

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**А.Р. САЛЬКИНА
Е.П. ФОМИН**

**УПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯМИ
И РАЗРАБОТКАМИ
В ИННОВАЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Монография

**ИЗДАТЕЛЬСТВО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2020**

ББК 30.604
С16

Печатается по решению Научно-технического совета университета

Салькина А.Р.

С16 Управление исследованиями и разработками в инновационном процессе промышленного предприятия : монография / А.Р. Салькина, Е.П. Фомин. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2020. – 115 с.

ISBN 978-5-7310-4892-7

В монографии отражены результаты совместной научно-исследовательской деятельности авторов по вопросу развития управления исследований и разработок в инновационном процессе промышленных предприятий. Итоги исследований сведены к принципам методологии, теории и методам исследований и разработок в инновационном процессе национальных промышленных предприятий.

Работа адресована преподавателям, аспирантам и студентам экономических специальностей.

ББК 30.604

Рецензенты: канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры налогов и налогообложения СГЭУ **М.А. Назаров**

д-р экон. наук, профессор, ректор АНОО ВО «Водная Академия»
А.Б. Титов

ISBN 978-5-7310-4892-7

© Салькина А.Р., Фомин Е.П., 2020
© Изд-во СПбГЭУ, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1. Перспективные факторы устойчивости инновационного развития промышленности	6
1.1. Тенденции развития сектора исследований и разработок	6
1.2. Инновационная концепция организации проектирования и производства – «Промышленность 4.0»	19
1.3. Эволюция научных взглядов на роль НИОКР в инновационном процессе предприятия	30
Глава 2. Разработка метода экономического планирования НИОКР инновационных проектов	43
2.1. Структура экономических этапов НИОКР	43
2.2. Оценка длительности и стоимости этапов	54
2.3. Метод планирования НИОКР технологической инновации	67
Глава 3. Организация НИОКР промышленного предприятия	79
3.1. Институциональная структура сферы НИОКР	79
3.2. Сетевой подход к организации процессов НИОКР	90
Библиографический список	104

ВВЕДЕНИЕ

Пришедшая на смену «ресурсной» «инновационная» парадигма конкурентоспособности (Портер М., 2015, [66]) определяет перспективные факторы устойчивости развития на макро- и микроуровнях экономики. Технологические инновации определяются «...одним из важнейших инструментов устойчивого развития» (Окрепилов В.В., 2013, [54]). Парадигма определяет объекты интеллектуальной собственности (далее – ОИС) ключевым «фактором производства» промышленности, формирующимся в процессах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (далее – НИОКР). Именно поэтому инвестирование в НИОКР определяет перспективу конкурентоспособности промышленности. Такая задача ставится перед экономикой Российской Федерации: необходимо создание «...программы развития своей собственной... промышленности, производства и научной сферы»¹.

Глобальность современных промышленных рынков определяет мировой уровень **сопоставления** потенциала НИОКР и его реализации. На фоне среднемировой величины доли внутренних расходов на НИОКР в ВВП – 2,4% (OECD, 2016, [146]), объем инвестирования в России критически низок – 1,13%. А по паритетному мировому уровню показателю численности специалистов НИОКР в общем объеме занятого населения (7,871 – страны Евросоюза и 6,211 – Россия, OECD, 2016, [146]) можно судить о недостаточной реализации национального потенциала НИОКР. Прослеживается тенденция сокращения интеллектуального потенциала промышленности России: численность специалистов, занятых в НИОКР, сократилась на 9% за последние 15 лет. На этом фоне объективен встречный тренд роста трудоемкости – затраты на персонал НИОКР в структуре инвестиций в инновационные проекты выросли на 7%. Выражена институциональная трансформация российского сектора НИОКР: значимо растет участие вузов в инновационных процессах (+15% за последние 15 лет, Росстат, 2016, [73]); снижается роль специализированных НИИ (-25%); увеличивается роль государства в реализации научно-технических проектов (+7%); растет участие научных подразделений промышленных предприятий (+2%). Изменение структуры субъектов, их взаимодействия и экономики требует ревизии управленческих подходов, позволяющих повысить эффективность и производительность процессов НИОКР.

¹ Из выступления Президента Российской Федерации В.В. Путина в рамках 70-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН, 28.09.2015.

Итак, перспектива сектора НИОКР национальной промышленности определяется следующими **тенденциями**: недостаточная реализация потенциала НИОКР; сокращение интеллектуального потенциала; рост трудоемкости; институциональная трансформация, изменение форм и специализации субъектов – исполнителей работ. В этом контексте объективно «...требуется модернизационная трансформация управленческих механизмов для упорядочения сложных взаимодействий между производственными и исследовательскими структурами» (Ивантер В.В., 2011, [31]), что в научной плоскости авторы определяют как **актуальность** совершенствования методов управления НИОКР в инновационных процессах промышленных предприятий, «...главного механизма диверсификации отечественной экономики» (Порфирьев Б.Н., 2010, [67]).

Несмотря на достаточно большой объем научных публикаций, авторы обнаруживают **незавершенность** исследования ряда вопросов управления НИОКР в инновационной деятельности промышленности:

1. Не сложились научные взгляды на НИОКР в контексте актуальных моделей организации инновационного процесса (в частности, «сетевой», открытых инноваций) и перспективной концепции «Промышленность 4.0».

2. Не сформулированы этапы НИОКР с позиции **экономической самостоятельности**.

3. Отсутствует солидарное представление о методах экономического планирования НИОКР, построенное на количественной определенности стоимости и длительности этапов.

4. Не формализована перспективная институциональная структура и схема экономических взаимодействий исполнителей и инвесторов НИОКР.

5. Решению данной проблемы посвящено настоящее научное издание.

Глава 1

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1.1. Тенденции развития сектора исследований и разработок

Процесс научно-исследовательских² (далее – НИР), опытно-конструкторских (ОКР) и опытно-технологических работ (ОТР), сформированные в них объекты интеллектуальной собственности (ОИС) являются «ядром» добавленной стоимости **технологических инноваций**. Уровень затрат на НИОКР в добавленной стоимости инновационной продукции определяет ее наукоемкость, уровень технологичности отраслей (здесь и далее отнесение к уровням приводится по ISIC Rev. 3, OECD, 2011, [125]). Технологические лидеры оценивают (UNIDO, 2016, [124]) необходимый уровень затрат на исследования и разработки в размере от 5-21% в цене продукции, что составляет больше 17% в добавленной стоимости высоко- и 8% среднетехнологичных отраслей промышленности. Именно эти показатели приняты в качестве целевых в среднесрочном планировании развития национального сектора, отражены в федеральной целевой программе (далее – ФЦП) «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»³. Ресурсы ФЦП ориентированы на «...проведение и финансирование исследований, дающих выход на конкретные разработки и продукты... по тем технологическим направлениям, которые являются приоритетными...», включая развитие инновационной инфраструктуры. Фактический объем финансирования ФЦП в 2016 году составил 300 млрд рублей. Вместе с тем не обнаруживается в нормативных документах и литературных (в том числе научных) источниках формализованного анализа ситуации и тенденций развития сектора. Поэтому авторы предложили компиляционный взгляд на экономические характеристики и тенденции развития национального сектора НИОКР.

В сопоставлении конкурентоспособности мировых экономик («Мировой экономический форум» – WEF: 2012, 2017, [160]) развитие **национальной инновационной системы** (табл. 1.1) определяется, в первую

² Здесь и далее авторы не приводят общепринятые определения, термины инновационной и научно-технологической деятельности, в силу их научной и практической согласованности (в частности, «Руководство Осло» (2006, [147]) и Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 23.05.2016) «О науке и государственной научно-технической политике» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017).

³ Программа утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации № 426 от 21 мая 2013 года.

очередь, индикаторами сектора **НИОКР** и во вторую – институциональными показателями. За последние 5 лет (2012-2017) наблюдается незначительная позитивная динамика сектора (изменения ниже одного пункта рейтинговой шкалы), которую авторы склонны определить как **стагнацию**. Сдерживающими факторами авторами выделены (по соответствующим индикаторам, табл. 1.1) низкий уровень инвестирования промышленности в технологические инновации (3,3 из 7) и отсутствие государственных механизмов закупки инновационных товаров и услуг (3,3).

Таблица 1.1

Инновационные факторы в оценке конкурентоспособности России по данным WEF (2012, 2017, [160]).

Обозначения: М – место в мировом рейтинге; Р – рейтинг (1-7, 7 – макс.)

Факторы ⁴	2012		2017	
	М	Р	М	Р
Инновационный фактор в экономике, в том числе:	71	3,1	56	3,4
(институциональные) возможности для инноваций	38	3,5	78	4,0
качество научно-исследовательских организаций	60	3,8	46	4,2
Внутренние расходы предприятий на НИОКР	61	3,1	66	3,3
сотрудничество университетов и промышленности в НИОКР	75	3,5	46	3,7
государственная закупка передовых технологий и продуктов	99	3,3	68	3,3
Доступность интеллектуального потенциала (ученых и инженеров)	72	4,0	58	4,1

Динамика доли внутренних расходов (в ВВП) и численности занятых в НИОКР (в общем объеме населения) объясняет природу стагнации при сопоставлении с глобальными трендами (табл. 1.2). Затраты на НИОКР в инновационно развитых странах находятся у отметки 2% ВВП (при наблюдаемой поступательной динамике), принимаемой как паритетный уровень научно-технического развития стран (UNIDO, 2016, [124]). В России расходы сохраняются на уровне 1%, при незначительной про-

⁴ Авторы исключили из сопоставления индикатор «числа патентных заявок», в силу рассогласованности значений WEF, Мирового банка, OECD и Росстата. Перевод и интерпретация индикаторов выполнены авторами. Здесь и далее цитирование иностранных публикаций и статистических данных приводится в авторском переводе.

гнозной динамике роста величины ВВП в среднесрочной перспективе. **Предпосылок экстенсивного роста** валового объема работ сектора исследований и разработок в России не обнаруживается.

Таблица 1.2

Выборочные данные сопоставления позиции
национальной сферы НИОКР и мировых лидеров⁵

Страны	Доля внутренних расходов на НИОКР в ВВП, % ВВП			Число занятых в НИОКР в общем объеме занятого населения, чел. на 100 занятых		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015
Австрия	2,383	2,738	3,073	7,349	8,917	9,868
Бельгия	1,782	2,051	2,455	7,789	9,126	11,972
Европейский союз	1,663	1,838	1,95	6,223	7,094	7,871
Финляндия	3,33	3,726	2,903	16,42	16,678	15,022
Германия	2,423	2,714	2,875	6,92	7,996	8,304
Италия	1,047	1,223	1,333	3,367	4,176	4,93
Япония	3,309	3,252	3,492	10,376	10,17	10,11
Корея	2,626	3,466	4,232	7,867	11,084	13,743
Нидерланды	1,791	1,725	2,015	5,739	6,118	8,755
Россия	1,001	1,06	1,132	6,798	6,321	6,211
Испания	1,096	1,35	1,225	5,546	6,856	6,605
Швеция	3,387	3,216	3,262	12,647	10,963	14,279
Великобритания	1,572	1,677	1,701	8,616	8,779	9,246
США	2,506	2,74	2,788	7,648	8,479	н/д

На диаграмме (рис. 1.1) наблюдается встречная тенденция, выражающая изменение национального интеллектуального потенциала сектора через численность специалистов (исследователей и инженеров), занятых в НИОКР в общем объеме работоспособного населения. Объективна поступательная отрицательная динамика индикатора, однозначно указывающая на **тенденцию сокращения потенциала**, выбытия специалистов НИОКР, на фоне его наращивания странами Евросоюза (см. табл. 1.2). В абсолют-

⁵ Интерпретировано авторами по базам данных OECD, 2017, [145].

ном выражении (ВШЭ, 2016, [34]) численность инженерного и исследовательского персонала цикла НИОКР на 2015 год составила 813,2 тыс. человек (53% к базе 1992 года), из них 391,1 тыс. человек, реализующих прикладные НИР (48,6% к уровню 1992 года). Природа негативной тенденции определяется как недостаточным уровнем воспроизводства человеческого капитала системой образования (Хлебников К.В., 2016, [89]), так и снижением востребованности трудовых ресурсов в сфере НИОКР (Молчан А.С. и др., 2016, [46]), вызванным недостаточным уровнем внутреннего инвестирования промышленностью инновационных разработок (см. табл. 1.2).

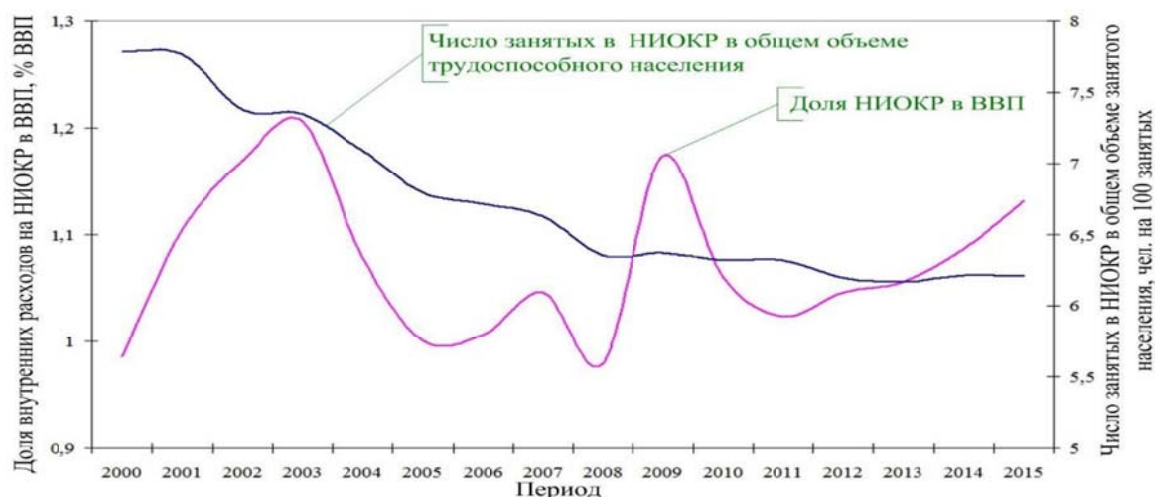


Рис. 1.1. Динамика основных макроэкономических показателей сферы НИОКР Российской Федерации. Интерпретировано авторами по базам данных OECD, 2017, [145]

Реализация интеллектуального потенциала сектора НИОКР традиционно отражается абсолютным показателем численности заявок на регистрацию ОИС национальными и международными патентными ведомствами. Динамика патентной активности и сопоставление с лидерами представлены на рис. 1.2. На фоне «рывка» Китая и устойчивости позиции лидеров – США и Японии, национальный сектор НИОКР выглядит отстающим. А с учетом того, что абсолютный уровень показателя (см. табл. 1.2, численность специалистов сектора НИОКР) сопоставим с лидерами, можно однозначно утверждать, что интеллектуальный потенциал **не реализуется** в ОИС, не воплощается в инновационных разработках промышленности. Соответственно, видится не только сокращение интеллектуального потенциала, «...но и диспропорция в инвестировании перспективных факторов производства, вызывающая отставание конкурентоспособности и инновационности...» промышленности (Хлебников К.В., 2016, [89]).

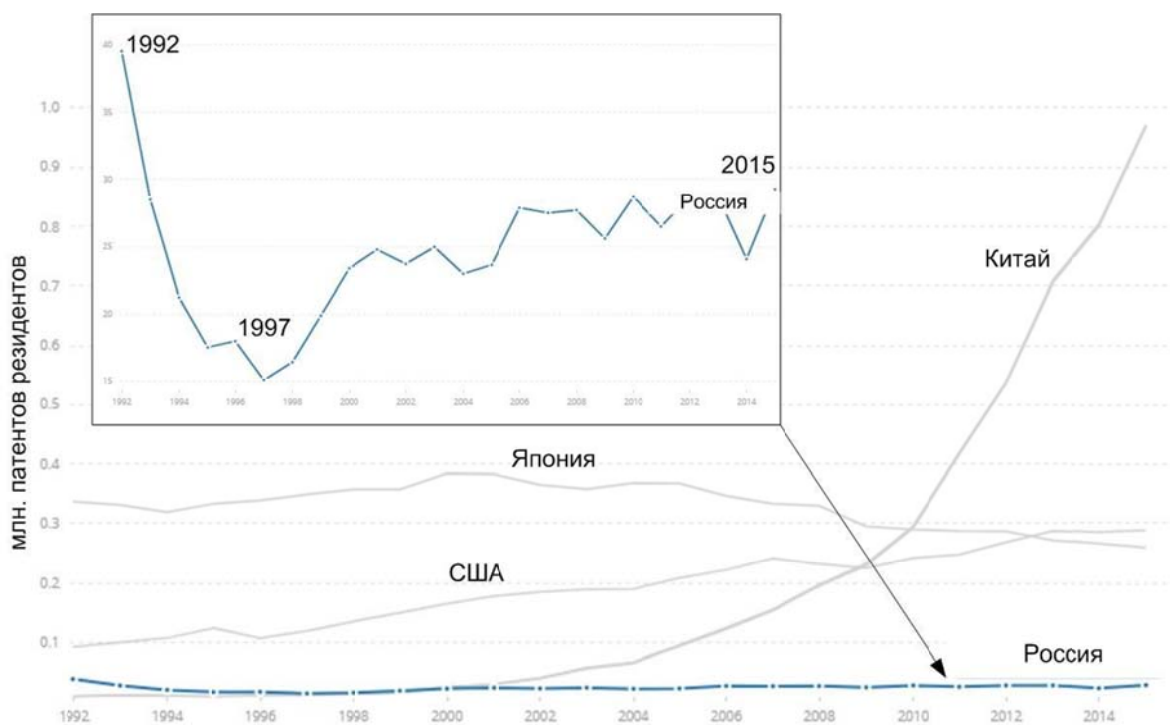


Рис. 1.2. Сопоставление и тренд (верхний правый, тыс. патентов) патентной активности России с мировыми лидерами.

Интерпретировано авторами по базам данных Мирового банка (2017, [108])

То есть, **интенсивный** путь развития сектора, за счет реализации относительно высокого (но сокращающего) интеллектуального потенциала не закрыт как возможность, но требует [89] изменения **организационной модели инновационного процесса**, интегрированного в него цикла НИОКР и институционального развития национального рынка ОИС.

Причем требуется не только изменение организационных механизмов НИОКР, но и активизация «трансфера» – передачи ОИС в практику промышленного производства. Обратим внимание, что за последние три года наблюдается (рис. 1.3) объективный тренд падения объема **трансфера** ОИС в национальной экономике, выраженный снижением оборота лицензионных прав в абсолютном выражении. Доля России в мировом обороте интеллектуальной собственности составляет 1,41% (2017, [108]) на фоне прорывного роста числа ОИС в мире, обусловленного доминированием «информационной», «цифровой» экономики в структуре общественного производства экономически развитых стран. Причем трансфер технологий является не только ключевым механизмом инновационного роста промышленного производств, но и «...базовой основой... встраивания достижений передовых стран в международную инфраструктуру» (Кохно П., Кохно А., 2013, [40]).

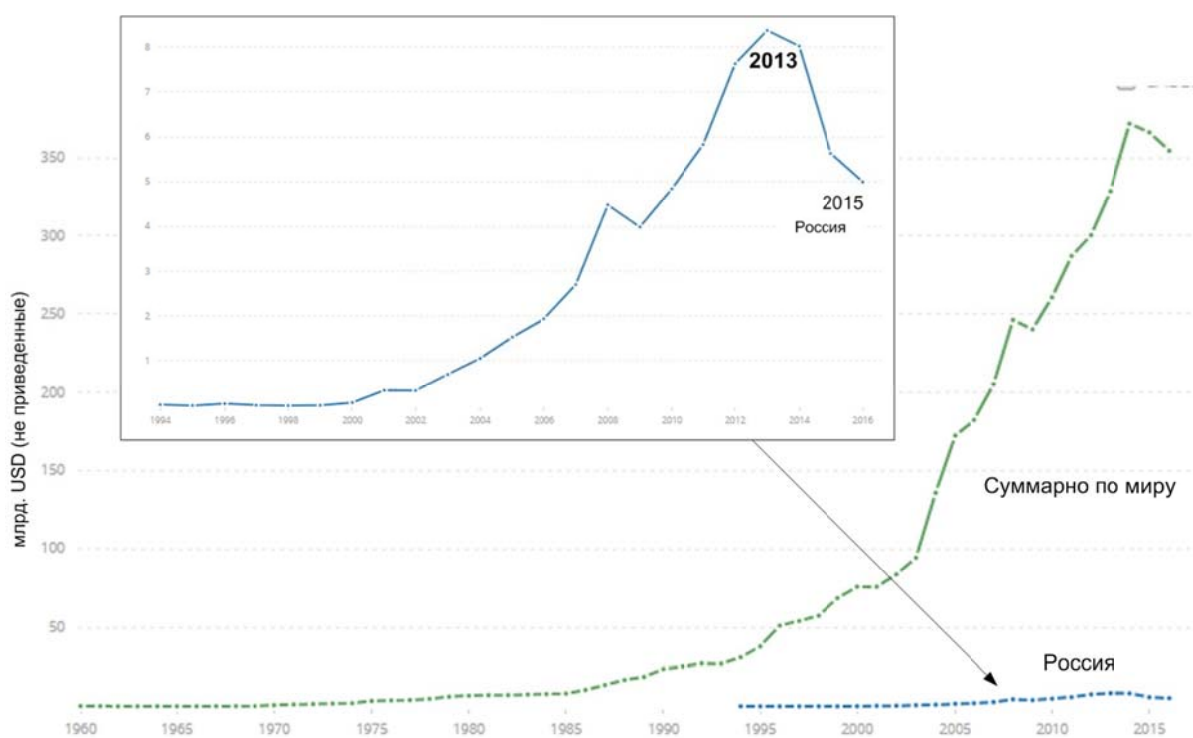


Рис. 1.3. Сопоставление и тренд (верхний правый, млрд USD) внедрения ОИС (через выплаты по ОИС) России с мировым уровнем. Интерпретировано по базам данных «Мирового банка» (2017, [108])

Специфической чертой национального сектора НИОКР определяют «региональную», кластерную локацию (Попадюк Т.Г., 2016, [64]) исследовательских и конструкторских работ, трансфера, низкий уровень интеграции на федеральном уровне. В обследовании внедрения результатов НИОКР в инновационные проекты (трансфер) в Самарской области (табл. 1.3) обнаруживалось, что более 90% ОИС адресованы региональной промышленности. Это обусловлено пространственным развитием производственных сил и отношений в России, историческими и актуальными тенденциями.

Таблица 1.3

Абсолютные показатели и оценка доли внедренных НИОКР решений в инновационные проекты (трансфер) в Самарской области Российской Федерации, 2009-2015. Росстат, 2017, [73]

Показатель	2009	2011	2012	2014	2015
Выдано патентов на промышленные образцы	986	770	669	657	959
Выдано патентов на изобретение	13270	10988	11178	12581	10554

Окончание табл. 1.3

Показатель	2009	2011	2012	2014	2015
Использовано изобретений, на которые выданы патенты	4583	4896	4951	5669	6067
Использовано промышленных образцов, на которые выданы патенты	492	464	503	474	481
Доля внедренных патентов на промышленные образцы	50%	60%	75%	72%	50%
Доля внедренных изобретений	35%	45%	44%	45%	57%

Несмотря на слабую позицию в глобальном сопоставлении, авторы видят сохранение **«точек роста»** в национальном секторе исследований и разработок. Вертикальный и горизонтальный анализ (табл. 1.4) обнаруживает как общую поступательную динамику экспорта технологий, так и рост в отдельных направлениях, в частности «обрабатывающей промышленности». В «Прогнозе научно-технологического развития России» (2008, [69]) РАН выделила направления, технологии которых находятся на мировом (или выше) уровне развития. В частности, сохраняется глобальный паритет – лидерство [69]: в производстве программного обеспечения; создании биосовместимых материалов, мембран и каталитических систем; биоинженерии, биокаталитических, биосинтетических и биосенсорных решениях; мониторинге состояния атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы; энергетике и энергосбережении. Именно эти направления определены приоритетными для инвестирования в НИОКР указом Президента РФ от 1 декабря 2016 года № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Таким образом, выделены и нормативно закреплены точки роста национального сектора НИОКР.

Ключевым **институциональным** фактором развития национального научно-исследовательского сектора является сохранение значительного объема финансирования фундаментальной науки (см. рис. 1.3).

Наблюдаемый экономистами (Тоффлер Э., 2002, [82]) рост скорости передачи фундаментальных открытий в прикладные разработки (от 5-10 лет в период до 2005 года к 1-3 годам в 2017 году [124]) позволяет рассматривать сектор академической науки как **ресурс** инновационной деятельности, источник прорывных научно-технических разработок. В частности, президент РАН (2016) Фортов В.Е. выделяет⁶ ряд прорывных российских

⁶ Режим доступа: <http://politrussia.com/ekonomika/rossiyskaya-nauka-243/> Дата: 28.08.2017.

фундаментальных разработок мирового уровня: протонная терапия, фемтосекундный лазер, системы сверхвысокого давления, фотонные компьютеры на базе алмазов с германиевыми дефектными центрами и др. Причем Фортов В.Е. обозначает как горизонт трансфера открытий в прикладные разработки, так и рынки инновационной продукции.

Таблица 1.4

Вертикальный анализ (ВА) и горизонтальный анализ (годовая динамика) ключевых направлений (4) экспорта технологий в зарубежные страны в период 2008-2016 годов.

Интерпретировано по первичным данным Росстата, 2017, [73]

Направления	Экспорт технологий, млрд USD						
	2008	2012	2013	2014	2015	2016	ВА, 2016
Всего	2,90	4,33	4,51	4,03	5,07	6,32	100%
Динамика, %	15%	19%	4%	-12%	21%	20%	
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды		0,01	0,01	0,01	0,01	3,61 ⁷	57
Научные исследования и разработки	0,70	1,01	1,01	1,26	1,09	1,00	16
Динамика, %	11%	20%	0%	20%	-16%	-9%	
Деятельность в области архитектуры, инженерно-техническое проектирование		0,27	0,22	0,20	0,27	0,42	7%
Обрабатывающие производства		0,16	0,33	0,39	0,37	0,32	5%

Авторы выделяют и встречный позитивный тренд роста финансирования прикладных НИР (рис. 1.4), создающий потенциал инновационных разработок как на базе фундаментальных прорывов, так и на глобальных платформах «открытых инноваций» (Chesbrough H.W., 2003, [103]), приобретенных франшиз на ОИС. Рассмотрим структуру распределения

⁷ Скачок 2016 года обусловлен продажами технологий в области АЭС. С учетом сильной позиции в данном секторе (16% мирового рынка услуг по строительству АЭС), Росатом при подряде объектов передает и технологии.

бюджета НИОКР, финансируемого по **государственным** программам Российской Федерации (табл. 1.5). Обратим внимание на *отраслевое* распределение программ государственного финансирования НИОКР. Проведенный вертикальный анализ («ВА», табл. 1.5) позволяет сделать заключение о **межотраслевом** характере финансирования: 69% сосредоточено в мультидисциплинарных исследованиях и разработках. Стратегия государственного финансирования НИОКР построена не на прорывах в отдельных отраслях промышленности, характерных для стран Евросоюза [108], а на создании общей инновационной научно-технологической платформы, обеспечивающей потенциал технологического прорыва в приоритетных секторах промышленности и инфраструктуры. Именно на этих принципах создана государственная программа «Национальная технологическая инициатива» (консолидирована АСИ⁸), реплицирующая общие НИОКР решения («Технет») в отраслевых проекциях («АэроНет», «МариНет» и др.).

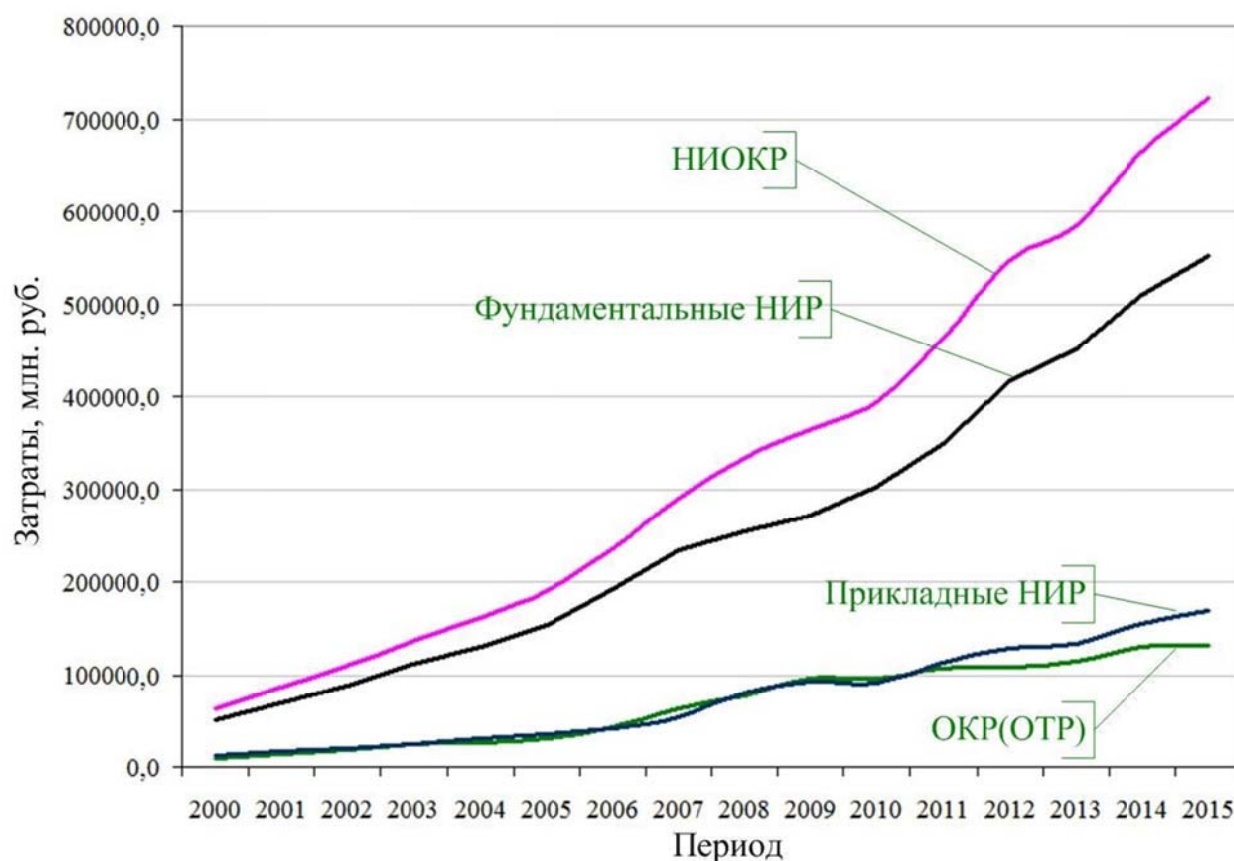


Рис. 1.4. Динамика затрат (не приведенных, абсолютных) по направлениям исследований и разработок Российской Федерации. Интерпретировано по базам данных Росстата, 2017, [73]

⁸ Подробно раскрыто на официальном сайте АСИ. Режим доступа: <http://asi.ru/nti/> Дата: 28.09.2017.

Таблица 1.5

Бюджет НИОКР (вертикальный анализ, ВА, 2016, %), финансируемый из государственных программ Российской Федерации, млрд руб. Интерпретировано по отчетам Аналитического центра [57], актуализировано по данным Казначейства Российской Федерации⁹

Государственная программа	2014	2015	2016	ВА
Развитие науки и технологий	102,73	111,82	119,61	69
Развитие авиационной промышленности	28,62	27,87	35,22	20
Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности	7,27	8,55	12,80	7
Развитие атомного энергопромышленного комплекса	0,89	0,20	0,01	0
Энергоэффективность и развитие энергетики	1,49	1,37	0,92	1
Развитие рыбохозяйственного комплекса	3,17	3,17	3,17	2
Воспроизводство и использование природных ресурсов	1,50	1,20	1,19	1
Государственная программа развития сельского хозяйства...	0,04	0,01	0,00	0
Итого	145,72	154,20	172,92	100

Разумеется, сформированная программа финансирования опирается на **перспективную институциональную** структуру субъектов НИОКР. За последние 20 лет мировая инновационная система претерпела значительные изменения: от кластеров, возглавляемых производственными корпорациями (Wtadystaw J., 1978, [169]) к глобальным сетям на платформе открытых технологических решений (Kornberger M., 2016, [130]; Chesbrough H.W. 1996, [102]).

Появляются новые и изменяются функции традиционных институтов НИОКР, формируется новая организационная модель исследований и разработок. Исследование Поповой А.О. (2015, [65]) факторов лидерства в инновационной сфере США (и других стран) определило ключевой – «...создание новых операционных моделей внутренней организации НИОКР и механизмов сотрудничества...».

Российский сектор исследований и разработок, институциональная трансформация которого неотделима от мировых тенденций, за последние

⁹ Режим доступа: <http://datamarts.roskazna.ru/> Дата: 18.07.17.

15 лет претерпел значимые изменения (табл. 1.6). Принятие (2005-2014 годы) концепции «тройной спирали» (Etzkovitz Н. и др., 2000, [112]) привело к изменению роли вузов в инновационных процессах. На 15% вырос (2000-2015 годы) объем исследований и разработок научно-образовательных организаций России.

Таблица 1.6

Динамика и вертикальное распределение (ВР, %) численности организаций (ед.), выполнявших НИОКР, по секторам деятельности и типам организаций по Российской Федерации.
Интерпретировано по базам данных Росстата, 2016, [73]

Показатели	2000	ВР	2005	2015	ВР
Число организаций – всего, в том числе	4099	100%	3566	4175	100%
По секторам					
Государственные	1247	30%	1282	1560	37%
Предпринимательские	2278	56%	1703	1400	34%
Вузы	526	13%	539	1124	27%
Некоммерческие	48	1%	42	91	2%
По типам организаций					
Научно-исследовательские	2686	66%	2115	1708	41%
Конструкторские	318	8%	489	322	8%
Проектные и изыскательские	85	2%	61	29	1%
Опытные заводы	33	1%	30	61	1%
Вузы	390	10%	406	1040	25%
Подразделения промышленности	284	7%	231	371	9%
Прочие	303	7%	234	644	15%

Перенос прикладных исследований в вузы снижает роль специализированных НИИ (-25%) в инновационных программах промышленности. «...Лидерство образовательных центров является выраженной чертой... обусловленной их активностью в инновационных, НИОКР процессах» (Хлебников К.В, 2016, [89]). Увеличивается роль государства и его институтов в реализации проектов НИОКР (+7%), что соответствует мировой практике. С одной стороны, государственное финансирование восполняет дефицит инвестиций в НИОКР (Алексеев А.А., 2016, [5]), сглаживает инвестиционный разрыв расходов на НИОКР и прибыли от внедрения тех-

нологических инноваций. А, с другой стороны, финансовая инициатива государства сдерживает инвестирование НИОКР в секторе частного капитала (-22%). Рост участия внутренних научных подразделений промышленности в прикладных НИР и ОКР (+2%) во многом обусловлен программами государственного финансирования, а не инвестиционной инициативой частного предпринимательства. То есть, наблюдается изменение структуры субъектов, процессов взаимодействия и экономики процессов НИОКР.

Итак, перспектива развития национального сектора НИОКР определяется следующими ключевыми **среднесрочными тенденциями**:

1. Отставание в финансировании НИОКР от мирового паритета.
2. Сокращение интеллектуальных ресурсов научно-технической сферы.
3. Недостаточная реализация потенциала НИОКР.
4. Институциональная трансформация.

Ряд объективных, солидарно понимаемых экспертами (2012-2017) [11, 35, 62, 67], сильных и слабых сторон, внешних возможностей и угроз развития национального сектора НИОКР не требует развернутой дискуссии и может быть формализован в SWOT-анализе (табл. 1.7). Частота акцентирования в публикациях экспертов внутренних и внешних факторов может быть интерпретирована как их значимость (вес). Сопоставив результаты вышеприведенного исследования экономических характеристик и тенденций с экспертным видением, авторы представили факторы в формате SWOT-анализа.

Таблица 1.7

SWOT-анализ российского сектора исследований и разработок.

Экспертные оценки (1-5, 5 – макс.) интерпретированы по относительной численности публикаций, указывающих на фактор (библиографический анализ РИНЦ)

Сила / Возможности	15 ¹⁰	Слабость / Угрозы	17
Государственная поддержка сектора (НТИ, РВК и т.п., подробнее см. «Национальный доклад...», 2017, [50]), значительный уровень финансирования сектора фундаментальных исследований	4	Государственный заказ (закупки) не предъявляет требований к инновационности продуктов	5

¹⁰ Суммарная оценка факторов.

Сила / Возможности	15 ¹¹	Слабость / Угрозы	17
Растущий потенциал и активность вузов в сфере НИОКР, вовлечение учащихся в инновационную деятельность	3	Отстаивание в обеспечении исследовательских процессов лабораторным и другим оборудованием	2
Государственный приоритет в подготовке инженерных кадров (программы и финансирование)	3	Тенденция сокращения численности специалистов в сфере НИОКР	4
		Отставание от мирового уровня подготовки инженерного персонала	3
Институциональная трансформация сектора, отвечающая перспективным формам организации НИОКР («Промышленность 4.0», «сетевая модель» и т.п.), позволяющая интенсифицировать реализацию потенциала	5	Низкий уровень инвестирования в НИОКР со стороны промышленности (в пропорции госбюджету) – низкая мотивация трансфера	3
Возможности	6	Угрозы	6
Мировое признание прорывных заделов в ряде научно-технических направлений (биотехнологии, новые материалы, оборонная продукция и т.п.)	3	Стагнация международного научно-технического взаимодействия, выбытие из ключевых мировых исследовательских процессов	3
Рост и расширение географии и номенклатуры экспорта инновационных продуктов промышленности	3	Низкий уровень экспортных возможностей инновационной продукции в развитые страны	3

Сумма весов факторов позволяет сделать следующие **выводы**. Возможности и угрозы развития национального сектора НИОКР находятся в равновесии.

Слабые факторы незначительно превышают по влиянию сильные (-2). С позиции методологии SWOT-анализа стратегия развития должна строиться на наиболее значимом факторе «сильной» стороны системы. Таковым определяется потенциал институциональной трансформации сектора, отвечающей перспективным формам организации НИОКР,

¹¹ Суммарная оценка факторов.

в частности концепции «Промышленность 4.0» (будет рассмотрено в параграфе 1.2) и сетевой форме организации инновационного процесса (будет рассмотрено в параграфе 1.3).

Научное исследование обозначенных вопросов позволит сформулировать **теоретическую платформу** совершенствования подходов к управлению научно-техническими разработками в инновационных процессах промышленности.

1.2. Инновационная концепция организации проектирования и производства – «Промышленность 4.0»

Среднесрочная перспектива (2025) изменения парадигмы **производственных сил и отношений** определяется «4-й промышленной революцией» (обобщено: Gilchrist A., 2016, [117]; Фомина Н.Е., 2015, [86]). Меняется не «производственная функция» (в формулировке Барро Р.Дж., 2010, [8]), принцип формирования добавленной стоимости, средства, предмет и объект труда, а экономические и управленческие отношения в инновационном цикле промышленности (Chryssolouris G., 2005, [105]). Предпосылка изменений – возможность внедрения «**киберфизических**»¹² систем в инновационном и производственном циклах промышленного предприятия. Интеграция физических и информационных систем нивелирует (Фомина Н.Е., 2015, [86]) **экономическую** проблематику масштаба производства, трудовых отношений и пространственного развития производственных комплексов. Именно это порождает «...новые бизнес-модели (*обеспечивающие* – по мнению авторов), устойчивое и эффективное использование ограниченных ресурсов и экономичное производство, настраиваемые продукты» (Kagermann H.¹³, 2013, [126]). На первый план выходят вопросы **технологических инноваций**, в полемике об одновременном нововведении продуктовых и процессных решений (Abernathy W.J. и др., 1976, [94]¹⁴), «экономики знаний» (Madhavan R., Grover R., 1998, [138]), «цифровой экономи-

¹² В физические объекты (средства, предмет и объект труда) внедряются информационные элементы (в том числе искусственного интеллекта), интегрированные в управлении производственным процессом. Строго определения киберфизических систем в настоящее время в научной литературе не представлено. Авторы не склонны приводить в работе солидарно понимаемые термины концепции «Промышленность 4.0», принимая их в сложившейся русскоязычной трактовке (например, Фомина Н.Е., 2015, [86]).

¹³ Председатель международной рабочей группы проекта «Промышленность 4.0» – «acatech».

¹⁴ Контекст вопросов о циклах и связи различных видов инноваций, в том числе «цикл Аббернаси–Аутербек».

ки» (Сударушкина И.В., 2017, [78]; Ковальчук Ю.А. и др. 2017, [38]). Актуальный круг вопросов промышленной революции, вызванного ею нового технологического уклада консолидируется в концепции «Промышленность 4.0» (англ. – «Industry 4.0»), сформулированной экономистами Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. в 2013 году [126]. Теоретические аспекты концепции развивались в работах ученых: Wood A. (2015, [168]), Gilchrist A. (2016, [117]), Rüßmann M. и др. (2015, [155]), Mosterman P.J., Zander J. (2016, [141]) и др. В современном научном осмыслении поиск **экономических эффектов** реализации концепции сосредотачивается на сокращении длительности инновационных процессов (Schuh G. и др., 2017, [156], рис. 1.5): «...открытость к инновациям – важнейшая черта реализации концепции».

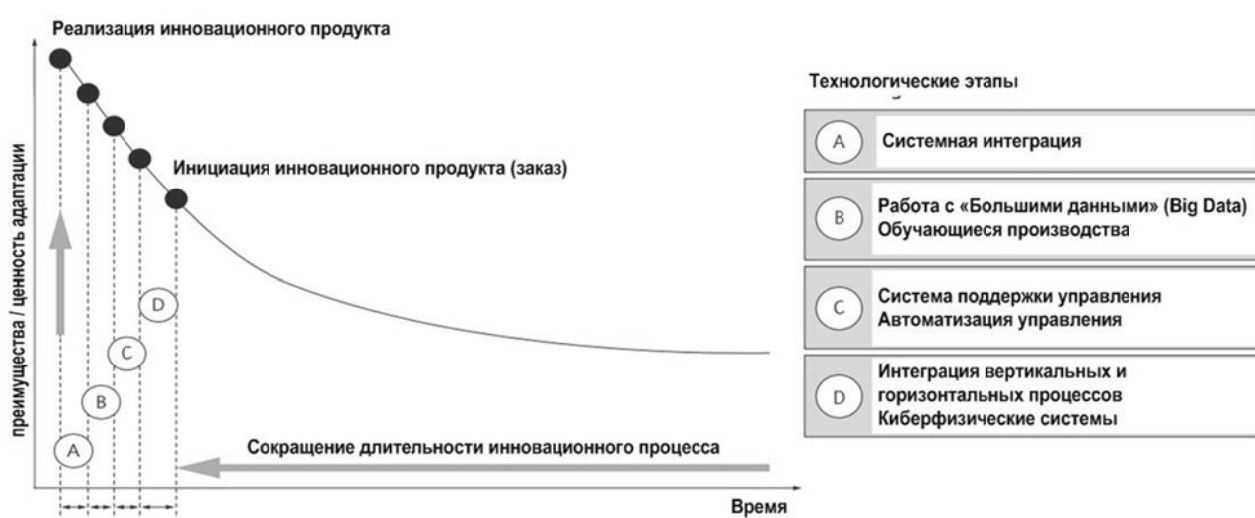


Рис. 1.5. Эффект сокращения длительности инновационного процесса при внедрении технологических элементов «Промышленность 4.0».

Интерпретировано авторами по отчету рабочей группы
(Schuh G. и др., 2017, [156])

В российской экономической науке вопрос внедрения концепции в организационно-экономические процессы промышленности пока не рассматривался – отдельные публикации (например, Гайнутдинова Ю.А. и др., 2015, [13], Фомина Н.Е., 2015, [86]) носят обзорный характер в отношении зарубежных методологических посылов. Но в практической плоскости наблюдается более прогрессивная ситуация: принципы концепции «Промышленность 4.0» заложены в рамках «Национальной технологической инициативы» (консолидированной АСИ13).

Экономические предпосылки национального развития на платформе «Промышленность 4.0» могут быть рассмотрены в рамках вертикального и горизонтального анализа объемов внедрения автоматизированных си-

стем и программных средств в производственные и конструкторские процессы (являющихся ядром киберфизических систем) (табл. 1.8).

Таблица 1.8

Вертикальный (ВА) и горизонтальный анализ
внедрения автоматизированных систем и программных средств
в производство и НИОКР. Интерпретировано
(бланки учета «промышленность» и «информатизация и связь») авторами
по данным Росстата, 2017, [73]

Внедрение, ед.	2012	2013	2014	2015	2016	ВА, %
Всего, в том числе	31639	33280	28705	24361	64914	100
<i>Годовая динамика</i>		5,2	-12,7	-15,1	166,5	
Обрабатывающие произ-водства	12050	9989	9963	8716	7687	12
Высокотехнологичные	3520	3548	4420	2733	2569	4
Среднетехнологичные	3491	2857	1640	1640	1629	3
НИОКР	10169	9499	7530	6221	6016	9

Обратим внимание на два объективных вывода по результатам анализа (см. табл. 1.8). **Во-первых**, значительный рост темпов внедрения систем автоматизации в обрабатывающей промышленности (166,5%, 2015-2016) отражает понимание менеджментом предприятий экономических эффектов информатизации производственных процессов. И, **во-вторых**, относительно высокая доля внедрений программных решений именно в секторе НИОКР (9%), сопоставимая с объемом всей обрабатывающей промышленности (12%), что вполне можно интерпретировать как рост роли интеллектуального капитала в развитии производственных сил и отношений в рамках доминирующей формации «экономики знаний». Отмечаемый многими экономистами [86] тренд роста наукоемкости технологических инноваций определяется фактором стоимости труда (ФОТ, табл. 1.9). Эта тенденция проявляется в ретроспективе – за последние 15 лет в структуре себестоимости НИОКР наблюдается рост трудоемкости (7%, табл. 1.9), на фоне снижения материальных издержек и затрат на приобретение оборудования.

Второй вывод (и его статическая аргументация) важен именно в контексте **заявленной научной дискуссии**. Он свидетельствует о понимании менеджментом промышленных предприятий необходимости (и соответ-

ствующей востребованности методов) роста производительности НИОКР, роли исследований и разработок в инновационных процессах. Таким образом, вопросы изменений в экономике инноваций, обусловленные перспективой 4-й промышленной революции, **актуальны** с позиции развития теоретических исследований проблематики.

Таблица 1.9

Динамика и вертикальное распределение (ВР, %) внутренних текущих затрат (не приведенные, млн руб.) на НИОКР по видам расходов в Российской Федерации¹⁵

Показатели	2000	ВР	2010	2015	ВР
Затраты на НИОКР – всего, в том числе по видам:	73873,3	100%	489450,8	854288,0	100%
ФОТ, включая налоги	38181,9	52%	289376,8	502311,3	59%
Приобретение оборудования	3433,4	5%	18067,7	28480,2	3%
Материальные затраты	17470,9	24%	89279,0	157810,4	18%
Прочие затраты	14787,2	20%	92727,3	165686,1	19%

Объект данного исследования определяет фокус на одной из спектра **проблем** методологии «Промышленность 4.0» – трансформация экономических и управленческих подходов к организации НИОКР в перспективе внедрения киберфизических систем в **инновационном цикле**. Решение данной задачи авторами построено на синтезе алгоритма перспективных процессов проектирования и производства инновационной продукции на платформе концепции «Промышленность 4.0». Формализация **алгоритма** позволит выделить процесс НИОКР и определить его перспективные функции и содержание.

К сожалению, современный уровень мировой дискуссии концепции «Промышленность 4.0» построен на изучении успешных практик (см. отчет 2016, [56]) – отсутствует накопленная экономическая статистика, позволяющая оценить эффекты внедрения отдельных элементов киберфизических систем в инновационный процесс, синтезировать эконометрическую модель. Поэтому авторы опирались на методологические подходы, схемы и модели компоновки субъектов и объектов в инновационном процессе, организованном на платформе «Промышленность 4.0». То есть, предложенный алгоритм предлагается рассматривать как развитое науч-

¹⁵ Интерпретировано авторами по базам данных Росстата, 2016, [73].

ное организационно-управленческое решение – инновационный процесс, реализуемый на принципах «Промышленность 4.0». Авторами **предложены новые** элементы алгоритма в части проведения исследовательских и опытно-конструкторских работ в инновационном проекте. Алгоритм представлен схематически (рис. 1.6), сформулирован по итерациям и процессам (табл. 1.10) и раскрыт в нижеприведенном контексте.



Рис. 1.6. Перспективный алгоритм процессов проектирования и производства промышленного предприятия на платформе концепции «Промышленность 4.0». Связи раскрыты в табл. 1.10¹⁶

Принципиальное **изменение процесса НИОКР** в рамках методологической нотации концепции «Промышленность 4.0» (2017, [156]) заключается в расширении вариантов формирования **аванпроекта**¹⁷ НИОКР, применительно и инвариантно маркетингу конечного или промышленного потребления инновационной продукции.

¹⁶ Разработано авторами.

¹⁷ Согласно ГОСТ РВ 15.103-2004 [18]: документ, отражающий технико-экономические и эксплуатационные характеристики перспективного изделия, согласованные с заказчиком.

Традиционный подход построен на формировании аванпроекта путем переговоров (личных коммуникаций) заказчика и исполнителя НИР (связь «8», рис. 1.6), в котором заказчик формулирует идею и технико-эксплуатационные характеристики инновационного продукта или процесса. Далее исполнитель формализует в документе «аванпроект» характеристики инновационного продукта.

Основная **экономическая проблематика** традиционной модели коммуникаций заключается в высокой степени рыночной и потребительской **неопределенности** в отношении инновационного продукта, его технико-экономических характеристик. Неопределенность присутствует в части прототипов, лучших практик, маркетинга инновационного продукта, требуемых изменений производства (технология, оборудование, оснастка) и других параметров, рамочное понимание которых формируется на этапе аванпроекта (Алексеев А.А., 2016, [5]). Для снятия неопределенности предприятие (исполнитель цикла НИОКР) затрачивает значительный объем ресурсов на предпроектные исследования и коммуникации с потребителем, которые в экономическом смысле понимаются как **транзакционные** (внепроизводственные) издержки.

Таблица 1.10

Перспективный алгоритм процессов проектирования и производства технологических инноваций промышленного предприятия на платформе концепции «Промышленность 4.0»¹⁸

Обозначения рис. 1.6	Содержание процессов
1.	Открытая технологическая платформа содержит в свободном доступе библиотеки инженерных решений и моделей. Доступ реализуется через промышленный Интернет (II) посредством облачных технологий
2.	Библиотека решений и моделей пополняется в результате создания новых инженерных объектов в системе интеллектуального (человеческого) проектирования (традиционное конструирование) не типовых аванпроектов заказчика
3.	Заказчик продукта (физическое или юридическое лицо) формирует в традиционном Интернете «след» – историю его интересов и профиль предыдущих заказов

¹⁸ Составлено авторами.

Обозначения рис. 1.6	Содержание процессов
4.	«След» позволяет предложить заказчику типовое решение из библиотеки конструкторских решений – «интернет-вещь»
5.	Заказчик рассматривает «интернет-вещь» на предмет соответствия своим потребностям. В случае согласия с технико-экономическими характеристиками типового решения подтверждает ее производство – аванпроект. При необходимости изменения (кастомизации) базового решения формирует индивидуальный аванпроект
6.	Типовая «интернет-вещь» в соответствии с аванпроектами заказчика передается на систему авторизованного проектирования и производства
7.	Индивидуальный аванпроект передается в систему интеллектуального (человеческого) проектирования (традиционный НИР), в рамках которого проводится модульное проектирование архитектуры инженерного решения
8.	Архитектура инженерного решения дорабатывается в части расчетов и конструирования системой на основе искусственного интеллекта (AI)
9.	Система на основе искусственного интеллекта (AI) последовательно производит модульное проектирование, конструирование и технологическое внедрение – программирование роботизированного производственного комплекса
10.	На основе конструкторского решения создается детализация по материалам и комплектующим изделия, которая через автоматизированную логистику доставляется в процесс роботизированного производства. Процесс логистики осуществляется на основе чипирования материалов и комплектующих
11.	Автоматизированная логистика ¹⁹ производит доставку продукции заказчику

¹⁹ Включающая беспилотные транспортные системы и автоматизированное управление логистикой, распределением грузовых потоков.

Данные издержки исполнитель вносит в стоимость проекта, что снижает экономическую привлекательность инновационного продукта для заказчика. По отдельным исследованиям (Глушак О.В., 2011, [16]) уровень транзакционных расходов в инновационном процессе достигает 25% в обороте, что вызывает теоретический и практический поиск механизмов их снижения. Решения обнаруживаются в автоматизации и информатизации процессов коммуникаций с потребителем (класс «CRM», от англ. аббревиатуры – «управление взаимодействием с потребителем»), интерпретации заказа в проектное решение (классы «САПР/CAD/CAE»), трансляции потребительского заказа (задания) в производственную настройку оборудования (класс «САПР/CAM»), комплексной автоматизации производства (класс «ТИА») и др. С экономической точки зрения возможна интерпретация взаимосвязи инвестиций в информатизацию и автоматизацию маркетинговых и коммуникационных процессов с уровнем транзакционных издержек промышленного предприятия в формировании инновационного процесса (рис. 1.7). Автоматизация направлена на сокращение объема человеческого труда (генерирующего транзакционные издержки) в цепочке проектирования и производства инновационной продукции: от исследования потребностей рынка, выбора прототипов до производства новых изделий. Прямым **эффектом** программной информатизации инновационных и производственных процессов можно обозначить и снижение рисков ОКР (выделенных Захаренко Е.Г., 2017, [30]), соответствующее увеличение уровня конверсии, трансфера научно-технических разработок в производство. Представленная зависимость (см. рис. 1.7) является «опорной» (построенной на локальных экспертных суждениях) при оценке экономической эффективности инвестирования в процессы автоматизации инновационно активных промышленных предприятий.

Киберфизические системы рассматриваются как перспективный, экономически эффективный, класс аппаратно-программного обеспечения, комплексный с позиции управления инновационно-производственным циклом, новый с позиции принципов взаимодействия с потребителем (заказчиком). **Новый** принцип отношений строится на механизме коммуникации «человеко-машинный интерфейс» (Gilchrist A., 2016, [117]). Заказчик обращается к открытой библиотеке технических решений, моделей и на основе системы искусственного интеллекта, в которой содержится «интернет (цифровой)-след» заказчика²⁰ («4», рис. 1.6 – Wood A., 2015, [168]), выбирает прототип и обозначает его характеристики, требующие модернизации. Механизмом взаимодействия заказчика с «человеко-машинным интерфей-

²⁰ «Цифровой (интернет) след» заказчика, содержащий информацию о его прошлых заказах (а также о сторонних аналогичных заказах), формирует базовое предложение «интернет-вещи».

сом» определяются технологии виртуальной и дополненной реальности (VR/AR). То есть, заказчик, не прибегая к личным коммуникациям с подразделением НИОКР предприятия, формирует аванпроект, который передается в систему автоматизированного производства и логистики (связи – «6», «9», «10»). В целом, данный механизм хорошо отражает суждение: «...в будущем промышленные предприятия будут преобразованы от транзакционной модели продаж... к модели «продукт как услуга» (2017, [38]).

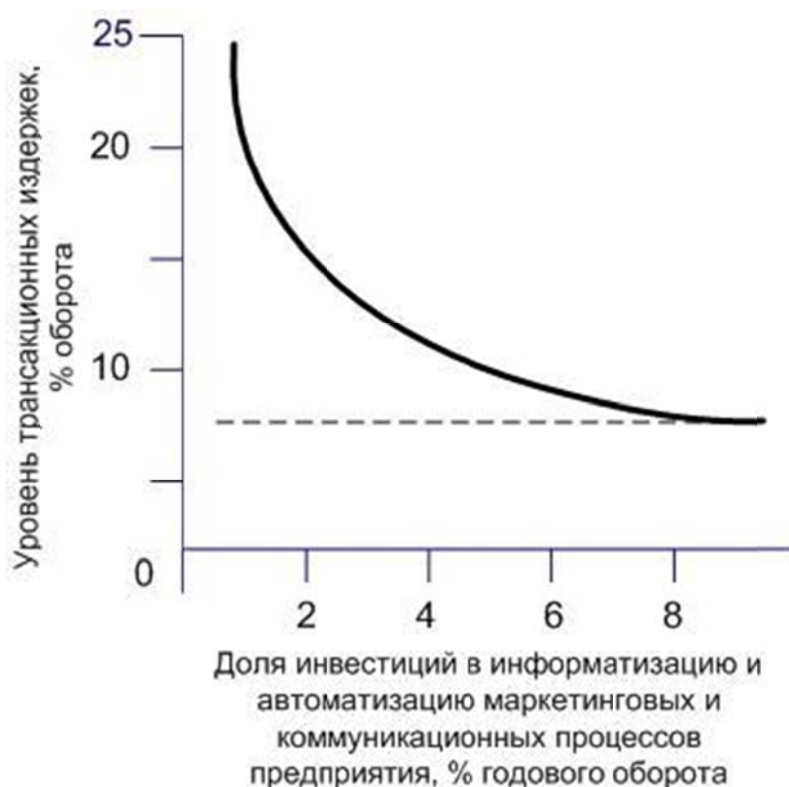


Рис. 1.7. Авторская интерпретация экспертных суждений [17, 19, 83] о взаимосвязи инвестиций в информатизацию и автоматизацию маркетинговых и коммуникационных процессов с уровнем транзакционных издержек промышленного предприятия в формировании аванпроекта инновации

То есть, процесс коммуникации автоматизирован – из него исключены транзакционные издержки исполнителя на формирование аванпроекта. Важным **инновационным** решением является «чипирование» комплектующих и полуфабрикатов: внедрение в изделие чипа с информацией о технологии обработки и сборки, что позволяет исключить человеческий труд из последующих логистической и технологической цепочек инновационно-производственного цикла, сократить издержки производственного процесса, повысить производительность. Второй, новый (построенный на внедрении киберфизических систем), подход к формированию аванпроек-

та значительно сокращает транзакционные расходы заказчика и исполнителя НИОКР при формировании **типовых** аванпроектов (рис. 1.8).

Объем типовых заказов (инноваций с незначительным уровнем модернизации – «**инкрементальных**») в настоящее время составляет 80% в общем объеме работ (по оценкам [36, 53, 81]). В частности, исследование авторами программы перспективных разработок (до 2020 года, [49]) систем навигационного оборудования «Алмаз-Антей» показало, что 98% продуктов относится к инкрементальным инновациям. То есть, программа исследований и разработок построена на совершенствовании технико-эксплуатационных характеристик сложившейся линейки изделий.

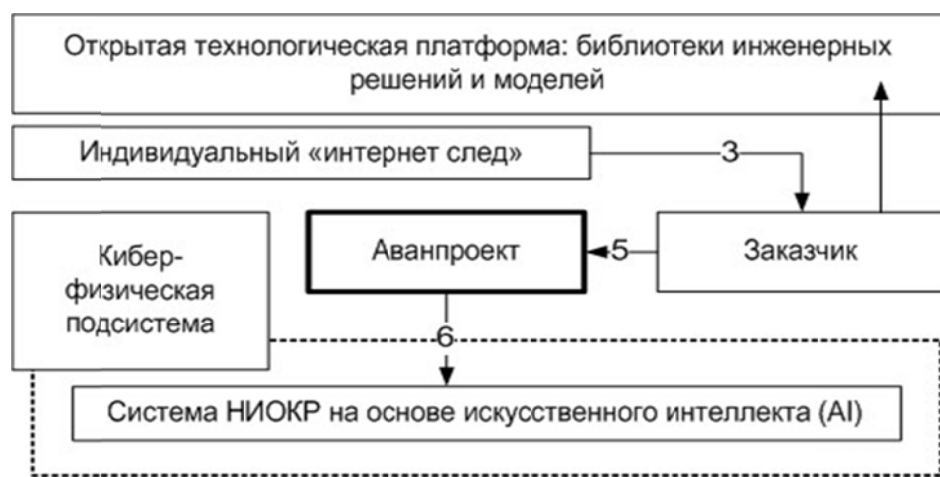


Рис. 1.8. Процесс формирования типового аванпроекта и передачи его в систему автоматизированного проектирования на платформе концепции «Промышленность 4.0». Связи раскрыты в табл. 1.10²¹

Аналогичная пропорция (67-100% инкрементальных инноваций) обнаруживалась практически во всех программах НИОКР предприятий в обследованной выборке (будет рассмотрена в параграфе 2.1, табл. 2.1). Анализ применительно к бюджету НИОКР (см. табл. 1.5), финансируемому из государственных программ Российской Федерации, показывает аналогичные пропорции (более 90% инкрементальных исследований и разработок). Причина вполне объективна – заказчик (в том числе государственный) имеет потребность в совершенствовании эксплуатируемых продуктов с целью роста производительности, себестоимости и других экономических эффектов. А природа радикальных инноваций²² (Алексеев А.А., 2016, [5]) –

²¹ Разработано авторами.

²² Авторы основываются на упрощенной классификации инноваций по глубине изменений (Алексеев А.А., 2015, [5]), выделяя радикальные и инкрементальные. Первые – являются принципиально новым продуктовым или технологическим решением, вторые – кодификационные изменения.

открытия и достижения фундаментальных исследовательских программ, предсказать и запланировать которые затруднительно.

Итак, в рамках реализации принципов концепции «Промышленность 4.0» незначительная модернизация типовых продуктов и процессов (прототипов), инкрементальные инновации реализуются автоматизированными системами проектирования на основе киберфизических систем искусственного интеллекта. При этом в традиционный, «интеллектуальный» процесс НИОКР попадают 20% работ, прототипов которых не сформировано и (или) не размещено в открытой технологической платформе, т.е. являющихся **радикальными** инновациями.

Исключение интеллектуального проектирования из инкрементальных инновационных проектов (с низким уровнем модернизации) при реализации организационно-управленческих принципов концепции «Промышленность 4.0» определяет ряд **экономических последствий**, а именно:

1. Сокращение для заказчика стоимости модификационных НИОКР, снижение себестоимости инновационных продуктов определит снижение рыночной цены и увеличит доступность инкрементальных инноваций. «Киберфизическая производственная система принципиально меняет экономику промышленного производства: снижается «разрыв» в себестоимости единичного и серийного изделия» (Хлебников К.В., 2017, [88]).

2. В цикл «ручного», интеллектуального конструирования попадают только оригинальные (т.е. не имеющие прототипов, воплощаемые в радикальных инновациях) инженерные задачи заказчика, имеющие относительно (инкрементальных) высокую науко- и трудоемкость.

3. Рост требований к квалификации специалистов исследователей и проектировщиков. Сокращение численности специалистов НИОКР с низкой квалификацией, занятых в модификационных исследованиях и разработках, обеспечит сохранение баланса фонда оплаты труда в цикле НИОКР (по оценке Gilchrist A., 2016, [117]).

4. Применение автоматизированных систем проектирования (в том числе искусственного интеллекта) снижает себестоимость интеллектуального проектирования и конструирования в цикле радикальных инноваций. Это значительно влияет на рост маржинальности НИОКР.

5. Высвобождение значительного интеллектуального ресурса исследователей и разработчиков из рутинных задач значительно увеличит потенциал решения сложных исследовательских задач, воплощаемых в радикальных нововведениях. Именно это должно обеспечить **интенсификацию сектора НИОКР**, рост инновационной активности промышленных предприятий.

В раскрытие вышеприведенной логики изменений в экономике НИОКР авторы скомпилировали отдельные экспертные оценки, отражающие перспективную структуру себестоимости инновационного цикла (табл. 1.11).

Таблица 1.11

Экономическая структура производства изделия в рамках концепции «Промышленность 4.0». Оценка авторов, скомпилированная по экспертному мнению [105, 117, 126]

Составляющие себестоимости	Доля в себестоимости проекта, %
Внутренние затраты предприятия на работу с открытой технологической платформой	5-17
Коммуникации и связь (включая аппаратные и инфокоммуникационные решения)	12-18
Обслуживание системы искусственного интеллекта исследований и проектирования	5-22
Затраты на интеллектуальные исследования и разработки (НИОКР)	43-68
Сырье, материалы и комплектующие	2-9
Производственная себестоимость	3-7
Логистика (в том числе потребительская)	8-20

Оценки показывают, что **ядром себестоимости** сохранятся затраты на «интеллектуальные» исследования и разработки, сосредоточенные в цикле радикальных инноваций.

Итак, внедрение концепции организации проектирования и производства «Промышленность 4.0» изменит структуру и экономику цикла НИОКР в среднесрочной перспективе. Но цикл исследований и разработок контекстно привязан к инновационному процессу, выбор модели которого (будет рассмотрен в параграфе 1.3) предопределит перспективную структуру и содержание этапов.

1.3. Эволюция научных взглядов на роль НИОКР в инновационном процессе предприятия

Основываясь на определении инновации («Руководства Осло», 2006, [147]), авторы полагают, что создание любого радикально нового или модернизированного продукта (процесса) есть инновация. Соответственно, логично положить, что присутствие НИОКР является признаком, критерием принадлежности процесса к «**инновационному**» (с по-

зиции «наукоемкости»). Поэтому описательный контекст экономики НИОКР подразумевает его процессную привязку организации (этапам) инновационного цикла. То есть, необходимо **определиться** в видении перспективной модели инновационного процесса и организации этапа НИОКР в его рамках.

Научный вопрос моделей инновационного процесса находится в фокусе непрерывного внимания ученых, что обусловлено перманентностью изменения экономического и управленческого контекста новаторской деятельности промышленных предприятий.

Первично целесообразно определиться в базовых дефинициях, разделяющих циклы-процессы²³, и инновационной инвестиционной деятельности (табл. 1.12).

Таблица 1.12

Устоявшиеся академические определения, разграничивающие объекты экономических исследований

Термин	Определение	Источник
Жизненный цикл товара (продукта)	«...период времени, в течение которого товар обращается на рынке, начиная с момента выхода его на рынок и заканчивая его уходом с рынка»	Современный экономический словарь, 2007, [76]
Инвестиционный цикл	«...долгосрочные капиталовложения предприятия, обусловленные взаимосвязанными структурными изменениями промышленности в рамках актуальной технологической платформы»	Фомина Н.Е., 2015, [86]
Инновационный процесс	«...последовательность стадий преобразования инновационной идеи в инновационный продукт»	Haustein H., Maier H. Innovation Glossary, 1986, [121]

²³ В разграничении «цикла» и «процесса» авторы остановились на понимании первого как периодически повторяемой совокупности операций и процессов, а второго – как последовательности этапов, разделенных по однородности работ.

Обратим внимание на введенные разграничения, динамически выраженные на рис. 1.9. «**Инвестиционный**» цикл формулируется в контексте обсуждения вопросов финансирования и оценки экономической результативности (эффективности) инновационной деятельности, отражая полный период от размещения инвестиций до их возврата в виде прибыли от эксплуатации технологического новшества. Понятие жизненного цикла применимо к маркетинговому контексту, обсуждению вопросов диффузии новых товаров и технологий на рынках потребления. Основная экономическая задача их исследования состоит в оценке валовых продаж в период эксплуатации продукта (интеграл функции распределения «В-D» рис. 1.9). Границами «**жизненного**» цикла товара (продукта) определяется период от его появления на рынке («А», рис. 1.9) до снятия с продаж («D») в силу его морального устаревания. А **инновационный** процесс локализован в периоде («А» – «С») формирования научно-технической идеи, вывода его на рынок (передачи заказчику) и модернизации (доработки по результатам эксплуатации).

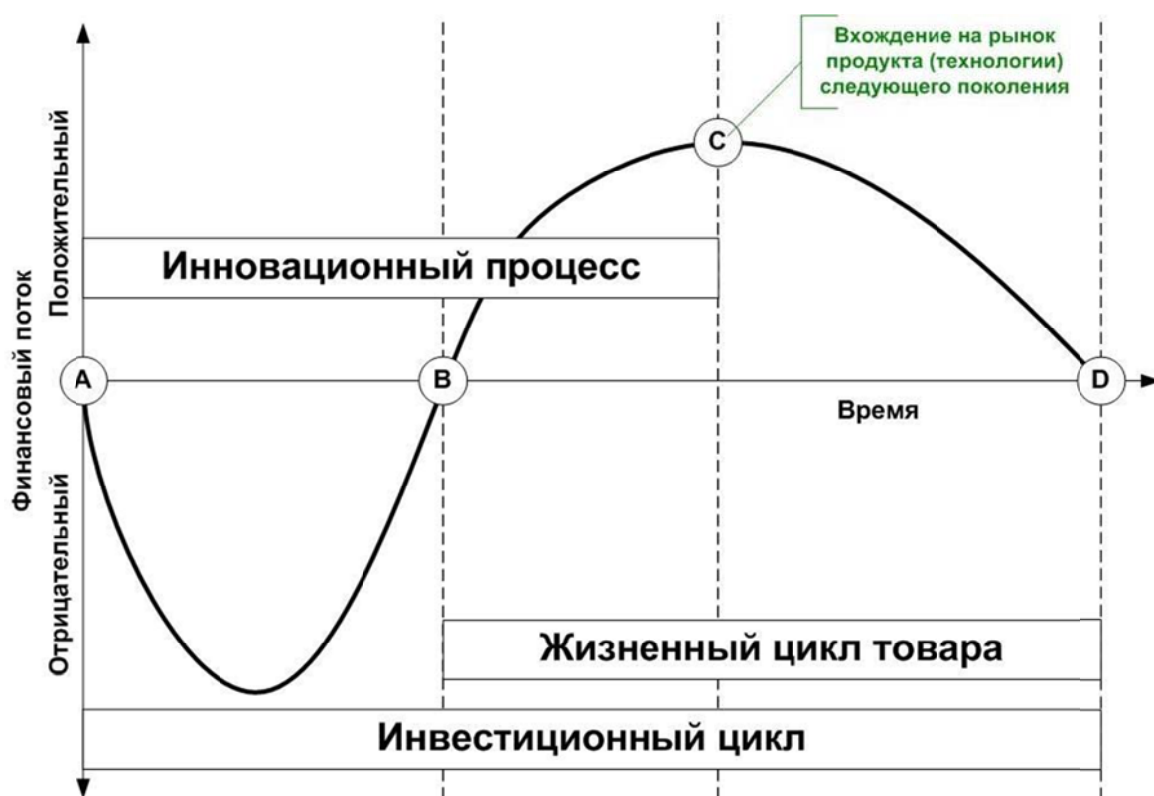


Рис. 1.9. Авторская интерпретация разделения циклов – процессов инновационной и инвестиционной деятельности в промышленности. Раскрытие в табл. 1.12, 1.13

Логичным завершением инновационного процесса является «смена отраслевой технологической платформы» [5] – выход на рынок продукта с

морально новыми характеристиками, радикального нововведения («С», см. рис. 1.9, табл. 1.13), после появления которого нецелесообразны инкрементальные (модифицирующие) инновации. Привязка к коэффициентам концентрации (CR3, Хиршмана–Херфиндаля), предложенная Фоминой Н.Е. (2015, [86]), позволяет определить границы циклов и процессов в объективной динамике развития рынков и отраслей.

Таблица 1.13

События и процессы (СП) инновационного процесса.
Графическая привязка рис. 1.9

СП, рис. 1.9	Описание
Событие А	Возникновение идеи инновационного процесса или продукта, поддержанное инвестором
Процесс А-В	Инновационный процесс, раскрываемый через этапы трансформации идеи в опытный образец, представляемый потребителем
Событие В	Выход на рынок пробной партии продукта (прототипа)
Процесс В-С	Выход на рынок прототипа, процесс НИОКР и производственной доработки в соответствии с реакцией потребителя (инкрементальные инновации)
Событие С	Принятие рынком инновационного продукта как стандарта потребления в рамках его технико-экономических характеристик
Процесс С-Д	Этап производства и эксплуатации продукта с фиксированными технико-экономическими характеристиками
Событие D	Снятие продукта с производства и эксплуатации под воздействием нового поколения инновации

Таким образом, авторами введены событийные **границы** инновационного процесса: от идеи (заказа) до окончания моральной новизны технологического новшества. Определенность границ позволяет перейти к анализу **моделей инновационного процесса**. Авторский подход к анализу **отличается от ранее проведенных** общеметодологических исследований (Грищенко А.И., 2011, [20]; Глушак О.В., 2011, [16]; Dodgson M., Rothwell R., 1994, [109] и др.) **фокусом на функции НИОКР**.

Постановка научной задачи синтеза модели инновационного процесса обусловлена непониманием организационных этапов («черный ящик» – Rosenberg N., 1982, [153]), поиском механизмов увеличения конверсии идей в продукты. С этого момента (1980-е годы) ученые формализовали ряд моделей процесса (рис. 1.10), вариативность которых обусловлена институциональной трансформацией сектора исследований и разработок (см. параграф 1.1), отраслевой спецификой и другими факторами. Исторически первой была сформулирована линейная модель. Инициация инновационного процесса обусловлена фундаментальными открытиями, являющимися толчком для прикладных исследований и разработок радикальных новшеств.

Модель построена «от технологических возможностей» (Dodgson M., Rothwell R., 1994, [109]) к рынку инноваций, выражает инновационный процесс как воплощение результатов фундаментальных исследований. Активная рыночная позиция частного промышленного сектора в 70-80-е годы XX века привела к смене приоритетов: от технологических возможностей промышленных предприятий – к потребностям заказчика. Именно поэтому иницирующим событием, отраженным в **маркетинговой**²⁴ модели, становится рыночный спрос. Специалисты по маркетингу становятся разработчиками аванпроекта, иницирующими этап НИОКР.

Доказанная необходимость параллельности этапов НИОКР в отношении продуктовых и процессных инноваций в промышленности (получившая название «цикла Аббернаси–Аутербек», Abernathy W.J., Utterback J.M., 1975, [94]) привела к пониманию «технологических» нововведений, взаимообусловленности разработки нового продукта и технологии его производства. Именно в этом контексте была сформирована **интерактивная** модель (также называемая «цепной», Lundvall B.-A., 1985, [136]), отличие которой от «маркетинговой» заключается в параллельности циклов опытно-конструкторских (ОКР) и опытно-технологических (ОТР) работ.

Факторы рыночного спроса и доступности новых технологий (см. рис. 1.9) определяют параметры инновационного процесса. С позиции содержания и функций НИОКР данная модель не отличается от маркетинговой – инициатором аванпроекта являются маркетинговые службы предприятия.

²⁴ Также обозначаемая: «подтягиваемая спросом», «реагирующая (reactive) на рынок», 2G.

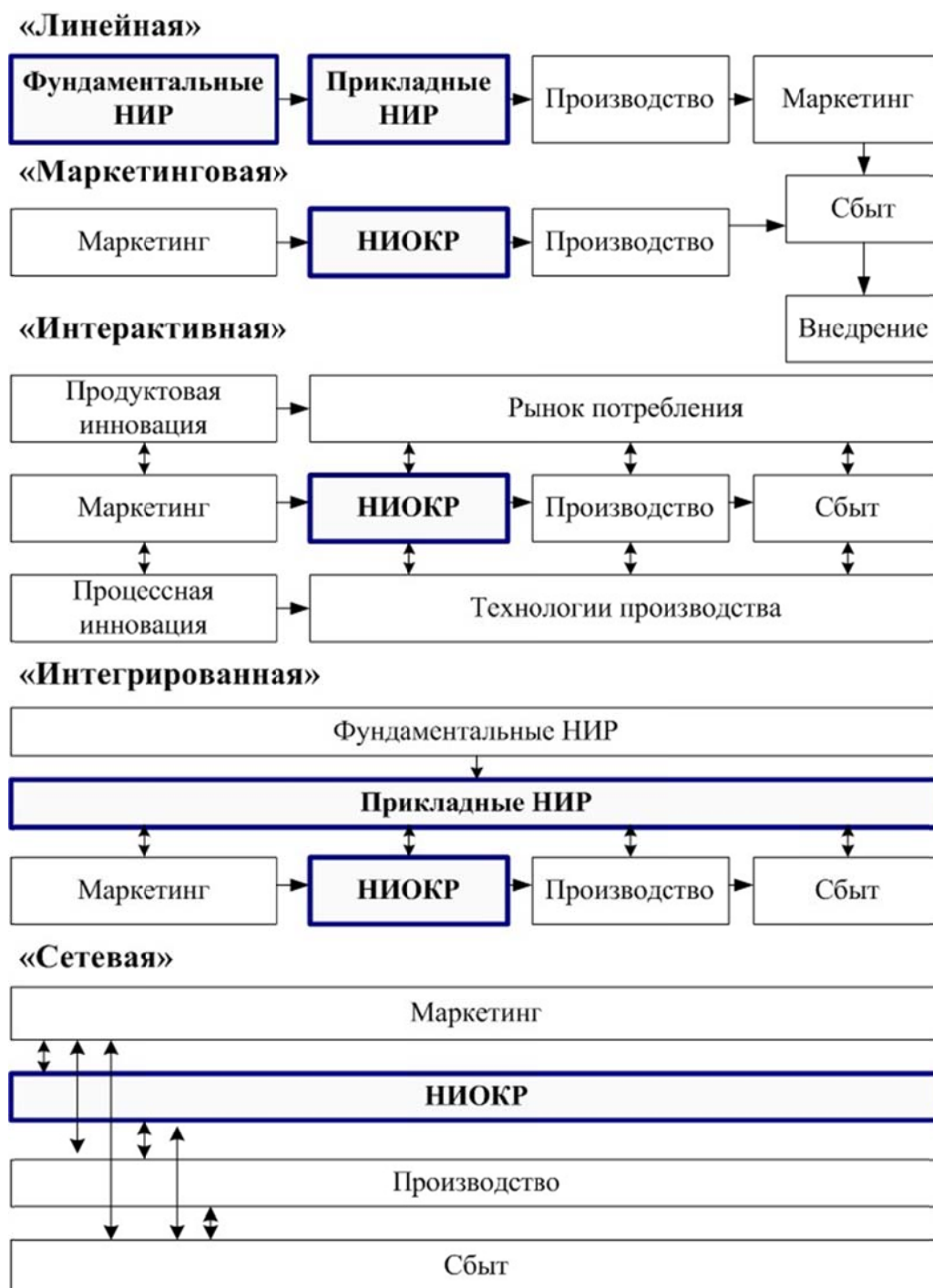


Рис. 1.10. Эволюция научных взглядов на модель организации инновационного процесса с позиции места и роли НИОКР. Интерпретировано авторами по источникам [5, 16, 17, 85]

Принципиально изменились роль и функции этапа НИОКР в **интегрированной** модели, сформулированной японскими учеными Imai K.I. Nonaka, Takeuchi H. (1985, [123]). Появление модели обусловлено объективностью рыночной формации «экономика знаний», в рамках которой информация становится ключевым фактором производства. В основе мо-

дели лежит отказ от дискретности НИОКР, процесс исследований и разработок рассматривается как **перманентный** для промышленного предприятия. То есть, инновационная деятельность становится «циклом» промышленного предприятия. Ускорение научно-технического прогресса, сокращение времени внедрения фундаментальных открытий в прикладные разработки приводят к непрерывности НИОКР, что может быть отражено как множество проектов с различными горизонтами внедрения, одновременно находящихся в разработке сектора НИОКР, а также открытости и многообразию источников знаний, формированию аванпроектов: фундаментальные исследования, рыночный спрос, разработки конкурентов и др. (подробнее об источниках [5]). Интегрированная – первая модель, которую в эволюционной цепочке организационных подходов можно определить как **открытую**: «...Знания и технологии, используемые для инноваций, обычно поступают из внешних источников, в том числе международных...» (Kesidou, Szirmai, 2008, [128]). Каждый из инновационных проектов является частью программы НИОКР. Одновременно могут реализовываться программы НИОКР инкрементальных и радикальных инноваций, в рамках нескольких технических поколений, с различными горизонтами ввода продукции в эксплуатацию. Согласно данной модели, предприятия формируют стратегические программы НИОКР с различным горизонтом работ (2011-2020 годы), например, в виде программы перспективных исследований АО «РИРВ» (табл. 1.14).

Таблица 1.14

Программа (фрагмент) перспективных НИОКР АО «Российский институт радионавигации и времени» (Санкт-Петербург), 2009-2020²⁵

Наименование разработки	Окончание, год
Базовый приемовычислительный модуль 2-го поколения одночастотного навигационно-временного приёмника ГЛОНАСС/GPS/Galileo/SBAS	2011
Базовый приемовычислительный модуль 2-го поколения многочастотного перепрограммируемого навигационно-временного приемника ГЛОНАСС/GPS/Galileo/SBAS	2017
Аппаратура высокоточной взаимной синхронизации	2014
Аппаратура интегрированной морской и речной дифференциальной подсистемы ГНСС	2015

²⁵ Предоставлено авторам Центром инновационного развития СПбГЭУ.

Наименование разработки	Окончание, год
Система локального мониторинга и информационно-навигационного обеспечения движения железнодорожного транспорта	2018
Аппаратура системы мониторинга и управления автомобильным транспортом для корпоративных пользователей	2014
Лоцманский транспондер автоматизированной идентификационной системы для речных судов	2020

Эволюционным пиком разработки моделей инновационного процесса определяется **сетевая**, также часто называемая [16] моделью «стратегических сетей»²⁶. Предпосылкой ее формулировки и внедрения в практику стала институциональная трансформация сектора исследований и разработок. Во-первых, реализована в практике НИОКР концепция «открытых инноваций» (Chesbrough H., 2003, [103]), построенная на кооперативной открытой платформе обмена научно-технической информацией между промышленными предприятиями отрасли (рынка). Современное развитие открытых научно-технических платформ обсуждается экономистами Hippel Eric von (2011, [122]) и Lakhani K.R., Panetta J.A. (2007, [132]). Во-вторых, усилилась **специализация** субъектов исследований и разработок (подробнее в параграфе 3.1), что привело к расширению субконтрактинга отдельных задач НИОКР промышленных предприятий. Совокупность данных тенденций привела к распределенной форме организации инновационного процесса, выраженной в разделении проекта на этапы с передачей работ специализированным подрядчикам. Организационно процесс НИОКР становится кооперативным, что меняет и экономику взаимодействия его участников. «Институциональная организация научных исследований – это зарекомендовавшая себя более чем за столетие, признанная во всем мире, эффективная форма проведения фундаментальных и прикладных исследований» (академик Асеев А.Л., 2017²⁷). Предметом ком-

²⁶ В экономической литературе существует несогласованность в использовании термина «сетевая» модель. Ряд источников подразумевает в качестве таковой сеть контрагентов, использующих удаленные, электронные, виртуальные (интернет) системы обмена данными. Авторы используют термин в рамках принципов научной школы IMPG (Industrial Marketing and Purchasing Group), определяющих сети как построение экономических отношений субъектов промышленности (Hallén L., Johanson M., 2004, [120]; Ойнер О.К., 2004, [52]).

²⁷ Из интервью 17.01.2017 «Троицкий вариант» // Наука. – Режим доступа: <http://trv-science.ru>

пенсации работ по субконтракту могут выступать и нематериальные активы. Например, ОИС может находиться в совместном пользовании предприятия и подрядчика, или подрядчику передается право на распространение франшизы ОИС и т.п. многообразие контрактных отношений (подробнее – Платонов В.В., 2012, [63]). Таким образом, сетевой инновационный процесс построен на взаимодействии специализированных субъектов исследований и разработок на платформе открытых инноваций.

Итак, представленный анализ моделей инновационного процесса может быть **формализован** с позиции специфики организации НИОКР и события, его инициирующего (табл. 1.15).

Таблица 1.15

Взгляды на этап НИОКР
в моделях организации инновационного процесса²⁸

Модель	Событие, инициирующее НИОКР	Организация НИОКР
Линейная	Обследование научно-технических заделов (ранее проведенных НИОКР или приобретенных ОИС) предприятия	Формирование проекта НИОКР отражает сложившийся задел исследований и разработок. Результаты разработки не учитывают маркетинговый потенциал инновации
Маркетинговая	Этап НИОКР предваряется маркетинговым изучением ситуационной потребности заказчика, формализуемой в «аван-проекте»	НИОКР реализуется однократно как ответ на технико-экономические требования аван-проекта. Часто используется во взаимоотношениях с крупным корпоративным заказчиком продуктовой инновации
Интерактивная	Предваряется стратегическим маркетингом долгосрочных потребностей рынка, видением технологической платформы отрасли	Комплекс связанных НИОКР, направленный на формирование инновационного продукта и технологии его производства. Процесс характеризуется созданием серии опытных образцов, технико-экономические характеристики которых итерационно согласуются с рынком потребления и экономикой производства

²⁸ Составлено авторами.

Модель	Событие, инициирующее НИОКР	Организация НИОКР
Интегрированная	Сопоставление научно-технических заделов промышленного предприятия, результатов сторонних фундаментальных НИР и прогнозов научно-технического развития (форсайт)	Формируется долгосрочная (1020 лет) программа инновационного развития, выраженная через последовательную серию продуктовых инноваций, включающих планы НИОКР. Подразумевает связанные революционные и дифференцирующие инновации
Сетевая	НИОКР перманентный процесс, инициируемый новыми факторами и вызовами в системах маркетинга, производства и сбыта	Гибкие планы НИОКР, непрерывно меняющиеся под воздействием новых ОИС открытой технологической платформы, рыночных факторов. Непрерывный пересмотр технико-экономических характеристик технологической инновации. Организуется на распределенном (сетевом) принципе реализации этапов НИОКР

Несмотря на исторический характер моделей, формулировку их эволюционной последовательности, современная практика инновационной деятельности демонстрирует разнообразие в практике их применения. Авторы обследовали 21 инновационно активное промышленное предприятие (подробнее в параграфе 2.1 – выборка в табл. 2.1) с точки зрения применяемой модели при организации НИОКР. Результаты изучения показали, с одной стороны, вариативность организационного принципа (модели) инновационного процесса, а с другой – оптимальность выбранного подхода для обследованного предприятия с позиции эффекта конверсии.

При этом в обследовании был обнаружен общий **признак**, определивший выбор модели менеджментом: отраслевая принадлежность и уровень технологичности предприятия (ISIC REV. 3, OECD, [125]).

Предприятия в выборке относятся (в большинстве) к одной из отраслей промышленности, которая, в свою очередь, классифицируется по уровню наукоемкости (представлено в соответствующих полях табл. 1.16). Именно этот вывод позволяет авторам сформулировать позицию в выборе перспективной модели инновационного процесса, в рамках которой рассматривается объект исследования – этап НИОКР.

Таблица 1.16

Промышленные предприятия, применявшие модели
инновационного процесса (по обследованиям авторов)

Модель	По данным обследований авторов, применяют модели...		
	предприятия	отрасли	
Линейная	«ОСК» АО, «СМК» АО, «Монолит» ООО, «Парнас» ООО, «ОМЗ – Спецсталь» ООО	Низкотехнологичные	Машиностроение, пищевая, строительных материалов, металлургия и производство материалов
Маркетинговая	«Мегастиль» ЗАО, НПП «Буревестник», НПФ «Химлаб», Севзапвнипиэнергопром	Все отрасли, ориентированные на крупного корпоративного или государственного заказчика с долгосрочной потребностью	
Интерактивная	«РИРВ» АО, «Завод «Навигатор» АО, «Икапласт» ООО, «Лазерный Центр» ООО, «Ленпромавтоматика» ООО	Высокотехнологичные	Приборостроение
Интегрированная	«Ассоциация Медицины и Аналитики» ООО, «Метромед» ООО, «Мицар» ООО, «Орион Медик» ЗАО		Биотехнологии, фармацевтика
Сетевая	«Парсек Лаб» ООО, «Центр речевых технологий» ООО, «Рейдикс» ООО, Масса-К		Инфокоммуникации

Авторы определяют в качестве перспективной **сетевую** модель организации инновационного процесса исходя из следующей логики и аргументов. **Во-первых**, большинство ученых указывают на сравнительно высокую экономическую эффективность ее применения (Грищенко А.И., 2011, [19]; Глушак О.В., 2011, [16] и др.), определяемую открытостью контрактных отношений с подрядчиками. Так, Oxley (2004, [148]) видит эффекты в привлечении сторонних знаний: «...Сетевая модель расширяет

сферу знаний организаций за счет взаимодействия с подрядчиками». А экономисты Segarra-Blasco A., Arauzo-Carod J.M. (2012, [157]) указывают на формирование конкурентных преимуществ, которое «...в инновациях не столько основано на внутренних ресурсах организации, сколько на его способности обнаруживать ценные внешние знания и интегрировать их в свой собственный инновационный процесс». **Во-вторых**, выделенные в обследовании отрасли (биотехнологии, инфокоммуникации и т.п., табл. 1.16) относятся к ключевым драйверам развития VI технологического уклада, выраженным в концепции NBIC-конвергенции (Roco M.C., Sims W., 2002, [152]). Концепция NBIC подразумевает, что стратегия развития остальных отраслей будет выстраиваться с опорой именно на передовые отрасли технологического уклада, что с организационной точки зрения подразумевает встраивание их программ НИОКР в инновационный процесс лидеров. Сетевой принцип выражает «...построение и управление связями с другими фирмами с целью приобретения их знаний и возможностей» (Chesbrough H.W., 2003, [103]). То есть, сетевой принцип организации будет распространяться на всех участников интегрированного инновационного процесса. И, **в-третьих**, в России складываются объективные предпосылки перехода к сетевой экономике, организации инновационной деятельности. Объективна тенденция [77] институционализации субъектов НИОКР, создания эффективных государственных и частных организаций, специализирующихся на отдельных исследовательских и конструкторских работах (подробнее в параграфе 3.1). Более того, инновационный процесс согласован как многоэтапный, выражены промежуточные этапы, по отношению к которым складываются специализированные институты поддержки и финансирования. На предпочтительность сетевой модели для развивающихся стран указывают многие авторитетные ученые, аргументируя свою позицию расширением источников знаний. «...Переход к внешним источникам знаний (приобретению результатов сторонних НИОКР) для развивающихся стран является предпочтительным в силу очень низких инвестиций и мероприятий в области НИОКР», что компенсирует, по мнению авторов, «слабую открытую инновационную сеть и защиту прав интеллектуальной собственности» (Becheikh D., 2013, [97]).

Действительно, при анализе предпосылок национального сектора НИОКР (как в общем объеме, так и в региональных разрезах, табл. 1.17) обнаруживается тенденция сокращения доли работ по НИОКР, выполненных собственными подразделениями промышленных предприятий. Так, применительно к Самарской области наблюдается увеличение доли контрактных работ на 22% за последние 10 лет, при видимой устойчивости данной тенденции.

Таблица 1.17

Абсолютные показатели объемов работ по НИОКР
и оценка доли работ, выполненных внутренними подразделениями
промышленных предприятий в Самарской области
Российской Федерации, 2009-2015. Росстат, 2017, [73]

Показатель	2006	2010	2014	2015
Число организаций, выполнявших НИОКР, ед.	52	53	62	76
Объем НИОКР, выполненный собственными силами, млн руб.	10001	13297	16123	17473
Объем НИОКР – всего, млн руб.	10614	16492	24019	24436
Доля внутренних работ, %	94%	81%	67%	72%

Итак, совокупность авторских аргументов позволяет определить **перспективную модель** организации инновационного процесса – **сетевую**. Выбор модели предопределяет исследовательский контекст, базовые принципы экономики и управления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ промышленного предприятия. Именно на этой теоретической платформе авторы переходят к разработке метода экономического планирования НИОКР инновационных проектов.

Глава 2

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НАОКР ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

2.1. Структура экономических этапов НАОКР

В основе экономики НАОКР, инвариантно организационной принадлежности исследовательского подразделения (внутреннее подразделение промышленного предприятия или стороннее НИИ, КБ), лежит уровень прибыльности работ, маржинальности продукта – объекта интеллектуальной собственности. В практике сложились 2 варианта организационного взаимодействия покупателя (заказчика) и продавца (исполнителя) услуг НАОКР или объектов ОИС²⁹. В рамках первого («1», рис. 2.1) промышленное предприятие выступает в качестве заказчика исследовательской (конструкторской) разработки, в рамках второго («2») промышленное предприятие приобретает франшизу на открытом рынке ОИС.

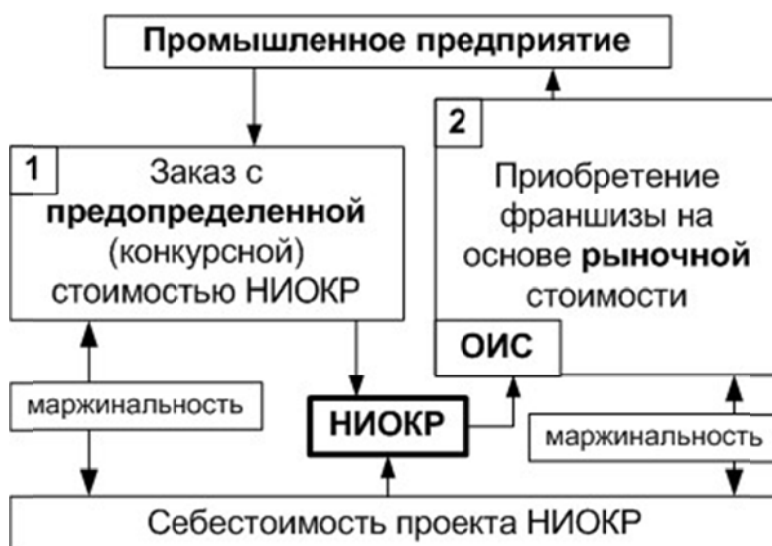


Рис. 2.1. Логика маржинальности проекта НАОКР

В первом сценарии маржинальность проекта НАОКР определяется разницей в стоимости заказа (с рыночной позиции – конкурсной стоимостью) и внутренними затратами исследовательской организации (подразделения). Во втором варианте (см. рис. 2.1) маржинальность – это разрыв себестоимости и рыночной цены ОИС. В рыночных условиях исследовательская организация, исполнитель НАОКР, **не имеет** значительного влияния на

²⁹ Вариативность сценариев обусловлена распределением прав на ОИС между заказчиком и исполнителем. Более подробно отношения прав рассмотрены в работе Платонова В.В., Дюкова И.И. (2012, [63]).

рынок ОИС (вариант 2) и оценку экономической полезности научно-технической разработки для промышленного предприятия (вариант 1). Поэтому **фокусом** поиска экономической эффективности исследовательской организации (НИОКР подразделения промышленного предприятия) является **себестоимость проектов** при любом из вариантов взаимодействия (1 и 2, рис. 2.1). Повышение экономической эффективности НИОКР не является новой задачей теории инновационного менеджмента – в последние 10 лет российские ученые сформулировали ряд подходов к ее решению³⁰. Авторы основывались на разработках методов и подходов к управлению себестоимостью НИОКР Агафонова А.Н. (2012, [2]), Артякова В.В. и др. (2014, [7]), Гольдштейна Г.Я. (1998, [17]), Далёкина П.И. (2016, [23]), Дмитриевой С.И. (2013, [26]), Ковырзиной К.В. и др. (2014, [39]), Кухарева О.Н. и др. (2016, [41]), Прилипко А.Г., Багратиони К.А. (2015, [68]), Пузыни К.Ф. и др. (1989, [70]), Спасенных М.Ю. (2012, [77]), Фатхутдинова Р.А. (1989, [84]). Доминирующий фокус национальных исследований (в последнее время – 2014-2017) можно обозначить как гармонизацию системы бухгалтерского и управленческого учета затрат на НИР и ОКР (ОТР). Так, Первышин М.Н. и Корнилов Д.А. (2014, [59]) предложили выделять этапы НИОКР с позиции разделения по видам расходов МСФО и РСБУ. Ряд методологических принципов экономики и управления НИОКР, с акцентом на инновациях в рыночных условиях, сформулирован в работах зарубежных экономистов Abbey A. (1982, [93]), Maccoby M. (2011, [137]), Pisano G.P. (2002, [151]), Rothwell R., Whiston T.G. (1990, [154]), Wtadystaw J. (1978, [169]). Конечно, глубокий уровень проработки проблемы привел к формированию российских и международных нормативных актов (стандарты, ГОСТы, регламенты и т.п.), согласованность с которыми является условием практической применимости авторских разработок. Авторы провели анализ решений, предлагаемых **международными нормативными** актами, регламентирующими процесс НИОКР инновационных проектов: наставление «Практический инструментарий для создания новых продуктов: экспертные технологии и эффективная практика разработки продуктов» (The PDMA handbook of new product development (2013, [127]); сопровождающий словарь (The PDMA Glossary for New Product Development, 2006, [161]); стандарт «Инновационный менеджмент. Система инновационного менеджмента» (CEN/TS 16555-

³⁰ Экономика НИОКР глубоко была исследована в период СССР, многие подходы к организации исследовательских и конструкторских работ наследованы в современных работах по теории инновационного менеджмента. В частности, многие положения ГОСТ 15.101-80 (Система разработки и постановки на производство продукции / Порядок проведения научно-исследовательских работ) вошли в современные стандарты. Поэтому, делая акцент на публикациях последних 10 лет, авторы принимают преемственность методологии НИОКР, сформированной в период 70-80-х годов прошлого века.

1:2013 «Innovation Management. Part 1: Innovation management system», 2015); стандарт серии ISO «Исследования и разработки» (03.100.40: Research and development). Рассмотрены нормативные документы, регламентирующие **национальное** правовое поле научно-технической деятельности: ГК РФ «Глава 38. Выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ»; ФЗ от 23.08.96 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»; ГОСТ 15.105-2001 «Система разработки и поставки продукции на производство. Порядок выполнения НИР и его составных частей»; ГОСТ 15.203-2001 «Система разработки и поставки продукции на производство. Порядок выполнения ОКР по созданию изделий и его составных частей»; ГОСТ 15.110-2003 «Документация отчетная научно-техническая на научно-исследовательские, аванпроекты и опытно-конструкторские работы»; Приказ ФАП № 95 от 16.09.2004 «Об утверждении правил научно-технического сопровождения и приемки выполненных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ»; инжиниринговые требования³¹.

Вместе с тем анализ представленных в научной литературе и стандартах решений приводит авторов к ряду обобщающих выводов о **незавершенности** научной дискуссии заявленной проблемы:

1. **Основная проблема** большинства решений, обусловившая направление данного исследования, – «**котловый подход**»³² к оценке стоимости НИОКР. Ученые предлагают оценивать «полную стоимость цикла НИОКР» через удельные показатели к базе: объема продаж инновационной продукции; общей трудоемкости работ; показателей конкурентного паритета и т.п. Отсутствуют методики, позволяющие разделить цикл на этапы, операции или работы, имеющие самостоятельное экономическое выражение, обеспечивающее эффективный субконтрактинг. Обозначенные стандарты и теоретические подходы не позволяют реализовать перспективу «Промышленность 4.0» (см. параграф 1.2) и сетевой организации инновационного процесса (см. параграф 1.3).

2. В большинстве методик ученые [37, 51, 55] сосредоточены на маркетинговых эффектах продажи ОИС и трансфера технологий, т.е. поиске экономических эффектов через совершенствование рыночных механизмов взаимодействия заказчика и исполнителя НИОКР, что выводит их

³¹ Инжиниринговая сторона НИОКР регламентирована серией межотраслевых стандартов: Государственная система стандартизации (ГСС); Единая система конструкторской документации (ЕСКД); Единая система технологической документации (ЕСТД); Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП); Система разработки и постановки продукции в производство (СПП); Государственная система качества продукции; Государственная система «Надежности в технике» и др.

³² Наиболее показательны в работе Михайловой Э.А., Ремизова Н.А. (2016, [45]) в рамках «метода освоенного объема».

рассуждения из поля микроэкономических проблем (экономики НИОКР). Предложения носят макроэкономический характер, адресованный государственным институтам в части изменения нормативной базы инновационной деятельности и принципов государственного заказа.

3. Недостаточный уровень формализованности перспективной институциональной структуры исполнителей (субъектов, организаций) исследований и разработок, их специализации на этапах НИОКР. В большинстве работ [37, 43] формулируется принадлежность субъектам полного цикла исследовательских и конструкторских работ («феодалная» модель), с акцентом на маркетинговой или интегрированной модели инновационного процесса (см. параграф 1.3).

Итак, незавершенность научной дискуссии определяет направления научного поиска экономических **эффектов** – повышение производительности цикла НИОКР за счет сокращения стоимости этапов исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Авторами был предложен инновационный **системный подход**. В контексте исследования это подразумевает выделение экономических этапов НИОКР и научный поиск возможности снижения их стоимости через применение сетевой модели организации процесса. В качестве **метода** исследования авторы выбрали **ретроспективный анализ**, построенный на изучении реализованных инновационных проектов, включающих внутренние или внешние затраты на научно-исследовательские, опытно-конструкторские и (или) опытно-технологические работы. В выборе подхода авторы исходили из следующей академической логики. Промышленные предприятия, реализующие инновационные проекты, реорганизуют свои процессы НИОКР под воздействием факторов внешней среды. Ключевыми предопределены вызовы 4-й промышленной революции (см. параграф 1.2) и становление специализированных субъектов НИОКР, находящихся в сетевом взаимодействии (см. параграф 1.3). Именно эти предпосылки вызывают организационные изменения, ретроспективные обследования которых позволяют формализовать складывающиеся (перспективные) тенденции.

Для исследования была сформирована **выборка** из 48 инновационных проектов (табл. 2.1), реализованных в период 2009-2017 годов. В состав выборки вошли федеральные и региональные инновационные проекты, представляющие все отрасли промышленности по уровням технологичности (наукоемкости)³³ с различной направленностью нововведений.

³³ Как показало обследование, это оказалось принципиально правильным решением: в силу верифицированности результатов по уровню технологичности (наукоемкости) (подробнее в параграфе 2.2).

Таблица 2.1

Источники экспериментальных данных: обследованные НИОКР в инновационных проектах

Инновационные проекты							Данные	
Предприятие	Отраслевая принадлежность	Тип инноваций	География рынка	Период	Кол-во	Тип	Источник	
«Монолит», ООО	Производство материалов	Процессная	Региональная	2014-2016	1	Вторичные	«Монолит», ООО	
«СМК», АО	Металлообработка	Процессная	Федеральная	2015-2017	3	Первичные	«СМК», АО	
«ОСК», АО	Деревообработка	Процессная	Мировая	2015-2017	3	Первичные	«ОСК», АО	
14 конкурсных инновационных проектов ³⁴	Новые материалы, био- и фармтехнологии, машиностроение, энергетика	Технологические	Региональная	2014-2016	14	Вторичные	Комитет по промышленности и инновациям Администрации СПб	
17 конкурсных инновационных проектов ³⁵	Медицина, биотехнология, фармацевтика, машиностроение, инфокоммуникации	Технологические	Региональная	2013-2017	16	Вторичные		
«РИРВ», АО	Инфокоммуникации	Продуктовая	Федеральная	2013-2016	7	Вторичные	Центр инновационного развития СПбГЭУ	
«Завод «Навигатор», АО	Инфокоммуникации	Технологическая	Федеральная	2014-2015	2	Вторичные		
«Мегастиль», ЗАО	Световые и оптические системы	Технологическая	Региональная	2009-2013	1	Первичные		

³⁴ ТЭО отдельных участников второго этапа конкурса на соискание премии Правительства Санкт-Петербурга за лучший инновационный продукт 2016 года. Информация получена с официального сайта Комитета по промышленной политике и инновациям Администрации Санкт-Петербурга – http://inno.gov.spb.ru/userfiles/lip_2016.pdf (20.12.2016). Выбраны проекты, отражающие структуру и экономические показатели инновационного процесса.

³⁵ ТЭО участников второго этапа конкурса на соискание премии Правительства Санкт-Петербурга за лучший инновационный продукт 2017 года. Информация получена с официального сайта Комитета по промышленной политике и инновациям Администрации Санкт-Петербурга – http://inno.gov.spb.ru/userfiles/lip_2017.pdf (08.08.2017). Выбраны проекты, отражающие структуру и экономические показатели инновационного процесса.

Критериями отбора инновационных проектов авторы определили:

1. Отнесение инновационного проекта (по заказчику НИОКР) к обрабатывающей промышленности.

2. Проекты реализуют технологические, процессные, продуктовые инновации³⁶.

3. Открытость и определенность в инновационном проекте размера затрат на НИОКР или стоимости контракта при привлечении внешних специализированных подрядчиков.

4. Выделение в инновационном проекте этапа(ов) НИОКР.

5. Прозрачность календарной длительности и стоимости этапов, выделенных разработчиками инновационного проекта.

Информация по предприятиям выборки была предоставлена в первичном (контракты НИР, ОКР, ОТР) и вторичном (бюджеты инновационных проектов и научно-технических разработок) виде. Первичные данные авторы обрабатывали самостоятельно, интерпретируя их к общим бюджетам и календарным графикам циклов НИОКР. Для уточнения вторичных данных, раскрытия недостающей информации (в частности, по предприятиям «СМК», «ОСК», «Мегастиль») были проведены экспертные интервью с менеджерами, в процессе которых авторами интерпретированы и интерполированы данные, а также выявлено содержание процессов и работ. **Репрезентативность** и представительность выборки обоснована оценкой среднеквадратичного отклонения (3σ) (будет представлено в параграфе 2.2, табл. 2.4).

Первичной задачей обследования 48 проектов (см. табл. 2.1) авторы определили выделение этапов финансирования и подрядных работ, имеющих экономическую самостоятельность и профессиональную однородность. В разработке структуры этапов авторы также руководствовались ранее сформированными теоретическими взглядами ряда ученых и нормативными документами. На их основе была сделана первичная (*гипотетическая*) структура, а также использовалась логика этапов, не противоречащих выбранной позиции изучения – экономической.

Позиция авторов в выборе **этапов** НИОКР может быть отражена **критериями и допущениями**:

1. Процесс НИОКР является частью **инновационного процесса**, соответственно, его этапы согласуются с операциями разработки, внедрения и эксплуатации нововведений (маркетинговыми, логистическими, управленческими и т.п.).

³⁶ Авторы не обнаружили в «маркетинговых» и «организационных» инновационных проектах значимого объема затрат на НИОКР (как правило, их наукоемкость <1%), соответственно, таковые не были включены в выборку и исследованы в рамках настоящей монографии.

2. Результаты НИОКР адресуются проекту **технологической инновации**, построенной на разработке нового продукта (продуктовое нововведение) и сопровождающей его модернизации (реинжиниринга) технологии и производственного процесса (процессная инновация).

3. НИР, ОКР и ОТР рассматриваются как **единый** по совокупности и последовательности этапов процесс воплощения научно-технической идеи, что соответствует научным взглядам на взаимосвязь продуктовых и процессных инноваций – «цикл Аббернаси–Аутербек» (Abernathy W.J., Utterback J.M., 1975, [94]).

4. Организационные этапы процесса НИОКР инвариантны (допущение согласно принципам концепции «Промышленность 4.0») типу инновации – радикальной, инкрементальной.

5. Этап должен быть описан как совокупность однородных по **профессиональному** содержанию работ (операций), имеющих технологический потенциал передачи в субконтрактинг (подряд) сторонним исполнителям с выраженной специализацией исследовательских или конструкторских работ.

6. Этап определен по самостоятельному **экономическому** содержанию с позиции выделения в договорах работах и (или) заявленных целей привлечения финансирования.

7. Структура должна быть гармонизирована **правовой** базе Российской Федерации: выделяемые этапы могут быть идентифицированы и привязаны к нормативно определенной последовательности разработки, сдачи и контрактного оформления проектов НИОКР.

8. **Согласования** не выносятся в отдельные этапы, являются управленческим процессом каждого экономического этапа (обусловленного спецификой организации бизнес-процессов конкретной организации).

В результате исследования, построенного на обследовании ретроспективы развития 48 инновационных проектов, сформулированной нормативной и исследовательской платформе, выдвинутых критериях и допущениях, авторами предложена **перспективная структура экономических этапов НИОКР** в проекте технологической инновации, представленная в табл. 2.2.

Конечно, выделенные этапы НИОКР (представлены в табл. 2.2) носят последовательный характер, но нелинейный при организации инновационного проекта. Этапы могут быть параллельны в части отдельных работ (операций) НИОКР, процессов постановки на производство и эксплуатации, что объективно видно в ретроспективной диаграмме инновационного проекта «Система телевизионного контроля...» предприятия «Диаконт» (2008-2018 годы) (рис. 2.2). Например, создание и испытания опытного образца (партии продукции) могут быть начаты на сторонней производствен-

ной площадке до модернизации производства, ОТР (кейс по «Мегастиль»). Успешное прохождение испытаний может стать сигналом для модернизации собственной производственной линии промышленного предприятия. При этом в дальнейшем может быть сохранено производство как на собственной, так и на сторонней контрактной площадке (линии).

Таблица 2.2

**Структура экономических этапов НИОКР
в проекте технологической инновации**

Этапы³⁷	Содержание НИОКР работ
Аванпроект (Generating ³⁸)	Обследование интересов заказчика (потребителя), изучение прототипов (маркетинг), технико-технологических возможностей и экономических ресурсов (факторов производства) предприятия, формализация технико-экономических и эксплуатационных характеристик перспективного изделия
ОИС	Исследование ранее сформированных промышленных образцов, прототипов. Приобретение (покупка) «стартовых» объектов интеллектуальной собственности, технологий и конструкторских решений, необходимых для реализации перспективных НИОКР
НИР	Поисковые и прикладные научно-исследовательские работы: воплощение нового научного принципа или подхода в изделии
Техническое задание	Разработка технического задания на ОКР (ОТР)
Прототипирование (Screening The Idea)	Разработка эскизного проекта (дизайна), макетирование, согласование с заказчиком эстетических и технических характеристик изделия, формирование технического проекта
Опытный образец (Beta / Marketability Tests)	Разработка рабочей конструкторской документации на изготовление опытного образца (с полной или частичной функциональностью). Изготовление опытного образца, проведение испытаний, «предпродажи» (исследование спроса)
Конструкторская документация (Idea Development and Testing)	Разработка и утверждение рабочей конструкторской документации для организации промышленного (серийного) производства изделий
Процессная инновация	Разработка технологии, логистики (состава поставщиков) сырья и комплектующих производства (процессная инновация) продукции, требований к персоналу

³⁷ Название условное – с целью идентификации этапов в таблицах и рисунках работы.

³⁸ Обозначение в англоязычной научной литературе, в частности стандарта серии ISO «Исследования и разработки» (03.100.40: Research and development).

Этапы ³⁹	Содержание НИОКР работ
ТЭО (Business Analysis)	Технико-экономическое обоснование инновационного продукта в границах предложенных технико-экономических характеристик, выбранной технологии производства и эксплуатационной (ремонтной) стоимости изделия
Патентование	Оформление патентной документации и передача заявки в Роспатент
Постановка на производство (Technical Implementation)	Постановка на производство: приобретение оснастки, пуско-наладочные работы, обучение персонала, формирование технологической и производственной документации
Эксплуатация (Commercialization)	Корректировка конструкторской документации по выявленным в эксплуатации недостаткам и пожеланиям потребителей (заказчиков)
Сопроводительная документация	Разработка сопроводительной документации: эксплуатационная инструкция, конструкторская и технологическая документация на проведение ремонтных работ, инструкция по утилизации

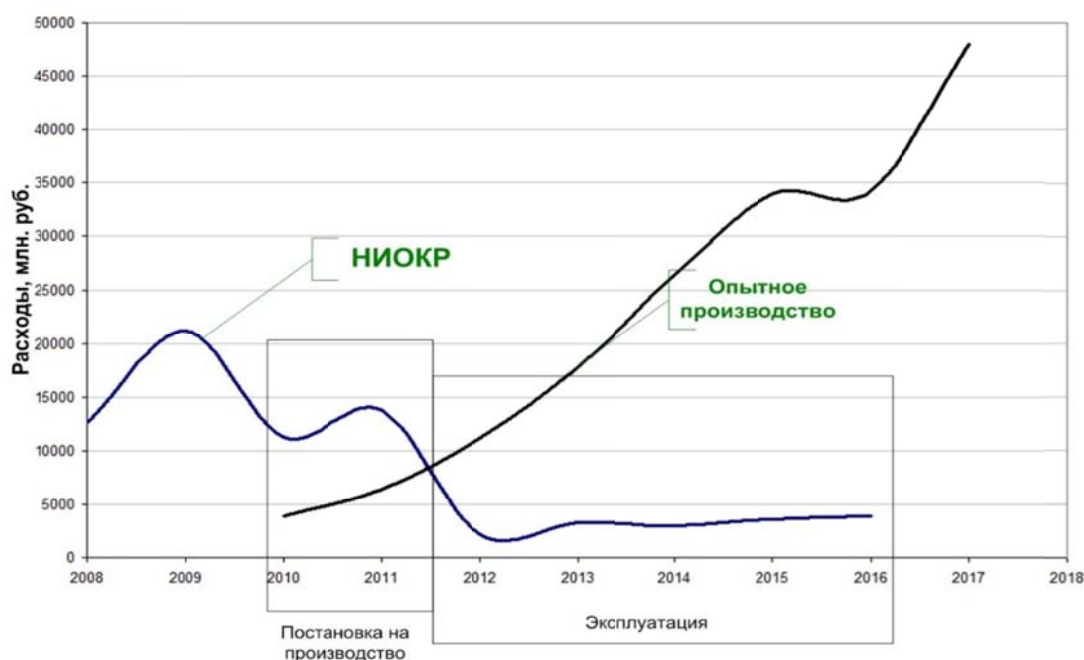


Рис. 2.2. Динамика расходов инновационного проекта «Система телевизионного контроля, обеспечивающая формирование изображения высокой четкости в условиях радиационного воздействия» (высокотехнологичное производство) на базе АО «Диаконт» (2008-2018 годы)⁴⁰

³⁹ Название условное – с целью идентификации этапов в таблицах и рисунках работы.

⁴⁰ Интерпретировано по данным конкурсной документации на лучший инновационный продукт Администрацией Санкт-Петербурга, 2017.

Возможность параллельности работ⁴¹ обеспечивает потенциал календарной оптимизации инновационного процесса и цикла НИОКР, механизм которой будет рассмотрен далее.

В целях **обоснования** предложенной структуры этапов авторы предлагают кейс (*ретроспективная проекция, составленная авторами*), отражающий реализацию выделенных (табл. 2.3) этапов НИОКР в предприятии «Мегастиль» на примере инновационного проекта «LED tech» (2009-2012 годы). В основе проекта – создание технологической инновации: «продукта светильник магистрального освещения для РЖД» (рис. 2.3, продуктовая⁴²) и «модернизации технологической линии для его производства» (процессная). Пример отражает технологическую инновацию в совокупности процессного и продуктового решений, что позволяет продемонстрировать содержание всех выделенных этапов цикла НИОКР.

Таблица 2.3

Реализация этапов НИОКР в предприятии ЗАО «Мегастиль»
на примере инновационного проекта «LED tech» (2009-2012 гг.)

Этапы	Инновационный проект «LED tech»
Аванпроект	Маркетинг потребностей (переговоры с потенциальным заказчиком) «РЖД» (АО) выявил и позволил определить технико-экономические характеристики перспективного изделия: светодиодные светильники для магистрального освещения
ОИС	Сравнение с аналогичными изделиями позволило обнаружить прототипы – приборы производства КНР и НПО «Светлана». Технический принцип прототипов не удовлетворял требованиям заказчика. Определена необходимость и направления НИР: линза, отражатель и компоновочное инженерное решение
НИР	С привлечением научной лаборатории НИУ «ИТМО» разработан научный принцип оптической линзы и отражателя
Техническое задание	Разработано техническое задание на ОКР (конструирование линзы, отражателя, компоновочного и дизайнерского решения) и ОТР (разработка производственной линии сборки изделия, состава оборудования и оснастки, требования к составу и численности специалистов)

⁴¹ К сожалению, установление универсальных правил параллельности работ цикла НИОКР невозможно, в обследованных проектах они были различны и зависели от технического содержания исследовательских и конструкторских работ. Поэтому параллельность определяется как механизм оптимизации, без конкретизации универсальных динамических отношений.

⁴² В классификации инноваций авторы опираются на «Руководство Осло» [67].

Этапы	Инновационный проект «LED tech»
Прототипирование	С привлечением инженерно-конструкторской лаборатории разработан компоновочный эскиз и дизайн изделия. На 3D-принтере сделан макет корпуса (см. рис. 2.3), эстетика которого согласована с заказчиком
Опытный образец	Разработана конструкторская документация на изготовление опытного образца с полной функциональностью. Опытный образец изготовлен с временными (не серийными) комплектующими на временной площадке завода «Реостат». Проведены оптические испытания, результаты которых представлены потенциальному заказчику
Конструкторская документация	Разработана конструкторская документация на изделие для промышленного серийного производства. Определены поставщики – изготовители сырья и комплектующих
Процессная инновация	Выбрана производственная площадка – завод «Реостат», применительно к которой разработаны технология сборки, состав оборудования и оснастки, логистика поставщиков комплектующих производства, состав и требования к персоналу
ТЭО	Разработано технико-экономическое обоснование выпуска изделия с учетом серийности и производственной мощности завода «Реостат». Рассчитаны себестоимость, цена и произведены предварительные согласования с потенциальным заказчиком
Патентование	Поданы 3 патентные заявки на промышленные образцы: линза, отражатель, компоновочное решение (дизайн)
Постановка на производство	Разработана производственная документация – технология сборки изделия. На площадке завода «Реостат» изготовлена оснастка, произведены пуско-наладочные работы, обучен персонал сборочной линии
Эксплуатация	Пробная партия изделий смонтирована на участке Октябрьской железной дороги (Луга). Произведены замеры и испытания, по результатам которых скорректирована конструкторская документация
Сопроводительная документация	Разработка документации на проведение ремонтных работ (замена светодиодных плат)

Выбор данного кейса также обусловлен возможностью демонстрации **всех** выделенных авторами этапов НИОКР с позиции их экономической самостоятельности (см. табл. 2.3), возможности группировки работ по профессиональной однородности и определенности их контрактной

самостоятельности во взаимодействии с контрагентами. Информация о содержании этапов получена в результате экспертного интервью с менеджментом проекта.



Рис. 2.3. Макет (прототипирование) инновационного продукта «LED tech» – светильник магистрального освещения для РЖД, предприятие «Мегастиль» (ЗАО), 2011

Итак, результатом первого этапа можно определить разработку и обоснование структуры этапов НИОКР с позиции их **экономической** самостоятельности и профессиональной (контрактной) однородности.

Структура может быть гармонизирована с российскими и зарубежными нормативными документами (ГОСТы, стандарты ISO). Предложенное решение (см. табл. 2.3) авторы рассматривают как **научно развитое** положение теории инновационного менеджмента, расширяющее взгляды на перспективную структуру этапов НИОКР инновационного процесса, отличающееся от ранее сформулированных подходов экономической определенностью границ этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Сформированная структура этапов является теоретическим основанием для поиска **количественных** отношений в цикле НИОКР: относительных стоимости и длительности работ. Выработка пропорций создаст платформу синтеза методов экономического планирования цикла НИОКР инновационного процесса.

2.2. Оценка длительности и стоимости этапов

Разработанная структура этапов является качественной характеристикой процесса НИОКР в инновационном процессе. Но для синтеза метода планирования требуется **количественная** оценка длительности и стоимости этапов.

Вопрос экономического планирования НИОКР в настоящее время находится в переходной стадии: от понимания морального устаревания технико-экономических стандартов, наследуемых от СССР⁴³, к поиску актуальных подходов, учитывающих институциональные изменения структуры субъектов исполнения и финансирования работ, рыночные принципы инновационной деятельности в промышленности. Именно в этом направлении ведут разработки российские экономисты Денисов О.И. и др. (2016, [25]), Долгова М.В. (2014, [27]), Иващенко Л.И., Колесников А.М. (2014, [33]), Кирпичников А.А. (2010, [37]), Паламарчук Е.А. (2013, [58]), Перепечко Л.Н. (2015, [60]), Далёкин П.И. (2015, [22]) и др. В ряде научных работ сделана попытка выделить этапы НИОКР и оценить их количественные пропорции (например, стоимость – Дурнев Р.А., Жданенко И.В., 2014, [28]), длительность – Чечетова К.И., 2014, [92]) и др. Но выделенные подходы построены не с позиции объективной стоимости и длительности, а выражают распределение единичного показателя в структуре себестоимости: трудоемкости, стоимости сторонних ресурсов (субконтрактинг, аутсорсинг) и т.п. Конечно, предложенные экономические подходы, направленные на поиск **«базы распределения затрат»**, вполне могут быть использованы в рамках единичного предприятия – эмпирические ретроспективные данные могут быть перенесены на перспективное планирование программы научно-технических разработок. Но переносить эмпирическую базу единичного предприятия распределения на сегмент промышленности или отрасли объективно не корректно. А при отсутствии эмпирической базы (новое предприятие, проект, новая область инновационных решений и т.п.) оснований для планирования по «базе распределения» нет, что ведет к значительным ошибкам в планировании сроков и стоимости работ. Именно в этом контексте авторы определили актуальность теоретической и практической задачи оценки длительности и стоимости этапов НИОКР (см. табл. 2.2), формирующих количественную базу планирования инновационных проектов.

Решение задачи авторы построили в рамках **эксперимента**, через ретроспективное обследование 48 проектов НИОКР инновационно активных промышленных предприятий. Скомпилированные в выборке проекты НИОКР были приведены к структуре 13 экономических этапов (см. табл. 2.2), что позволило эконометрически оценить относительную

⁴³ Например, стандарт 1997 года: ПР 50.1.010-97 «Планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, осуществляемых научно-исследовательскими организациями Госстандарта России за счет средств федерального бюджета, и отчетность об их выполнении» или наследуемые в современных нормативных актах требования ГОСТ 15.101-80 (Система разработки и постановки на производство продукции / Порядок проведения научно-исследовательских работ).

среднюю оценку длительности и стоимости. В рамках эксперимента авторы столкнулись со сложностью выделения этапов НИОКР в соответствии с положением о бухгалтерском учете (далее – ПБУ), эту проблему отмечают многие ученые и практики⁴⁴. ПБУ 17/02 позволяет отнести к НИР расходы на «научную (научно-исследовательскую), научно-техническую деятельность и экспериментальные разработки», в соответствии с ФЗ № 127 «О науке и государственной научно-технической политике». А в отношении ОКР (ОТР) ПБУ не имеет четкого бухгалтерского определения. Однако в практике бухгалтерского учета (Демидова А.В., 2014, [24]) ОКР (ОТР) принято относить к «экспериментальным разработкам». Поэтому авторы дополняли данные бухгалтерских расходов предприятий в выборке вторичным анализом, который состоял в интерпретации счетов ПБУ в управленческие, с последующим отнесением и привязкой к выделенным 13 этапам (см. табл. 2.2) цикла НИОКР.

Разумеется, авторы понимают невозможность установления *абсолютных* значений календарной длительности и стоимости в силу высокой вариативности параметров НИОКР различных отраслей и инновационных проектов: трудоемкость, материалоемкость, наукоемкость и т.п. В представленной выборке длительность проектов варьировалась от 3 месяцев до 2 лет, а стоимость – от 638 до 37 789 тыс. рублей. Исходя из этого положения, авторы выделяют методологически корректной оценку **относительных** средних величин к общей календарной длительности проекта и общего бюджета НИОКР. То есть, базой распределения этапов определяется общие длительность и стоимость цикла НИОКР инновационного проекта. Оценка относительных средних величин в обследованной выборке выполнялась на основе следующих зависимостей (формулы (2.1), (2.2)):

$$t_i = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\frac{t_{ij}}{T_j} \right)}{m}, \quad (2.1)$$

где t_i – относительная средняя календарная длительность i -го этапа НИОКР, % (табл. 2.4); t_{ij} – календарная длительность этапа i -го этапа j -го проекта из числа m , дней; T_j – общая календарная длительность j -го проекта (база распределения), дней;

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\frac{c_{ij}}{c_j} \right)}{m}, \quad (2.2)$$

⁴⁴ В частности, такой проблемы не возникает в международных системах учета (Paolillo J.G., Brown W.B., 1978, [149]). Российские промышленные предприятия, формирующие отчетность в стандарте МСФО (например, при зарубежном инвестировании), с такой проблемой не сталкиваются.

где c_i – относительная средняя стоимость i -го этапа НИОКР, % (табл. 2.4); c_{ij} – стоимость этапа i -го этапа j -го проекта из числа m , тыс. руб.; C_j – общая стоимость НИОКР j -го проекта (база распределения), тыс. руб.

На основе предложенных уравнений (2.1), (2.2) авторы обследовали экспериментальный массив и представили в табл. 2.4 **относительные средние** величин длительности и стоимости этапов НИОКР. Для обоснования состоятельности выдвинутых распределений авторы представили оценки среднеквадратичного отклонения (σ), позволяющие судить о вариативности ретроспективных данных обследованных проектов.

Таблица 2.4

Результаты оценки относительных средних величин длительности и стоимости этапов НИОКР по исследованию выборки (табл. 2.1). Представлена оценка среднеквадратичного отклонения (σ) показателя в выборке

Этапы	Длительность		Стоимость	
	t_i , %	σ	c_i , %	Σ
Аванпроект	8,70%	0,65	0,43%	0,33
ОИС	2,61%	0,28	0,79%	0,67
НИР	9,38%	0,67	8,32%	0,89
Техническое задание	2,03%	0,22	0,24%	0,45
Прототипирование	2,80%	0,19	0,56%	0,56
Опытный образец	8,41%	1,23	7,17%	1,89
Конструкторская документация	12,38%	0,54	14,44%	0,67
Процессная инновация	8,61%	0,65	1,41%	0,45
ТЭО	2,03%	0,67	0,56%	0,93
Патентование	6,48%	0,22	1,41%	0,11
Постановка на производство	12,28%	0,89	34,53%	0,78
Эксплуатация	18,28%	0,92	28,91%	0,88
Сопроводительная документация	6,00%	0,22	1,23%	0,12

Полярная диаграмма (рис. 2.4) визуализирует представленные распределения длительности и стоимости (см. табл. 2.4).

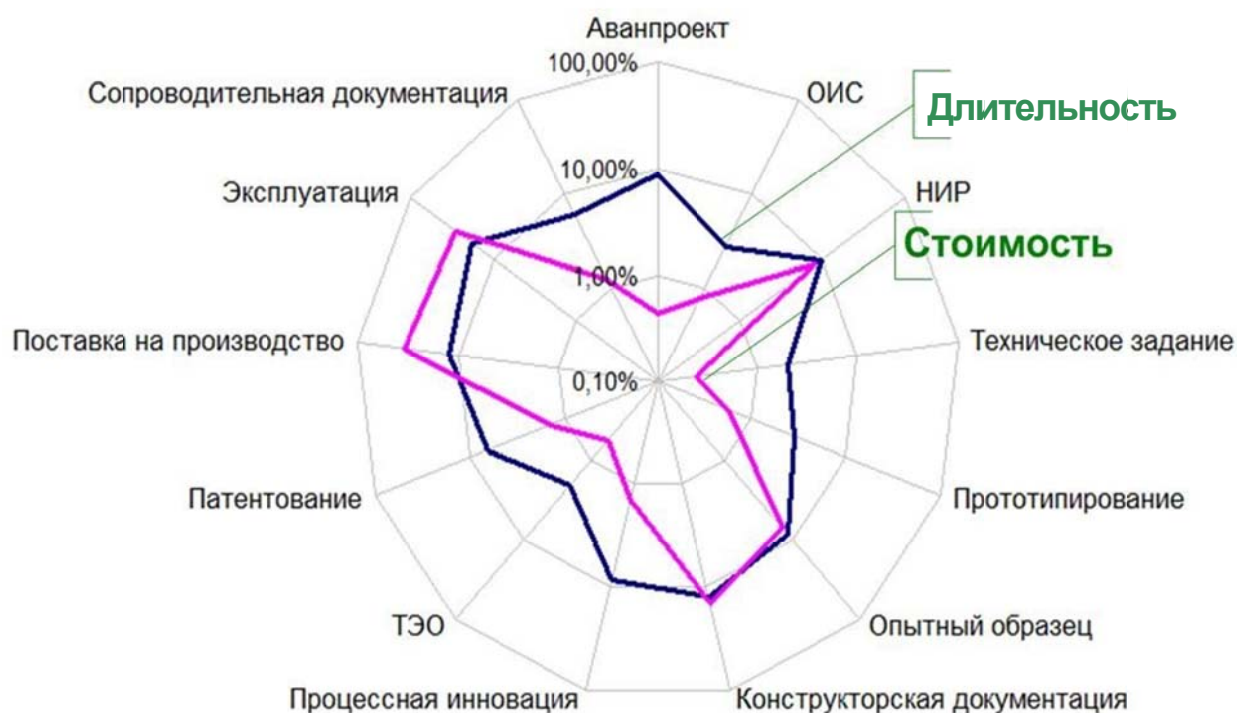


Рис. 2.4. Диаграмма распределения относительной длительности и стоимости этапов НИОКР⁴⁵

На основе диаграммы можно сделать **обобщенные выводы** о полученных распределениях:

- об асинхронности длительности и стоимости этапов НИОКР – отдельные этапы – времени – емкие, а отдельные – ресурсоемкие. Это позволяет варьировать механизмы привлечения субконтрактинга, с целью сокращения длительности и стоимости операций и работ. Подробное рассмотрение длительности и стоимости отдельных этапов с учетом наукоемкости секторов промышленности приведено далее;
- концентрация ресурсов цикла НИОКР (времени и финансов) на стадиях «постановки на производство» и «эксплуатации». Как показали экспертные обсуждения о содержании операций и работ, консолидация ресурсов на данных этапах связана с большим объемом коммуникаций с заказчиком в процессе эксплуатации экспериментального образца, нескольких циклов доработки (в проекте «Мегастиль» доходило до 22 модернизаций) инновационной продукции, привлечения значительного количества специалистов цикла НИОКР на стендовые испытания и ОТР.

Представленные количественные распределения и сформулированные выводы подтверждаются аналогичными статистическими

⁴⁵ Исходные данные табл. 2.4.

наблюдениями Алексеева А.А. (2015, [5]), Гольдштейна Г.Я. (1998, [17]), Abernathy W.J., Utterback J.M. (1975, [94]), Ullman D.G. (2004, [164]) и др.

Обратим внимание на отдельные **высокие** значения среднеквадратичного отклонения (σ , табл. 2.4). Это вполне объяснимо при исследовании структуры выборки (колонка «отраслевая принадлежность» табл. 2.1) инновационных проектов промышленных предприятий, из которой можно видеть, что выборка охватывает проекты промышленных предприятий, относящихся ко всем трем уровням технологичности, наукоемкости в классификации ISIC REV. 3 (OECD, [125]): низкой, средней и высокой. С одной стороны, это можно рассматривать как объективность, представительность отраслевой структуры промышленности в выборке эксперимента. А с другой стороны, именно широта выборки определяет высокий уровень среднеквадратичного отклонения показателей длительности и стоимости на отдельных этапах процесса НИОКР. В частности, в исследовании авторами практики НИОКР промышленных предприятий наблюдалась значительная диспропорция стоимости и длительности этапа «постановки на производство». В низко- и среднетехнологичных предприятиях («Монолит», ООО; «ОСК», АО; «СМК», АО) данный процесс был связан со значительными расходами и длительными процессами изготовления оснастки, пуско-наладочными работами, приобретением необходимого оборудования. А высокотехнологичные предприятия («РИРВ», АО; АО «Завод «Навигатор»; «АО «Мегастиль», ЗАО; и др.), как правило, имеют многофункциональные производственные комплексы с гибкой настройкой под новые конструкционные решения. Завод «Навигатор», например, имеет линию автоматического монтажа печатных плат, сопряженную с системами компьютерного проектирования P-cad и Altium, обеспечивающую очень короткие сроки и стоимость «постановки на производство». Исходя из вышесказанного, авторы видят объективную целесообразность и научную корректность **дифференциации** оценок стоимости и длительности этапов НИОКР применительно к уровням технологичности. Выборка инновационных проектов была разделена по уровням технологичности, и проведена соответствующая оценка на основе уравнений (2.1), (2.2). Результаты оценки относительных средних величин длительности и стоимости этапов НИОКР с дифференциацией по уровням технологичности представлены в табл. 2.5.

Объективность полученных оценок (см. табл. 2.5) подтверждена тем, что среднеквадратичные отклонения (σ) полученных показателей не превышали значения 0,271. Полученные дифференцированные по уровню технологичности оценки открывают возможность **сопоставительного анализа** структуры цикла НИОКР промышленных предприятий.

Таблица 2.5

Результаты оценки относительных средних величин длительности (Д, %) и стоимости (С, %) этапов НИОКР по обследованию выборки (табл. 2.1) с дифференциацией по уровням технологичности

Этапы	Уровень технологичности					
	низко-		средне-		высоко-	
	Д	С	Д	С	Д	С
Аванпроект	8,56	0,19	12,10	0,49	13,40	0,66
ОИС	2,40	1,45	2,90	1,20	2,10	0,40
НИР	4,60	1,20	14,50	9,10	8,70	16,10
Техническое задание	1,60	0,10	2,20	0,22	2,50	0,32
Прототипирование	3,10	0,62	3,30	0,78	2,20	1,20
Опытный образец	15,70	14,50	14,30	17,50	4,30	3,80
Конструкторская документация	7,60	8,90	8,50	19,20	15,70	18,60
Процессная инновация	14,20	1,90	9,70	2,20	7,60	1,21
ТЭО	1,20	0,21	1,90	0,41	3,10	0,81
Патентование	6,40	1,30	5,40	1,56	5,80	1,34
Поставка на производство	22,90	22,10	16,80	34,70	6,50	12,30
Эксплуатация	7,24	46,33	3,50	11,24	26,87	38,96
Сопроводительная документация	4,50	1,20	4,90	1,40	1,23	4,30

Предметом сопоставления авторы определили анализ выраженной специфики длительности и стоимости этапов НИОКР для различных по уровню технологичности инновационных проектов. Инструментом анализа выбрана полярная диаграмма. На синтезированных диаграммах представлены распределения относительной длительности (рис. 2.5) и стоимости (рис. 2.6) этапов НИОКР с дифференциацией по уровням технологичности, что позволило сформулировать 7 научно значимых **выводов**, которые отражены номерами на диаграммах и раскрыты в нижеприведенном тексте главы.

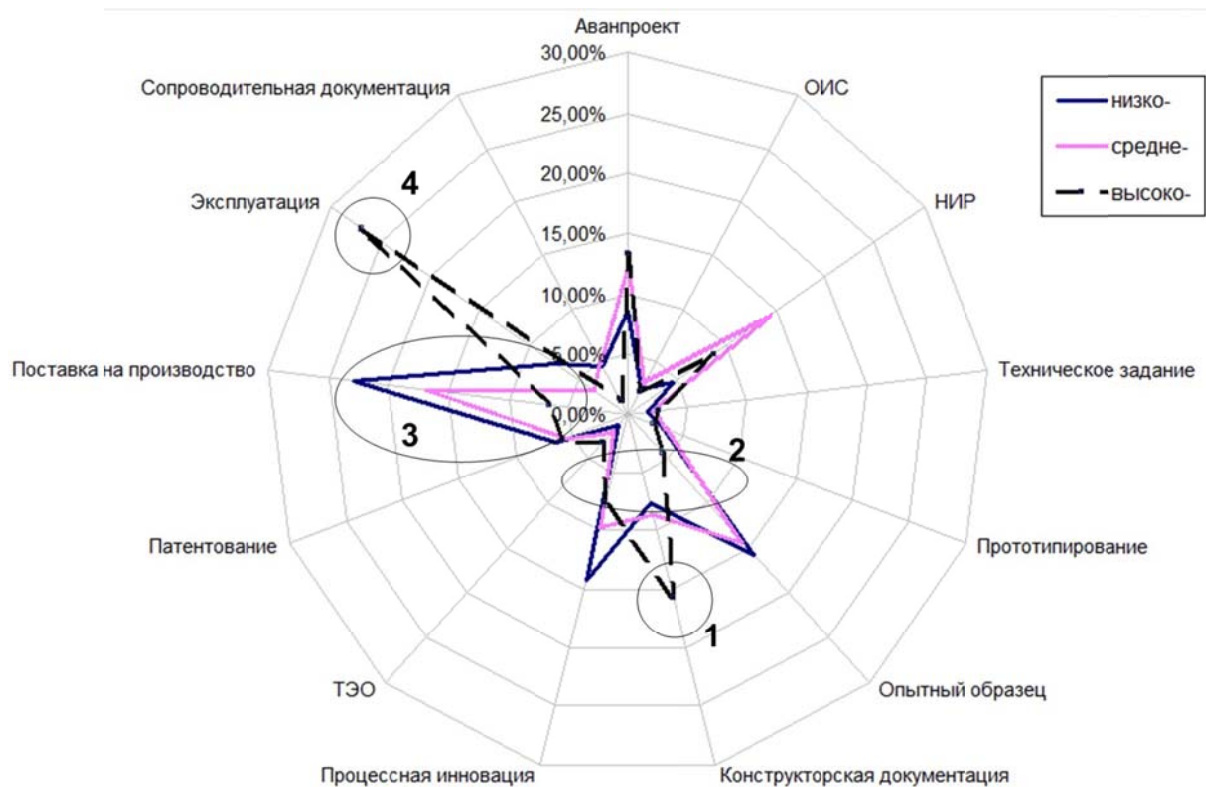


Рис. 2.5. Диаграмма распределения относительной длительности этапов НИОКР с дифференциацией по уровням технологичности

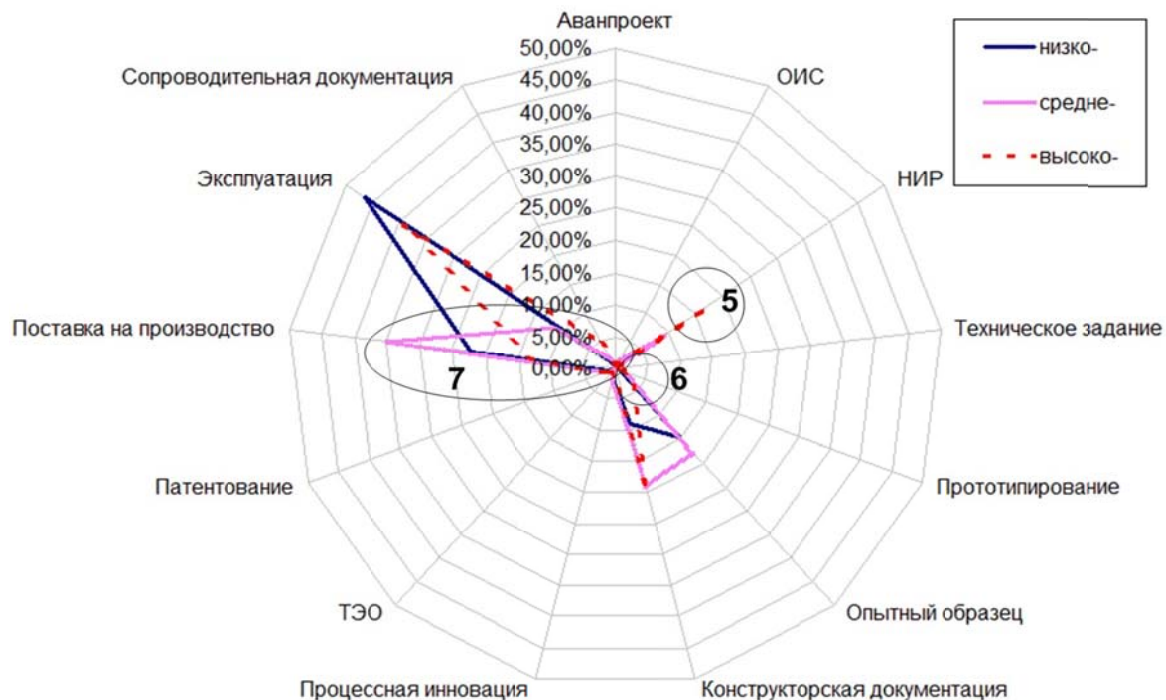


Рис. 2.6. Диаграмма распределения относительной стоимости этапов НИОКР с дифференциацией по уровням технологичности⁴⁶

⁴⁶ Исходные данные табл. 2.5.

Первый вывод отражен пиком «1» и провалом «2» (см. рис. 2.5), выражающим специфику процессов НИОКР высокотехнологичного сектора. Она состоит в относительно высокой длительности этапа разработки конструкторской документации изделия, при низкой длительности создания опытного образца и проектирования процессной инновации. И это вполне объяснимо⁴⁷. Сектор высоких технологий выделяется с позиции значительного уровня наукоемкости (больше 17% в добавленной стоимости), т.е. процесс формирования конструкторской документации более длителен, чем в других секторах. Несмотря на высокий уровень автоматизации процессов проектирования (например, программные комплексы класса CAD, CAM, CAE), перспективу использования в проектировании систем виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности, высокая наукоемкость значительно увеличивает процесс исследований и разработок. По данным исследований Белова С.А. [10], минимальная длительность конструкторских работ в проектах навигационного приборостроения составляет от 1,5 до 3 лет. Обратим внимание, что наиболее длительным и высоким по стоимости этапом НИОКР высокотехнологичного образца – компьютера НПК «Позитрон» является именно ОКР (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Длительность и стоимость этапов (в редакции предприятия) НИОКР, включая вертикальный анализ, инновационного продукта НПК «Позитрон» – моноблочный компьютер «Позитрон–ВМ-С-МЭ4С Эльбрус»⁴⁸

Этапы НИОКР	Стоимость		Длительность	
	тыс. руб.	%	мес.	%
Подготовка архитектурных и технических решений	19500	17	18	16
Подготовка конструкторской документации	37400	33	23	20
Разработка и создание опытных образцов	25000	22	12	10
Испытания	5500	5	17	15
Пуско-наладочные работы	12147	11	23	20
Сертификация	1100	1	5	4
Выпуск отладочной партии	14400	13	17	15
Итого	115047	100	115	100

⁴⁷ Логика данных выводов сформирована как при изучении авторами проектной документации промышленных предприятий в выборке, так и в процессе глубинных интервью с менеджерами.

⁴⁸ По данным конкурсной документации на лучший инновационный продукт Администрации Санкт-Петербурга, 2017.

Но (ранее отмеченный) высокий уровень гибкости и функциональности оборудования сокращает длительность процессов создания опытного образца и реинжиниринга производства (понимаемого как процессное нововведение). Выразительными примерами являются современные возможности 3D-печати, автоматизированные линии печати электронных плат и др. В свою очередь, эти этапы в средне- и низкотехнологичных предприятиях связаны с изготовлением материалоемких опытных образцов и значительным реинжинирингом производства.

При относительно невысокой длительности конструкторского проектирования («2», рис. 2.5) процесс создания опытного образца, его испытаний и пуско-наладочных работ превышает ОКР в 7-8 раз. Например, в «СМК» (АО, Санкт-Петербург) отношение длительности конструирования мостовых пролетов к реинжинирингу производства составляет 1:12. Соответственно, в цикле «опытный образец – процессная инновация» необходима различная база планирования для предприятий высоко-, средне- и низкотехнологичных проектов.

Относительно низкая инновационная активность низко- и среднетехнологичных производств часто объясняется [4] высокой длительностью «постановки на производство» (пик «3») новых научно-технических решений. Длительность трансфера процесса или продукта в производство не только снижает инвестиционную привлекательность НИОКР решений, но и ведет к потере моральной новизны инновации. Существует академический пример морального устаревания проекта при высокой длительности трансфера в серийное производство (кейс приводится по [5]) – «Ё-мобиль». Интерес к морально новой (модульной) идее автомобиля был потерян на этапе оценке длительности (акцентируемся – не стоимости) постановки на производство. И этот пример является еще одним тезисом в аргументации о необходимости планирования отдельных этапов НИОКР как альтернативе современного «котлового» подхода.

При низкой длительности постановки на производство высокотехнологичных инновационных проектов их отличает высокая продолжительность процесса корректировки конструкторской документации по выявленным в эксплуатации недостаткам и дополнительным пожеланиям заказчиков – этап «эксплуатация» (пик «4», рис. 2.5). Это связано с функциональной сложностью, наукоемкостью высокотехнологичных изделий. В ряде случаев высокотехнологичные изделия дорабатываются под стандарты и требования различных рынков. Например, доработка конструкторской документации радиоэлектронного оборудования под требования Евросоюза (Директива 98/34/ЕС) занимает от 2 до 5 лет и имеет несколько циклов модернизации по результатам заключений тестов и испытаний. Ситуация не упрощается и при консолидированном заказчике –

АО «РИРВ» дорабатывало единичное изделие (аппаратура точного времени) по государственному заказу 4,3 года [49]. Обратим внимание на длительность (от 2 до 4 лет) этапов НИОКР ООО «Ракурс-инжиниринг», аргументирующих данный вывод (табл. 2.7).

Таблица 2.7

Длительность этапов НИОКР инновационного продукта
ООО «Ракурс-инжиниринг» «система технологического контроля»⁴⁹

Этапы НИОКР	Период
Разработка алгоритмов и программных модулей	2012-2013
Разработка специализированных измерительных приборов	2012-2016
Разработка стационарной системы вибрационного контроля	2014-2015
Проведение технологических работ	2012-2013
Осуществление тестирования и сертификации	2014-2016

Именно данный этап является наиболее длительным (26,87%) в составе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ высокотехнологичного промышленного предприятия.

Итак, мы можем видеть значимые отличия в **длительности** этапов НИОКР промышленных предприятий по уровням технологичности. Аналогична ситуация и в сопоставлении **стоимости** этапов, имеющих 3 выраженных пика (см. рис. 2.6). Рассмотрим их логику.

Пик «5» выражает сравнительно высокую стоимость научно-исследовательских работ высокотехнологичного предприятия, что находит свое объяснение в значительной наукоемкости сектора. Проведение НИР в секторе связано с использованием высокоточного лабораторного оборудования VI поколения. Например⁵⁰, 1 час использования комплекса для исследования динамики нанобиомашин составляет 4 600 рублей, причем длительность единичного эксперимента составляет от 8 до 12 часов, а полный цикл первичного исследования в области биохимии составляет 18-20 экспериментов.

В обследованной выборке (см. табл. 2.1) наблюдались значительные затраты предприятий высокотехнологичного сектора на внешние подряд-

⁴⁹ По данным конкурсной документации на лучший инновационный продукт Администрации Санкт-Петербурга, 2017.

⁵⁰ По данным ЦКП «Аналитический центр нано- и биотехнологий СПбГПУ (официальный сайт – <http://ckp.nanobio.spbstu.ru>).

ные работы НИР или стоимость аренды лабораторного, экспериментального оборудования. Как правило, такое оборудование не приобретается промышленным предприятием для собственных экспериментов, а арендуется в технопарках или центрах коллективного пользования. Логика создания таковых и определяется созданием возможности коллективного использования оборудования с высокой стоимостью, а их финансирование производится из государственного бюджета научно-технического развития. В качестве примера наиболее масштабного проекта центра международного коллективного пользования со смешанным межгосударственным финансированием можно привести термоядерный экспериментальный реактор (ITER, Франция). Он станет общей площадкой термоядерных экспериментов для участников проекта, реализующих прикладные НИР в области атомной энергетики. Вторичный фактор формирования значимых затрат на НИР высокотехнологичного сектора – высокая стоимость ресурсов. Например, стоимость отдельных редкоземельных металлов: калифорний-252 (6,5 млн USD за 1 г), Осмий-187 (200 тыс. USD за 1 г), родий (200 USD за 1 г). Или стоимость биохимических реагентов для НИР: гомоцистеин ДиаСис (производство Германия, 114,5 тыс. руб. за 1 набор), гликозилированный гемоглобин (HbA1c, США, 80,4 тыс. руб. за 1 набор), холестерин (ЛПНП, США, 50,7 тыс. руб. за 1 набор). Таким образом, характерная для высокотехнологичного сектора ресурсоемкость НИР определяется значимыми расходами в экспериментальном оборудовании и материалах.

Низкая стоимость прототипирования инновационных продуктов во всех технологических секторах промышленности («6», рис. 2.6). Это определяется революционным прорывом технологий макетирования: стереолитография, отверждение на твёрдом основании, моделирование методом наплавления распыления термопластов, лазерное спекание порошков, технология многосопельного моделирования и др. Часть из этих технологий воплощена в общеизвестном решении «3D-принтер». Услуги прототипирования, как правило, конструкторские организации используют на основе аутсорсинга – например, в Самаре более 17 центров предлагают данную услугу. Наблюдается непрерывное падение стоимости макетирования – в настоящее время средняя цена прототипирования по г. Самара составляет всего 20 рублей за 1 см². Значительно влияет на снижение стоимости прототипов и низкая ресурсоемкость инновационных изделий, особенно в секторах электроники и инфокоммуникаций (см. предприятия, табл. 2.1). Например, предприятие «РИРВ» (АО, Санкт-Петербург) на макетирование прототипа корпуса навигационного прибора затрачивало 2800 USD в 1990-х годах (разработка и изготовление пресс-формы, литье под давлением), а на сегодняшний день макет того же изделия стоит 227

USD (с учетом стоимости материалов и в первом и во втором случае). Снижение стоимости прототипирования создает предпосылку активизации инновационной деятельности в секторах промышленности, в которых предметом новизны продукта являются объемно-материальные (формы, компоновки) решения. По оценке авторов, в обследованной выборке 67% инкрементальных инноваций в секторе приборостроения связаны с компоновочными решениями.

Пик «7» выражает специфическую черту **среднетехнологичного** сектора – высокую стоимость **постановки на производство** инновационных продуктов. Обратим внимание, в структуре затрат на НИОКР «Вертекс» 92% приходится на технологическое внедрение (табл. 2.8).

Таблица 2.8

Затраты на разработку инновационного изделия «Эльжина» АО «Вертекс» за период 2012-2017⁵¹

Позиции	Стоимость, руб.	Доля, %
Фонд оплаты труда	1590565,04	5%
Оплата сторонних подрядчиков НИР	958169	3%
ОКР и технологическое внедрение	28328098,64	92%
Всего	30876832,68	100%

Действительно, этот сектор связан с выпуском ресурсоемкой продукции, «постановка на производство» в котором обусловлена значительными затратами на реинжиниринг производственной линии (подробнее рассмотрено у Удалова Ф.Е. и др., 2013, [83]). Именно это объясняет как относительно высокую длительность, так и стоимость производственного трансфера в секторе. К сожалению, в среднетехнологичном секторе сохраняется инертное отношение к процессам реинжиниринга производства. Применение маркетинговой и (чаще) интерактивной модели инновационного процесса (выявлено – см. табл. 1.16) обуславливает консолидацию затрат на реинжиниринг *собственного* производства, слабое развитие субконтрактинга в производственной сфере. Если проще: среднетехнологичный сектор предпочитает инвестировать в морально новые основные фонды, чем использовать стороннее контрактное производство. Именно этот фактор, с одной стороны, определяет высокие затраты при «поста-

⁵¹ По данным конкурсной документации на лучший инновационный продукт Администрации Санкт-Петербурга, 2017.

новке на производство», а с другой стороны, может рассматриваться как потенциал оптимизации календарной длительности и стоимости цикла НИОКР инновационного проекта.

Итак, представленный сопоставительный анализ длительности и стоимости этапов НИОКР инновационного процесса можно рассматривать, **во-первых**, как результат научного исследования, направленный на выявление специфики процессов исследований и разработок в различных по уровням технологичности предприятиях промышленности. **Во-вторых**, выводы служат обоснованию состоятельности полученных оценок относительной длительности и стоимости этапов НИОКР, что раскрывается через качественный анализ процессов и тенденций исследований и разработок различных секторов промышленности. **В-третьих**, выявлены способы и механизмы сокращения критических по длительности и стоимости этапов инновационного процесса и его ядра – цикла НИОКР, применительно к отдельным секторам и отраслям промышленности.

Разработанную матрицу распределений (см. табл. 2.5) можно рассматривать как **базу** планирования длительности и стоимости этапов, основу для синтеза управленческого решения – метода экономического планирования НИОКР.

2.3. Метод планирования НИОКР технологической инновации

В развитие методологических подходов в последние годы учеными был предложен ряд интересных **теоретических решений**. Артяков В.В. (и др., 2014, [7]) сформулировал подход, основанный на выделении контроллинговых точек проекта («stage-gate»), экономических ковенант процесса исследований и разработок. Но выделяемые Артяковым В.В. этапы укрупнены и условны, новаторским заявлен управленческий механизм формирования контрольных точек. Дмитриева С.И. (2013, [26]) предложила систему мониторинга инновационной ценности (моральной новизны разработки) в процессе НИОКР, что также может рассматриваться как механизм управления инновационным процессом по этапам проекта. А Кирпичников А.А. (2010, [37]) связал вариативность типа инновационного проекта с методическими подходами к оценке бюджета. Ковырзина К.В. и Гусева И.Б. (2014, [39]) представили способ интеграции процессов НИОКР в систему управления предприятием, координации и контроля. Чечетова К.И. (2013, [92]) предложила эконометрическую модель внесения поправок в стоимость и длительность этапов с позиции теории вероятностей. Ряд ученых предложили актуализировать отдельные аспекты организационно-экономического управления НИОКР: Кухарев О.Н. и др.

(2016, [41]), Михайлова Э.А., Ремизова Н.А. (2016, [45]), Петрова О.В. (2015, [61]), Прилипко А.Г., Багратиони К.А. (2015, [68]). Но все авторы солидарно определяют структуру этапов цикла НИОКР как «самостоятельно определяемую предприятием с учетом его специфики». Соответственно, представленные решения сохраняют *неопределенность* относительно: а) формализации подхода к оценке общего (полного) бюджета НИОКР инновационного проекта; б) определения календарной длительности этапов исследований и разработок; в) распределения бюджета по этапам работ; г) итераций процесса планирования.

Теоретической предпосылкой возможности решения вышеупомянутых задач определяется сформированная экспериментальным путем **база распределения** относительных длительности и стоимости этапов НИОКР для различных по уровню технологичности промышленных предприятий (см. табл. 2.5).

Этап А: формализация подхода к оценке общего (полного) бюджета НИОКР инновационного проекта. Для разработки метода авторы обратились к современным теоретическим взглядам на **методы планирования** «бюджета НИОКР», понимая под ним оценку общей стоимости исследований и разработок инновационного продукта. Академические источники [29, 37, 42, 44] предлагают (табл. 2.9) 4 методические решения: один подход к планированию («снизу») «согласованный» через агрегирование и согласование оценок исполнителей этапов, операций и работ; 3 подхода («сверху»), построенные на ретроспективном или паритетном (отрасли, рынку) принципах оценки. В целях выбора методологии разработки авторы обследовали промышленные предприятия в выборке на предмет используемых практик формирования бюджета НИОКР. Полученные распределения (табл. 2.9), авторы *не* рассматривают как научный результат (в силу недостаточного объема выборки для заявки о теоретическом результате) – они служат для демонстрации логики выбора методологии авторов в последующем контексте. Рассмотрим принцип формирования бюджета в различных методах и их использование в практике крупных и малых-средних промышленных предприятий.

«Согласованный» метод, по академическому видению (Abbey A., 1982, [93]), применяется для принципиально новых исследовательских проектов, не имеющих аналогов в предприятии, отрасли. Механизм его реализации: а) оценка трудоемкости работ на этапе непосредственными исполнителями; б) календарное и стоимостное согласование стоимости этапа с предыдущими и последующими этапами; в) интеграция календарных сроков и длительности на уровне менеджмента инновационного проекта. Авторы обнаружили и вполне логичное применение метода в малых инновационных предприятиях (67%), которые формируют бюджет иссле-

дований и разработок проекта исходя из *доступного*, ограниченного финансового фонда, формируемого, как правило, через программы венчурного инвестирования и государственных дотаций (см. Алексеев А.А., 2016, [5]). То есть, размер бюджета НИОКР опирается не на паритетность конкурентам в объеме финансирования разработок, а на ресурсные возможности инноватора. Такой подход также наблюдался у ряда крупных промышленных предприятий (5%), отделы НИОКР которых были сформированы в эпоху СССР и наследовали «консервативный» характер менеджмента, сохранили взгляды на директивность ГОСТов 1990-х.

Таблица 2.9

Академические методы планирования бюджета НИОКР
и результаты обследования в эксперименте (табл. 2.1)
их применения в дифференциации по большим
и малым-средним промышленным предприятиям

Метод	Принцип оценки	Использовали предприятий в выборке, %	
		Большие	Малые и средние
Бенчмаркинг	Выявление доли затрат на НИОКР к обороту сопоставимых, конкурирующих предприятий	48	0
Ретроспективный	Выявление стоимости НИОКР на основе анализа ранее реализованных сопоставимых инновационных проектов предприятия	47	33
«Метод постоянного отношения к прибыли»	Сопоставление прибыли ранее реализованных сопоставимых инновационных проектов предприятия с соответствующими бюджетами НИОКР	0	0
Согласованный	Метод построен как агрегирование стоимости отдельных этапов, заявленных исполнителями работ	5	67

Альтернативным по логике является метод **«постоянного отношения к прибыли»**: если бюджет НИОКР в «согласованном» формируется «снизу вверх», то в рассматриваемом случае – «сверху вниз». Бюджет НИОКР определяется исходя из оценки планируемого уровня продаж или прибыли инновационного проекта с поправкой на ретроспективный уровень расходов на исследования и разработки (формула (2.3)):

$$C^{R\&D} = P \times v, \quad (2.3)$$

где $C^{R\&D}$ – бюджет исследований и разработок инновационного проекта (тыс. руб.); P – величина ожидаемой (чистой, валовой, маржинальной⁵²) прибыли инновационного проекта (тыс. руб.); v – среднее значение отношения бюджетов НИОКР к прибыли в ранее реализованных промышленным предприятием инновационных проектах (%).

Объективным преимуществом такого подхода видится планирование *экономически эффективного* бюджета НИОКР в рамках ожидаемой прибыльности инновационного проекта. Но очевидными условиями возможности применения метода являются: а) наличие достаточно большого количества успешных, ранее реализованных инновационных проектов; б) однотипность инновационных процессов промышленного предприятия. Отсутствие этих условий обуславливает низкий уровень использования метода предприятиями в выборке (0%, табл. 2.9), а не факт качества его теоретической платформы. Так, Lee S. и др. (2007, [133]) показывает эффективность его применения корейскими среднетехнологичными промышленными предприятиями. К аналогичным выводам приходят ученые Lukas R. и др. (2007, [135]), Breznitz D. (2007, [97]). Итак, применение метода «постоянного отношения» в национальном сегменте промышленности затруднено в силу недостаточного объема эмпирических данных об экономике инновационных проектов, невозможностью пропорционального переноса практики НИОКР между проектами даже в рамках единичной отрасли.

При этом, как видно из табл. 2.9, применение **«ретроспективного»** метода достаточно популярно как у крупных промышленных предприятий (47%), так и у малого-среднего инновационного бизнеса (33%). В основе метода – использование в планировании эмпирических данных о ранее реализованных инновационных проектах и соответствующих затратах на НИОКР. А его популярность определяется возможностью использования информации не только собственных проектов предприятия, но и дру-

⁵² В зависимости от принятой в управленческом учете предприятия системы бюджетирования инновационных проектов.

гих субъектов (исполнителей работ) отрасли, рынка. Дело в том, что информация о стоимости НИОКР (и отдельных этапов) является открытой. Крупные предприятия (организованные как АО, ПАО) обязаны открывать свою экономическую отчетность, в которой можно видеть конкурсы на подряды исследований и разработок. Еще одним важным источником информации о стоимости НИОКР является раскрытие затрат при участии в общественных и государственных конкурсах, заявках на гранты, венчурное финансирование и т.п. Ретроспективный метод позволяет планировать бюджет НИОКР исходя из опыта реализации исследований и разработок, ранее реализованных (успешных) инновационных проектов. При этом оппоненты данного метода (например, Tollman P. и др., 2011, [162]) обращают внимание на достаточно часто встречающиеся ошибки планирования с его использованием – «будущее – это не продолженное настоящее, это структурно новая форма организации исследовательских и конструкторских работ» (*авторская интерпретация*). Действительно, обратимся к данным о стоимости и длительности этапов НИОКР (см. рис. 2.5, 2.6), имеющих значимые отличия уже на уровне технологичности промышленных предприятий.

Для рынков с **выраженным инновационным фактором** конкурентоспособности наиболее эффективен метод «**бенчмаркинг**», построенный на планировании бюджетов НИОКР исходя из конкурентного паритета. Апологеты метода (Krause I., Liu J., 1993, [131]; Marr B., 2004, [139] и др.) указывают на его применимость как для крупных, так и малых-средних промышленных предприятий. Конечно, объективно понимание, что ко-эффицентный принцип бюджетирования имеет слабую сторону – он не учитывает экономического «эффекта масштаба». 1% расходов на НИОКР у крупного предприятия может обеспечить эффект в 7% валовой прибыли, а тот же 1% у малого – 1,2% (Greve H.R., 2003, [118]). Соответственно, данные обследования (см. табл. 2.9) обнаруживают (в выборке) применение метода (48%) *только* у крупных производств. Но как показали глубинные интервью, проблема состоит в некорректном понимании менеджментом малых предприятий базы бенчмаркинга. Если базой мониторинга крупных предприятий определяются уровни инвестирования в исследования и разработки лидеров (или среднее по отрасли), то в случае малых инновационных предприятий это бюджет **конкурирующих проектов**. Итак, авторы видят критическим условием применения метода – выбор корректной базы сопоставления, бенчмаркинга.

В **выборе теоретической платформы** авторы исходили из анализа современной институциональной позиции промышленности (сформулированной в работах Маркевича С.В., Фоминой Н.Е., 2013, [43] и Белова С.А., 2015, [10]). Выраженной характеристикой развития промышлен-

ности является **глобальность конкуренции**, т.е. мировой уровень сопоставления качества, технико-экономических параметров инновационных изделий⁵³. Исходя из этого, планирование хозяйственной деятельности предприятий промышленности, в том числе инновационной, научно-технической деятельности, должно строиться на основе **конкурентного паритета**. Именно поэтому авторы выбрали в качестве теоретической платформы подход «бенчмаркинг» (см. табл. 2.9), построенный на оценке доли инвестирования в НИОКР в обороте лидеров отрасли (рынка) или сложившейся средней величины. Применение подхода «бенчмаркинг» авторы демонстрируют на примере глобального рынка «специальных систем точного времени и навигации». Исходные данные для расчета получены по отчету НИР лидера российского приборостроения АО «РИРВ» [49], а результаты оценки средней величины отчислений на НИОКР представлены в табл. 2.10. Полученные данные объективно демонстрируют наличие паритета в финансировании исследований и разработок на промышленных рынках, **состоятельность** выбранного подхода к оценке общего бюджета НИОКР.

Таблица 2.10

Доля затрат на НИОКР (χ , %), пропорциональная обороту инновационной продукции («специальные системы точного времени и навигации»), вычисленная на основе методической платформы «бенчмаркинг»⁵⁴

Название	Головной офис	χ , %
Trimble Navigation Limited	США, Калифорния	18,4
MiTAC International Corp.	Китай, Тайвань	22,3
Topcon Group	Япония, Токио	27,4
TomTom	Нидерланды, Амстердам	13,4
ОАО «Ижевский радиозавод»	Россия, Ижевск	9,78
ОАО «Научно-исследовательский институт Космического приборостроения»	Россия, Москва	19,1
Среднее значение		18,39

⁵³ Авторы видят современную тенденцию закрытости рынка инноваций России, ориентацию на «импортозамещение», временной, обусловленной политическими, а не экономическими предпосылками. В среднесрочной перспективе авторам видится возвращение России к соревнованию на уровне глобальных технологических стандартов.

⁵⁴ Интерпретировано по данным отчета НИР, 2010, [25].

Применительно к синтезу метода планирования использование паритетной доли затрат на НИОКР позволяет оценить **общий** годовой бюджет исследований и разработок промышленного предприятия (формула (2.4)):

$$C^{R\&D} = IC \times \chi, \quad (2.4)$$

где $C^{R\&D}$ – общий бюджет НИОКР проекта или предприятия, тыс. руб.; IC – бюджет продаж перспективной инновационной продукции, тыс. руб.; χ – паритетная доля затрат на НИОКР, пропорциональная обороту инновационной продукции в рамках сопоставимых проектов и программ (ретроспектива), %.

Впрочем, применение подхода «бенчмаркинг» в синтезируемом методе планирования стоимости и длительности этапов НИОКР (будет рассмотрен в дальнейшем, табл. 2.12) авторы определяют как *возможный*. Использование на практике других методов оценки полной стоимости исследований и разработок инновационного проекта не повлияет на содержание последующих итераций, а потому рассматривается как допустимое⁵⁵. Эту возможность авторы вводят из понимания, что промышленные предприятия не поменяют свою общую практику бюджетирования исходя из нотации синтезированного авторами метода, но смогут интегрировать его в цикл экономического планирования этапов исследований и разработок.

Итак, предложенный подход (конкурентный парирует) к оценке общей стоимости бюджета НИОКР позволяет перейти к выработке механизмов планирования календарной длительности и стоимости исследований и разработок по этапам работ.

Паритетная доля затрат на НИОКР (χ) позволяет оценить плановую **стоимость** отдельных экономических этапов с позиции сформированной экспериментальным путем базы распределения (см. табл. 2.5). Разумеется, необходимо исходить из первоначальной оценки принадлежности промышленного предприятия или инновационного проекта уровню технологичности. Тогда плановая стоимость работ на этапе может быть определена через коэффициенты относительной стоимости этапа к базе распределения – общему бюджету НИОКР проекта или предприятия (формула (2.5)):

$$C^{R\&D}_i = C^{R\&D} \times c_i, \quad (2.5)$$

где $C^{R\&D}_i$ – плановая стоимость i -го этапа НИОКР проекта или предприятия, тыс. руб.; $C^{R\&D}$ – общий бюджет НИОКР проекта или предприятия, тыс. руб. (согласно уравнению (2.4)); c_i – относительная средняя стоимость i -го этапа НИОКР, % (см. табл. 2.5). Конечно, полученная в уравнении (2.5) оценка стоимости этапа носит ориентировочный характер.

⁵⁵ Именно этим объясняется приведенный, значительный по объему, фрагмент анализа 4 методических подходов.

В практическом бюджетировании могут быть внесены поправки с учетом дискретных значений отдельных затрат: суммы на приобретение основных фондов для реализации этапа могут выходить за границы стоимости в силу объективной конъюнктуры рынка, распределяться (объединяться) между различными инновационными проектами предприятия, частью затрат относится на заказчика НИОКР и т.п. Поэтому значение следует рассматривать как ориентировочное для цикла НИОКР при первичном инвестиционном проектировании инновационного проекта.

В оценке **длительности** этапов НИОКР авторы исходят из следующей предпосылки: срок реализации инновационного проекта определяется потребностями заказчика или обусловлен объективными маркетинговыми требованиями (например, время появления на рынке конкурентной продукции, см. кейс «Ё-мобиль»). То есть, сроки НИОКР объективно обусловлены маркетинговыми требованиями, реальной шкалой времени, в которое исследователи и разработчики должны представить готовый к тиражированию, отработанный продукт. В данной позиции авторы исходят из обследованной (глубинные интервью) практики исследований и разработок промышленности. Ни в одном из кейсов (см. табл. 2.1) не была обнаружена возможность планирования сроков по «согласованному» подходу, исполнитель НИОКР всегда планировал календарную длительность исходя из потребностей заказчика (если продукт не конечного назначения) или исходя из рыночных ориентиров (динамика конъюнктуры, сроки морального устаревания инновации и т.п.). Например, разработка и выпуск радиоэлектронной аппаратуры (системы точного времени) АО «РИРВ» всегда привязаны к дате монтажа в конечный продукт и не могут быть перенесены, что обусловлено графиком сборочного производства заказчика. При невозможности выполнения заказа в обозначенные сроки исполнитель привлекал подрядчиков, дополнительный персонал на контрактной основе, «уплотнял» график исполнения работ через «параллельность» выполнения задач (см. диаграмму Ганта проекта инновационного производства слоистых пластиков ОСК, которая будет представлена на рис. 2.7), использовал другие академические инструменты планирования «проектного менеджмента». Таким образом, в планировании имеется «дедлайн» – конечная календарная дата цикла НИОКР. Разница между «текущей» и «конечной» календарной датой цикла (измеряемой во временных единицах, днях, трудовых часах и т.п.) и определяет фиксированную плановую продолжительность цикла НИОКР ($T^{R\&D}$), относительно которой и проводится расчет длительности отдельных этапов через соответствующую базу распределения (см. табл. 2.5) (формула (2.6)):

$$t_{i=1}^{R\&D} = T^{R\&D} \times t_i, \quad (2.6)$$

где $t^{R\&D}_i$ – плановая длительность i -го этапа НИОКР проекта или предприятия, дней; $T^{R\&D}$ – общая длительность процесса НИОКР проекта, дней; c_i – относительная средняя длительность i -го этапа НИОКР, % (см. табл. 2.5).

Итак, представленные уравнения (2.5), (2.6) раскрывают экономико-математический подход к оценке плановых календарной длительности и стоимости этапов НИОКР с использованием сформированной авторами эмпирической базы распределения. Практика расчетов может быть продемонстрирована на примере проекта инновационного производства слоистых пластиков «ОСК» (АО) (табл. 2.11). Обратим внимание на продемонстрированную «базу распределения» (общие длительность и стоимость цикла НИОКР) и соответствующие пропорции по этапам.

Таблица 2.11

Планирование длительности и стоимости этапов проекта
инновационного производства слоистых пластиков «ОСК» (АО)
на основе матрицы распределения
(табл. 2.5 – среднетехнологичная промышленность)

Этапы	Длительность, дней		Стоимость, тыс. руб.	
База распределения	1034⁵⁶	<i>TR&D</i>	22722	<i>CR&D</i>
Аванпроект	125,11		111,3	
ОИС	29,99		272,7	
НИР	149,93		2067,7	
Техническое задание	22,75		50,0	
Прототипирование	34,12		177,2	
Опытный образец	147,86		3976,4	
Конструкторская документация	87,89		4362,6	
Процессная инновация	100,30		499,9	
ТЭО	19,65		93,2	
Патентование	55,84		354,5	
Поставка на производство	173,71		7884,5	
Эксплуатация	36,19		2554,0	
Сопроводительная документация	50,67		318,1	

⁵⁶ Дней до даты «дедлайна» проекта – экономически целесообразный период реализации проекта с позиции горизонта стабильности рыночной ситуации (потребители и конкуренты, конъюнктура).

Таким образом, представленные эконометрические отношения позволили перейти к формализации **метода экономического планирования** этапов НИОКР. Результат синтеза метода представлен как итерационная последовательность в табл. 2.12.

Таблица 2.12

Итерации метода планирования этапов НИОКР⁵⁷

Итерации		Содержание
1	Оценка паритета	Применительно к глобальному рынку производится оценка средней (или лидера) доли отчислений (χ) на НИОКР в обороте инновационной продукции, определяемая как паритет в научно-технической сфере (пример – табл. 2.10)
2	Расчет общего бюджета НИОКР	На основании уравнения (2.4), применительно к ожидаемому тиражу и стоимости проектируемой продукции, производится оценка общего бюджета НИОКР проекта, предприятия
3	Горизонт планирования	На основании ожиданий заказчика или рынка производится оценка горизонта выпуска на рынок серийного инновационного изделия. Горизонт задает общую длительность проекта НИОКР
4	Расчет стоимости этапов	На основании матрицы (см. табл. 2.5), уравнения (2.5) и известного общего бюджета НИОКР проекта производится расчет стоимости отдельных этапов проекта
5	Расчет длительности этапов	На основании матрицы (см. табл. 2.5), уравнения (2.6) и известной общей длительности НИОКР проекта производится расчет длительности отдельных этапов проекта
6	Календарная корректировка последовательности и взаимосвязи этапов	На основе экспертного мнения специалистов цикла НИОКР производится логическая связка последовательности этапов. Как правило, она носит линейный характер (например, ГОСТ 15.105-2001), но отдельные этапы могут быть вынесены в параллельные процессы (рис. 2.7)
7	Построение диаграммы Ганта	Общая схема планирования komponуется в диаграмме Ганта (см. рис. 2.7), выражающей стоимость, длительность и взаимосвязь этапов НИОКР в инновационном процессе

⁵⁷ Разработано авторами.



Рис. 2.7. Планирование длительности и стоимости проекта инновационного производства слоистых пластинок «ОСК» (АО) в периоде 2017-2019 гг. на основе матрицы распределения (табл. 2.11) в формате диаграммы Ганта

Представленные итерации 1-5 раскрыты в вышеприведенном контексте главы, что дает возможность раскрыть последующие шаги 6-7 метода планирования.

Последующие итерации метода построены как календарная корректировка (итерация 6) последовательности и взаимосвязи этапов, реализуемая через инструменты «проектного менеджмента». Академическая известность и нормативная формализованность данных инструментов («PMBok», «IPMA», «PRINCE2», «P2M», «PMI», ГОСТ Р54871-2011 «Проектный менеджмент/Требования к управлению программой» и др.) позволяет не раскрывать подробно контекст итераций 6-7 метода. Достаточно обозначить инструменты теории графов, методы критического пути (CPM), оптимизацию на основе введения иерархии этапов и работ исследований и конструирования WBS (англ. – «the work breakdown structure»), подходы к риск-менеджменту. Диаграмма Ганта (итерация 7) является традиционным инструментом планирования и управления проектами, в частности может быть применена к проектам НИОКР. Планирование длительности и стоимости этапов проекта инновационного производства слоистых пластиков «ОСК» (АО) в периоде 2017-2019 годов на основе матрицы распределения (см. табл. 2.11) в формате диаграммы Ганта авторы представляют как пример, демонстрирующий логику итерации 7 метода.

Итак, авторами последовательно представлены теоретические и экспериментальные основания и процесс разработки метода экономического планирования НИОКР в составе инновационных проектов промышленности. Обоснование метода построено на ретроспективных кейсах, демонстрирующих состоятельность предложенного метода.

Логичным развитием метода планирования определяется выработка подходов к организации НИОКР промышленного предприятия с позиции сетевой модели инновационного процесса. Выработка подхода (подробнее в главе 3) позволит уточнить научные взгляды на институциональную структуру субъектов, источники финансирования и подходы к организации системы подрядов на этапах НИОКР, продемонстрировать экономические эффекты реализации сетевой модели инновационного процесса.

Глава 3

ОРГАНИЗАЦИЯ НИОКР ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

3.1. Институциональная структура сферы НИОКР

Сформулированная перспектива сетевой модели организации инновационных процессов (см. параграф 1.3) исходит из актуальной тенденции углубления специализации исполнителей научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. «...Взаимодействие – ключевая концепция создания знаний и инноваций» (Caloghirou Y., Kastelli I., Tsakanikas A., 2004, [99]). С экономической точки зрения сетевая модель проявляется в росте доли внешних контрактов, подрядов в себестоимости проектов НИОКР. По данным Мирового банка (2017, [108]), объективна тенденция снижения доли внутренних (проводимых собственными специалистами предприятия) исследований и разработок в высоко- и средне-технологичных отраслях промышленности, в настоящее время оцениваемая в размере 55,98% для первого и 41,55% – для второго сектора. В обследованных авторами инновационных проектах (пример – табл. 3.1, полный список табл. 2.1) объем внешних контрактов составил от 19 до 47% от полной стоимости цикла исследовательских и конструкторских работ инновационных проектов.

Таблица 3.1

Структура расходов на НИОКР инновационного продукта –
анализатор (электронный прибор) «БИАЛАБ-100» предприятия
ООО «Бианалитика»⁵⁸

Позиции	Стоимость, руб.	Доля, %
Внутренние исследователи и разработчики: ФОТ с начислениями	320400	36
Материалы, сырье, комплектующие	258500	29
Оплата работ сторонних организаций	274000	31
Прочие расходы	35100	4
Итого НИОКР	888000	100

⁵⁸ По данным конкурсной документации на лучший инновационный продукт Администрации Санкт-Петербурга, 2017.

Обозначенные статистические наблюдения авторов укладываются в глобальную тенденцию, обозначенную Мировым банком. Причем на отдельных экономических этапах НИОКР обнаруживались (авторами) несколько подрядчиков, наблюдалось участие единичного субъекта на разных этапах проекта (пример – табл. 3.2), что демонстрирует сложность управленческих и экономических аспектов организации цикла исследований и разработок со стороны «генерального подрядчика»⁵⁹ цикла НИОКР. Сложность как во внутреннем планировании инновационных проектов промышленного предприятия, так и в координации взаимодействия подрядчиков цикла НИОКР. Сетевая модель подразумевает не централизованную, вертикальную иерархию взаимодействий (возглавляемую заказчиком), характерную для линейной или интерактивной модели (см. параграф 1.3), а распределенную, сетевую, форму. В рамках сети исполнители работ (подрядчики) взаимодействуют напрямую, при этом генеральный подрядчик выполняет функцию координации. В реализации инновационных проектов «...фирмы сильно полагаются на сети, сотрудничество и партнерские отношения, в которых они могут получить доступ к ресурсам, знаниям и информации» (Chesbrough H., Teece D.J., 1996, [102]). Поэтому систему организации НИОКР, построенную на сетевых принципах, справедливо отнести к классу «сложных систем» (классификация Боулдинг К., 1969, [12]).

Таблица 3.2

Структура внешних затрат в НИОКР инновационного проекта
«Простатилен® АЦ» (суппозитории ректальные)
предприятия ЗАО «МБНПК «Цитомед» 2010-2015 гг.⁶⁰

Месяц. Год	Работы	Доля	Субконтрактор
11.2010	Экспертиза регистрационных документов	0,4%	ФГБУ НЦСМП
06.2010		1,9%	
07.2013	Пошлина за экспертизу документов	2,7%	УФК Межрегионального здравоохранения
11.2011	Страхование пациентов в клинических исследованиях	7,6%	ОСАГО Ингосстрах

⁵⁹ Применительно к сетевой модели авторы считают уместным применение термина, традиционно применяемого в научной литературе по экономике строительства.

⁶⁰ По данным конкурсной документации на лучший инновационный продукт Администрации Санкт-Петербурга, 2017.

Месяц. Год	Работы	Доля	Субконтрактор
09.2012	Пошлина за экспертизу документов	2,7%	УФК Межрегионального здравоохранения
05.2013	Проведение открытого клин. исследования безопасности	4,6%	НИИ им. И.И. Джанелидзе
11.2014	КИ эфф. и бензоп. Простатитен АЦ	14,5%	ГМУ им. И.П. Павлова
07.2015		5,8%	
12.2014	Изучение препаратов пептидной природы по вх. док. 6 от 26.12.2014	43,4%	ЦитоНИР
06.2015	Экспертиза качества и возможного риска при первоначальной регистрации	11,8%	УФК Минздрав РФ

В этом контексте авторы видят актуальность расширения научной дискуссии об организационно-экономических аспектах сетевого взаимодействия специализированных субъектов – исполнителей исследовательских и конструкторских работ. Отсутствие формализованных методов управления приводит к дисбалансу во взаимодействии субъектов⁶¹ в рамках складывающейся новой институциональной структуры сектора исследований и разработок (см. табл. 1.6). В частности, «...отсутствует прямой переход от научных проектов в рамках университетов к внедрению разработанных технологий» (Молчан А.С., 2016, [46]). Исследованию сетевых принципов, моделей взаимодействия субъектов НИОКР, проблематики складывающейся институциональной структуры посвящены работы Алексеева А.А. (2016, [5]), Баша Н.В. и др. (2014, [9]), Овчинниковой О.А. и др. (2010, [51]), Casson M., Singh S. (1993, [100]), Edelheit L.S. (1995, [110]), Eto H. (1991, [111]), Gassmann O. и др. (1998, [116]), O'Connor G.C. и др. (2005, [144]),

⁶¹ Косвенным свидетельством объективности этой проблемы для национальной инновационной системы является государственный заказ Министерства экономического развития на проведение НИР по теме: «Разработка предложений по совершенствованию действующего порядка работы с научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами и повышению эффективности использования их результатов», шифр темы 2401-17-17. Режим доступа: <http://www.zakupki.gov.ru> дата: 15.08.2017. В техническом задании на НИР обозначена именно эта проблема как объект исследования.

Chesbrough H.W. (2003, [103]) и др. В работах сформулированы контрактные модели сетевого взаимодействия, принципы построения платформ «открытых инноваций», подходы к использованию инфокоммуникационных технологий в кооперации разработчиков. Научная дискуссия определила методологическую платформу сетевой модели организации НИОКР, но вопрос о перспективной институциональной структуре (состав, специализация и функции) исполнителей НИОКР сохраняет свою теоретическую неопределенность. Разумеется, вопрос формализации структуры не может быть завершен единичным теоретическим исследованием – на каждом этапе эволюции производственных отношений необходима ревизия. Но применительно к среднесрочной перспективе (5-7 лет) авторы видят возможным экстраполировать устойчивые тенденции для национального сектора НИОКР.

Основанием для формулирования среднесрочных тенденций авторы определили результаты обследования контрактного взаимодействия в рамках экспериментального массива (см. табл. 2.1). Авторы обследовали внешние контракты на услуги НИР, ОКР, ОТР 48 инновационных проектов с позиции: а) выделения специализированных работ на этапах цикла; б) институциональной принадлежности подрядчиков (специализации); в) объемов работ (в стоимостном выражении) по этапам цикла; г) источникам финансирования работ. Наиболее часто встречающиеся в контрактах специализированные работы, выполняющие их субъекты («Ч», табл. 3.3) определены авторами как формирующиеся институты НИОКР. Авторы выделили 10 субъектов, совокупная доля которых в обследованных контрактах подрядных работ промышленных предприятий составляет более 80%, что позволяет определить их как специализированные институты национальной сферы исследований и разработок. Акцентируем внимание, что обследованная выборка позволяет выразить принадлежность субъектов только национальной сфере НИОКР – все предприятия – резиденты Российской Федерации. В сводной таблице (табл. 3.3) представлены 10 субъектов и их специализация, которые авторы определяют как среднесрочную перспективную национальную институциональную структуру НИОКР.

Следует обратить внимание на сохранение ряда субъектов, наследующих историческую специфику развития сектора НИОКР Российской Федерации. Так, в глобальной тенденции институциональной трансформации нет аналогичных субъектов «опытные заводы» и «конструкторские бюро», которые в национальной практике органично интегрировались в циклы инновационной деятельности промышленности⁶². А рыночные

⁶² Так, в структуре доминирующего в экономике Российской Федерации нефтегазового сектора присутствует значительное количество экономически эффективных специализированных «конструкторских бюро», сохраняющих свою специализацию в течение последних 30 лет.

условия обусловили преемственность национальным сектором принципиально новых организационных форм, таких как МИП и «технические писатели». Таким образом, национальная тенденция солидарна с глобальными институциональными трансформациями (представленными в работах европейских и американских ученых [101, 104, 107]), с поправкой на исторический контекст эволюции российского сектора НИОКР в период 1980-2017 годов.

Таблица 3.3

Институциональные субъекты сферы НИОКР.
Обозначения: «Ч» – относительная частота участия
в подрядах на исследовательские и конструкторские работы
в обследованных инновационных проектах, %

Аббр.	Субъекты	Специализация	Ч
НИ	Научно-исследовательские организации	Специализированные по отраслевому или продуктовому направлению организации, консолидирующие специалистов-исследователей. Важной характеристикой (отличием от других субъектов) является инициативность в выборе исследовательских направлений, формирование заделов, имеющих потенциал внедрения	12,3
КБ	Конструкторские бюро	Организации, реализующие конструкторские и опытные (испытательные) работы на базе сформированной исследовательской разработки. На входе – оригинальный принцип или компоновка (изобретение, модель), на выходе – опытный образец	11,7
ПИ	Проектные и изыскательские организации	Выполняют отдельные специализированные операции опытно-конструкторских работ, например макетирование, аэродинамические испытания и т.п. Преимущественно являются подрядчиками КБ, ОЗ, НИ	14,8
ОЗ	Опытные заводы	«Организация, реализующая полный цикл работ по изготовлению опытных (экспериментальных) образцов и опытно-промышленных (ограниченных) партий изделий» (Алексеев А.А., 2016, [5])	3,4
ВУ	Вузы	Научно-исследовательские работы являются частью образовательного процесса, включают фундаментальные и прикладные НИР. В перспективе при переходе к формату «предпринимательских университетов» (НИУ как первый этап), консолидируют функции НИ	19,7

Аббр.	Субъекты	Специализация	Ч
ПР	Подразделения НИОКР промышленности	Традиционные подразделения исследований и разработок промышленного предприятия. В перспективе фокусируются на ОКР и технологическом внедрении – прикладные НИР передаются на аутсорсинг или приобретаются как ОИС	19,2
ИК	Инжиниринговые компании	Консалтинговые организации, управляющие НИОКР сетевых проектов. Имея инженерные компетенции, выступают «архитекторами и генеральными подрядчиками» крупных проектов	6,7
МИ	Малое инновационное предприятие	Предприятия, формирующиеся в рамках единичной инновационной идеи, оформленные как проект. МИ капитализирует расходы на НИОКР в объекты ОИС, адресованные внешнему покупателю (чаще ПР)	6,7
ИА	Инфраструктурные организации (МИП)	Традиционные организации: технопарки, инкубаторы и т.п., направленные на выполнение специализированных операций цикла НИОКР	2,3
ТП	«Технические писатели»	Физические и юридические лица, специализированные на подготовке технической документации на создаваемые процессы и продукты. Регламентировано профессиональным стандартом 06.019 (с 2014 года)	3,2

Определенная специализация субъектов (см. табл. 3.3) находит свое подтверждение в принадлежности подрядных работ этапам (выделенных авторами) цикла НИОКР. Представленная матрица функций субъектов с привязкой этапам (табл. 3.4) получена в рамках обследования контрактов инновационных проектов. Как видно из матрицы, ряд субъектов в настоящее время дублируют функции, выполняют сходные исследовательские и конструкторские работы, при различной глубине специализации (см. табл. 3.3). В среднесрочной перспективе, по мере роста инновационной активности промышленности, углубления специализации, консолидации рынка исследований и разработок, конкурирующее дублирование между институтами НИОКР будет снижаться. Если опираться на оценку стартового уровня и среднегодового роста концентрации сектора исследований и разработок (4,2% – CR3, Росстат, 2017, [73]), то уровень консолидации в 2025 году достигнет 34%. Именно такой уровень CR3 характерен для стадии «равновесия» рынка, окончания отраслевой специализации (Фомина Н.Е., 2015, [86]).

Таблица 3.4

Матрица функций субъектов по принадлежности этапам НИОКР.
Обозначения субъектов табл. 3.3

Этапы/субъекты	НИ	КБ	ПИ	ОЗ	ВУ	ПР	ИК	МИ	ИА	ТП
Аванпроект	•				•	•		•		
ОИС	•				•	•		•		
НИР	•				•	•		•		
Техническое задание						•	•	•		
Прототипирование		•	•	•		•			•	
Опытный образец				•		•				
Конструкторская документация		•	•	•		•				•
Процессная инновация				•		•				
ТЭО	•				•	•	•	•		
Патентование	•	•		•	•	•		•		
Постановка на производство	•			•		•				
Эксплуатация				•		•	•			
Сопроводительная документация						•	•			•

Обследованная база контрактов имеет не только выраженное отнесение к этапам НИОКР промышленного предприятия, но и ориентированность «заказчик – исполнитель». И это является важнейшей чертой «сетевой» формы организации НИОКР. Так, традиционная вертикально интегрированная модель построена как отношение «один ко многим» (генеральный подрядчик концентрирует на себя все контракты), что определяет ее как «простую систему». В сетевой модели организация контрактного взаимодействия построена на принципе «многие ко многим», что переводит доминанту управления от функции контроля к координации⁶³. Именно в этом

⁶³ Но не контроля, поскольку не является субъектом хозяйственных отношений в договорах контрагентов. Например (по кейсам), подрядчик ОКР самостоятельно: заключает договор на макетирование, входящий в цикл работ; обращается к услугам опытного завода для инжиниринговых консультаций и т.п. Заказчик при этом (сетевая модель) может координировать действия прямых контрагентов, но формально не имеет права вмешиваться в способ решения инженерной задачи – ОКР.

контексте требуется изучение и формализация направленности контрактов субъектов цикла НИОКР. Наиболее часто встречающиеся (в обследованной практике) контрактные пары представлены в виде ориентированного графа (орграф, рис. 3.1), позволяющего видеть актуальные «центры тяжести» сети взаимодействия исполнителей НИОКР. Конечно, в настоящее время промышленное предприятие (заказчик в рамках инновационного проекта) является ядром сети (тяжесть – 1,0, рис. 3.1), сохраняя традиционные отношения с опытными заводами (0,9) и конструкторскими бюро (0,9). Но по мере роста специализации и перехода инновационной инициативы к малым инновационным предприятиям, вузам предполагается смещение ядра контрактных отношений к «инноваторам» (Алексеев А.А., 2016, [5]).

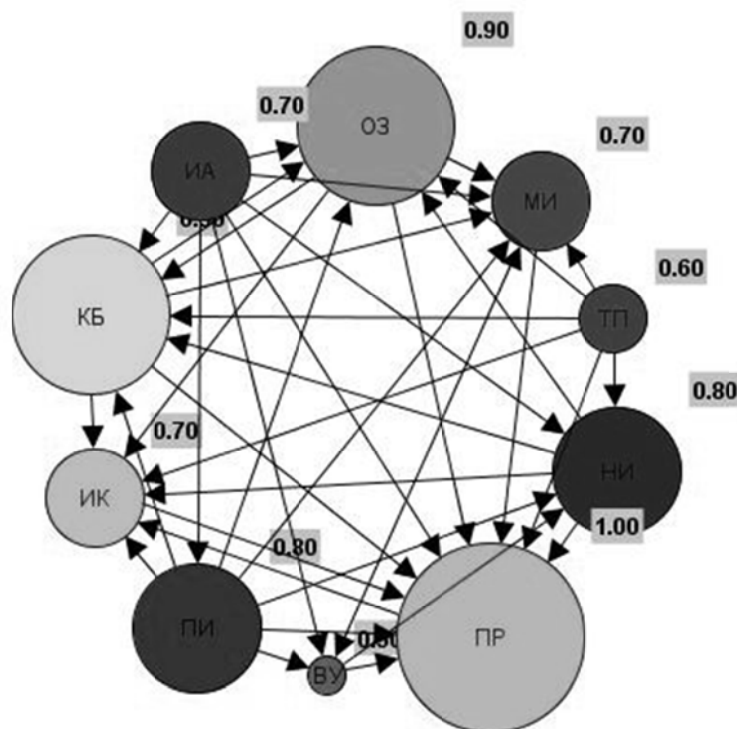


Рис. 3.1. Орграф взаимосвязей (подрядчик → заказчик) субъектов НИОКР, веса (размер узла) отражают численность связей. Обозначения субъектов-узлов в табл. 3.3

Итак, авторами сформулировано представление о среднесрочной перспективой институциональной структуре исполнителей исследовательских и конструкторских работ. Структура раскрыта с позиции принадлежности этапам и актуальной конфигурации сетевых контрактных взаимодействий, что дает основание для перехода к обсуждению позиции третьего субъекта экономических отношений цикла НИОКР – организаций, финансирующих инновационные проекты. Необходимость такого обсуждения продиктована спецификой сетевой модели – субъекты финансирования могут находиться во взаимодействии (быть донором) как за-

казчика цикла НИОКР (промышленного предприятия), так и подрядчика (специализированные субъекты исследований и разработок, табл. 3.3). Поэтому значимым экономическим вопросом развития сферы НИОКР является актуализация представлений о субъектах финансирования.

С институциональной позиции выделяют (Фомин Е.П. и др., 2012, [85]) 3 субъекта (источника) финансирования: собственные инвестиции промышленности, государство и финансовый сектор. Собственные оборотные средства промышленного предприятия не достаточны для формирования бюджета инновационных проектов, финансирования перспективных программ исследований и разработок (глобальная тенденция, 2012, [85]).

Именно поэтому существенными соинвесторами являются также государство и финансовый сектор. Необходимость внешнего стимулирования инновационной деятельности [143], ядром которой являются исследования и разработки, обуславливает присутствие государства как значимого соинвестора. 34% объема финансирования в глобальной оценке относится к государственным структурам (рис. 3.2). Причем для большинства стран выражена тенденция роста объема государственного финансирования (см. табл. 1.2). А институциональное оформление инновационной деятельности, осознание инноваций как ключевого фактора конкурентоспособности, обуславливает интерес финансовых организаций к размещению инвестиций в нематериальных активах – ОИС. Становление в последние 10 лет института венчурного финансирования является объективным свидетельством данной тенденции (Цителадзе Д.Д., 2015, [90]). Основные глобальные распределения между институтами финансирования представлены на рис. 3.2.

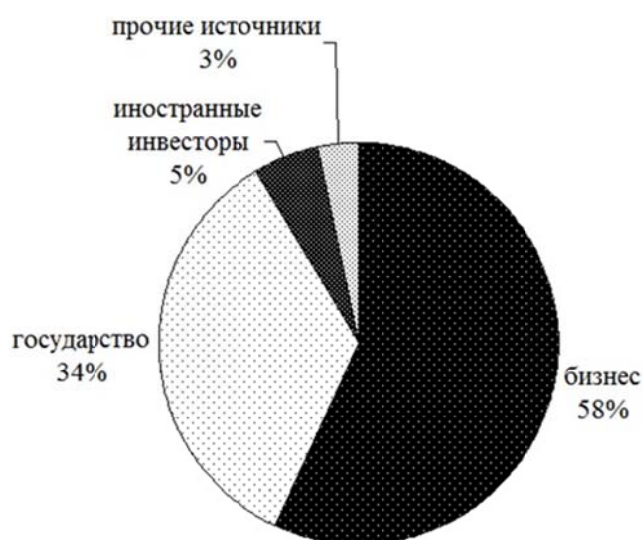


Рис. 3.2. Сложившееся распределение источников финансирования НИОКР по 10 крупнейшим мировым странам-инвесторам⁶⁴

⁶⁴ Интерпретировано по данным National Science Board, 2016, [143].

Спецификой государственного финансирования НИОКР в Российской Федерации является вертикально дифференцированная структура распределения денежных потоков (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Структура бюджетного финансирования ФЦП «НиР»
в разрезе распорядителей бюджетных средств.

Интерпретировано по отчетам Аналитического центра [57],
актуализировано по данным Казначейства Российской Федерации⁶⁵

Распорядитель	Исследования	Удельный вес, %
Государственные академии наук		24,58
	Фундаментальные исследования	24,55
	Прикладные научные исследования	0,03
Министерство здравоохранения		6,14
	Фундаментальные исследования	0,75
	Прикладные научные исследования, из них:	5,38
	НИОКР	0,02
Министерство образования и науки		7,83
	Фундаментальные исследования	0,26
	Прикладные научные исследования, из них:	7,57
	НИОКР	5,00
Министерство промышленности и торговли		20,83
	Прикладные научные исследования, из них:	20,83
	НИОКР	19,44
Федеральное космическое агентство		22,25
	Прикладные научные исследования, из них:	22,25
	НИОКР	22,25
Прочие		18,37
Итого		100
Фундаментальные исследования		28,27
Прикладные научные исследования, из них:		71,73
НИОКР		54,58

⁶⁵ Режим доступа: <http://datamarts.roskazna.ru/> Дата: 18.07.17. Раздел финансирования «прикладные исследования» включает вложения в НИОКР и затраты на инновационную инфраструктуру. В отчетах Казначейства выделены только расходы на НИОКР, расходы на инфраструктуру могут быть оценены как разница суммы и НИОКР.

В последние 10 лет произошла существенная трансформация не только субъектов НИОКР, но и направленности государственного финансирования. Значимо увеличилась доля средств, адресованных в прикладные исследования (71,73%), опосредованная профильными министерствами и ведомствами: федеральное космическое агентство, министерство здравоохранения, промышленности и торговли, образования и науки. А финансирование фундаментальных исследований (28,27%) консолидировано в государственной Академии наук (РАН). По данным исследований (Фомин Е.П. и др., 2012, [85]; Олехнович Г.И., 2014, [55] и др.), финансовый сектор России (ориентированный на НИОКР) также сформирован государственным капиталом. Венчурные и фонды развития (РВК, РФФИ и др.) созданы по инициативе и капитализируются государством. Хотя с институциональной точки зрения и наблюдаемой практики они выступают традиционными инвестиционными агентами.

Итак, с институциональной точки зрения российская система финансирования НИОКР гармонична глобальным трендам, но отличается значительной ролью государства в формировании инвестиционного капитала исследований и разработок. В развитии сетевого метода планирования НИОКР необходимо выделить и формализовать национальную структуру субъектов и их позицию в инвестировании исследований и работ. Для реализации данной задачи авторы провели аналитическое исследование современных научных взглядов на источники финансирования НИОКР (Фомин Е.П. и др., 2012, [85]; Олехнович Г.И., 2014, [55] и др.; Фомина Н.Е., 2015, [86]; Миловзоров Д.Е., 2017, [44]; Еремейчук К.Ю., Воробьева Е.И., 2016, [29]; Галимова М.П. и др., 2015, [14, 15]; Плакиткина Л.С., 2010, [62]; Малафеев А.А., 2009, [42] и др.) и формализовали структуру субъектов⁶⁶, сведенную в табл. 3.6.

Таблица 3.6

**Структура институциональных субъектов финансирования НИОКР
в национальной промышленности**

Экономический тип	Субъекты	Определение
Внутреннее инвестирование	Заказчик	Финансирование НИОКР из средств заказчика. Исполнитель получает заказ на разработку и реализацию инновационного продукта и передает права собственности на ОИС и изделие заказчику. Обычно инновационный продукт интегрируется в изделие заказчика

⁶⁶ Данное предложение не рассматривается как научно развитый результат исследования. Он носит контекстный характер для раскрытия подхода к оценке эффективности сетевой модели инновационного процесса, представленной в параграфе 3.2.

Экономический тип	Субъекты	Определение
	Научно-исследовательские организации	Авансирование научно-исследовательских заделов с перспективой их последующей коммерциализации или софинансирования со стороны государства, заказчика, производства
	Производственное предприятие	Академическая ситуация самофинансирования исследований и разработок из оборотных активов предприятия
Государственный бюджет	Государство	Финансирование в форме дотаций (грантов) или инвестиций со стороны государственных министерств и ведомств. Актуальная структура представлена в табл. 1.6
Стороннее инвестирование	Венчурные фонды	Государственные и частные фонды, инвестирующие в ОИС на различных стадиях эволюции инновационного проекта (подробнее [14])
	Паевые инвесторы	Инвестиционные фонды, финансирующие инновационные проекты на поздних стадиях НИОКР (тиражирование, эксплуатация). Критичны к уровню ожидаемого финансового результата проекта
	Специальные фонды	Частные и государственные фонды, специализирующиеся на поддержании и мотивировании фундаментальных и прикладных исследований по областям знаний. Не предъявляют высоких требований к ожидаемым экономическим результатам, приоритет – уровень моральной новизны разработки

Итак, представленная институциональная структура сферы НИОКР уточнена и раскрыта через: состав субъектов, специализированных исполнителей исследований и разработок; их принадлежность этапам цикла; взаимосвязи в инновационном проекте; источники финансирования.

Предложенные теоретические результаты являются основанием для синтеза прикладного подхода к планированию сетевой контрактной схемы реализации проекта НИОКР.

3.2. Сетевой подход к организации процессов НИОКР

Процесс глобализации мирового экономического пространства наиболее явно проявляется в инновационных процессах промышленности. Наблюдается переход к распределенной, сетевой форме организации хозяйственных отношений. «...Сетевые принципы определяют... основную

тенденцию – глобальные специализация и интеграция мирового экономического сообщества» (Грищенко А.И., 2011, [19]). Именно это предопределяет необходимость развития научных подходов к планированию НИОКР сетевых инновационных процессов (см. параграф 1.3).

Понятие экономической сети как «...ограниченной совокупности независимых предприятий, объединенных производственным циклом с целью повышения устойчивости хозяйственной деятельности», первично сформулировано в работах скандинавской научной школы IMPG (Industrial Marketing and Purchasing Group, [20]). Методология и принципы построения экономических сетей в промышленности предложены в работах Hallén L., Johanson M. (2004, [120]) и Ойнер О.К. (2004, [52]). В настоящее время академическая теория определяет следующие принципы построения экономических сетей: «...разделения компетенций, выделения институтов и сетевой характер взаимосвязи» (Грищенко А.И. и др., 2011, [20]). Основываясь на заявленных принципах, «...фирмы должны сосредоточиться... на стратегически важных для них мероприятиях и через которые они способны создавать устойчивые конкурентные преимущества» (Mudambi S.M., Tallman S. 2010, [142]). Впрочем, отдельные хозяйственные процессы промышленных предприятий реализовывались на сетевых принципах и в более раннем периоде (рассмотрено Титовым А.Б., 2008, [81]). Так, Freeman C. в 1992 году [115] сформулировал понятие инновационной сети (см. параграф 1.3), как ограниченного по числу связей взаимодействия с проверенными партнерами с целью устойчивости развития. Методологический посыл Freeman C. был развит с позиции организации глобальных исследовательских сетей учеными Boghani A. и др. (1999, [96]), Brockhoff K. и др. (1996, [98]), Singer J. и др. (2008, [158]), Strebel P. (1987, [159]), Ullman D.G. (2009, [164]), Löfsten H., Lindelöf P. (2005, [134]). На первом этапе исследований (1990-2008 годы⁶⁷) ученые определяли эффектом внедрения сетевой модели – устойчивость экономического развития. На втором этапе (2009-2014 годы) эффект виделся в расширении источников научно-технических знаний: «...фирмы могут использовать внешние источники технологий и знаний посредством приобретений, альянсов, совместных предприятий, лицензирования и т.д.» (Chiesa V., Manzini R., Tecilla F., 2000, [104]). Высокие темпы инновационного развития, смены технологических поколений предопределили необходимость для промышленных предприятий перехода к открытой, сетевой модели организации инновационных процессов. «...Переход к сетям НИОКР предопределен и внутренними ограничениями промышленных предприятий» (Mol M.J., 2005, [140]). Теоретические подходы к организации инно-

⁶⁷ Выделено авторами по датировке публикаций.

вационных, исследовательских сетей, направленных на расширение источников инновационного знания, воплощены в практике ряда ТНК. Концерн «Samsung» (кейсы приводятся по UNIDO, 2016, [124]) в 2011 году выступил с инициативой создания инновационной сети, заключив «контракты о совместном росте» с 5 200 подрядчиками. Samsung профинансировал совместные разработки в размере 5,7 млрд USD, в том числе инвестировав в совместные НИОКР 1,7 млрд USD. А компания «LG» открывала подрядчикам НИОКР доступ к 5200 ОИС, патентам, находящимся в собственности концерна. Концерн «Hyundai» создал аналогичную сеть с 1 585 подрядчиками, профинансировав ее в размере 3,9 млрд USD, в том числе выделив 2,3 млрд на совместные исследования и разработки. В развитие инновационной сети Hyundai создал группу из 300 специалистов для поддержки НИОКР поставщиков.

На современном этапе обсуждения проблемы (2014-2018 годы) формируется научное направление поиска экономической эффективности инновационных сетей (Сиразитдинова Ю.Ш., 2014, [75]; Алексашина Т.В., 2015, [4]; Аверихина Е.О., Титова В.А., 2015, [1]; Kornberger M., 2016, [130] и др.). С позиции авторов, это выглядит вполне логично – научный поиск эффектов «устойчивости» и «приращения знаний» не дает явно выраженного понимания экономического (в показателях хозяйственной деятельности предприятия) преимущества, результата внедрения сетевой модели. Эконометрические модели интерпретации данных эффектов в показатели прироста хозяйственной деятельности предприятий очень сложные, неоднозначные с позиции исходных данных, обусловлены большим количеством допущений и ограничений. Например, Аверихина Е.О. и др. (2015, [1]) предложили эконометрическую модель оценки синергетического эффекта объединения НИОКР ряда предприятий, имеющую ряд «мягких» показателей. В силу обозначенных ограничений предлагаемые методы и подходы не привлекательны для практикующих менеджеров инновационных проектов. По данным глубинных интервью (проведенных авторами в обследовании инновационных проектов), подходы к оценке эффективности должны (сформулировано экспертами): быть «прозрачны» с позиции модели оценки; использовать стандартные показатели бюджетов прибылей-убытков и (или) движения денежных средств; «...иметь явно выраженную привязку к статьям расходов НИОКР» (цитирование эксперта), привязку к этапам цикла исследований и разработок. К сожалению, анализ ранее сформированных подходов показывает, что они не соответствуют критериям, сформулированным экспертами. Из чего авторы делают заключение, что решение поставленной задачи (выработка метода экономически оптимальной сети НИОКР инновационного проекта) в настоящей главе не завершено.

Авторы видят возможности предложить ее решение с учетом ранее сформулированного метода экономического планирования цикла НИОКР (см. параграф 2.3) и формализованной структуры субъектов подряда и финансирования (см. параграф 3.1).

В основе разрабатываемого подхода – гипотетическая возможность оптимизации расходов цикла НИОКР за счет применения сетевой модели организации работ, позволяющей выбрать подрядчиков на конкурсной (тендерной) основе. Основанием гипотезы является:

1. Доказанное институциональное становление сферы НИОКР (см. параграф 3.1), выраженный рыночный характер отношений субъектов подряда исследовательских и конструкторских работ.

2. Дублирование функций субъектов исследований и разработок, выраженная принадлежность единичному этапу НИОКР ряда исполнителей (см. табл. 3.4).

3. Объективно более высокая себестоимость работ, реализуемых внутренними подразделениями промышленного предприятия (вывод по обследованию контрактов в выборке, рис. 3.1).

4. Возможность опосредованного подрядчику привлечения дополнительных источников финансирования, согласно актуализированной структуре источников табл. 3.6.

А методологическими предпосылками научного поиска подхода к оценке эффективности авторами определяются:

1. Сформированная позиция научной дискуссии о поиске экономической эффективности сетевых моделей организации инновационных проектов.

2. Выделенные авторами экономически самостоятельные этапы НИОКР (см. табл. 2.2), имеющие потенциал аутсорсинга, субконтрактинга.

3. Сформированный метод планирования (см. параграф 2.3), позволяющий оценить «стартовую» стоимость общего бюджета и этапов исследований и разработок инновационного проекта.

4. Определенность структуры специализированных подрядчиков (см. табл. 3.4) по этапам работ.

5. Определенность дополнительных источников финансирования работ, привлекаемых заказчиком или подрядчиком этапов НИОКР (см. табл. 3.6).

Соответственно основанию выдвинутой гипотезы и методологических предпосылок, авторы поставили задачу сформировать подход к оптимизации стоимости НИОКР в рамках инновационного проекта промышленного предприятия.

Синтезированный авторский подход раскрывается через 6 последовательных итераций, позволяющих продемонстрировать его ключевое свойство – оценить экономическую эффективность сетевой модели организации

исследовательских и конструкторских работ инновационного проекта. Рассмотрим последовательность и содержание итераций авторского подхода.

1. Итерация 1. Формулируются технические задания⁶⁸ на выполнение работ согласно выделенным экономически самостоятельным этапам НИОКР инновационного проекта. На основе исходной оценки «плановой» стоимости общего бюджета и отдельных этапов (см. табл. 2.11) формируется «стартовая» цена и сроки реализации конкурса (тендера) на проведение работ в рамках технического задания. Таким образом, формируется конкурсная документация по этапам НИОКР, включающая технические задания, сроки и «стартовую» цену (поле «план», табл. 3.7).

2. Итерация 2. В рамках закрытого (или открытого) конкурса собираются предложения по цене от потенциальных подрядчиков по этапам, согласно специализации, представленной в матрице (см. табл. 3.4). Применительно к сквозному примеру инновационного производства слоистых пластиков ОСК (поле «подрядчики» табл. 3.7) получена сравнительная таблица стоимости выполнения этапов цикла НИОКР. Обратим внимание, что цена предложения на различных этапах оказывается и выше и ниже себестоимости работ, реализуемых внутренними подразделениями промышленного предприятия (заказчика). Логично положить, что специализированные субъекты всегда могут предложить меньшую себестоимость профильного этапа НИОКР как в силу более высокой производительности, так и в силу «эффекта масштаба». Это объективно видно при анализе предложений подрядчиков (см. табл. 3.7). Например, «технические писатели» предлагают цену контракта (разработка сопроводительной документации на изделие) на 50% ниже внутренней стоимости и всех не специализированных подрядчиков.

3. Итерация 3. Выбор подрядчиков исследовательских и конструкторских работ обусловлен существенностью снижения стоимости этапа, авторы предлагают принять уровень в 20% (полученный эмпирическим путем для проекта слоистых пластиков) приемлемым для заказчика. Это обусловлено тем фактором, что перенос работ на подрядчика всегда имеет и негативный эффект для предприятия, выраженный в снижении производительности за счет падения загрузки собственного персонала⁶⁹. На этот факт обращают внимание некоторые ученые. Так, Freel M.S. (2003, [113]) отмечает, что «...внутренние ресурсы фирм позитивно влияют на производительность ин-

⁶⁸ Согласно ГОСТ 15.203-2001 «Система разработки и поставки продукции на производство. Порядок выполнения ОКР по созданию изделий и его составных частей», технические задания формируются вне зависимости от принадлежности исполнителя (внутренний или внешний).

⁶⁹ Впрочем, это «обратная» сторона всех хозяйственных процессов, связанных с применением аутсорсинга и субконтрактинга.

новаций, тогда как знания, созданные из внешних сетей, имеют ограниченное влияние». А Coombs R. еще более категоричен в отношении негативных последствий аутсорсинга, который «...может размывать ключевую исследовательскую компетенцию» (1996, [106]).

Таблица 3.7

Экономическая оценка целесообразности выбора подрядчиков на этапы НИОКР инновационного производства слоистых пластиков «ОСК» (АО). Подрядчики: Вуз – СПбГЛТУ; ИК – Инжиниринговая компания⁷⁰; НИИ – научно-исследовательская организация; КБ – конструкторское бюро; ТП – физическое лицо, предложившее услуги технического писателя

Этапы	Стоимость этапов, тыс. руб. ⁷¹					
	План	Подрядчики				
		Вуз	ИК	НИИ	КБ	ТП
Аванпроект	98	150	300			
ОИС	180	100	400	220	320	
НИР	1890	1500	3200	2500		
Техническое задание	54	90	0	200	0	
Прототипирование	127	200	350	500	150	
Опытный образец	1630		2200	1000		
Конструкторская документация	3280		5600	4700	4000	
Процессная инновация	320	400	980	2100		
ТЭО	128	100	250	190		
Патентование	320	190	270	220		
Поставка на производство	7845		5600	9000		
Эксплуатация	6570		5000	3000	3000	
Сопроводительная документация	280	240	450	270	330	190
Размер контракта подрядчика в проекте		1890	5600	1500	7000	190
Стоимость плановая	22722					
Стоимость НИОКР сетевая	16652					
Эффект сетевой, абс.	6070					
Эффект сетевой, %	27%					

⁷⁰ Полное наименование предприятий подрядчиков, передавших коммерческое предложение, не представлено в соответствии с политикой конфиденциальности проекта производства слоистых пластиков «ОСК» (АО).

⁷¹ Заявленные участниками конкурса предложения по стоимости округлены с целью упрощения визуализации информации в настоящей таблице.

Поэтому в принятии решения о выборе подрядчика на этапе НИОКР необходим баланс с внутренними ресурсами: «...способность поглощать и открытые инновации сходятся, когда фирма имеет успех, полностью балансируя свои усилия в двух действиях (внутренних и внешних работ. – *А.Р. Салькина*)» (Cruz-Cazares С., и др. 2013, [107]). Исходя из этого положения, предприятие должно установить пороговое значение экономического интереса по стоимости работ на этапе. Авторское видение 20%-го порога имеет локальное значение для проекта слоистых пластиков, выбранные предложения подрядчиков для проекта ОСК выделены в табл. 3.7 штриховкой ячейки. Авторы допускают установление промышленными предприятиями других уровней порога экономического интереса в зависимости от потенциала внутреннего исследовательского подразделения, перспектив развития его компетенций и факторов рыночной конъюнктуры сектора НИОКР. Итак, результатом настоящей итерации определяется выбор подрядчиков и стоимости контрактов по этапам работ цикла НИОКР.

4. Итерация 4 – экономический анализ бюджета НИОКР инновационного проекта. Оценка экономической эффективности сетевой организации производится на основе сопоставления с «плановой» стоимостью цикла НИОКР (нижняя часть табл. 3.7). В примере (ОСК, проект слоистых пластиков) абсолютный эффект применения сетевой модели организации НИОКР составил 6 млн руб., а относительный – 27%. Существенность экономического эффекта доказывает экономическую эффективность применения сетевой модели организации НИОКР в инновационных проектах промышленных предприятий.

5. Итерация 5. Поиск и формирование плана дополнительного финансирования НИОКР в соответствии с программами субъектов (см. табл. 3.6). При сетевой модели распределения работ возникает дуализм: а) в снижении себестоимости этапа заинтересован заказчик, но не исполнитель подрядных работ; б) но получить дополнительное финансирование по программам инновационного и научно-технического развития может только исполнитель работ (как правило, требования конкурсной документации). Поэтому у промышленного предприятия возникает дополнительный управленческий контур (рис. 3.3), в задачи которого входит поиск и привлечение внешнего финансирования НИОКР и координация его получения исполнителем работ на этапе. В примере ОСК (табл. 3.8) сформирован план софинансирования цикла НИОКР, состоящий из 3 субъектов применительно к 3 этапам: НИР; прототипирование (и опытный образец); патентование. Общий объем софинансирования составил 1,39 млн руб., соответствующий эффект привлечения дополнительных источников оценивается в размере 8% (см. табл. 3.8) бюджета НИОКР, организационного на сетевом принципе взаимодействия.

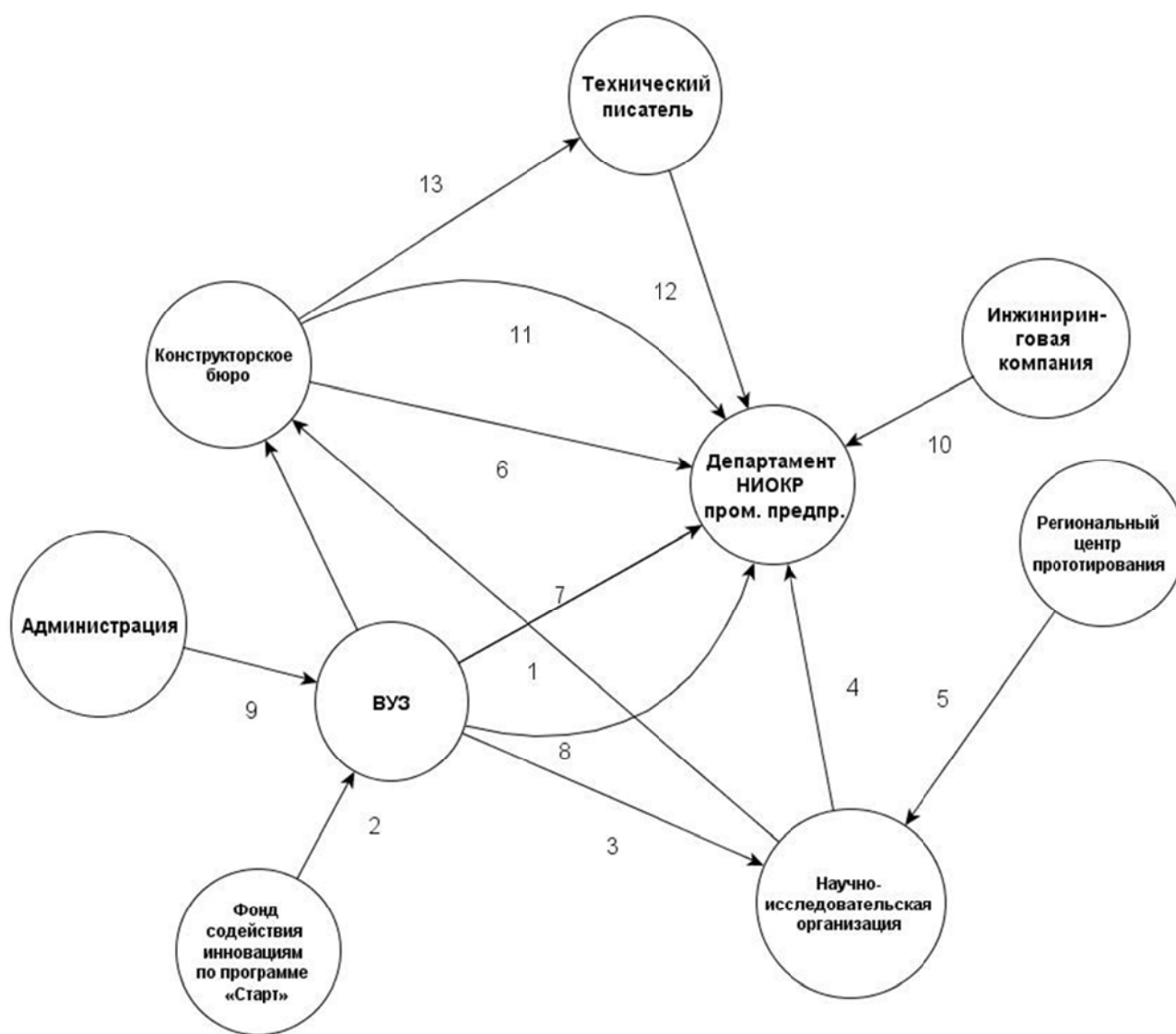


Рис. 3.3. Структура сети исследований и разработок инновационного производства слоистых пластиков ОСК (проект) с учетом контрактных и коммуникационных взаимодействий (раскрытие, будет представлено в табл. 3.9)

6. Итерация 6 – построение управленческого контура проекта НИОКР. Сетевая организация проекта НИОКР имеет значительно более сложную структуру, чем традиционная вертикально-иерархическая. Поэтому необходимо формализовать узлы сети и ключевые взаимосвязи субъектов, входящие в контур управления со стороны заказчика – промышленного предприятия, владельца инновационного проекта.

Инструментом формирования контура управления в данном случае целесообразно определить методы теории графов. Что подразумевает последовательное вынесение на схему узлов графа (исполнители работ, подрядчики) и их ориентированных взаимосвязей (см. рис. 3.3).

Таблица 3.8

Плановая стоимость (тыс. руб.),
подрядчики этапов и источники финансирования этапов НИОКР
инновационного производства слоистых пластиков «ОСК» (АО)

Этап	Стоим.	Подрядчик	Софинансирование	
			Объем	Источник
Аванпроект	98	Внутреннее под- разделение	Фонд содействия ин- новациям по програм- ме «Старт»	
ОИС	100	Вуз		
НИР	1500			
Техническое задание	54	Внутреннее под- разделение	Региональный центр прототипирования ⁷²	
Прототипирование	500	НИИ		
Опытный образец	1000			
Конструкторская до- кументация	4000	Конструкторское бюро	Администрация ⁷³	
Процессная иннова- ция	320	Внутреннее под- разделение		
ТЭО	100	Вуз		
Патентование	190		190	
Поставка на произ- водство	5600	Инжиниринговая компания		
Эксплуатация	3000	Конструкторское бюро		
Сопроводительная документация	190	Технический писа- тель		
Итого	16652		1390	
Стоимость с учетом софинансирования	15262			
Этап	Стоим.	Подрядчик	Софинансирование	
			Объем	Источник
Эффект финанси- рования	8%			

⁷² Расходы Центра финансируются региональной администрацией в рамках поддерж-
ки инновационной деятельности производственных предприятий.

⁷³ Средства из бюджета региональной администрации в рамках поддержки инноваци-
онной деятельности производственных предприятий.

В отличие от вертикальных, сетевые модели управления включают не только контрактные взаимосвязи, но и коммуникационные (заказчик – подрядчик – субъекты софинансирования). Поэтому применительно к ор-графу сети составляется «карта управления», раскрывающая контрактные и коммуникационные взаимосвязи (табл. 3.9).

Таблица 3.9

«Карта управления» (контрактные и коммуникационные отношения)
в сети исследований и разработок инновационного производства
слоистых пластиков ОСК (проект) (раскрытие, рис. 3.3)

№, рис. 3.3	Тип	Описание коммуникации
1	Контракт	Сформированный внутренним подразделением промышленного предприятия аванпроект является основанием для заключения контракта с вузом (СПбГЛТУ) на проведение поисковых работ по аналогам ОИС (технологии слоистых пластиков) и проведение прикладных научно-исследовательских работ по формированию инновационного технологического принципа производства
2	Коммуникация	ОСК способствует получению вузом (СПбГЛТУ) гранта от Фонда содействия инновациям по программе «Старт» для проведения поисковых и научно-исследовательских работ
3	Коммуникация	Вуз передает результаты научно-исследовательских работ (полученных от НИИ) для создания прототипа и опытного образца инновационного изделия – плита из слоистого пластика
4	Контракт	ОСК заключает контракт с НИИ на создание прототипа и опытного образца (образцы слоистых пластиков под выбранную технологию производства)
5	Коммуникация	ОСК способствует получению НИИ финансирования создания прототипа инновационного изделия региональной администрацией в рамках поддержки инновационной деятельности производственных предприятий
6	Контракт	ОСК заключает контракт с конструкторским бюро на разработку рабочей конструкторской документации для организации промышленного (серийного) производства инновационного изделия
7	Коммуникация	НИИ передает КБ опытный образец для разработки конструкторской документации

№, рис. 3.3	Тип	Описание коммуникации
8	Контракт	ОСК заключает контракт с вузом (СПбГЛТУ) на разработку ТЭО инновационного производства слоистых пластиков и готовит документацию для защиты инновации через объекты интеллектуальной собственности (патент на изделие и новый способ производства)
9	Коммуникация	ОСК способствует компенсации вузом дотаций на защиту ОИС от региональной администрации в рамках поддержки инновационной деятельности производственных предприятий
10	Контракт	ОСК заключает контракт с инжиниринговой компанией на консультационные услуги (сопровождение) по постановке инновационной технологии на производство
11	Контракт	ОСК заключает контракт с конструкторским бюро на корректировку конструкторской документации по выявленным в эксплуатации недостаткам и пожеланиям потребителей (заказчиков)
12	Контракт	ОСК заключает контракт с техническим писателем (физ. лицо) на разработку сопроводительной документации к продукции (плиты из слоистого пластика)
13	Коммуникация	КБ передает техническому писателю документацию для формирования сопроводительных документов на инновационное изделие

Полученная «карта управления» является завершающим этапом планирования сети исполнителей НИОКР. Ее создание позволит достичь экономические эффекты от сетевой организации проекта НИОКР и софинансирования исследований и разработок.

Итак, разработанный подход к организации процессов НИОКР является практическим инструментом управления, расширяющим возможности метода экономического планирования (см. параграф 2.3), позволяющим определить экономическую эффективность сетевой модели и привлечения софинансирования, что дает основание утверждать законченность изучения проблемы повышения эффективности НИОКР инновационных проектов промышленных предприятий.

При составлении анализа, подтверждающего факт достоверности и актуальности, предложенной методики, необходимо отметить, что на базе вышеуказанной аналитики с уверенностью можно сказать о развитии ор-

ганизационной модели инновационных процессов научных разработок. Этот фактор, в свою очередь, приводит к общему росту коэффициента отечественных промышленных разработок.

Но такой исход событий возможен лишь при ряде ключевых моментов, одним из которых является усовершенствование этапа постановки на производство, что невозможно без планомерного контроля на каждом этапе специализированных секторов рынка объекта интеллектуальной собственности, о чем и говорится в предложенной авторами методике.

По мнению авторов, требуется не только модернизация самих организационных механизмов, но и повышение уровня значимости передачи текущей информации на промышленное производство. Минуя промежуточные «цепочки связи», теряется общая схема постановки на производства и прототипирования. За последние 4 года замечен спад объёма трансфера ОИС в национальной экономике, что, в свою очередь, сказывается на лицензировании новых проектов.

Современные реалии таковы, что при существующей глобальной конкуренции на рынке инновационного развития выигрывает та страна, которая в состоянии сформировать положительную среду для успешного функционирования НТР.

Безусловно, для того чтобы ежегодно наращивать темп промышленных оборотов, необходимо достаточное количество инвестиций и софинансирования как со стороны государства, так и со стороны частного сектора. Авторами была сформулирована методика, позволяющая стать промышленному сектору привлекательным для инвестиций, путем создания «прозрачности» внедрения инновационных методик. С точки зрения инвестора, стало понятно, на каком этапе требуется большое вливание денежных средств и какой из этапов станет наиболее трудоемким и долгосрочным. Такого рода подход позволяет не только с большей точностью сформулировать инновационный проект, но и, с точки зрения авторов, позволит привлечь дополнительный капитал в промышленный сектор (табл. 3.10).

Такого рода статистика была ожидаема, так как внешние факторы, влияющие на разработку поставленного вопроса были неизменны на протяжении 5-6 лет.

Однако стоит отметить, что и внутренние факторы, оказывающие первостепенное значение на развитие НИОРК в промышленности, показывают неблагоприятную динамику:

- нехватка высококвалифицированных кадров в организациях промышленного производства;
- низкий инновационный потенциал организаций;
- недостаток информации и доступа к инновационным технологиям;
- неразвитость кооперационных связей;
- неразвитость инновационной инфраструктуры.

Таблица 3.10

Факторы, препятствующие росту инновационной активности, по оценке организаций промышленного производства за 2015-2018 гг.⁷⁴

Факторы	Доля, %
Высокая стоимость нововведения	27,5%
Недостаток собственных денежных средств	24,8%
Высокий экономический риск	24,4%
Недостаток финансовой поддержки со стороны государства	21,6%

По мнению авторов, сложившаяся ситуация ярко демонстрирует необходимость кардинальных изменений в процессе разработок и постановки на производство инновационных проектов. Предложенная методика «13 этапов» разработки инновационного проекта направлена на решение таких важнейших проблем в национальном промышленном секторе. Без грамотного взаимодействия структурных подразделений, продемонстрированного на примере производства слоистых пластиков (см. рис. 3.3), невозможно дальнейшее прогрессивное развития НИОКР в целом.

Как было сказано выше, авторы считают развитие инвестиционной среды в данной сфере одним из приоритетных. Для того чтобы данная сфера стала инвестиционно привлекательной не только для отечественных, но и для зарубежных инвесторов, необходимо развитие инновационного потенциала, которое будет показывать положительную активность. Так, за 2017 год численность персонала, занятая инновационными работами, сократилась на 14 404 тыс. чел., а в 2018 году – на 25 334 тыс. чел., что, в свою очередь, демонстрировало отрицательную динамику и низкую оценку инновационного потенциала Российской Федерации⁷⁵. Но при этом растет доля затрат на технологические инновации: по сравнению с 2016 годом, в 2018 году произошло повышение на 23%.

По мнению авторов, организации не могут рисковать своей финансовой устойчивостью, что приводит к инвестиционным ограничениям фундаментальных исследований НИОКР в промышленности.

Если рассматривать развитие инноваций в этой сфере с точки зрения общероссийских тенденций, то наблюдается важная роль именно

⁷⁴ Интерпретировано авторами по данным конференции, опубликованной в «Proceeding of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus», 2019.

⁷⁵ На основе информации, интерпретированной авторами по данным материалов сайта Федеральной службы государственной статистики (Росстат).

государства в финансировании и софинансировании всех промышленных проектов и их инновационной деятельности (табл. 3.11).

Таблица 3.11

Доля расходов государственного бюджета во внутренних затратах на инновационные проекты в промышленной сфере⁷⁶

Год	Доля, %
2014	67,1%
2017	63,8%
2018	65,3%

Эти данные доказывают вышеуказанную теорию авторов, показывающую тесную взаимосвязь инвестиций и государства в инновационном развитии промышленного сектора.

Авторами продемонстрирован механизм инновационной работы взаимодействия структурных подразделений по выстроенным практическим взаимосвязям – начиная от создания идеи до постановки на производство. Сформулирован способ расчетов длительности и стоимости каждого такого этапа, что позволит значительно, с большой скоростью привлекать дополнительные инвестиции и софинансирование в промышленный сектор, что, безусловно, будет выражаться в положительной динамике развития национального промышленного производства в целом.

⁷⁶ Gallini N.I., Makoveichuk K.A. Development of intranet solution based on the model of a united single information and analytical space area of the university // Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus. 2019. P. 1388-1392.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аверихина Е.О., Титова В.А. Оценка эффективности совместной инновационной деятельности на этапе НИОКР. Фундаментальные исследования. 2015. № 2-15. С. 3338-3340.
2. Агафонов А.Н. Модернизация системы управления при выполнении НИОКР и проведении испытаний. Инициативы XXI века. 2012. № 3. С. 6-8.
3. Азитов Р.Ш., Азитова Г.Ш. НИОКР-процесс как важнейший элемент инновационного развития предприятия // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2013. № 22. С. 210-214.
4. Алексашина Т.В. Коммерциализация инноваций и перспективы развития сетевых форм поддержки инновационных проектов // Экономические и гуманитарные науки. 2015. № 7 (282). С. 43-55.
5. Алексеев А.А. Инновационный менеджмент: Учебник и практикум. 1-е изд. Сер. 61. Бакалавр и магистр. Академический курс. М.: Юрайт, 2016.
6. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. М.: Сов. радио, 1979. 175 с.
7. Артяков В.В., Козырева Н.М., Семенов А.С. STAGE-GATE процесс управления НИОКР // Экономика и предпринимательство. 2014. № 114 (52-4). С. 606-608.
8. Барро Р.Дж., Сала-и-Мартин Х. Экономический рост. М.: Бином, 2010. С. 40-42.
9. Баша Н.В., Томша П.П., Лобанов О.С. Классификация показателей эффективности НИОКР по уровням управления научной деятельностью // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 337.
10. Белов С.А. Институциональная позиция высокотехнологичной промышленности в мировом экономическом развитии // Известия Юго-Западного государственного университета. 2015. № 5 (62). С. 100-111.
11. Беляков Д.И. Модель инновационного роста на основе НИОКР // Финансы и бизнес. 2012. № 2. С. 23-33.
12. Боулдинг К. Общая теория систем – скелет науки. М.: Наука, 1969.
13. Гайнутдинова Ю.А., Нугуманова Л.Ф., Антропова Т.Г., Ведин Н.В. Industry 4.0. Перспективы развития промышленности // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2015. Т. 71. № 6. С. 88-90.
14. Галимова М.П., Аймурзин В.А. Анализ существующих программ финансирования и поддержки НИОКР молодых ученых // Моло-

дежный вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. № 1 (13). С. 189-190.

15. Галимова М.П., Третьякова Н.С. Инструмент выбора источника финансирования НИОКР // Молодежный вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. № 1 (13). С. 194-199.

16. Глушак О.В. Инновационный процесс в промышленном комплексе как актуальный вопрос научного исследования национальной сферы нововведений // Вестник Брянского государственного университета. № 3. С. 140-142.

17. Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент: Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. 132 с.

18. ГОСТ РВ 15.103-2004. Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения аванпроекта и его составных частей. Основные положения. М.: Изд-во стандартов, 2004. 51 с.

19. Грищенко А.И. Теория и методология управления сетевыми инновационными процессами: Дис. ... д-ра экон. наук / Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов. СПб., 2011.

20. Грищенко А.И., Глушак Н.В., Касаткин В.Е. Разработка методики управления инновационными процессами в рамках сетевой экономики / Брянский гос. ун-т им. И.Г. Петровского. Брянск, 2011.

21. Гусева И.Б., Далёкин П.И. Классификация проектов НИОКР научно-производственных предприятий // Приволжский научный вестник. 2015. № 12-3 (52). С. 117-119.

22. Далёкин П.И. Принципы проведения анализа и оценки проектов НИОКР на научно-производственных предприятиях // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: Материалы Международной научно-практической конференции. Н. Новгород: НГТУ, 2015. С. 139-141.

23. Далёкин П.И. Уровни управления НИОКР на научно-производственных предприятиях // Тенденции и закономерности развития современного российского общества: экономика, политика, социально-культурная и правовая сферы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: В 2 ч. 2016. С. 65-66.

24. Демидова А.В. Основные понятия НИОКР // Современное развитие экономических и правовых отношений. Образование и образовательная деятельность. 2014. № 1. С. 54-60.

25. Денисов О.И., Фалько С.Г., Бойко В.П. Методологические проблемы и подходы к оценке результативности и эффективности НИОКР и инноваций // Инновации в менеджменте. 2016. № 2 (8). С. 36-45.

26. Дмитриева С.И. Управление НИОКР в холдингах на основе концепции аудита инноваций // Креативная экономика. 2013. № 1 (73). С. 20-28.
27. Долгова М.В. Оценка эффективности расходов на НИОКР // Экономические науки в России и за рубежом. 2014. № XIV. С. 44-48.
28. Дурнев Р.А., Жданенко И.В. Оценка трудоемкости НИОКР: примеры применения методики // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 2. С. 30-40.
29. Еремейчук К.Ю., Воробьева Е.И. Повышение эффективности финансирования НИОКР в Российской Федерации // Science Time. 2016. № 10 (34). С. 68-74.
30. Захаренко Е.Г. Риски проведения опытно-конструкторских работ в 2017 году // Интернет-журнал «Науковедение». Т. 9, № 4 (2017). Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/22EVN417.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
31. Ивантер В.В. Необходимость модернизации и скорость экономического роста // Инновации. 2011. № 8. С. 6-7.
32. Ивантер В.В., Комков Н.И. Основные положения концепции инновационной индустриализации России // Проблемы прогнозирования. № 5. С. 3-13.
33. Иващенко Л.И., Колесников А.М. Характеристики НИОКР в единой системе показателей инновационной активности // Актуальные проблемы экономики и управления. 2014. № 2 (2). С. 58-60.
34. Индикаторы инновационной деятельности: 2016: Статистический сборник / Н.В. Городникова, Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2016. 320 с.
35. Индикаторы науки: Статистический сборник / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2016.
36. Карлик А.Е., Титов А.Б., Полшков Д.А., Самойлов А.В., Алексеев А.А. Инновационные аспекты развития предприятий: Монография. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009.
37. Кирпичников А.А. К вопросу о методах оценки стоимости научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (НИОКР) // Путеводитель предпринимателя. 2010. № 6. С. 80-95.
38. Ковальчук Ю.А., Степнов И.М. Цифровая экономика: трансформация промышленных предприятий // Инновации в менеджменте. 2017. № 1 (11). С. 32-43.
39. Ковырзина К.В., Гусева И.Б. Основы управления НИОКР с участием системы контроллинга на научно-производственном предприятии // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 3-3 (22). С. 36-37.

40. Кохно П., Кохно А. Трансфер технологий: понятия и модели // Общество и экономика. 2013. № 10. С. 96-111.
41. Кухарев О.Н., Сёмов И.Н., Фудина Е.В. Организационно-экономические основы НИОКР: Учебное пособие. Пенза, 2016.
42. Малафеев А.А. Концепция экономико-математической модели эффективного финансирования НИОКР // Экономические науки. 2009. № 50. С. 329-332.
43. Маркевич С.В., Фомина Н.Е. Глобальный контекст развития промышленности // Вопросы экономики и права. 2013. № 3. С. 14.
44. Миловзоров Д.Е. Финансирование НИОКР и экономический рост // Велес. 2017. № 4-2 (46). С. 21-32.
45. Михайлова Э.А., Ремизова Н.А. Механизм управления затратами на стадии НИОКР // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики. 2016. Т. 1. С. 197-212.
46. Молчан А.С., Погребная Н.В., Сурнина Ю.В. Российская сфера НИОКР: современные инвестиционные реалии // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 123. С. 1544-1554.
47. Мухопад В.И. Ресурсы управления интеллектуальной собственностью при выполнении НИОКР // Патенты и лицензии. Интеллектуальные права. 2016. № 6. С. 45-48.
48. Насруллаева Д.А. НИОКР и его влияние на развития страны // Технологии информационного общества. X Международная отраслевая научно-техническая конференция: Сборник трудов. 2016. С. 352-353.
49. Научно-технический отчет «Исследование перспектив создания конкурентоспособного навигационного оборудования и аппаратуры потребителей с учетом развития и совершенствования глобальных навигационных спутниковых систем и их использования в интересах транспорта и связи», шифр «Анализ-2015. Транспорт и связь». СПб.: РИРВ, 2010.
50. Национальный доклад об инновациях в России 2016. М.: Министерство экономического развития, 2017.
51. Овчинникова О.А., Гребнева М.Е. Совершенствование НИОКР на основе интеллектуальной собственности // Организатор производства. 2010. Т. 45. № 2. С. 66-68.
52. Ойнер О.К. Сетевые организации и сетевое общество: К вопросу о стратегических вызовах XXI века // Конференция «Сетевые формы межфирменной кооперации: стратегические вызовы и конкурентные преимущества новых организаций XXI века». М., 2004.
53. Окрепилов В.В. «Сколково»: широкие возможности, большие перспективы // Инновации. 2011. № 6. С. 3-8.

54. Окрепилов В.В. Перспективы развития стандартизации как инструмента инновационного развития // Проблемы прогнозирования. 2013. № 1. С. 52-62.
55. Олехнович Г.И. Рыночные процессы в сфере НИОКР: институциональный аспект // Инноватика и экспертиза: научные труды. 2014. № 2 (13). С. 198-212.
56. Организация Объединенных Наций по промышленному развитию, 2015. Отчет о промышленном развитии – 2016. Роль технологий и инноваций во всеохватывающем и устойчивом промышленном развитии. Обзор. Вена, 2016.
57. Отчеты Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации. Режим доступа: <http://ac.gov.ru/>. Дата: 18.07.2017.
58. Паламарчук Е.А. Расходы на осуществление научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) // Налоги и налогообложение. 2013. № 6. С. 433-439.
59. Первышин М.Н., Корнилов Д.А. Технологические инновации, учет расходов на НИОКР и оценка стоимости НМА на промышленных предприятиях // Вестник НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Серия: Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. 2014. № 1. С. 41-48.
60. Перепечко Л.Н. Связь инновационного развития экономики, вложений в НИОКР и интеллектуальной собственности // Экономика и предпринимательство. 2015. № 5-1 (58-1). С. 63-69.
61. Петрова О.В. Система управления НИОКР на промышленном предприятии. Молодежный научно-технический вестник. 2015. № 11. С. 66.
62. Плакиткина Л.С. Партнерство государства и бизнеса в финансировании НИОКР // Право и инвестиции. 2010. № 3. С. 70-76.
63. Платонов В.В., Дюков И.И. Подход к исследованию формирования интеллектуального потенциала инновационных менеджеров в процессе непрерывного образования // Экономика и управление. 2012. № 8 (82). С. 42-47.
64. Попадюк Т.Г. Влияние глобализации на динамику и структуру инновационных процессов в России // Экономика. Налоги. Право. 2016. № 2. С. 36-42.
65. Попова А.О. Движущие силы развития американских корпоративных НИОКР и инноваций // Россия и Америка в XXI веке. 2015. № 1. С. 9.
66. Портер М. Конкурентная стратегия. Методика анализа отраслей конкурентов / Пер.: Минервин И.М. Альпина Паблишер, 2015.
67. Порфирьев Б.Н. Экономический кризис: проблемы управления и задачи инновационного развития // Проблемы прогнозирования. 2010. № 5. С. 20-26.

68. Прилипко А.Г., Багратиони К.А. Подходы и средства для управления проектами НИОКР // Информационные технологии и вычислительные системы. 2015. № 1. С. 69-76.
69. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу (до 2030 г.). Концептуальные подходы, направления, прогнозные оценки и условия реализации. М.: РАН, 2008.
70. Пузыня К.Ф., Казанцев А.К., Барютан Л.С. Организация и планирование научных исследований и опытно-конструкторских разработок: Учеб. пособие для инж.-экон. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1989. 223 с.
71. Расумов В.Ш. Зарубежный опыт формирования и развития инновационных структур // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2017. № 4-4 (40). С. 126-129.
72. Романовская, Е.В. Создание нового продукта на основе собственных НИОКР // Вестник Мининского университета. 2014. № 1 (5). С. 10.
73. Россия 2015: Стат. справочник / Росстат. М., 2016.
74. Рыбаков Ф.Ф. Генезис и эволюция экономики НИОКР // Феномен рыночного хозяйства: от истоков до наших дней: Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти известного ученого и крупного организатора экономической науки Юга России доктора экономических наук, профессора А.Ф. Сидорова. 2014. С. 239-244.
75. Сиразитдинова Ю.Ш. Сетевой подход к инновациям: перспективы взаимодействия компаний с бизнес-партнерами // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 399.
76. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. М.: ИНФРА-М, 2007.
77. Спасенных М.Ю. Инновационный бизнес. Корпоративное управление НИОКР: Учебное пособие / Российская акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте Российской Федерации. М., 2012.
78. Сударушкина И.В., Стефанова Н.А. Цифровая экономика // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2017. Т. 6. № 1 (18). С. 182-184.
79. Сухов Н.Э. Разработка статистической имитационной модели проекта НИОКР // Актуальные проблемы математического моделирования в финансово-экономической области: Сб. науч. ст. / Под ред. В.А. Бывшева. М., 2011. С. 95-104.
80. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями: Сокр. пер. с англ. М.: Экономика, 1989. 271 с.
81. Титов А.Б. О подходах к интеграции базовых участников национального инновационного процесса // Менеджмент в России и за рубежом. 2008. № 5. С. 19.

82. Тоффлер Э. Шок будущего: Пер. с англ. М.: ООО «Издательство АСТ», 2002.
83. Удалов Ф.Е., Воронов Н.А., Иванов Б.В. Управление модернизационной деятельностью промышленных предприятий // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. № 3 (47). С. 85-89.
84. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент / Р.А. Фатхутдинов. – М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1998. – 600 с.
85. Фомин Е.П., Фомина Н.Е., Терентьев А.В. Финансирование инновационной деятельности в промышленности. Самара, 2012.
86. Фомина Н.Е. Характеристики субъектов инвестирования обрабатывающей промышленности // Вопросы экономики и права. 2015. № 81. С. 83-88.
87. Фомина Н.Е., Терентьев А.В. Подходы к оптимизации структуры финансирования инновационных процессов промышленного предприятия // Экономические науки. 2013. № 101. С. 67-70.
88. Хлебников К.В. Методология инновационного развития высокотехнологичных предприятий на основе управления человеческим капиталом: Дис. ... д-ра экон. наук / Санкт-Петербургский государственный экономический университет. СПб., 2017.
89. Хлебников К.В. Сопоставительный анализ инвестирования в человеческий капитал в интересах инновационного развития высокотехнологичных предприятий // Вопросы экономики и права. 2016. № 11
90. Цителадзе Д.Д. Развитие организационных форм НИОКР на базе синдикатного корпоративного венчурного инвестирования // Экономика и предпринимательство. 2015. № 8-1 (61-1). С. 660-666.
91. Цыганков И.С. Роль НИОКР в повышении инновационной активности промышленных предприятий // Современные проблемы экономики, социологии и права: Сборник научных статей аспирантов Санкт-Петербургского государственного инженерно-экономического университета. Санкт-Петербург, 2010. С. 129-132.
92. Чечетова К.И. Применение вероятностной методики для определения продолжительности работ по НИОКР // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. 2013. № 23. С. 57-59.
93. Abbey A. Technological Innovation: The R&D Work Environment, Ann Arbor, MI: UMI Research Press, 1982.
94. Abernathy W.J., Utterback J.M., A Dynamic Model of Process and Product Innovation, Omega, The Int. J of Mgmt Sci., Vol. 3, No. 6, 1975.
95. Becheikh N. The impact of knowledge acquisition and absorptive capacity on technological innovations in developing countries: Evidence from Egyptian small and medium-sized enterprises. Journal of African Business 14 (3): 127-140.

96. Boghani A., Onassis I., Benabadji A., Bijl C. Globalization of R&D, *International Journal of Technology Management*, Vol. 17, No. 6, 1999, pp. 696-710.
97. Breznitz D. Industrial R&D as a national policy: Horizontal technology policies and industry-state co-evolution in the growth of the Israeli software industry. *Research Policy*, 36(9), 2007, 1465-1482.
98. Brockhoff K., Schmaul B. Organization, Autonomy, and Success of Internationally Dispersed R&D Facilities, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 43, No. 1, February, 1996, pp. 33-40.
99. Caloghirou Y., Kastelli I., Tsakanikas A. Internal capabilities and external knowledge sources: complements or substitutes for innovative performance? *Technovation* 24 (1): 29-39.
100. Casson M., Singh S. Corporate Research and Development Strategies: The Influence of Firm, Industry and Country Factors on the Decentralization of R&D, *R&D Management*, Vol. 23, No. 2, April, 1993, pp. 91-107.
101. Cheng J.L.C., Bolon D.S. The Management of Multinational R&D: a Neglected Topic, *Journal of International Business Research*, Vol. 1, 1993, pp. 1-18.
102. Chesbrough H., Teece D.J. When is virtual virtuous? Organizing for innovation. *Harvard Business Review* January-February: 1996. 65-73.
103. Chesbrough H.W. *Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
104. Chiesa V., R. Manzini, F. Tecilla. Selecting sourcing strategies for technological innovation: an empirical case study. *International Journal of Operations & Production Management* 20 (9): 2000. 1017-1037.
105. Chryssolouris G. *Manufacturing Systems: Theory and Practice*. Mechanical Engineering Series, Springer, 2005.
106. Coombs R. Core competencies and the strategic management of R&D. *R&D Management* 26 (4): 1996. 345-355.
107. Cruz-Cazares C., Bayona-Saez C., Garcia-Marco T. Make, buy or both? R&D strategy selection. *Journal of Engineering and Technology Management* 30 (3): 2013. 227-245.
108. *Data & Reports 2009-2016*. World Bank, NW Washington, World Bank Publishing, 2017.
109. Dodgson M., Rothwell R. (Eds.). *The Handbook of Industrial Innovations*. Aldershot: Brookfield, 1994.
110. Edelheit L.S. Renewing the Corporate R&D Laboratory, *Research Technology Management*, Vol. 38, No. 6, November-December, 1995, pp. 14-18.
111. Eto H., Classification of R&D Organizational Structures in Relation to Strategies, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 38, No. 2, May, 1991, pp. 146-156.

112. Etzkovitz H., Leydcsdorff L. The Dynamic of Innovations: from National System and "Mode 2" to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations Research Policy 29. 2000. P. 109-129.
113. Freel M. S. Sectoral patterns of small firm innovation, networking and proximity. Research Policy 32 (5): 2003. 751-770.
114. Freeman C. Innovation and long cycles of economic development. State University of Campinas, 1982.
115. Freeman C. Networks of Innovators: a synthesis of research issues. The Economics of Hope / Freeman C. (Ed.), London: Pinter, 1992. – P. 93-120.
116. Gassmann O., von Zedtwitz M. Organization of Industrial R&D on a Global Scale, R&D Management, Vol. 28, No. 3, July, 1998, pp. 147-161.
117. Gilchrist A. Introducing Industry 4.0. In Industry 4.0, 2016, pp. 195-215.
118. Greve H.R. A behavioral theory of R&D expenditures and innovations: Evidence from shipbuilding. Academy of Management Journal, 2003.
119. Griffin A. Modeling and Measuring Product Development Cycle Time Across Industries, Journal of Engineering and Technology Management, Vol. 14, No. 1, March, 1997, pp. 1-24.
120. Hallén L., Johanson M. Integration of relationships and business network development in the Russian transition economy, International Marketing Review, Volume: 21, Issue: 2, 2004.
121. Haustein H., Maier H. Innovation Glossary. Oxford, N.Y., Toronto, Sydney, Frankfurt, 1986.
122. Hippel Eric von. Open User Innovation. In Soegaard, Mads; Dam, Rikke Friis. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Aarhus, Denmark: The Interaction Design Foundation, 2011.
123. Imai K.I.N., Takeuchi H. Managing the New Product Development Game. The Uneasy Alliance / Clark K. and Hayes R. (Eds.), Boston: Harvard Business School Press, 1985.
124. Industrial Development Report 2016: The Role of Technology and Innovation in Inclusive and Sustainable Industrial Development, UNIDO, 2016, 1-286.
125. ISIC REV. 3 Technology intensity definition. Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities OECD Directorate for Science, Technology and Industry Economic Analysis and Statistics Division, 7 July, 2011.
126. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. eds. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013.
127. Kenneth B.K. The PDMA handbook of new product development (Third ed.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc. 2013, p. 21.

128. Kesidou E., Szirmai A. Local knowledge spillovers, innovation and export performance in developing countries: Empirical evidence from the Uruguay software cluster. *The European Journal of Development Research* 20 (2): 281-298.
129. Koen P.A. The fuzzy front-end for incremental, breakthrough and platform products and services (PDF). Consortium for corporate entrepreneurship. Retrieved February 5, 2017.
130. Kornberger M. The visible hand and the crowd: Analyzing organization design in distributed innovation systems. *Strategic Organization*, 2016.
131. Krause I., & Liu J. Benchmarking R{&}D productivity. In *Planning Review (PLR)*. Vol. 21, 1993, p. 16-21.
132. Lakhani K.R.; Panetta J.A. The Principles of Distributed Innovation. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*. 2 (3): 97, 2007.
133. Lee S., Kang S., Park Y. & Park Y. Technology roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry. *Technovation*, 27(8), 2007, 433-445.
134. Löfsten H., & Lindelöf P. R&D networks and product innovation patterns-academic and non-academic new technology-based firms on Science Parks. *Technovation*, 25(9), 2005, 1025-1037.
135. Lukach R., Kort P.M. & Plasmans J. Optimal R&D investment strategies under the threat of new technology entry. *International Journal of Industrial Organization*, 25(1), 2007, 103-119.
136. Lundvall B.-A. *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Industrial Development Research Series, vol. 31. Aalborg: Aalborg University Press, 1985.
137. Maccoby M. Constructing Collaboration, *Research-Technology Management*, Vol. 54, No. 1, January-February, 2011, pp. 59-60.
138. Madhavan R., Grover R. From Embedded Knowledge to Embodied Knowledge: New Product Development as Knowledge Management, *Journal of Marketing*, Vol. 62, No. 4, October, 1998, pp. 1-12.
139. Marr B. Measuring and benchmarking intellectual capital. *Benchmarking: An International Journal*, 11(6), 2004, 559-570.
140. Mol M.J. Does being R&D intensive still discourage outsourcing? Evidence from Dutch manufacturing. *Research Policy* 34 (4): 571-582.
141. Mosterman P.J., Zander J. Industry 4.0 as a Cyber-Physical System study. *Software and Systems Modeling*, 15(1), 2016, 17-29.
142. Mudambi S.M., and Tallman S. Make, buy or ally? Theoretical perspectives on knowledge process outsourcing through alliances. *Journal of Management Studies* 47 (8): 2010. 1434-1456.
143. National Science Board. 2016. Arlington, VA: National Science Foundation Science and Engineering Indicators 2016 (NSB-2016-1), p. 4/45-46.

144. O'Connor G.C., Ayers A.D., Building a Radical Innovation Competency, *Research-Technology Management*, Vol. 48, No. 1, January-February, 2005, pp. 23-31.
145. OECD Main Science and Technology Indicators. Volume 2016. Issue 2, OECD Publishing, 2017.
146. OECD: Science, Technology and Industry Outlook. OECD, 2016.
147. Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. 3rd edition. A Joint Publication of OECD and Eurostat. OECD/EC, 2005 (Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. 3-е изд., совместная публикация ОЭСР и Евростата: Пер. на рус. яз. М.: ГУ «Центр исследований и статистики науки», 2006.
148. Oxley J. E., Sampson R.C. The scope and governance of international R&D alliances, *Strategic Management Journal* 25: 723-749.
149. Paolillo J.G., Brown W.B. How Organizational Factors Affect R&D Innovation, *Research Management*, Vol. 21, No. 2, March, 1978, pp. 12-15.
150. Persaud A., Kumar V., Kumar U. Managing Synergistic Innovations Through Corporate Global R&D Westport: Praeger, 2002.
151. Pisano G.P., Wheelwright S.C. The new logic of high-tech R&D // *Harvard Business Review*, September-October, 1995, pp. 93-105.
152. Roco M.C., Sims W. Bainbridge Converging Technologies for Improving Human Performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science // NSF/DOC-sponsored report National Science Foundation, Arlington, Virginia, 2002.
153. Rosenberg N. Inside the Black Box. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
154. Rothwell R., Whiston T.G., Design, Innovation and Corporate Integration // *R&D Management*, Vol. 20, No. 3, July, 1990, pp. 193-201.
155. Rüßmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., & Harnisch M. Industry 4.0. The Boston Consulting Group, 2015.
156. Schuh G., Anderl R., Jürgen G., ten Hompel M., Wahlster W. (Eds.) Industrie 4.0. Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies. The acatech STUDY series, 2017. Режим доступа: <http://www.acatech.de> 3.10.2017.
157. Segarra-Blasco A., Arauzo-Carod J.M. Sources of innovation and industry university interaction: Evidence from Spanish firms. *Research Policy* 37 (8): 1283-1295.
158. Singer J., Helferich J. Supporting R&D Support Groups, *Research Technology Management*, Vol. 51, No. 1, January-February, 2008, pp. 49-57.
159. Strebel P. Organizing for Innovation Over an Industry Cycle, *Strategic Management Journal*, Vol. 8, No. 2, March-April, 1987, pp. 117-124.
160. The Global Competitiveness Report 2016-2017. World Economic Forum, 2017.

161. The PDMA Glossary for New Product Development. Product Development & Management Association. 2006.
162. Tollman P., Morieux Y., Murphy J.K., & Schulze U. Identifying R&D outliers. *Nature Reviews. Drug Discovery*, 10 (September), 2011, 653-654.
163. Tushman M.L., Lakhani K.R., Lifshitz-Assaf H. Open Innovation and Organization Design. *Journal of Organization Design*, 1(1), 2012, 24-27.
164. Ullman D.G. *The Mechanical Design Process*, Mc Graw-Hill, 4th edition, 2009.
165. Ulrich K.T., Eppinger S.D. *Product Design and Development*, 3rd Edition, McGraw-Hill, New York, 2004.
166. Wason S.K., Bhalla S.K. Managing the Technological Process, *Quality Progress*, Vol. 27, No. 1, January, 1994, pp. 81-85.
167. Wheelwright S., Sasser W.E. The New Product Development Map // *Harvard Business Review*, May-June, 1989, pp. 112-125.
168. Wood A. The internet of things is revolutionising our lives, but standards are a must // *The Guardian*. Retrieved 31 March, 2015.
169. Wtadystaw J. Organizational Structures in the R&D Sphere, *R&D Management*, Vol. 8, Special Issue, 1978, pp. 107-113.

Научное издание

Салькина Альфия Ринатовна
Фомин Евгений Пименович

**УПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯМИ И РАЗРАБОТКАМИ
В ИННОВАЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Монография

Подписано в печать 09.10.2020. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 7,25. Тираж 500 экз. Заказ 751.

Издательство СПбГЭУ. 191023, Санкт-Петербург, Садовая ул., д. 21.

Отпечатано на полиграфической базе СПбГЭУ