по разработке электронных конструкторских документов, представляемых заказчику на этапе эскизного проекта и технического проекта. Общие положения : утв. и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 20.02.2016 № 63-ст : введен впервые : дата введения 2016-10-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200132494> (дата обращения: 05.12.2022).

26. ГОСТ Р 56874-2016. Система управления полным жизненным циклом изделий высокотехнологичных отраслей промышленности. Требования к организации работ по разработке электронных конструкторских документов на этапе разработки рабочей конструкторской документации для изготовления опытных образцов. Общие положения : утв. и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 26.02.2016 № 79-ст : введен впервые : дата введения 2016-10-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200132477> (дата обращения: 05.12.2022).

27. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения : утв. и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 16.09.2021 № 979-ст : введен

впервые : дата введения 2022-01-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: (дата обращения: 05.12.2022).

28. Грибанов, Ю. И. Основные модели создания отраслевых цифровых платформ / Ю. И. Грибанов // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Т. 8. – № 2. – С. 223-234. – eISSN 2222-0372.

29. Губич, Л. В. Внедрение на промышленных предприятиях информационных технологий поддержки жизненного цикла продукции : справочник / Л. В. Губич. – Минск : Беларуская книга, 2012. – 189 с. – ISBN 978-985-08-1488-3.

30. Гумерова, Г. И. Виртуальная организация как объект исследования и учета в российском экономическом пространстве цифровой экономики / Г. И. Гумерова, Э. Ш. Шаймиева // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2018. – Т. 14. – № 4 (361). – С. 616-639. – ISSN 2311-875X.

31. Гумерова, Г. И. Влияние Индустрии 4.0 на поведение потребителей и ведение бизнеса / Г. И. Гумерова, Е. И. Татар // Экономический вектор. – 2020. – № 4(23). – С. 63-67. – ISSN 2411-7269.

32. Дойль, П. Менеджмент: стратегия и тактика / П. Дойль. – СПб.: Питер, 1999. – 559 с. – С. 262. – ISBN 5-314-00138-1.

33. Дроговоз, П. А. Классификация программных средств информационной поддержки жизненного цикла изделий и анализ их поставщиков на российском рынке / П. А. Дроговоз, А. А. Алимкин, М. Д. Аникин // Аудит и финансовый анализ. – 2016. – № 3. – С. 450-455. – ISSN 2618-9828.

34. Друкер, П. Ф. Бизнес и инновации / П. Ф. Друкер ; [пер. с англ. К. С. Головинского]. – Москва : Вильямс, 2007. – 432 с. – ISBN 978-5-8459-1195-7.

35. Друкер, П. Ф. Задачи менеджмента в XXI в. / П. Ф. Друкер ; [пер. с англ. и ред. Н. М. Макаровой]. – Москва : Вильямс, 2000. – 272 с. – ISBN 978-5-8459-0127-9.

36. Европейские технологические платформы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fp7-bio.ru/tech-platforms/european> (дата обращения: 10.10.2020).

37. Егорова, Н. Е. Факторы развития малого промышленного бизнеса в России и Китае и методические принципы их анализа / Н. Е. Егорова, Я. Сюань, А. В. Горлов // Аудит и финансовый анализ. – 2008. – № 6. – С. 110-118. – ISSN 2618-9828.
38. Жаров, В. С. Взаимосвязь технологического и экономического развития производственных систем / В. С. Жаров // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2018. – Т. 11. – № 3. – С. 32-44. – ISSN 2304-9774.
39. Заворотный, Д. С., Серый, М. А. Аналитическая справка «Российские технологические платформы (РТП), переход от РТП к Евразийским технологическим платформам» // ЕЭК ; офиц. сайт. – URL: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom\\_i\\_agroprom/dep\\_prom/SiteAssets](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_prom/SiteAssets) (дата обращения: 10.09.2020).
40. Завьялов, Д. В. Цифровые платформы как инструмент и условие конкурентоспособности страны на мировом рынке товаров и услуг / Д. В. Завьялов, Н. Б. Завьялова, Е. В. Киселева // Экономические отношения. – 2019. – Т. 9. – № 2. – С. 443-454. – eISSN: 2587-8921.
41. Зайцев, Е. М. Формализация этапов жизненного цикла создания геоинформационной продукции на научно-производственном предприятии / Е. М. Зайцев, Е. А. Коломиец, В. Н. Николаев // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2020. – Т. 24. – № 4. – С. 146-165. – ISSN 2223-1560.
42. Земцов, С. П. Национальный доклад «Высокотехнологичный бизнес в регионах России». Выпуск 2 / Авт. коллектив [под ред. С. П. Земцова]. – Москва : РАНХиГС, АИРР, 2019. – 108 с. – ISBN 978-5-85006-139-5.
43. Иванченко, А. Г. Понятие высокотехнологичной продукции. Анализ российской и зарубежной литературы / А. Г. Иванченко, Д. С. Ушаков // Молодой ученый. – 2018. – № 17(203). – С. 178-180. – ISSN 2072-0297.
44. Карпунин, М. Г. Жизненный цикл и эффективность машин / М. Г. Карпунин, Я. Г. Любинецкий, Б. И. Майданчик. – М.: Машиностроение, 2014. – 312

с. – ISBN 5-217-00505-X.

45. Классификация цифровых платформ, представленная компанией «Ростелеком» // Digital Russia ; Цифровая Россия – все об ИТ в государстве : сайт. – URL: [http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2018/04/digital\\_platforms.pdf](http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2018/04/digital_platforms.pdf) (дата обращения: 10.10.2020)/

46. Ковшов, А. Н. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учебное пособие для студентов вузов / А. Н. Ковшов [ и др.]. – Москва : Академия, 2007. – 303 с. – ISBN 978-5-7695-3003-6.

47. Колобов, А. А. Инженерная логистика: логистически-ориентированное управление жизненным циклом продукции : учебное пособие / Л. Б. Миротин, И. Н. Омельченко, А. А. Колобов, А. Г. Некрасов Алексей Германович [и др.]. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2011. – 644 с. – ISBN 978-5-9912-0170-4.

48. Колчин, А. Ф. Цифровизация и управление жизненным циклом продукции машиностроения / А. Ф. Колчин, С. В. Сумароков // Вестник МГТУ «Станкин». – 2019. – № 2 (49). – С. 10-16. – ISSN 2072-3172.

49. Коцюбинский, В. А. Теория и практика госзакупок инновационной продукции / В. А. Коцюбинский // Инновации. – 2016. – № 6. – С. 12-16.

50. Красникова А. С. Жизненный цикл поставщика как компонент системы управления жизненным циклом высокотехнологичной продукции / А. С. Красников, Ф. П. Захаров // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15. – № 3. – С. 901-916. – ISSN:1994-6929.

51. Красникова, А. С. Экономико-математическая модель оценки эффективности принятия управленческого решения при выборе поставщиков / А. С. Красникова // Социальные и экономические системы. – 2023. – № 1-1(39). – С. 241-253. – ISSN 2618-7035.

52. Кулапов, М. Н. Технологические аспекты теории управления инновационными процессами: системный анализ и подходы к моделированию / М. Н. Кулапов, В. П. Варфоломеев, П. А. Карасев // Друкеровский вестник. – 2018. – № 3 (23). – С. 82-100. – ISSN 2312-6469.

53. Леднева, О. В. Статистическое изучение уровня цифровизации экономики России: проблемы и перспективы / О. В. Леднева // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Т. 11. – № 2. – ISSN 2222-0372.

54. Лотов, А. И. Управление жизненным циклом оптического прибора при помощи автоматизированных систем / А. И. Лотов, В. Н. Прокудин // Экономика высокотехнологичных производств. – 2020. – Том 1. – № 3. – С. 127-136. – ISSN 2542-0593.

55. Лугачев, М. И. Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность / М. И. Лугачев, В. И. Ананьин, К. В. Зимин, Р. Д. Гимранов, К. Г. Скрипкин // Бизнес-информатика. – 2018. – № 2 (44). – С. 45-53. – ISSN 1998-0663.

56. Ляндау, Ю. В. Процессно-проектное управление : монография / Ю. В. Ляндау. – Москва : Русайнс, 2014. – 111 с. – ISBN 978-5-94727-693-0.

57. Макарова, Н. В. Сравнительный анализ информационных систем для управления жизненным циклом изделия / Н. В. Макарова, Е. А. Горланов // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2022. – № 1(33). – С. 25-29.

58. Марьяненко, В. П. Феномен инновации: вопросы методологии и концептуализации : монография / В. П. Марьяненко. – Санкт-Петербург : РОСТ, 2008. – 337 с. – ISBN 978-5-98217-043-9.

59. Масленников, В. В. Менеджмент : учебник / В. В. Масленников, Ю. В. Ляндау, И. А. Калинина. – Москва : Кнорус, 2018. – 424 с. – ISBN 978-5-406-09826-4.

60. Масленников, В. В. Формализация стратегий на основе сбалансированной системы показателей / В. В. Масленников, Ю. В. Ляндау, А. С. Чигров. – М.: Изд-во: «Русайнс», 2016. – 230 с. – ISBN 978-5-4365-1298-3.

61. Мельников, О. Н. Расширение подходов к процессу управления жизненным циклом продукции при диверсификации предприятий оборонно-промышленного комплекса / О. Н. Мельников, Д. А. Есипенко, Д. С. Алабужев // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 1301-1310. – eISSN: 2222-0372.

62. Мельникова, А. С. Кросс-платформенное взаимодействие цифровой

финансово-экономической инфраструктуры отечественного рынка, с применением методов комбинированных технологий / А. С. Мельникова, Е. М. Мыльникова, А. А. Кисарева // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 941-950. – eISSN 2222-0372.

63. Менш, Г. Технологический пат: инновации преодолевают депрессию / Г. Менш. – Москва : Прогресс. – 1995.

64. Месропян, В. Р. Цифровые платформы – новая рыночная власть : презентация // Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова : офиц. сайт URL: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=46781&p=attachment> (дата обращения: 25.10.2021).

65. Мильнер, Б. З. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / под ред. Б. З. Мильнера. – Москва : ИНФРА-М, 2010. – ISBN 978-5-16-003649-6.

66. Министерство экономического развития Российской Федерации: официальный сайт : офиц. сайт – URL: [https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe\\_upravlenie/mehanizm\\_regulyatornoy\\_gilotiny/](https://www.economy.gov.ru/material/directions/gosudarstvennoe_upravlenie/mehanizm_regulyatornoy_gilotiny/)(дата обращения: 10.10.2020).

67. Минцберг, Г. Стратегическое сафари: Экскурсия по дебрям стратегического менеджмента / Г. Минцберг, Б. Альстранд, Ж. Лампель. – Москва : Альпина-Паблицер, 2013. – 367 с. – ISBN 978-5-9614-2223-8.

68. Нижегородцев, Р. М. Основы теории инноваций / Р. М. Нижегородцев, Москва : Доброе слово, 2011. 88 с.

69. Никулин, Л. Ф. «Четвертая парадигма» и менеджмент / Л. Ф. Никулин, О. Г. Деменко // Научно-аналитический журнал наука и практика Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2018. – Т. 10. – № 1 (29) – С. 48-63. – ISSN 2225-9538.

70. Общественная палата Российской Федерации : офиц. сайт. ОПРФ. – URL: <https://www.oprf.ru/> (дата обращения: 26.10.2020).

71. Онищенко Е. В. Трансформация понятия «технологическая платформа» в контексте тенденций инновационного развития мировой экономики

/ Е. В. Онищенко, С. В. Гордиенко // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 1449-1466. – eISSN: 2222-0372.

72. Платформенный подход Intel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=8655> (дата обращения: 18.09.2018).

73. Поляков, В. В. Критерии инновационной активности научной организации / В. В. Поляков, Г. А. Аниканов, Б. И. Волостнов // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2010. – № 1. – С. 29-48. – ISSN 0234-6206.

74. Попков, Д. В. Производство высокотехнологичной продукции гражданского назначения в ОПК России до 2030 года / Д. В. Попков, В. А. Коцюбинский // Инновации. – 2017. – № 8(226). – С. 10-16. – ISSN 2071-3010.

75. Портер, М. Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей и конкурентов / М. Портер. – Москва : Альпина Паблишер, 2019. – 454 с. – ISBN 978-5-9614-0491-3.

76. Пухальский, В. А. Жизненный цикл продукции и его содержание / В. А. Пухальский // Стандарты и качество. – 2018. – № 4. – С. 32-35. – ISSN 0038-9692.

77. Пухальский, В. А. Оценка качества и жизненный цикл продукции / В. А. Пухальский // Стандарты и качество. – 2019. – № 9. – С. 100-104. – ISSN 0038-9692.

78. Рассел, Джесси Жизненный цикл изделия / Джесси Рассел. – Москва : VSD, 2013. – 974 с. – ISBN 978-5-5095-5234-2.

79. Рассел, Джесси Жизненный цикл организации / Джесси Рассел. – Москва : VSD, 2012. – 715 с. – ISBN 978-5-5139-9230-1.

80. Рассел, Джесси Жизненный цикл программного обеспечения / Джесси Рассел. – Москва : Книга по требованию, 2012. – 673 с. – ISBN 978-5-5139-9229-5.

81. Роджерс, Д. Цифровая трансформация : практическое пособие / Д. Роджерс. – Москва : Точка, 2018. – 329 с. – ISBN 978-5-9909347-7-1.

82. Российская Федерация. Закон. Об обязательных требованиях в Российской Федерации : Федер. закон № 247-ФЗ : принят Государственной Думой 22.06.2020 : одобрен Советом Федерации 24.07.2020 : послед. ред. // КонсультантПлюс : сайт URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_)

358670/ (дата обращения: 06.09.2021).

83. Российская Федерация. Минобрнауки России. Об утверждении критериев отнесения товаров, работ, услуг к инновационной и высокотехнологичной продукции для целей формирования плана закупки такой продукции : приказ Минобрнауки России от 01.11.2012 № 881 // КонсультантПлюс : сайт URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_142860/c0c19133916936bef18ea7737b17365ab57176d1/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142860/c0c19133916936bef18ea7737b17365ab57176d1/) (дата обращения: 16.09.2021).

84. Российская Федерация. Минпромторг России. Об утверждении Перечня высокотехнологичной продукции, работ и услуг с учетом приоритетных направлений модернизации российской экономики : приказ Минпромторга России от 16.09.2020 № 3092 : послед. ред. // КонсультантПлюс : сайт URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_365741/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365741/) (дата обращения: 06.09.2021).

85. Российская Федерация. Правительство. О перечне научных организаций, за которыми сохраняется статус государственного научного центра Российской Федерации : распоряжение Правительства Российской Федерации от 06.06.2019 № 1221-р // КонсультантПлюс : сайт URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_326515/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326515/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/) (дата обращения: 06.09.2021).

86. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.04.2017 № 737-р // КонсультантПлюс : сайт URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_215902/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215902/) (дата обращения: 27.10.2020).

87. Российская Федерация. Правительство. Перечень технологических платформ : утв. решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям от 01.04.2011 протокол № 2 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902317507> (дата обращения: 12.10.2020).

88. Российская Федерация. Правительство. Порядок формирования перечня технологических платформ : утв. решением Правительственной комиссии



по высоким технологиям и инновациям от 03.08.2010, протокол № 4 // КонсультантПлюс : сайт URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=518321#CSLNbfT8o1jFcU9T1> (дата обращения: 12.10.2020).

89. Российская Федерация. Росстат. Методика расчета показателей «Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте» и «Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом региональном продукте субъекта Российской Федерации : приказ Росстата от 14.01.2014 № 21 // КонсультантПлюс : сайт URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_158370/91b175b637359543bf800168e892a736e743496c/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_158370/91b175b637359543bf800168e892a736e743496c/) (дата обращения: 01.03.2018).

90. Россия стала мировым лидером по измерительным возможностям // Газета ДП : сайт Деловой Петербург : учредитель АО «ДП Бизнес Пресс». Санкт-Петербург. – Обновляется в течение суток. – URL: [http://www.dp.ru/a/2020/12/29/Rossija\\_stala\\_mirovim\\_lide\\_](http://www.dp.ru/a/2020/12/29/Rossija_stala_mirovim_lide_) Дата публикации: 29.12.2020.

91. Росстандарт : Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии : офиц. сайт – URL: <https://www.gost.ru/> (дата обращения: 14.12.2020).

92. Росстандарт Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии : офиц. сайт – URL: [https://rst.gov.ru/portal/gost/home/presscenter/news/documentManager/rest/file/feedback/news?portal:componentId=88beae40-0e16-414c-b176-d0ab5de82e16&navigationalstate=JBPNS\\_rO0ABXczAAZhY3Rpb24AAAAA BAA5zW5nbGVOZXdzVmlldwACaWQAAAAABAAQ4MzM5AAdfX0VPRI9f](https://rst.gov.ru/portal/gost/home/presscenter/news/documentManager/rest/file/feedback/news?portal:componentId=88beae40-0e16-414c-b176-d0ab5de82e16&navigationalstate=JBPNS_rO0ABXczAAZhY3Rpb24AAAAA BAA5zW5nbGVOZXdzVmlldwACaWQAAAAABAAQ4MzM5AAdfX0VPRI9f) (дата обращения: 01.10.2021).

93. Росстат : Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 16.12.2020).

94. РСТ ВНИИМ : Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» : офиц. сайт – URL: <https://www.vniim.ru/> (дата обращения: 14.12.2020).

95. РСТ ВНИИОФИ : Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-

физических измерений» : офиц. сайт – URL: <https://www.vniiofi.ru/> (дата обращения: 14.12.2020).

96. РСТ ВНИИФТРИ Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» : офиц. сайт – URL: <https://www.vniiftri.ru/> (дата обращения: 14.12.2020).

97. Сакайя, Т. Стоимость, создаваемая знаниями, или история будущего / Т. Сакайя // Новая индустриальная волна на Западе: антология / под ред. В. Л. Иноземцева. – Москва : Academia, 1999. – С. 337-371.

98. Санто, Б. Инновация как средство экономического развития / Б. Санто; пер. с венг; под ред. Б. В. Сазонова. – Москва : Прогресс, 1990. – 296 с. – ISBN 5-01-002034-3.

99. Семенов, А. И. Анализ цифровых платформ, применяемых для эффективной реализации цепочек создания ценности / Е. В. Попова, А. И. Семенов // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 8. – С. 234-237. – ISSN 2307-180X.

100. Семенов, А. И. Источники самофинансирования высокотехнологичной продукции на технологической платформе / А. И. Семенов // Финансовые рынки и банки. – 2021. – № 4. – С. 37-40. – ISSN 2658-3917.

101. Семенов, А. И. Оценка уровня цифровизации участников создания высокотехнологичной продукции / А. И. Семенов // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 12. – С. 120-121. – ISSN 2307-180X.

102. Семенов, А. И. Построение технологической платформы управления высокотехнологичным производством / А. И. Семенов // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 4. – С. 109-111. – ISSN 2307-180X.

103. Семенов, А. И. Цифровая трансформация бизнес-моделей организации / А. И. Семенов, А. Д. Губайдуллина. – Текст : непосредственный // Экономика строительства. – 2021. – № 2. – С. 49-55. – ISSN 0131-7768.

104. Семенов, А. И. Этапы реализации цепочек создания высокотехнологичной продукции / А. И. Семенов // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 9. – С. 314-316. – ISSN 2307-180X.

105. Семенычев, В. К. Инструментарий моделирования колебательной компоненты в колоколообразных кривых жизненного цикла продукции / Часть сборника «Прикладная эконометрика, № 1, (33), 2014. – Москва : Синергия, 2014. – 13 с.

106. Сидорова, Е. В. Повышение эффективности производственных систем за счёт обеспечения генерации и трансформации изделий на всём PLM-цикле в рамках NBIC-конвергенции / Е. В. Сидорова, А. А. Пахомова, Ш. Халас [и др.] // Друкеровский вестник. – 2020. – № 4(36). – С. 240-252. – ISSN 2312-6469.

107. Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста: II Всероссийская научно-практическая конференция (Москва, 23 апреля 2019 г.) : материалы конференции / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. – 215 с. – ISBN 978-5-7038-5224-8.

108. Скворцов, А. В. Автоматизация управления жизненным циклом продукции : учебник для вузов / А. В. Скворцов, А. Г. Схиртладзе, Д. А. Чмырь. – Москва : Academia, 2013. – 320 с. – ISBN 978-5-7695-6848-0.

109. Смирнов, Е. Н. Глобальные цифровые платформы как фактор трансформации мировых рынков / Е. Н. Смирнов // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 13-24. – ISSN 2222- 0372.

110. Соколов, Б. В. Анализ состояния исследований проблем управления жизненным циклом искусственно созданных объектов / Б. В. Соколов, А. И. Птушкин, А. В. Иконникова [и др.] // Труды СПИИРАН. – 2011. – № 1(16). – С. 37-109. – ISSN 2078-9181.

111. Старожук, Е. А. Методики формирования конструкции образцов вооружения и военной техники и расчета стоимости производства с учетом затрат на гарантийное обслуживание / Е. А. Старожук, Е. З. Тужиков, Д. А. Молоденков // Стратегическая стабильность. – 2013. – № 3(64). – С. 28-33. – ISSN 1680-2772.

112. Стюарт, Томас. А. Интеллектуальный капитал : новый источник

богатства организации / Т. А. Стюарт; пер. с англ. В. Ноздриной. – Москва : Поколение, 2007. – 366 с. – ISBN 978-5-9763-0010-1.

113. Татаркин, А. И. Промышленность индустриального региона: потенциал, приоритеты и динамика экономико-технологического развития / А. И. Татаркин, О. А. Романова, В. В. Акбердина. – Екатеринбург : Институт экономики УрО РАН, 2014. – 632 с. – ISBN 978-5-94646-470-3.

114. Твисс, Б. Управление нововведениями / Б. Твисс. – Москва : Экономика, 1989. – 271 с. – ISBN 5-282-00629-4.

115. Третьяк, Л. Н. Деятельность метрологических служб: исторический аспект: учебное пособие / Л. Н. Третьяк, И. В. Колчина – Оренбург : ОГУ, 2012. – 267 с. – ISBN 978-5-4417-0108-2.

116. Урасова, А. А. Ключевые направления использования цифровых технологий и отраслевых платформ в экономике регионов Российской Федерации / А. А. Урасова, Е. Д. Баландин, Д. А. Баландин, // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 1571-1580. – eISSN: 2222-0372.

117. Устюгова, Е. Почему Agile не приживается в России? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mustread.kpmg.ru/articles/pochemu-agile-ne-prizhivaetsya-v-rossii/> (дата обращения: 12.10.2020).

118. Федеральная служба государственной статистики : офиц. сайт – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11189> (дата обращения: 10.10.2022).

119. Федотова, А. В. Системы управления жизненным циклом продукции нового поколения, основанные на знаниях / А. В. Федотова // Инженерный вестник. – 2016. – № 11. – С. 8. – eISSN: 2307-0595.

120. Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад» – (Серия докладов в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации») – Санкт-Петербург, 2012. – Вып. 1. – 59 с.

121. Фонд «Цифровые Платформы» Цифровая экономика: Глобальные изменения на основе новых цифровых технологий и инновационных бизнес-моделей : сайт. – URL: <http://www.fidp.ru/research/global> (дата обращения: 12.10.2020).

122. Халин, В. Г. Цифровизация и ее влияние на российскую экономику и общество: преимущества, вызовы, угрозы и риски / В. Г. Халин, Г. В. Чернова // Управленческое консультирование. – 2018. – № 10. – С. 46-63. – ISSN 1816-8590/
123. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Дж. Чампи. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2010. – 274 с. – ISBN 978-5-91657-088-5.
124. Цифровая платформа Android Market : офиц. сайт Google. – URL: <https://play.google.com/store> (дата обращения: 12.10.2020).
125. Цифровая платформа Apple Store: офиц. сайт Apple. – URL: <https://www.apple.com> (дата обращения: 12.10.2020).
126. Цифровая платформа General Electric – Predix : офиц. сайт General Electric. – URL: <https://www.ge.com/digital/iiot-platform> (дата обращения: 12.10.2020).
127. Цифровая платформа Google Maps : офиц. сайт Google. – URL: <https://www.google.ru/maps> (дата обращения: 12.10.2020).
128. Цифровая платформа UBER : офиц. сайт UBER. – URL: <https://www.uber.com/ru/ru/> (дата обращения: 12.10.2020).
129. Цифровая платформа WebGL : офиц. сайт WebGL. – URL: <https://get.webgl.org/> (дата обращения: 12.10.2020).
130. Цифровая платформа Yandex-еда : офиц. сайт Яндекс. – URL: (дата обращения: 12.10.2020).<https://eda.yandex.ru>
131. Цифровая платформа Yandex-такси : офиц. сайт Яндекс. – URL: <https://taxi.yandex.ru> (дата обращения: 12.10.2020).
132. Цифровая платформа государственных закупок : офиц. сайт Платформы государственных закупок. – URL: <http://zakupki.gov.ru> (дата обращения: 12.10.2020).
133. Шеве, Г. Менеджмент 4.0 цифровой экономики Германии: опыт и инструменты для цифровой экономики России / Г. Шеве, С. Хюзиг, Г. И. Гумерова, Э. Ш. Шаймиева. – Казань: Издательство «Познание», 2020. – 75 с. – ISBN 978-5-8399-0687-7.

134. Шеве, Г. От Индустрии 3.0 к Индустрии 4.0: основные понятия, измерения и компоненты Индустрии 4.0 / Г. Шеве, С. Хюзиг, Г. И. Гумерова, Э. Ш. Шаймиева // Инвестиции в России. – 2019. – № 9 (296). – С. 32-40. – ISSN: 0868-5711.

135. Широкова, Г. В. Жизненный цикл организации: концепции и российская практика / Г.В. Широкова. – Санкт-Петербург : СПб ун-т, 2008. – 478 с. – ISBN 978-5-9924-0031-1.

136. Шумпетер, Й. А. Теория экономического развития : (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры) / Й. Шумпетер ; Перевод с нем. В. С. Автономова и др. – Москва : Прогресс, 1982. – 455 с.

137. Юрьев, В. М. Развитие инновационной сферы экономики: возможности использования института государственно-частного партнерства / В. М. Юрьев // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – № 12. – С. 292-298. – ISSN 1819-8813.

138. Яковлев, В. П. Нормативные и организационные основы метрологического обеспечения : учебное пособие / В. П. Яковлев. – СПб ГТУ РП. – СПб. – 2011. – 100 с.

139. Cooke Ian. Introduction to Innovation and Technology Transfer / Ian Cooke, P. Mayers. – Boston: Artech House, Inc., 1996. – 235 p.

140. Dodgson M. The management of technological innovation: An international and strategic approach / M. Dodgson. – Oxford University Press, 2000. – 248 с.

141. European Technology Platforms [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home\\_en.html](http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home_en.html) (дата обращения: 10.10.2020).

142. Negroponte N. Being Digital [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inance.ru/2017/09/cifrovaya-ekonomika/> (дата обращения: 10.10.2020).

**Приложение А  
(справочное)**

**Перечень отраслей высокотехнологичного сектора экономики  
Российской Федерации**

Таблица А.1 – Перечень отраслей высокотехнологичного сектора экономики Российской Федерации

<b>Код ОКВЭД2</b>	<b>Наименование</b>
Отрасли высокого технологичного уровня	
21	Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях
26	Производство компьютеров, электронных и оптических изделий
30.3	Производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования
Отрасли высокого средне-технологичного уровня	
20	Производство химических веществ и химических продуктов
27	Производство электрического оборудования
28	Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки
29	Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов
30 без 30.3	Производство прочих транспортных средств и оборудования, исключая 30.3 (производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования)
32.5	Производство медицинских инструментов и оборудования
33	Ремонт и монтаж машин и оборудования
Наукоемкие отрасли	
50	Деятельность водного транспорта
51	Деятельность воздушного и космического транспорта
61	Деятельность в сфере телекоммуникаций
62	Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги
63	Деятельность в области информационных технологий
69	Деятельность в области права и бухгалтерского учета
70	Деятельность головных офисов; консультирование по вопросам управления
71	Деятельность в области архитектуры и инженерно-технического проектирования; технических испытаний, исследований и анализа

<b>Код ОКВЭД2</b>	<b>Наименование</b>
72	Научные исследования и разработки
75	Деятельность ветеринарная
78	Деятельность по трудоустройству и подбору персонала
85	Образование
86	Деятельность в области здравоохранения
87	Деятельность по уходу с обеспечением проживания
88	Предоставление социальных услуг без обеспечения проживания



**Приложение Б**  
**(обязательное)**

**Пример результатов Форсайт-исследования перспективных направлений развития предметной области ТП «ССИ», реализуемых ФГУП «ВНИИФТРИ»**

В части *модернизации и создания новых государственных эталонов и средств обеспечения их функционирования* основными направлениями производства будут являться:

- установки, и эталоны для обеспечения эксплуатации средств производства и средств измерений, используемых в судостроительной отрасли;
- установки, и эталоны для обеспечения эксплуатации средств производства и средств измерений на предприятиях радиоэлектронной промышленности;
- установки, и эталоны для обеспечения эксплуатации средств связи и передачи данных;
- установки, и эталоны для обеспечения эксплуатации средств производства и средств измерений на предприятиях ракетно-космической отрасли;
- установки, комплексные системы, приборы и оборудование для обеспечения поверки и калибровка средств измерений общего назначения.

В части *разработки и производства приборов и радиоэлектронного оборудования* основными направлениями разработки производства будут являться следующие направления:

- приборы и средства измерения для контроля параметров, обеспечения разработки и эксплуатации радиоэлектронного оборудования, включая СВЧ устройства и компоненты;
- аппаратура, приборы и средства обеспечения работы навигационного оборудования, включая оборудование, обеспечивающее возможность навигации в арктической зоне и зонах, где использование традиционных способов получения навигационной информации затруднено или невозможно;

- аппаратура воспроизведения точного времени и частоты, метрологического обеспечения процессов воспроизведения точного времени и частоты;
- приборы и комплексы для обеспечения измерения больших длин;
- приборы и аппаратура для исследования свойств материалов и комплексы метрологического обеспечения проводимых исследований;
- приборы для калибровки и контроля параметров медицинской аппаратуры обеспечивающие безопасное ее применение;
- средства контроля технических параметров машин и механизмов, неразрушающего контроля и технической диагностики;
- приборы и оборудование для метрологического обеспечения средств радиационного контроля и диагностики;
- бортовое оборудование, приборы и комплексы для обеспечения точности космических исследований;
- приборы и оборудование для оснащения и аттестации чистых помещений;
- приборы и оборудование для проведения экологического мониторинга;
- электронные модули и приборы для создания на их основе приборов, средств измерений или сложных измерительных систем.

В части ***разработки и производства средств обеспечения и полигонов для проведения измерений и испытаний продукции:***

- проектирование, разработка и создание экранированных сооружений различного назначения;
- комплексные системы, приборы и оборудование для оснащения и аттестации безэховых экранированных камер, экранированных сооружений, используемых для исследований в области ЭМС и иных видах исследования технических параметров оборудования;
- проектирование, разработка и создание средств автоматизированного управления системами позиционирования и управления средствами измерений, используемых на полигонах и измерительных установках.

В части *разработки и производства средств автоматизации проведения измерений, управления процессами измерений, сбора и обработки данных* (включая распределенные системы):

- прикладное программное обеспечение для автоматизации процессов измерения и интеграции средств измерений в автоматизированные системы управления;
- автоматизированные комплексы обработки больших объемов информации в процессе проведения измерений;
- системы дистанционного контроля и управления процессами измерений;
- экспертные системы и системы поддержки принятия решений используемые в процессе измерения.

**Приложение В**  
**(справочное)**

**Уровень инновационной активности организаций**  
**по Российской Федерации, по видам экономической деятельности**  
**(процентов)**

Таблица В.1 – Уровень инновационной активности организаций по Российской Федерации

Экономический вид деятельности	Код по ОКВЭД2 ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2) <sup>2)</sup>	2018	2019	2020	2021
Всего	-	12,8	9,1	10,8	11,9
промышленное производство	-	15,6	15,1	16,2	17,4
из них:					
добыча полезных ископаемых	В	7,9	6,8	6,8	7,8
обрабатывающие производства	С	23,2	20,5	21,3	23,1
из них:					
производство пищевых продуктов	10	14,2	12,0	13,4	16,9
производство напитков	11	10,1	7,9	8,4	13,9
производство табачных изделий	12	23,1	13,8	7,7	20,0
производство текстильных изделий	13	16,6	15,0	15,5	20,2
производство одежды	14	12,0	10,0	14,4	16,7
производство кожи и изделий из кожи	15	13,6	14,2	11,3	20,0
обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	16	10,6	7,2	7,8	9,3
производство бумаги и бумажных изделий	17	20,3	14,7	17,9	21,2
деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	18	5,2	4,1	4,4	6,4
производство кокса и нефтепродуктов	19	31,0	27,5	25,0	29,1
производство химических веществ и химических продуктов	20	29,8	26,0	25,9	25,3
производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских	21	42,7	35,6	33,7	29,0

Экономический вид деятельности	Код по ОКВЭД2 ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2) <sup>2)</sup>	2018	2019	2020	2021
целях					
производство резиновых и пластмассовых изделий	22	20,1	17,6	17,5	17,1
производство прочей неметаллической минеральной продукции	23	14,6	12,3	13,7	16,0
производство металлургическое	24	31,3	29,0	28,4	26,0
производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	25	30,6	26,6	27,4	29,8
производство компьютеров, электронных и оптических изделий	26	53,6	49,8	52,4	49,6
производство электрического оборудования	27	43,9	41,1	39,9	38,6
производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	28	45,3	40,9	43,3	42,4
производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	29	40,5	36,6	36,2	37,5
производство прочих транспортных средств и оборудования	30	24,0	22,6	26,6	27,3
производство мебели	31	20,1	17,4	12,6	21,5
производство прочих готовых изделий	32	15,9	17,1	15,0	16,1
ремонт и монтаж машин и оборудования	33	9,6	7,9	8,6	8,5
деятельность издательская	58	2,1	2,5	3,8	5,1
деятельность в сфере телекоммуникаций	61	12,4	12,6	13,1	12,7
научные исследования и разработки	72	61,4	51,3	51,1	47,5
деятельность профессиональная научная и техническая прочая	74	2,3	4,3	8,8	9,3

**Приложение Г**  
**(справочное)**

**Динамика инновационной активности организаций**  
**по Российской Федерации, по видам экономической деятельности**  
**(процентов)**

Таблица Г.1 – Динамика инновационной активности организаций по Российской Федерации

В процентах

Экономический вид деятельности	2019 г. к 2018 г.	2020 г. к 2018 г.	2021 г. к 2018 г.
Всего	71	84	93
промышленное производство	97	104	112
из них:			
добыча полезных ископаемых	86	86	99
обрабатывающие производства	88	92	100
из них:			
производство пищевых продуктов	85	94	119
производство напитков	78	83	138
производство табачных изделий	60	33	87
производство текстильных изделий	90	93	122
производство одежды	83	120	139
производство кожи и изделий из кожи	104	83	147
обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	68	74	88
производство бумаги и бумажных изделий	72	88	104
деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	79	85	123
производство кокса и нефтепродуктов	89	8	94
производство химических веществ и химических продуктов	87	87	85
производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	83	79	68
производство резиновых и пластмассовых изделий	88	87	85

В процентах

Экономический вид деятельности	2019 г. к 2018 г.	2020 г. к 2018 г.	2021 г. к 2018 г.
производство прочей неметаллической минеральной продукции	84	94	110
производство металлургическое	93	91	83
производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	87	90	97
производство компьютеров, электронных и оптических изделий	93	98	93
производство электрического оборудования	94	91	88
производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	90	96	94
производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	90	89	93
производство прочих транспортных средств и оборудования	94	111	114
производство мебели	87	63	107
производство прочих готовых изделий	108	94	101
ремонт и монтаж машин и оборудования	82	90	89
деятельность издательская	119	181	243
деятельность в сфере телекоммуникаций	102	106	102
научные исследования и разработки	84	83	77
деятельность профессиональная научная и техническая прочая	187	383	404

**Приложение Д  
(справочное)**

**Доля организаций, оценивших степень влияния результатов инноваций  
на обеспечение соответствия современным техническим регламентам,  
правилам и стандартам, по Российской Федерации  
по видам экономической деятельности**

Таблица Д.1 – Доля организаций, оценивших степень влияния результатов инноваций на обеспечение соответствия современным техническим регламентам, правилам и стандартам

Наименование показателя	Низкая степень воздействия					Средняя степень воздействия				
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
Всего	10,8	10,8	12,5	10,0	10,8	25,9	24,2	21,4	22,0	21,1
промышленное производство	12,3	12,6	15,1	12,9	13,8	28,1	26,2	24,7	25,2	22,1
добыча полезных ископаемых	8,3	8,7	11,3	8,9	19,5	24,1	15,3	13,5	13,2	10,7
обрабатывающие производства	14,1	14,3	16,4	13,8	14,1	29,9	28,2	27,2	27,5	24,1
научные исследования и разработки	13,3	12,9	12,3	14,1	15,0	28,5	26,5	25,0	26,2	23,6
Всего	25,3	25,0	19,4	16,6	17,4	38,0	40,1	46,7	51,3	50,8
промышленное производство	26,7	27,0	21,6	19,8	19,7	32,9	34,2	38,6	42,1	44,4
добыча полезных ископаемых	22,6	20,0	29,1	21,6	17,6	45,1	56,0	46,1	56,3	52,3
обрабатывающие производства	27,7	27,6	21,1	20,0	20,6	28,2	29,8	35,4	38,6	41,1
научные исследования и разработки	24,9	25,4	24,7	24,3	22,1	33,3	35,2	38,1	35,4	39,3



**Приложение Е**  
**(обязательное)**

**Исходные данные для расчета коэффициента ключевых компетенций  
организаций предметной области ТП «ССИ» «Высокотехнологичные  
изделия средств измерения частоты и времени»**

Таблица Е.1 – Исходные данные для расчета коэффициента ключевых компетенций

Наименование и шифр НИОКР, в которой организация принимала участие	Общая стоимость НИОКР в которой организация принимала участие тыс. р.	Стоимость работ, выполненных организацией в конкретной НИОКР тыс. р.	Удельный вес работ, выполненных организацией, в общей стоимости НИОКР, %
АО «ВРЕМЯ-Ч»	5474046,98	1436700,51	26,25
АО «Конструкторское бюро навигационных систем»	3602818,14	353962,74	9,82
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений»	1102363,53	201986,70	18,32
АО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения»	2754810,10	139845,00	5,08
АО «Институт Навигации»	1068976,10	37990,00	3,55
ООО «ТЕХНОСКАН-ЛАБ»	359343,50	53902,50	15,00
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»	738753,73	162613,60	22,01
АО «Российский институт радионавигации и времени»	2533817,56	373664,53	14,75