Федеральное государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

Санкт-Петербургский государственный университет

Институт «Высшая школа менеджмента»

**АНАЛИЗ ОТРАСЛЕВЫХ РАЗЛИЧИЙ**

**В ЗАТРАТАХ КОМПАНИЙ НА НИОКР**

Выпускная квалификационная работа

студентки 4 курса бакалаврской программы,

профиль – Финансовый менеджмент,

ВОСКОБОЙНИК Марии Валерьевны

Научный руководитель

к.ф-м.н., доцент кафедры финансов и учета

ОКУЛОВ Виталий Леонидович

«СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

Санкт-Петербург

 2021

**Заявление о самостоятельном выполнении курсовой работы**

Я, Воскобойник Мария Валерьевна, студентка 4 курса направления 38.03.02 «Менеджмент» (профиль подготовки – Финансовый менеджмент), заявляю, что в моей выпускной квалификационной работе на тему «Анализ отраслевых различий в затратах компаний на НИОКР», предоставленной в службу обеспечения программ бакалавриата для публичной защиты, не содержится элементов плагиата. Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищенных ранее курсовых и выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Мне известно содержание п. 6.3 Правил обучения по основным образовательным программам высшего и среднего профессионального образования в СПбГУ о том, что «Требования к выполнению курсовой работы устанавливаются рабочей программой учебных занятий», п. 3.1.4 Рабочей программы учебной дисциплины «Курсовая работа по менеджменту» о том, что «Обнаружение в ВКР студента плагиата (прямое или контекстуальное заимствование текста из печатных и электронных источников, а также из защищенных ранее выпускных квалификационных работ, кандидатских и докторских диссертаций без соответствующих ссылок) является основанием для выставления комиссией по защите курсовых работ оценки «незачтено (F)», и п.51 Устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет» о том, что «студент подлежит отчислению из Санкт-Петербургского университета за представление курсовой или выпускной квалификационной работы, выполненной другим лицом (лицами)».



\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Подпись студента)

\_\_\_\_\_\_\_14.04.2021 г.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Дата)

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВЕДЕНИЕ 5](#_Toc73538416)

[ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В НИОКР 7](#_Toc73538417)

[1.1 НИОКР и инновации 7](#_Toc73538418)

[1.1.1 Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы 7](#_Toc73538419)

[1.1.2 Инновации 9](#_Toc73538420)

[1.1.3 Интенсивность НИОКР 10](#_Toc73538421)

[1.2 Теоретические модели 11](#_Toc73538422)

[1.2.1 Классическая теория инноваций Йозефа Шумпетера 11](#_Toc73538423)

[1.2.2 Таксономия Павитта 12](#_Toc73538424)

[1.2.3 Анализ НИОКР на основе концепции реальных опционов 13](#_Toc73538425)

[1.3 Эмпирические исследования 16](#_Toc73538426)

[1.3.1 Исследования на уровне компании 16](#_Toc73538427)

[1.3.2 Исследования на уровне отрасли 18](#_Toc73538428)

[1.3.3 Исследования на уровне страны 19](#_Toc73538429)

[1.4 Практика реализации проектов НИОКР в компаниях разных отраслей 21](#_Toc73538430)

[1.5 Постановка проблемы и исследовательских гипотез 25](#_Toc73538431)

[Выводы по главе 1 27](#_Toc73538432)

[ГЛАВА 2. ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТЕРМИНАНТ ИНТЕНСИВНОСТИ НИОКР НА ОТРАСЛЕВОМ УРОВНЕ 28](#_Toc73538433)

[2.1 Формирование выборки 28](#_Toc73538434)

[2.2 Методология исследования 32](#_Toc73538435)

[2.3 Описательная статистика переменных 34](#_Toc73538436)

[2.4 Проверка на мультиколлинеарность 35](#_Toc73538437)

[2.5 Выбор многофакторной регрессионной модели 36](#_Toc73538438)

[2.6 Результаты эмпирического исследования 38](#_Toc73538439)

[2.7 Анализ отраслевых различий и драйверов инвестиций компаний в НИОКР 41](#_Toc73538440)

[Выводы по главе 2 45](#_Toc73538441)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 47](#_Toc73538442)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 49](#_Toc73538443)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 53](#_Toc73538444)

[Приложение 1. Отраслевая структура выборки 53](#_Toc73538445)

[Приложение 2. Географическая структура выборки 54](#_Toc73538446)

[Приложение 3. Отраслевые инвестиции в НИОКР, 2019 год 55](#_Toc73538447)

[Приложение 4. Корреляционная матрица 56](#_Toc73538448)

[Приложение 5. Проверка на мультиколлинеарность 57](#_Toc73538449)

[Приложение 6. Результаты теста Бреуша-Пагана 58](#_Toc73538450)

[Приложение 7. Результаты теста Хаусмана 59](#_Toc73538451)

[Приложение 8. Описательная статистика переменных по отраслевым моделям 60](#_Toc73538452)

# ВЕДЕНИЕ

Реализация проектов в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) является одним из важных драйверов экономического развития. Научные разработки и исследования давно перестали быть прерогативой промышленных гигантов и инновационных компаний в сфере информационных технологий. Все больше организаций из самых разных отраслей экономики определяют НИОКР как одно из ключевых направлений деятельности. Процессные и продуктовые инновации помогают компаниям оптимизировать издержки, расширять границы товарных рынков, а иногда создавать совершенно новые продуктовые сегменты. При этом расходы на НИОКР до сих пор зачастую классифицируются как дискреционные затраты, побуждая менеджеров экономить на исследованиях и использовать проверенные временем практики. Кажется, что сами по себе инвестиции в НИОКР не создают ценности, поскольку не гарантируют успешного результата и зачастую сопряжены с большими рисками и финансовыми потерями. Однако, деятельность в сфере научных разработок помогает компаниям обучаться и накапливать опыт, что в долгосрочной перспективе также приносит им выгоду.

 Важно отметить, что эффективная стратегия в сфере НИОКР является необходимым, но не достаточным условием успеха, так как компании могут уменьшать потенциальные выгоды от инвестиций в НИОКР, допуская ошибки в других функциональных областях бизнеса. Инвестиции в НИОКР также имеют важное значение на страновом уровне. Динамическое развитие любого государства в современных экономических условиях невозможно реализовать без усиления национальной конкурентоспособности, которая во многом зависит от уровня интенсивности НИОКР.

Несмотря на растущую актуальность данной темы, существующие исследования в основном сосредоточены на поиске внутрифирменных и глобальных институциональных драйверов инвестиций в НИОКР. Проблематика поиска отраслевых детерминант интенсивности НИОКР освещена в меньшей степени.

Целью исследования является выявление факторов, влияющих на уровень затрат на НИОКР в компаниях разных отраслей. Для достижения заявленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1. анализ теоретических и эмпирических исследований, посвященных инвестициям компаний в НИОКР;
2. выбор модели для эмпирического исследования и ее адаптация с учетом имеющихся данных и специфических ограничений;
3. сбор данных и проведение эмпирического исследования, посвященного определению отраслевых драйверов инвестиций в НИОКР;
4. анализ полученных результатов, выводы по исследованию.

Работа выполнена в формате эмпирического исследования. Объектом исследования являются крупные мировые компании, инвестировавшие самые большие суммы денег в НИОКР в период с 2004 по 2020 годы. Предмет исследования – отраслевые детерминанты затрат на НИОКР.

Работа имеет следующую структуру: в первой части представлен обзор теоретической литературы, приведены основные термины и концепции, важные для введения в проблематику НИОКР, а также описаны результаты реализованных ранее эмпирических исследований на уровне компании, отрасли и страны. Первая глава завершается постановкой проблемы и формулированием основных исследовательских гипотез. Вторая глава посвящена реализации практической части исследования, детальному описанию выборки и методологии, построению регрессионных моделей и интерпретации полученных результатов. Завершающим блоком является анализ ограничений и будущих потенциальных направлений исследования.

Ключевые практические выводы, основанные на данной работе, включают два важных направления. Во-первых, результаты проведенного анализа могут лечь в основу определения политики в сфере НИОКР и помочь менеджеру корректно выбрать компании для бенчмаркинга. Поскольку исследование основано на отчете Европейского Союза, включающем данные о компаниях, наиболее активно инвестирующих в НИОКР, его результаты могут помочь лицу, принимающему решения, найти успешных конкурентов в нужной отрасли и провести необходимые аналогии. Важно обращать внимание не только на отраслевую принадлежность компании, но и на характер НИОКР, капитальные затраты, уровень конкуренции и операционную прибыль. Сектор для сравнения не следует определять слишком широко, иначе средняя по отрасли интенсивность НИОКР не станет значимым ориентиром для рассматриваемой компании.

Вторым важным направлением для потенциального практического применения результатов исследования является развитие бизнеса в диверсифицированных компаниях с обширным продуктовым портфелем в различных отраслях. Таким компаниям приходится реализовывать более комплексную задачу, чем их узкопрофильным конкурентам. Накопленный опыт и глубинное понимание внутренней динамики в отрасли безусловно являются основой построения эффективной политики в НИОКР, но на начальных этапах именно выделение отраслевых драйверов НИОКР и понимание их специфики может стать ориентиром для принятия инвестиционных решений.

# ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В НИОКР

## НИОКР и инновации

### Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

Перед тем, как начать дальнейшую работу, необходимо определить ключевые понятия исследования. Основным документом Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), описывающим методологию сбора статистических данных о НИОКР, является руководство Фраскати [Manual, 2015]. Его первое издание было утверждено на встрече национальных специалистов по НИОКР ОЭСР в Италии в 1963 году. Согласно наиболее современной версии руководства от 2015 года, под научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами понимают творческую и систематическую работу, проводимую с целью увеличения запаса знаний – включая знания о человечестве, культуре и обществе – а также разработки новых способов применения имеющихся знаний. Зачастую, очень трудно провести линию, четко отделяющую НИОКР от остальных видов деятельности. Элемент новизны – основной критерий, отличающий НИОКР от схожих мероприятий. Обучение, исследование рынка, приобретение продуктов, оборудования и лицензий, разработка новых товаров и пробное производство не относятся к НИОКР.

Помимо различий между фундаментальными исследованиями, прикладными исследованиями и опытными разработками НИОКР классифицируются по секторам: бизнес, государственные разработки, высшие учебные заведения, частные некоммерческие организации [Fagerberg, 2005]. Существует деление НИОКР по источникам финансирования – внутренним и иностранным. Кроме того, выделяют классификацию НИОКР по социально-экономическим целям исследования и по дальнейшим областям разработок.

Исследователи высказывают некоторые опасения относительно того, насколько само определение НИОКР корректно воспринимается представителями малого и среднего предпринимательства, и не наблюдается ли систематическое занижение учета НИОКР в малых компаниях [Kleinknecht, Van Montfort, Brouwer, 2002]. Статистика НИОКР всегда несколько ограничена, поскольку обычно основана только на данных о совершенных вложениях, а не о результатах исследований как таковых [Brouwer, Kleinknecht, 1996]. Однако, данные о результатах НИОКР безусловно обладают некими фундаментальными преимуществами: обширная накопленная база за продолжительный период времени, детальная классификация и сопоставимость данных из разных стран.

Рассмотрим термин НИОКР с позиции стандартов бухгалтерского учета. Согласно российским законам, учет расходов на НИОКР определяется положением по бухгалтерскому учету ПБУ 17/02. В международных стандартах финансовой отчетности такое понятие, как НИОКР не фигурирует вовсе. Оно заменено термином «внутренне созданный нематериальный актив».

В бухгалтерском учете расходы принято подразделять на три класса: операционные, финансовые расходы и капитальные затраты. Операционные расходы производят экономический эффект только в текущем периоде. Финансовые расходы обеспечивают фирме привлечение капитала для ведения деятельности (за исключением собственного). К капитальным затратам относят расходы, которые должны оказывать экономический эффект не только в текущем отчетном периоде, но и на протяжении многих периодов в будущем. Такие затраты списываются не единовременно, а постепенно на протяжении срока полезного использования.

На практике расходы, которые определяются фирмой как операционные, не всегда гарантируют выручку исключительно в текущем периоде. Одним из таких исключений являются расходы на НИОКР – эффект от них может наблюдаться в течение многих будущих периодов. Фактически для большого числа компаний затраты на НИОКР являются более долгосрочными, чем, например, инвестиции в оборудование, особенно в фармацевтической отрасли. Выгоды, полученные от такого рода инвестиций, тяжело оценить количественно. Согласно американским стандартам отчетности, затраты на НИОКР относят к текущим расходам, тогда как международные стандарты бухгалтерского учета N38 [International Accounting Standards Board, 2004] предписывают капитализацию затрат на НИОКР, если они соответствуют определенным критериям.

Решение о классификации расходов на НИОКР влияет на прибыльность компании. Фирмы, которые относят НИОКР к капитальным расходам, показывают более плавную динамику ROE в долгосрочной перспективе. Компании, классифицирующие НИОКР как операционные расходы, напротив, будут иметь тенденцию к большому разбросу рентабельности собственного капитала. Учет НИОКР в качестве операционных расходов снижает как операционную, так и чистую прибыль компании. Такой метод учета также подразумевает, что расходы на НИОКР не создают активы. Патенты, полученные в результате проведенных внутренних исследований, не будут отображаться на балансе компании в качестве активов. Патенты, приобретенные компанией у третьих лиц, напротив, могут классифицироваться как активы на балансе. Такое противоречие в учете патентов предоставляет поле для манипуляций фирмам с большими затратами на НИОКР. Асват Дамодаран в своем исследовании, посвященном оценке прибыльности затрат на научные разработки, говорит о том, что, что расходы на НИОКР следует капитализировать, вычитая их из налогооблагаемой базы [Damodaran, 1999]. Он также утверждает, что затраты на исследования и разработки создают активы, которые подлежат амортизации. Эффект такой реклассификации на финансовые коэффициенты будет варьироваться для разных компаний. В фирмах, где затраты на исследования показывали быстрый рост, капитализация расходов на НИОКР приведет к значительному увеличению операционной прибыли и рентабельности капитала. В компаниях с более стабильным уровнем затрат на исследования капитализация расходов на НИОКР может снизить рентабельность капитала.

 Во многих странах мира применяются инструменты налогового стимулирования НИОКР. Такая система характеризуется более высокой стабильностью, в отличие от прямых субсидий, и поэтому достаточно эффективна. Например, в России реализация НИОКР не подлежит обложению налогом на добавленную стоимость.

### Инновации

Инновации и НИОКР – это два термина, которые часто используются как взаимозаменяемые, но имеют разные значения. НИОКР так же, как и инновации, характеризует новизна. Принципиальная разница этих двух понятий заключается в масштабе. Инновация подразумевает некий грандиозный прорыв, качественный скачек в технологиях и продукте. НИОКР – периодические доработки и улучшения, которые зачастую значительно менее глобальны, но не менее значимы, чем инновации.

Потенциальное позитивное влияние инвестиций в НИОКР на будущую прибыль является результатом развития компетенций, позволяющих производить те же продукты с использованием новых усовершенствованных технологий, и компетенций, позволяющих компании создать совершенно новый продукт. Таким образом, инновации принято подразделять на продуктовые и процессные. Классическая модель Майкла Портера [Porter, 1980] выделяет три базовые конкурентные стратегии: минимизация издержек, дифференциация и фокусирование. В рамках данной концепции мы можем рассматривать процессные инновации как инструмент стратегии минимизации издержек, а продуктовые инновации как инструмент стратегии диверсификации.

В начале 1990-х годов ОЭСР обобщила результаты предыдущих исследований и разработала руководство, которое могло бы стать основой практики в области инноваций. Этот документ известен как руководство Осло 1992 года. Позднее Европейская комиссия поддержала инициативу ОЭСР, введя Community innovation survey (CIS). Это стало прорывом во многих отношениях. Во-первых, была предпринята первая масштабная попытка собрать сопоставимые на международном уровне показатели инновационных результатов деятельности. Во-вторых, данные были дезагрегированы. Исследование претерпело несколько редакций и охватило более 140 тысяч европейских компаний. CIS объединил в себе данные о затратах на разработку новых продуктов; факторах, препятствующих и способствующих инновациям; технологических сотрудничествах и союзах.

 Community innovation survey и руководство Осло предоставляют нам несколько важных выводов. Во-первых, инновации присутствуют во всех отраслях экономики, не ограничиваясь исключительно высокотехнологичными секторами. Так называемые низко-технологичные отрасли часто содержат высокую долю инновационных компаний и генерируют большие объемы продаж новых прорывных продуктов. Во-вторых, в разных отраслях и странах инвестиции в капитальное оборудование, связанное с внедрением новой продукции, являются наиболее значительной составляющей расходов на инновации. Также важно отметить, что во всех изученных странах и отраслях затраты на исследования и их результаты распределены ассиметрично – небольшая доля компаний генерирует большую долю инновационных результатов. Сотрудничество и кооперация широко распространены среди инновационных компаний.

### Интенсивность НИОКР

Пожалуй, наиболее важными задачами любого исследования являются сравнительный анализ и поиск неких закономерностей, причинно-следственных связей. Эффективное сравнение компаний с учетом различий в масштабах и валюте достигается за счет использования относительных показателей вместо абсолютных. Интенсивность НИОКР (R&D Intensity) широко используется аналитиками как некий индикатор вовлеченности компаний в исследования и разработки, в частности, для проведения сравнений между странами. Он рассчитывается как отношение затрат на НИОКР к выручке [Kayal, 2016]. Интенсивность НИОКР является одним из наиболее популярных показателей, поскольку он один из немногих объединяет в себе входные параметры (расходы на НИОКР) с непосредственным результатом (выручкой). Этот показатель в несколько иной модификации применяется членами ОЭСР для анализа технологических и научных достижений. Для расчета интенсивности НИОКР на уровне государства выручку заменяют на ВВП определенной страны. Интенсивность НИОКР используется в двух основных случаях. Во-первых, этот показатель применяется для характеристики и классификации отраслей: высоко и низкотехнологичных. Во-вторых, высокое соотношение инвестиций в НИОКР к ВВП в рамках государства принято считать индикатором технологического прогресса и стремления к новым открытиям.

Организация экономического сотрудничества и развития использует четырехступенчатую систему для классификации отраслей, в которой главным критерием является соотношения НИОКР к выручке (таблица 1):

Таблица 1 Классификация интенсивности НИОКР

|  |  |
| --- | --- |
| Тип отрасли | НИОКР/Выручка |
| Высокотехнологичные отрасли | > 5% |
| Средне-высокотехнологичные отрасли | От 3% до 5% |
| Средне-низкотехнологичные отрасли | От 0,9% до 3% |
| Низкотехнологичные отрасли | < 0,9% |

Источник: [Hirsch‐Kreinsen, Jacobson, Robertson, 2006]

 Однако, многие исследователи считают, что этот показатель отражает не только вовлеченность в НИОКР, но и отраслевую структуру старны, в которой проводятся исследования. Страна или регион с развитыми высокотехнологичными отраслями будет так или иначе обладать более высоким показателем интенсивности НИОКР, чем государство, сконцентрированное в основном на низкотехнологичных отраслях экономики. Такие структурные различия объясняют разницу между интенсивностью НИОКР в странах с большой и малой экономикой. Важно отметить, что внутри различных отраслей также наблюдается значительный разброс интенсивности НИОКР: часто можно встретить компании с высоким отношением инвестиций в НИОКР к выручке в низкотехнологичной отрасли и наоборот. Распределение интенсивности НИОКР обычно не является нормальным, а имеет тенденцию к правосторонней асимметрии [Chen, 2009].

## Теоретические модели

### Классическая теория инноваций Йозефа Шумпетера

Большинство современных моделей, описывающих затраты на реализацию НИОКР, так или иначе базируются на классической инновационной теории, истоки которой относятся к 1911 году. Йозеф Шумпетер в своей работе «Теория экономического развития» первым обратился к тематике инноваций [Шумпетер, 1982]. Автор ввел термин инновационной экономики, определив одну из важнейших задач государства – увеличение производительности с помощью инноваций. Шумпетер полагал, что сами по себе механизмы рынка не могут решить эту задачу.

Автор трактует инновации как изменения, нацеленные на внедрение новых продуктов, форм организации производства и рынков, делая особый акцент на экономическом аспекте перемен. Шумпетер объясняет инновацию через производственную функцию, утверждая, что изменение ее формы в сумме факторов порождает инновационный процесс. Инновация понимается автором как некое новое сочетание факторов производства, связанное с особым типом мышления предпринимателя-новатора. Инновации рассматриваются в разрезе следующих комбинаций: применение новых производственных процессов, новых типов материалов и сырья, внедрение новой техники, нововведения в организации работы, выход на новые рынки, разработка нового товара или существующего товара с новыми признаками.

Основным признаком инновации, как упоминалось ранее, является новизна. Но в данной концепции инновация понимается как отдельный фактор производства. Важнейшими инновациями являются внедрение новых производственных процессов и продуктов (процессные и продуктовые). Экономический подъём напрямую связан с появлением новых комбинаций производственных факторов. Базовые инновации, такие как паровой двигатель и электричество, становятся основой для создания более сложных технологий, вызывая вторичные инновации. Шумпетер рассматривает инновации через призму цикличности и непрерывной конкуренции старых технологий и продуктов с более современными.

### Таксономия Павитта

Одной из фундаментальных теоретических классификаций, описывающих отраслевые закономерности инвестирования в НИОКР, является таксономия Павитта [Pavitt, 1984]. Павитт предложил таксономию, которая подразделяет отрасли на две категории: ориентированные на продукты и на процессы. В качестве факторов были рассмотрены такие характеристики, как источник технологии, тип пользователей, цель и траектория инновации. В своей классификации автор выделил 4 категории фирм и поставил им в соответствие определенные виды НИОКР. Масштабно-интенсивные компании, производящие товары массового потребления, обычно используют процессные инновации. Специализированные поставщики – небольшие фирмы, создающие технологии для последующей продажи другим компаниям, фокусируются на продуктовых инновациях. Фирмы с преобладанием поставщиков, получающие доступ к инновациям путем покупки оборудования, фокусируются на использовании процессных инноваций. Среди научно-ориентированных фирм (в основном это фармацевтическая и компьютерная отрасли) существует баланс между двумя типами применяемых инноваций – продуктовыми и процессными.

 Такие закономерности могут быть обусловлены фундаментальными различиями во внешних условиях на отраслевом уровне, что, в свою очередь, приводит к неодинаковой отдаче от одного вида инноваций по сравнению с другим в разных отраслях. Работа Павитта была одной из первых, эмпирически доказавших важность наличия технологического разнообразия в экономике. Она также предоставила данные для разработки политики в сфере НИОКР для компаний, использующих различные технологические паттерны.

### Анализ НИОКР на основе концепции реальных опционов

Разработка новых продуктов является критически важным видом деятельности для большинства компаний. И все же для многих фирм расходы на НИОКР остаются «черным ящиком». Компании распределяют бюджетные средства без четкой стратегии, наблюдаемых показателей и мониторинга. Такой подход препятствует эффективному росту. Все больше организаций прибегает к использованию сложных финансовых инструментов, позволяющих произвести количественную оценку рисков и выбрать наиболее перспективные проекты.

Один из важных и часто применяемых количественных методов оценки эффективности затрат на НИОКР – концепция реальных опционов. А. В. Бухвалов в своей статье «Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему» определяет реальный опцион, как «возможность принятия гибких решений в условиях неопределенности» [Бухвалов, 2004]. Реальный опцион, в отличие от финансового, является виртуальным понятием: он нематериален и не может быть продан другой компании.

Инвестируя в НИОКР, компания сталкивается с неопределенностью. Расходы на НИОКР можно рассматривать в качестве платы за приобретение эксклюзивного права совершить вложение в реальные активы в будущем. Компании, которые вкладывают большие суммы в НИОКР, зачастую сталкиваются с затруднениями при оценке инвестиций, так как вознаграждение реализуется в форме неких будущих проектов. При этом существует вероятность, что после совершения вложений, разработанные проекты могут оказаться убыточными и неэффективными. На подобные расходы стоит смотреть, как на безвозвратные издержки. НИОКР повторяет характеристики колл-опциона: инвестиции в разработку соответствуют стоимости опциона, а продукты, которые могут быть разработаны в процессе – выплатам по опциону. В случае, если приведенная стоимость выплат превысит сумму первоначальных инвестиций, вознаграждение составит разность между этими величинами.

Обладатель опциона имеет право, но не обязательство на совершение неких действий с базовым активом. Менеджер компании, принимая во внимание новую поступающую информацию, может по-разному на нее реагировать. Например, проект можно остановить, тем самым избежав дальнейших потерь, или расширить его, если исследования успешны. Анализ различных возможностей реагирования и управленческая гибкость имеют центральное значение в рамках применения концепции реальных опционов к оценке проектов НИОКР.

 При прочих равных инвестиции в НИОКР должны обеспечивать более высокую ценность компаниям из отраслей, наиболее подверженных изменениям. Дисперсия выплат положительно коррелирует с ценностью колл-опциона [Дамодаран, 2005]. Кроме этого, оптимальный объем затрат на НИОКР будет меняться по мере прохождения этапов жизненного цикла отрасли. Например, в 1980-х годах компании фармацевтической отрасли активно инвестировали в НИОКР, извлекая высокую прибыль из новых продуктов с ростом затрат на здравоохранение. В 1990-е затраты на здравоохранение постепенно начали достигать плато, а отрасль вышла на стадию зрелости. Отдача от инвестиций в НИОКР снизилась, и компании начали сокращать расходы на исследования. Многие фирмы переориентировались на разработки в области биотехнологических продуктов, сопряженных с высоким уровнем неопределенности.

Широкое развитие концепции реальных опционов началось в 1980-х годах с внедрением новых подходов и инструментов для их использования в финансовом и стратегическом менеджменте. Важным аспектом концепции стало принятие решений в рамках неопределенности, гибкости управленческих решений и необратимости совершенных инвестиций. С распространением теории Блэка-Шоулза, популярность приобрела концепция принятия решений в риск-нейтральном мире. В рамках более поздних исследований классическая формула (1) Блэка-Шоулза доказала свою эффективность применительно к проектам НИОКР, позволив учесть преимущества их реализации [Брейли, Майерс, Аллен, 2018]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$C=\left[N\left(d\_{1}\right)\*P\right]-\left[N\left(d\_{2}\right)\*PV\left(EX\right)\right]$$ | (1) |
| $$d\_{1}=\frac{log⁡[\frac{P}{PV\left(EX\right)}]}{σ\sqrt{t}}+\frac{σ\sqrt{t}}{2}$$ | (2) |
| $d\_{2}=d\_{1}- σ\sqrt{t}$, | (3) |

где N(d) – это функция накопленной вероятности нормального распределения;

EX – цена исполнения (затраты на запуск успешного проекта по результатам НИОКР);

C – стоимость опциона (первоначальные инвестиции в НИОКР);

t – число лет до даты исполнения (период до следующей стадии принятия решения или срок реализации возможности, созданной в процессе НИОКР);

P – ценность базового актива (PV будущих денежных потоков от внедрения процесса или продукта, разработанного в рамках НИОКР);

Ϭ – волатильность ценности базового актива.

Ценность инвестиций в НИОКР в первую очередь определяется не непосредственными денежными потоками, поступившими в результате изначальных инвестиций, а будущими инвестиционными возможностями, появившимися благодаря совершенным вложениям. Таким образом ценность инвестиций в НИОКР формируется за счет двух основных факторов: ценность первоначального инвестиционного проекта и ценность новых возможностей, созданных благодаря этому проекту.

Обратимся к исследованию, опубликованному в 2018 году в Российском журнале менеджмента (A.V.Bukhvalov, A.E.Loukianova, E.D.Nikulin, V.L.Okulov, 2018). Методология исследования базируется на концепции реальных опционов. Авторы предлагают модель, которая объясняет размер инвестиций в НИОКР в больших зрелых корпорациях. Затраты на НИОКР в данной модели представлены как ценность реального опциона, предоставляющего компании право совершить инвестиции в реальные активы в будущем, тем самым обеспечив развитие бизнеса. Модель не делает различий между типами исследовательских проектов, которые могут быть реализованы в организации. Авторы рассматривают только большие зрелые компании в высокотехнологичных отраслях, предполагая, что все фирмы располагают бюджетом на потенциальные инвестиции в НИОКР, который не подвержен сильным изменениям во времени, а менеджеры способны оценить и выбрать портфолио проектов в риск-нейтральном мире для акционеров. Исследовательская модель описана в формуле 4:

|  |  |
| --- | --- |
| $$RDI\_{ind}=pm\_{ind}\*\left(e^{\overline{σ}\sqrt{\overline{T}}}-1\right)\*e^{-r\overline{T}}$$ | (4) |

Где $RDI\_{ind}$ – это отраслевая интенсивность НИОКР;

$pm\_{ind}$ – операционная рентабельность;

$\overline{T}$ – средняя длительность проекта НИОКР в отрасли;

$\overline{σ}$ – средняя волатильность ценности крупной компании в отрасли;

r – безрисковая ставка доходности.

Согласно модели отраслевые затраты на НИОКР определяются тремя основными факторами: средней операционной рентабельностью, средней волатильностью ценности крупной компании и средней длительностью проекта НИОКР в данной отрасли. Чтобы протестировать модель на актуальных данных, авторы использовали информацию отчета Европейского Союза об отраслевых инвестициях в НИОКР [Hernández, 2017]. Для каждой отрасли были вычислены интенсивность НИОКР и операционная рентабельность. Полученный эмпирический результат не противоречит предложенной модели. Авторы делают вывод, что данная модель может быть использована для объяснения отраслевых различий в инвестициях в НИОКР в крупных компаниях.

## Эмпирические исследования

### Исследования на уровне компании

Начнем анализ проведенных эмпирических исследований с блока работ, реализованных на уровне компании (таблица 2):

Таблица 2 Результаты эмпирических исследований на уровне компаний

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Автор и название** | **Страна и выборка** | **Год публикации** | **Вывод** |
| Henry GrabowskiThe Determinants of Industrial Research and Development: A Study of the Chemical, Drug, and Petroleum Industries | Компании из списка Fortune 500,1960 год  | 1968 | Наличие взаимосвязи между технологией (+), продуктовой диверсификацией (+), доступностью финансовых средств (+) и затратами на НИОКР  |
| Daniel Shefer, Amnon FrenkelR&D, firm size and innovation: an empirical analysis | 209 компаний, Израиль | 2005 | Наличие взаимосвязи между размером (-), уровнем экспорта (+), возрастом (-), долей работников в НИОКР (-) и инвестициями в НИОКР |
| Hsiang-Lan ChenBoard Capital, CEO Power and R&D Investment in Electronics Firms | Компании из отрасли электроники, представленные на Тайваньской фондовой бирже: 271 компания, 813 наблюдений | 2014 | Наличие взаимосвязи между управленческим капиталом совета директоров (уровень образования совета директоров, отраслевой опыт и связи) (+), властью CEO (+) и инвестициями в НИОКР |

Источник: составлено автором на основе [Grabowski, 1968; Shefer, Frenkel, 2005; Hsiang-Lan 2014]

Большинство проведенных исследований рассматривают проблему определения детерминант размера инвестиций в НИОКР на уровне отдельных организаций, изучая такие факторы, как размер компании, продуктовая диверсификация и структура капитала. Например, Генри Грабовски в своем исследовании детерминант инвестиций в НИОКР в химической, фармацевтической и нефтяной отраслях [Grabowski, 1968] предлагает следующую модель отраслевых инвестиций в НИОКР (формула 5):

|  |  |
| --- | --- |
| $$\frac{R\_{i,t}}{S\_{i,t}}=b\_{0}+b\_{1}P\_{i}+b\_{2}D\_{i}+b\_{3}\frac{I\_{i,t-1}}{S\_{i,t}},$$ | (5) |

Где $R\_{i,t}$ – это затраты на НИОКР компании i в период t;

$S\_{i,t}$ – это выручка компании i в период t;

$I\_{i,t-1}$ – это прибыль после налогообложения плюс расходы на амортизацию компании i в период t – 1;

$P\_{i}$ – это количество патентов, полученных на одного ученого или инженера, нанятого компанией i за предыдущие четыре года (1955 – 1959 гг.);

$D\_{i}$ – это индекс диверсификации компании i, рассчитанный как число отдельных пятизначных продуктовых классификаций, которые она производит;

$b\_{1}$, $b\_{2}$, $b\_{3}$ – положительные коэффициенты.

Объясняющая сила модели достаточно высокая для химической и фармацевтической отраслей ($R^{2}=0,63 $и 0,86 соответственно), но низкая для нефтяной отрасли ($R^{2}=0,29$). Результаты регрессионного анализа показали, что используемые технологии, продуктовая диверсификация и доступность финансовых средств в равной степени значимы при объяснении различий в интенсивности НИОКР. Уровень расходов на НИОКР в отрасли чувствителен к большому количеству инструментов фискальной государственной политики.

В статье 2005 года представлена модель, в которой НИОКР определяются такими характеристиками компании, как: размер, отраслевая принадлежность, уровень экспорта и возраст [Frenkel, 2005]. Эмпирическое исследование было проведено на основе данных, полученных из интервью с топ-менеджментом 209 промышленных компаний Израиля. В качестве инструментов исследования авторы использовали дисперсионный анализ, t-тест и множественную регрессию. В противовес более ранним работам [Fisher, Temin, 1973; Dosi, 1988], данное исследование показало наличие обратной взаимосвязи между размером фирмы и затратами на НИОКР для высокотехнологичных компаний. Для традиционных фирм статистически значимой взаимосвязи между размером фирмы и затратами на НИОКР установлено не было. Доля работников, задействованных в НИОКР, характеризуется обратной взаимосвязью с инвестициями в НИОКР в высокотехнологичных компаниях. Уровень экспорта монотонно увеличивается с увеличением размера компании, независимо от ее отрасли и расположения. В то же время уровень экспорта в высокотехнологичных компаниях значительно превышает экспорт среди группы традиционных компаний. Возраст фирмы имеет значимую, но отрицательную взаимосвязь с уровнем инвестиций в НИОКР: при прочих равных молодые фирмы более склонны инвестировать в НИОКР, чем опытные игроки рынка.

Другое исследование 2014 года [Chen, 2014] изучает взаимосвязь управленческого капитала, власти генерального директора и инвестиций в НИОКР на примере Тайваньских фирм. Данная работа опирается на теорию ресурсной зависимости, которая утверждает, что корпоративная стратегия компании связана с наличием доступа к определенным ресурсам. Совет директоров ответственен за эффективный мониторинг и предоставление ресурсов, так как он обеспечивает легитимность и репутацию, советы и консультацию, каналы связи компании с внешними организациями. Соответственно, управленческий капитал совета директоров может объяснять решения об инвестировании в НИОКР, требующие эффективного руководства. Результаты эмпирического исследования показали наличие прямой взаимосвязи между уровнем образования членов совета директоров, их опытом работы в отрасли, социальным капиталом и инвестициями в НИОКР. Исследование также показало, что присутствие влиятельного генерального директора побуждает других членов совета директоров более активно делиться ресурсами и знаниями, тем самым усиливая возможности фирмы в сфере НИОКР.

### Исследования на уровне отрасли

В таблице 3 приведены результаты эмпирических исследований, посвященных поиску отраслевых детерминант величины инвестиций в НИОКР:

Таблица 3 Результаты эмпирических исследований на уровне отрасли

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Автор и название** | **Страна и выборка** | **Год публикации** | **Вывод** |
| A.V.Bukhvalov, A.E.Loukianova, E.D.Nikulin, V.L.OkulovA real options model for analysis of industrial R&D expenditures  | 1833 компании из развивающихся стран, 25 отраслей | 2018  | Наличие взаимосвязи между инвестициями в НИОКР на уровне отрасли, средней операционной рентабельностью, средней волатильностью ценности крупной компании и средней длительностью проекта НИОКР в данной отрасли |

Продолжение таблицы 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| F. M. SchererConcentration, R&D, and Productivity Change | США, данные Федеральной торговой комиссии, 443 корпорации | 1983 | Наличие взаимосвязи между рыночной концентрацией (+), инвестициями в НИОКР (+) и продуктивностью компании  |

Источник: составлено автором на основе [Bukhvalov, Loukianova, Nikulin, Okulov, 2018; Scherer 1983]

Отраслевых исследований, посвященных данной проблематике, достаточно мало. Так, уже упомянутая ранее модель А. В Бухвалова, В. Л. Окулова, Е. Д. Никулина и А. Е. Лукьяновой была проверена на выборке из 1833 компаний, оперирующих в 25 отраслях экономики. Анализ показал наличие взаимосвязи между инвестициями в НИОКР, средней операционной рентабельностью, средней волатильностью ценности крупной компании и средней длительностью проекта НИОКР. Однако, валидация была осуществлена на основе данных только за один год, что не может гарантировать достаточную достоверность полученных результатов.

Более раннее исследование 1983 года [Scherer, 1983] рассматривает взаимосвязь между рыночной концентрацией, инвестициями в НИОКР и ростом продуктивности компании. Данная работа основывается на исследовании Грира и Роудса [Greer, 1976], показавшем наличие положительной статистически значимой взаимосвязи рыночной концентрации и роста продуктивности в рамках трех подвыборок, покрывающих различные отрасли и периоды времени. Шерер предлагает новые теоретические предпосылки, объясняющие найденную взаимосвязь. Чем более концентрирована отрасль, тем больше будут доли ее основных игроков. Большая рыночная доля подразумевает большую экономию затрат за счет НИОКР, предполагая, что реализация и лицензирование НИОКР для конкурентов либо непривлекательны, либо сопряжены с высокими транзакционными издержками. При прочих равных компания, способная присвоить большую долю прибыли, имеет более сильный стимул для инвестирования в НИОКР. Автор делает вывод, что более высокая рыночная концентрация приводит к росту инвестиций в НИОКР, что в свою очередь увеличивает производительность компании.

### Исследования на уровне страны

В данном блоке обратимся к исследованиям, изучающим детерминанты инвестиций в НИОКР на страновом уровне (таблица 4):

Таблица 4 Результаты эмпирических исследований на уровне страны

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Автор и название** | **Страна и выборка** | **Год публикации** | **Вывод** |
| Ashraful Alam, Moshfique Uddin, Hassan Yazdifar,Institutional determinants of R&Dinvestment: Evidence from emerging markets  | 664 компании, 20 развивающихся стран | 2019 | Наличие взаимосвязи между институциональными факторами (эффективность правительства (+), верховенство права (+), качество системы регулирования (+), коррупция (-), политическая нестабильность(-) и размером инвестиций в НИОКР |
| Eric C. WangDeterminants of R&D investment: The Extreme-Bounds-Analysis approach applied to 26 OECD countries | 26 стран ОЭСР | 2009 | Наличие взаимосвязи между долей граждан с высшим образованием (+), числом ученых (+), притоком иностранных инвестиций (-) и размером затрат на НИОКР |

Источник: составлено автором на основе [Alam, Uddin, Yazdifar, 2019; Wang 2009]

Первая приведенная работа [Alam, 2019] фокусируется на изучении институциональных факторов и их роли в определении инновационного потенциала страны. Результаты проведенного эмпирического исследования подтверждают, что в развивающихся странах макросреда оказывает значительное влияние на инвестиции компаний в НИОКР. Авторы использовали обобщенный метод моментов для анализа панельных данных о 664 компаниях из 20 развивающихся стран за период с 2006 по 2013 год. Согласно результатам исследования, эффективность правительства, верховенство права и качество системы регулирования имеют положительное влияние на инвестиции в НИОКР на развивающихся рынках, тогда как коррупция и политическая нестабильность оказывают отрицательный эффект на инвестиции в НИОКР. Проведенный анализ чувствительности показал, что наиболее важным среди изученных институциональных факторов является коррупция. Далее следуют качество системы регулирования, эффективность правительства, верховенство права и политическая нестабильность соответственно. Результаты данного исследования демонстрируют, что привлечения большего количества инвестиций в НИОКР на страновом уровне можно добиться, обеспечив стабильную институциональную среду. Макроэкономические факторы имеют более важное значение в объяснении долгосрочной динамики изменений, чем факторы, действующие на уровне компании, а также являются более экономически эффективными с точки зрения внедрения.

Выводы, представленные авторами, совпадают с позицией Всемирной организации интеллектуальной собственности, ведущей рейтинг самых инновационных стран. Представители организации полагают, что для эффективного развития НИОКР государству необходимо не только напрямую инвестировать в человеческий капитал и научные разработки, но и создавать благоприятную политическую и социальную среду, развивать инфраструктуру и бизнес, уделять внимание образованию населения.

Другое исследование делает особый акцент на роли защиты патентного права, передачи технологий между странами путем торговли и совершения прямых иностранных инвестиций, а также экономического роста государства в дополнение к фактору накопления человеческого капитала и количеству ученых [Wang, 2009]. Авторы использовали анализ крайних границ, изучив данные с 1996 по 2006 год из 26 стран ОЭСР. Результаты исследования показали, что высшее образование и доля ученых в стране положительно влияют на интенсивность НИОКР. Приток иностранных технологий оказывает негативное влияние на национальные инвестиции в НИОКР. Защита патентных прав и темпы роста доходов населения не показали устойчивой связи с размером инвестиций в НИОКР в рамках данного исследования.

## Практика реализации проектов НИОКР в компаниях разных отраслей

В современном мире многие компании инвестируют большие суммы денег в НИОКР. Постоянные инновации необходимы для поддержания конкурентной рыночной позиции и удовлетворения изменчивого спроса. Мировые инвестиции в НИОКР достигают огромных масштабов. Только в 2019 году компании по всему миру потратили 2,3 триллиона долларов на НИОКР, что эквивалентно примерно 2 процентам мирового ВВП [Brennan, 2020]. Научные разработки приобретают все большее значение: в течение последних 10 лет инвестиции в инновации ежегодно росли примерно на 4%. При этом, согласно современным исследованиям, от 40% до 90% проектов НИОКР полностью или частично заканчиваются провалом [Rhaiem, 2019].

Большие затраты на НИОКР должны выглядеть неоправданными для акционеров компаний, поскольку сами по себе такие инвестиции не создают ценности. Расходы на НИОКР теоретически имеют отрицательную чистую приведенную ценность. Они относятся к постоянным непроизводственным затратам и, уменьшая прибыль, должны со временем снижать рыночную капитализацию компании. Практика бизнеса показывает, что в долгосрочной перспективе инвестиции в НИОКР, напротив, улучшают финансовые результаты компаний. Пол Ромер стал обладателем нобелевской премии по экономике в 2018 году за интеграцию инноваций в макроэкономический анализ, доказав, что инвестиции в НИОКР – необходимый элемент экономического прогресса государства. Тем не менее, многочисленные учебники по бухгалтерскому учету, менеджменту, планы национального бюджета по-прежнему классифицируют инвестиции в НИОКР как дискреционные расходы, которые могут быть урезаны или полностью устранены в краткосрочной перспективе, не влияя на текущий доход компании.

В крупных компаниях затраты на НИОКР могут составлять значительную долю годовой выручки. Отраслевые лидеры зачастую вовлечены в научно-исследовательскую активность на постоянной основе. Внутри отдельных отраслей размер инвестиций также варьируется от компании к компании. Компании-лидеры располагают уникальными ресурсами и большими бюджетами для финансирования новых разработок. Небольшие компании могут отдавать предпочтение стратегии приобретения патентов, тем самым снижая свои расходы на НИОКР. Таким образом, сравнение инвестиций разных компаний в НИОКР является комплексным и подвержено влиянию большого числа факторов.

Уровень инвестиций в НИОКР значительно зависит от отраслевой принадлежности компании. Например, IT-компании продемонстрировали впечатляющий рост инвестиций в последние годы (рисунок 1):



Рисунок 1 Отраслевая динамика затрат на НИОКР

Источник: [The 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, 2020]

Если взглянуть на общую картину отраслевых расходов на НИОКР, можно проследить положительную динамику, связанную с ростом инвестиций в НИОКР. На 4 отрасли, характеризующиеся растущими затратами – вычислительная техника и электроника, здравоохранение, автомобилестроение, программное обеспечение и интернет – приходится 76% общих расходов на НИОКР.

Можно предположить, что инвестиции в НИОКР являются экономически более значимыми для IT-компаний, чем для компаний реального сектора. Например, в 2017 году такие известные цифровые компании, как Facebook и Alphabet, вложили в НИОКР 19% и 15% выручки соответственно. Инвестиции цифровых компаний в исследования могут превышать 50% от их доходов. Так, в 2013 году Twitter потратил 76% своих доходов на НИОКР. Мы можем наблюдать яркий контраст относительно компаний из других отраслей: в 2017 году General Motors инвестировала 2% дохода в НИОКР, Walmart – 0%, Tesla – 12% [Govindarajan, 2109].

Интересно проследить динамику инвестиций в НИОКР в сравнении с выручкой компаний. Из графика, представленного в отчете Европейского Союза об отраслевых инвестициях в НИОКР (рисунок 2), видно, что четкий характер взаимосвязи определить невозможно. Так, например, в 2014 году выручка мировых компаний резко упала, но расходы на НИОКР при этом выросли по сравнению с предыдущим периодом. В 2017 году, напротив, рост выручки сопровождался ростом затрат на НИОКР. Взаимосвязь этих двух параметров представляет исследовательский интерес в рамках изучаемой проблематики.



Рисунок 2 Динамика инвестиций в НИОКР и выручки в мировых компаниях с 2011 по 2019 гг.

Источник: [The 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, 2020]

Полноценный анализ современных тенденций и практики инвестирования в НИОКР невозможен без обращения к кризисной ситуации, вызванной вирусом COVID-19. Мы все еще находимся в периоде неопределенности, связанном с пандемией, но уже сейчас заметны некоторые закономерности. Чтобы провести аналогию, обратимся к одной из наиболее масштабных кризисных ситуаций последних лет – глобальному финансовому кризису 2008 года. Инвестиции компаний в НИОКР в этот период носили проциклический характер, ввиду введенных финансовых ограничений. Также важно отметить, что в кризисный период крупные компании внедряли процессные инновации более активно, чем небольшие фирмы. Продуктовые инновации реализовывались большими и маленькими предприятиями в равном соотношении. Расходы на НИОКР в этот период были более устойчивы к кризису, чем общая экономическая активность. Из-за быстрого сокращения ВВП относительно затрат на НИОКР в период кризиса интенсивность НИОКР в странах Европейского союза увеличилась до 2,01% от ВВП в 2009 году. Бюджет на НИОКР в странах ЕС в этот период увеличился на 0,03%-0,74%. Можно заключить, что компании Европейского союза считали НИОКР приоритетной деятельностью в период кризиса.

Кризис, вызванный COVID-19, имеет два важных сходства с финансовым кризисом 2008 года. Во-первых, оба события представляют собой экзогенный шок, а не этап, связанный с колебанием бизнес-цикла. Во-вторых, оба кризиса характеризуются резким падением ликвидности: кризис 2008 года сопровождался сокращением доступности финансирования, кризис 2020 года – сокращением товарооборота. Финансовые ограничения подталкивают компании к принятию быстрых стратегических решений относительно потенциальных направлений экономии. Исследования показывают, что организации, продолжавшие инвестировать в НИОКР в период кризиса 2008 года, сумели поддержать конкурентоспособность за счет повышения эффективности, легкой адаптации к изменениям потребностей потребителей и требований поставщиков, усиления организационной устойчивости [Flammer, Ioannou, 2015]. Это также подтверждается публикацией в Международном журнале малого бизнеса: анализ, проведенный на базе Европейских фирм, показал, что неинновационные компании понесли наиболее значительные убытки по время экономического кризиса [Spescha, 2019]. Инновации, основанные на НИОКР, обеспечивают более надежную защиту от экономических кризисов: компании, инвестирующие в разработки, характеризуются более стабильным ростом, чем компании-инноваторы, не развивающие НИОКР [Laursen, 2006].

 Существуют свидетельства, позволяющие предположить, что прошлый опыт осуществления инновационной деятельности в периоды экономического спада укрепляет способность компании инвестировать в НИОКР во время новых кризисов [Amore, 2015]. В рамках проведенного эмпирического анализа автор находит доказательства положительного влияния инновационной активности фирм в период рецессии начала 1980-х годов на инвестирование в НИОКР во время последующих экономических спадов. Эти данные могут свидетельствовать о наличии эффекта организационного обучения и о следовании предыдущим успешным стратегиям при наступлении кризиса. Таким образом, мы можем ожидать увеличение инновационной активности компаний в посткризисный период.

## Постановка проблемы и исследовательских гипотез

Исходя из обзора литературы, представленного выше, в целях определения детерминант отраслевых инвестиций в НИОКР были сформулированы основные исследовательские гипотезы.

#### Операционная рентабельность в отрасли

Интуитивно мы можем предположить, что реализация НИОКР, направленная на создание новых продуктов и улучшение процессов, ведет к увеличению прибыли компании в долгосрочной перспективе. При условии, что операционная прибыль является основным источником финансирования исследований и разработок, этот показатель будет иметь прямую взаимосвязь с объемом инвестиций компании в НИОКР. Данное предположение подтверждается исследованием, определяющим инвестиции в НИОКР на основе концепции реальных опционов [Bukhvalov, Loukianova, Nikulin, Okulov, 2018]. С другой стороны, слишком большие расходы на НИОКР могут снизить прибыль, не гарантируя при этом успешного результата. Для проверки данного предположения можно сформулировать следующую исследовательскую гипотезу:

**Н1:** существует прямая взаимосвязь между операционной рентабельностью в отрасли и объемами инвестиций компаний в НИОКР.

#### Выручка

Компании с высокой выручкой обладают большей финансовой свободой. Высокие обороты позволяют варьировать денежные потоки и вкладывать заработанные средства в развитие инновационных проектов. Исходя из этого, можно предположить, что:

**Н2:** в среднем при прочих равных с ростом выручки в отрасли увеличивается интенсивность НИОКР.

#### Рыночная концентрация

Шумпетер [Schumpeter, 1942] утверждал, что крупные компании, оперирующие на высококонцентрированном рынке, являются одним из самых сильных двигателей прогресса. Автор определяет монополистическую прибыль как действенный способ накопления денежных средств для инвестирования в НИОКР. Монополист может располагать факторами производства, недоступными конкурирующим игрокам. Низкоконкурентный рынок, с другой стороны, может провоцировать появление неподходящей организационной структуры и менее производительной технологии, что по мнению автора является неэффективным в контексте стимулирования инноваций. Компания-монополист в данном случае обладает средствами и стимулом наращивать объемы НИОКР. Исследование Шерера, рассмотренное выше, [Scherer, 1983] также постулирует наличие взаимосвязи между рыночной концентрацией и объемом инвестиций в НИОКР. Существует и противоположная точка зрения: Адам Смит утверждал, что экономическое развитие стимулируется именно свободной конкуренцией [Смит, 2019]. Таким образом, чтобы проверить данное утверждение, протестируем соответствующую исследовательскую гипотезу:

**Н3:** существует прямая взаимосвязь между рыночной концентрацией в отрасли и объемами инвестиций в НИОКР.

#### Волатильность ценности фирмы

Как упоминалось в представленном выше обзоре литературы, инвестиции в НИОКР можно рассматривать как реальные опционы. В таком случае с ростом волатильности повышается неопределенность, что в свою очередь, обуславливает рост ценности такого опциона. Чем более высокое значение принимает этот параметр, тем вероятнее, данный инвестиционный проект принесет выгоду. Исходя из этого можно предположить, что:

**Н4:** между стандартным отклонением ценности фирмы и интенсивностью НИОКР есть прямая взаимосвязь.

#### Рентабельность собственного капитала

Для анализа операционной эффективности компаний используются финансовые индикаторы, позволяющие реализовывать сравнение не только на уровне фирмы, но и на отраслевом уровне. Одним из наиболее часто применяемых показателей является рентабельность собственного капитала. Он отражает эффективность использования капитала, принадлежащего собственникам. Поскольку инвестирование в НИОКР требует управленческой экспертизы и опыта, а также наличия свободных средств, можно сформулировать исследовательскую гипотезу:

**Н5:** рост рентабельности собственного капитала положительно влияет на интенсивность НИОКР.

### Выводы по главе 1

Проанализировав различные российские и зарубежные исследования на трех уровнях: уровне компании, отраслевом и страновом, можно увидеть, что единое мнение относительно детерминант инвестиций в НИОКР отсутствует. Большинство изученных работ были изданы в прошлом столетии, что значительно снижает их актуальность в рамках современной повестки. Возвращаясь к проблематике данного исследования, заостренной на теме отраслевых инвестиций в НИОКР, были выделены показатели, которые я считаю важным использовать в дальнейшем анализе. На их основе сформулированы основные исследовательские гипотезы:

**Н1:** существует прямая взаимосвязь между операционной рентабельностью в отрасли и объемами инвестиций компаний в НИОКР;

**Н2:** в среднем при прочих равных с ростом выручки в отрасли увеличивается интенсивность НИОКР;

**Н3:** существует прямая взаимосвязь между рыночной концентрацией в отрасли и объемами инвестиций в НИОКР;

**Н4:** между стандартным отклонением ценности фирмы и интенсивностью НИОКР есть прямая взаимосвязь;

**Н5:** рост рентабельности собственного капитала положительно влияет на интенсивность НИОКР.

Для реализации исследования я буду использовать регрессионный анализ по панельным данным, а также отдельные отраслевые регрессионные модели. В число исследуемых факторов войдут такие переменные, как стандартное отклонение ценности фирмы в отрасли, что позволит принять во внимание описанную в первой главе концепцию реальных опционов. Данная концепция имеет важное значение, поскольку она учитывает комплексную природу проектов в сфере НИОКР, их рискованность и уникальную гибкость в принятии решений.

# ГЛАВА 2. ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕТЕРМИНАНТ ИНТЕНСИВНОСТИ НИОКР НА ОТРАСЛЕВОМ УРОВНЕ

## 2.1 Формирование выборки

Для исследования взаимосвязи отраслевой принадлежности компаний и расходов на НИОКР были использованы данные отчета Европейского Союза об инвестициях в НИОКР за период с 2004 по 2020 год [Hernández, 2020]. В 2004 году была опубликована первая версия отчета, включающая информацию о 500 компаниях. Более поздние версии содержат данные о деятельности 2500 компаний из различных секторов экономики. Использование информации за такой продолжительный период может позволить выявить некоторые закономерности и циклические составляющие динамики, что особенно интересно проследить в рамках исследования. Влияние кризиса, вызванного пандемией COVID-19, не отражено в исследовании, поскольку в последней версии отчета за 2020 год использованы данные, относящиеся к докризисному периоду.

 Данные для анализа получены из годовых отчетов организаций и докладов Bureau van Dijk – аналитической компании Moody’s. В отчетах содержится информация о компаниях, вложивших наиболее крупные суммы в исследования и разработки по всему миру. Например, общий объем инвестиций в НИОКР организаций, упомянутых в отчете за 2020 год, соответствует примерно 90% мировых расходов на исследования, финансируемых бизнесом. Общая сумма инвестиций в НИОКР всех рассмотренных компаний в 2019 году составила 904,7 миллиардов евро, что на 8,9% выше, чем годом ранее.

Инвестиции в НИОКР, описанные в отчете, финансируются компаниями самостоятельно. Они не включают исследования, которые производятся на контрактной основе в пользу государства или других организаций. Методология также учитывает бухгалтерские различия в учете НИОКР, присущие разным компаниям. Инвестиции в НИОКР включают разработки, классифицированные, как операционные расходы, а также капитализированные затраты на НИОКР за вычетом амортизации. Географическое распределение компаний основано на локации их головного офиса. Это означает, что использованные данные не учитывают фактическое место проведения НИОКР. Распределение компаний по отраслям реализовано на основе международного стандарта “Industry classification benchmark” [Russel, 2018]. Отраслевые данные о волатильности ценности фирм и рентабельности собственного капитала были получены из годовых отчетов А. Дамодарана [Damodaran, 2021].

В выборке представлены компании из 46 различных отраслей [[приложение 1](#_Приложение_1._Отраслевая)]. Из перечня изучаемых фирм были исключены все финансовые, страховые компании и банки. Наибольшие доли в общей выборке занимают такие отрасли, как: фармацевтика и биотехнологии (12,79%), программное обеспечение и компьютерные сервисы (12, 28%) и технологическое оборудование (8,87%). Отраслевая классификация, использованная в отчете, была несколько изменена: некоторые отрасли были агрегированы в укрупненные, чтобы соотнести два источника данных: отчет Европейского Союза и информацию об отраслевых коэффициентах из таблиц А. Дамодарана.

С учетом описанных ограничений после очистки данных от аномальных наблюдений в выборку попали 28047 компаний. Данные по соответствующим компаниям были агрегированы согласно их отраслевой принадлежности. Показатели по отдельным отраслям были получены путем нахождения среднего арифметического значения по всем компаниям соответствующего сектора, представленным в отчете. Такой метод вычисления отраслевых показателей предполагает некое смещение в сторону небольших компаний. Однако, если принять во внимание методологию составления отчета, на базе которого реализовано исследование, данное ограничение станет менее значимым. Использованные данные включают информацию о наиболее крупных мировых компаниях, активно инвестирующих средства в научные разработки. Таким образом, можно предположить, что их размеры будут сопоставимы.

Существенным критерием для составления сбалансированного массива панельных данных стало наличие информации о необходимых показателях за весь период исследования. Итоговая выборка содержит информацию о 22 отраслях экономики за 17 периодов: с 2003 по 2019 год. Наибольшие доли в выборке занимают компании из отрасли электронного оборудования (19,09%), фармацевтики и биотехнологий (14,02%) и сектора инфраструктуры (12,75%).

Что касается географической структуры выборки, она охватывает 54 страны [[приложение 2](#_Приложение_2._Географическая)]. 37,7% наблюдений в выборке соответствуют компаниям из США, второе место занимает Япония (17, 56%), третье – Китай (10,29%). В выборку вошли всего 40 компаний из России, что составляет 0,14% от общего числа наблюдений. С помощью инструментария программы Microsoft Power BI данные были визуализированы в виде графика, где размер инвестиций компании в НИОКР представлен кругом (рисунок 3). Чем больше площадь круга, тем больше компании из этой страны инвестировали в НИОКР в данном периоде:



Рисунок 3 Размер инвестиций в НИОКР в компаниях разных стран

Источник: составлено автором на основе [The 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard]

 Из рисунка 3 видно, что существует общемировой тренд к росту затрат на исследования. По размерам инвестиций в научные разработки в последнем десятилетии топ три страны включают США, Китай и Германию.

Другой формат визуализации данных, представленный на рисунке 4, позволяет наглядно увидеть, с какой интенсивностью разные страны инвестируют в научные разработки. Яркость цвета, которым окрашена территория той или иной страны, на данном графике соответствует размеру затрат на НИОКР. Нетрудно заметить, что Америка является безусловным лидером в отношении вложений в научные исследования.



Рисунок 4 Географическое распределение затрат на НИОКР: интенсивность НИОКР соответствует яркости цвета, которым окрашена территория государства

Источник: составлено автором на основе [The 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard]

Как видно из рисунка 5, мировые инвестиции в НИОКР показывают стабильный рост. Исключение составляет только 2009 год, как период, связанный с началом выхода из финансового кризиса, когда затраты на НИОКР снизились на 12,77%. В последующий 2010 год произошел резкий скачок инвестиционной активности. Затраты на НИОКР в 2019 году превысили соответствующее значение 2003 года в 4,7 раз. Общая динамика мировых инвестиций в НИОКР отражает постепенный рост затрат на исследования и разработки.

Рисунок 5 Динамика мировых инвестиций в НИОКР

Источник: [расчеты автора]

В рамках отраслевого среза положительный тренд, связанный с ростом затрат на исследования, также присутствует. Ключевыми инвесторами в 2019 году стали компании фармацевтического сектора, отрасли технологического оборудования, информационных технологий и автомобилестроения [[приложение 3](#_Приложение_3_Отраслевые)].

На основе данных об операционной марже прибыли и стандартном отклонении ценности фирм разных отраслей была составлена карта стратегических групп (рисунок 6). Размер круга на данном графике обозначает интенсивность НИОКР в отрасли.

Рисунок 6 Карта стратегических отраслевых групп: размер круга соответствует интенсивности НИОКР в отрасли

Источник: [расчеты автора]

 Из рисунка 6 видно, что отрасли, инвестирующие наиболее крупные суммы в исследования и разработки, сконцентрированы в центральной части графика. Значения интенсивности НИОКР у отраслей, расположенных на боковых краях горизонтальной оси относительно небольшие. Кроме того, наиболее НИОКР-интенсивные отрасли характеризуются положительным значением маржи операционной прибыли. Возможно, существует прямая взаимосвязь между операционной рентабельностью и интенсивностью НИОКР. Данный график также позволяет определить некие обобщенные стратегические отраслевые группы. Так, например, отрасль информационных технологий и оборонная промышленность, химическая и деревообрабатывающая отрасли являются сходными по ряду параметров. Можно предположить, что размер инвестиций в исследования и разработки в этих отраслевых группах будет определяться схожим набором детерминант.

## Методология исследования

Первым шагом в реализации исследования стала идентификация переменных, которые войдут в регрессионную модель. В основу исследовательской работы легла модель, представленная ниже [Bukhvalov, Loukianova, Nikulin, Okulov, 2018]:

|  |  |
| --- | --- |
| $$RDI\_{ind}=pm\_{ind}\*\left(e^{\overline{σ}\sqrt{\overline{T}}}-1\right)\*e^{-r\overline{T}}$$ | (6) |

Где $RDI\_{ind}$ – это отраслевая интенсивность НИОКР;

$pm\_{ind}$ – операционная рентабельность;

$\overline{T}$ – средняя длительность проекта НИОКР в отрасли;

$\overline{σ}$ – средняя волатильность ценности крупной компании в отрасли;

r – безрисковая ставка доходности.

Из данной модели были взяты такие переменные, как интенсивность НИОКР, операционная рентабельность и средняя волатильность ценности компании в отрасли. Переменную, отражающую среднюю отраслевую длительность проекта, решено было исключить, так как она варьируется незначительно [Ker, 2013]. Кроме того, в модель были включены несколько дополнительных переменных из отчета Европейского Союза об инвестициях в НИОКР. В таблице 5 приведено описание использованных в модели переменных:

Таблица 5 Описание переменных

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Переменная** | **Название** | **Пояснение** |
| Интенсивность НИОКР | av\_RD\_intensity | Средняя интенсивность НИОКР в отрасли i за год t (интенсивность НИОКР определяется как отношение затрат на научные разработки к выручке компании)  |
| Маржа операционной прибыли | av\_profit\_margin | Средняя операционная маржа прибыли в отрасли i за год t (операционная маржа определяется как отношение операционной прибыли к выручке компании) |
| Выручка в расчете на одного сотрудника | av\_sales\_per\_emp | Среднее по отрасли отношения выручки к количеству сотрудников в отрасли i за год t |
| Индекс Херфиндаля-Хиршмана | HHI | Индикатор, который используется для определения степени монополизации в отрасли. Рассчитывается данный показатель путем сложения квадратов долей продаж компаний в отрасли i за год t |
| Стандартное отклонение ценности фирмы | std\_dev\_in\_firm\_value | Стандартное отклонение ценности компаний в отрасли i за год t по данным А. Дамодарана [Damodaran, 2021] |
| Рентабельность собственного капитала | ROE | Рентабельность собственного капитала в отрасли i за год t по данным А. Дамодарана [Damodaran, 2021] |

Источник: [расчеты автора]

Первоначальная выборка включала в себя данные о 2500 компаниях за 17 лет. После очищения данных от выбросов с помощью функции «hadimvo» количество наблюдений составило 28047. Следующим шагом стало усреднение и агрегирование соответствующих показателей по отраслевому признаку. Массив затем был организован в формате панельных данных. Таким образом, регрессионная модель приняла вид:

|  |  |
| --- | --- |
| $$\overbar{RDintensity}\_{it}= β\_{0}+β\_{1}\overbar{pm}\_{it}+β\_{2}\overline{^{sales}/\_{emp}}\_{it}+β\_{3}\overline{σ}\_{it}+β\_{4}HHI\_{it}+β\_{5}ROE\_{it}+ v\_{it}, i=1,…, 22;t=2003,…,2019$$ | (7) |

На следующем этапе была введена описательная статистика и проведена проверка на мультиколлинеарность. После этого была реализована оценка параметров многофакторной регрессионной модели по панельным данным. В рамках этого шага были построены регрессии со случайными эффектами, с детерминированными эффектами, а также сквозная. Заключительным этапом исследования стала идентификация модели, наилучшим образом описывающей данные, с помощью тестов Вальда, Бреуша-Пагана и Хаусмана и последующая интерпретация результатов.

## Описательная статистика переменных

В выборку вошли неоднородные по своим характеристикам и финансовым показателям отрасли. Проанализируем описательную статистику переменных, представленную в таблице 6:

Таблица 6 Описательная статистика переменных

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Переменная** | **Обозначение**  | **Среднее** | **Стандартное отклонение** | **Минимальное значение** | **Максимальное значение** |
| Интенсивность НИОКР, % | av\_RD\_intensity  | 8,817 | 13,168 | 0,222 | 85,767 |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Маржа операционной прибыли, % | av\_profit\_margin | 0,282 | 2,189 | -3,555 | 26,468 |
| Выручка в расчете на одного сотрудника, тысяч евро | av\_sales\_per\_emp | 0,701 | 1,073 | 0,011 | 14,677 |
| Индекс Херфиндаля-Хиршмана, относительные единицы | HHI | 0,157 | 0,153 | 0,012 | 1 |
| Стандартное отклонение ценности фирмы, относительные единицы | std\_dev\_in\_firm\_value | 0,445 | 0,209 | 0,081 | 1,276 |
| Рентабельность собственного капитала, % | ROE | 0,206 | 1,165 | -0,541 | 22,5 |

Источник: [расчеты автора]

Средняя интенсивность НИКОР составляет 8,817. При этом существует отрасль, в которой в определенном периоде интенсивность НИОКР превысила среднее значение более чем в 10 раз и составила 85,767. Маржа операционной прибыли и рентабельность собственного капитала, в отличие от других факторов, принимают как отрицательные, так и положительные значения. Среднее значение индекса Херфиндаля-Хиршмана составляет 0,157, что свидетельствует о преобладании умеренно-концентрированных рынков в выборке. При этом в нескольких периодах отрасль вспомогательных услуг характеризовалась чистой монополией (HHI=1).

## Проверка на мультиколлинеарность

Следующим шагом исследования стала проверка переменных на мультиколлинеарность. Для этой цели была построена корреляционная матрица, приведенная в [приложении 4](#_Приложение_4._Корреляционная). Согласно данной корреляционной матрице, между переменными нет сильной взаимосвязи, так как значения по модулю не превышают 70%. Обозначение «\*» соответствует уровню значимости p < 0,1. Также было реализовано дополнительное тестирование на мультиколлинеарность в STATA с помощью встроенной функции VIF. Результаты представлены в [приложении 5](#_Приложение_5._Проверка). Поскольку полученные значения VIF не превышают 8, мы можем сделать вывод об отсутствии мультиколлинеарности между переменными в модели.

## Выбор многофакторной регрессионной модели

На следующем этапе была проведена оценка параметров регрессионной модели по панельным данным. Использование панельных данных дает возможность учесть неоднородность выборки в исследовании. Такие модели ввиду большого числа наблюдений позволяют увеличить количество степеней свободы и ослабить зависимость между объясняющими переменными в модели. Это, в свою очередь, уменьшает величину стандартных ошибок. Кроме того, панельные данные являются отличным инструментом для наблюдения индивидуальных характеристик изучаемых объектов и их изменения во времени. Поскольку в модели все объекты наблюдаются одинаковое число временных периодов, она является сбалансированной и имеет вид:

|  |  |
| --- | --- |
| $$y\_{it}= α+ X\_{it}^{'}β+ v\_{it}, i=1,…,N;t=1,…,T$$ | (8) |

где i- номер отрасли;

t-время;

α - свободный член,

β - вектор коэффициентов размерности K×1;

$X\_{it}^{'}$ - вектор-строка матрицы K объясняющих переменных.

В нашем случае многофакторная регрессионная модель приняла вид:

|  |  |
| --- | --- |
| $$\overbar{RDintensity}\_{it}= β\_{0}+β\_{1}\overbar{pm}\_{it}+β\_{2}\overline{^{sales}/\_{emp}}\_{it}+β\_{3}\overline{σ}\_{it}+β\_{4}HHI\_{it}+β\_{5}ROE\_{it}+ v\_{it}, i=1,…, 22;t=2003,…,2019$$ | (9) |

Для корректной спецификации модели необходимо провести попарное сравнение модели сквозной регрессии, модели с детерминированными и со случайными индивидуальными эффектами.

На первом этапе была реализована оценка сквозной регрессии. Модель является значимой (P-value = 0 <0,05). R-sq при этом характеризуется достаточно маленьким значением (0,26). Это говорит об относительно низкой объясняющей силе модели.

Оценим регрессию «between», описанную с помощью усредненных по времени значений переменных. Оценка такой регрессии производится при помощи метода наименьших квадратов. Выбран уровень значимости, равный 0,05. В нашем случае модель явилась значимой с p-value, равной 0,000. Через R-sq обозначают возведенные в квадрат коэффициенты корреляции между оцененными и наблюдаемыми значениями зависимой переменной, заданные для каждой i-той отрасли в форме усредненных по времени значений. R-sq between показывает объясняющую силу модели. Величина R-sq between достаточно велика (0,8). Примерно 80% изменения зависимой переменной может быть объяснено с помощью выбранной линейной регрессионной модели. Это дает нам основания предположить, что модель выбрана «удачно». Изменение усредненных по времени показателей для каждой отрасли оказывает более значительное влияние на переменные, чем их колебания с течением времени относительно средних значений.

Следующим шагом была произведена оценка регрессии «within». Она представляет собой исходную модель многофакторной регрессии, переписанную с использованием отклонений от средних по времени значений. Регрессия «within» дает возможность избавиться от ненаблюдаемых индивидуальных эффектов в модели. Оценка модели производится при помощи метода наименьших квадратов. Построенная модель с детерминированными индивидуальными эффектами является значимой, p-value = 0,000 < 0,05 (таблица 9). О величине объясняющей силы данной модели следует судить по значению коэффициента детерминации. В данном случае он равен 0,256, что ниже соответствующего показателя по предыдущей регрессии. Отсюда можно сделать вывод, что в рамках нашей модели индивидуальные различия выражены сильнее, чем динамические. Теоретически это говорит о необходимости учета индивидуальных эффектов в модели, но данное предположение необходимо проверить с помощью статистических тестов.

Своего рода компромиссом между моделью с детерминированными эффектами и моделью сквозной регрессии является модель со случайными эффектами, поскольку она дает возможность ввести свою константу для каждого объекта выборки и учесть гетерогенность. Многофакторная модель регрессии со случайными эффектами также является значимой. При интерпретации оценки такой регрессионной модели не стоит опираться на показатель R-sq. О величине объясняющей силы модели можно судить по достаточно высокому значению статистики Вальда (125,83). Выражение corr(u\_i,X)= 0 (assumed), расположенное вверху таблицы, указывает на важную гипотезу, которая лежит в основе модели. Ненаблюдаемые случайные эффекты не должны быть коррелированны с регрессорами, иначе полученные оценки будут несостоятельными.

Перейдем к выбору наилучшей спецификации модели по панельным данным. Для этого проведем серию тестов попарного сравнения. Тест Вальда позволяет проверить гипотезу о том, что все индивидуальные эффекты равны нулю. Другими словами, основная гипотеза говорит о наличии индивидуальных детерминированных эффектов для всех объектов наблюдения. В рамках этого теста сквозную регрессию сравнивают с моделью с детерминированными эффектами. Согласно результатам теста Вальда p-value принимает значение меньше 0,05. Основная гипотеза в таком случае отвергается, и мы делаем вывод о том, что модель с детерминированными эффектами лучше описывает данные, чем сквозная регрессия.

Тест Бреуша-Пагана помогает проверить наличие случайных индивидуальных эффектов в модели. Он применяется для принятия решения о выборе между сквозной регрессией и моделью со случайными эффектами. P-value меньше 0,05, основная гипотеза отвергается ([приложение 6](#_Приложение_6._Результаты)). Модель со случайными эффектами предпочтительнее для работы с панельными данными, чем сквозная регрессия.

Завершающим шагом процесса выбора модели стало проведение теста Хаусмана, позволяющего сделать выбор между моделями со случайными и фиксированными эффектами. Поскольку P-value меньше 0,05, принимаем альтернативную гипотезу: модель с фиксированными эффектами лучше подходит для работы с панельными данными, чем модель со случайными эффектами ([приложение 7](#_Приложение_7._Результаты)).

Последовательное попарное сравнение трех вышеописанных моделей показало, что наиболее походящей для дальнейшего анализа является модель с детерминированными эффектами.

## Результаты эмпирического исследования

Многофакторная регрессионная модель с детерминированными эффектами является значимой. Результаты проведенного регрессионного анализа представлены в таблице 9. Объясняющая сила модели, выраженная через коэффициент детерминации R-sq within, равна 0,5612. Отметим, что наиболее сильно интенсивность НИОКР зависит от стандартного отклонения ценности фирмы, причем рост этого показателя приведет к падению интенсивности НИОКР.

Таблица 9. Результаты регрессионного анализа[[1]](#footnote-1)

|  |
| --- |
| N=374 |
| Prob > F = 0,0000 |
| R-sq = 0,2563 |
| R-sq within = 0,5612 |
| **Переменная** | **Коэффициент** | **P value** |
| av\_profit\_margin | 2,533 | 0,000\*\*\* |
| av\_sales\_per\_emp | 2,065 | 0,000\*\*\* |
| HHI | 3,0321 | 0,573 |

Продолжение таблицы 9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| std\_dev\_in\_firm\_value | -6,971 | 0,014\*\* |
| ROE | -0,361 | 0,459 |
| \_cons | 9,358 | 0,000\*\*\* |

Источник: [расчеты автора]

Переменные HHI и ROE являются незначимыми, так как p-value превышает пороговое значение 0,05. Незначимость коэффициента интерпретируется как отсутствие статистически значимого влияния индекса рыночной концентрации и рентабельности собственного капитала на интенсивность НИОКР. В поддержку этого утверждения можно привести утверждение Маркса, раскрывающее противоречивую природу монополизма и конкуренции. Автор говорит о том, что в реальной жизни мы встречаемся не только с монополией и конкуренцией, но также с их синтезом. Монополия порождает конкуренцию и наоборот [Маркс, 1960]. Инвестиции в НИОКР могут быть инструментом удержания и развития монополии на низко-конкурентном рынке, а также помогать компаниям увеличивать долю на растущих рынках с большим числом игроков.

Переменная av\_profit\_margin, характеризующая операционную рентабельность в отрасли, является значимой (P> |t| = 0,000 < 0,05). Коэффициент перед данной переменной положителен, таким образом, мы можем сделать вывод о наличии прямой взаимосвязи между операционной рентабельностью и интенсивностью НИОКР. Данный результат подтвердился во всех спецификациях модели. Повышение операционной рентабельности на 1 единицу в среднем при прочих равных приводит к увеличению интенсивности НИОКР на 2,53 единиц.

Переменная av\_sales\_per\_emp оказалась значимой на уровне 1%. Коэффициент перед этой переменной положителен (2,065), соответственно в среднем при прочих равных при увеличении выручки в расчете на 1 сотрудника на тысячу евро интенсивность НИОКР увеличивается на 2,065 единицы.

Переменная std\_dev\_in\_firm\_value значима на уровне 5% (P> |t| = 0,001 < 0,05). Коэффициент перед ней равен -6,97. Мы можем сделать вывод о наличии обратной взаимосвязи между стандартным отклонением ценности компаний и интенсивностью НИОКР. Соответственно, в среднем при прочих равных при увеличении стандартного отклонения интенсивность НИОКР снижается.

Проанализируем выдвинутые ранее исследовательские гипотезы:

**Н1:** существует прямая взаимосвязь между операционной рентабельностью в отрасли и объемами инвестиций компаний в НИОКР.

Предполагаемая взаимосвязь между операционной рентабельностью и интенсивностью НИОКР подтвердилась. Оценка параметра перед соответствующей переменной оказалась положительной. Можно заключить, что прямая взаимосвязь между операционной рентабельностью в отрасли и объемами инвестиций компаний в НИОКР существует.

**Н2:** в среднем при прочих равных с ростом выручки в отрасли увеличивается интенсивность НИОКР.

Данная гипотеза была подтверждена. Коэффициент перед переменной, описывающей среднюю выручку в расчете на одного сотрудника, положителен. Делаем вывод, что существует прямая взаимосвязь между выручкой, отнесенной к количеству работников в отрасли, и интенсивностью НИОКР.

**Н3:** существует прямая взаимосвязь между рыночной концентрацией в отрасли и объемами инвестиций в НИОКР.

Рассматриваемая гипотеза не подтвердилась. Соответствующая переменная оказалась незначима; можно сделать вывод о том, что концентрация отрасли не оказывает статистически значимого влияния на характер инвестиций в НИОКР.

**Н4:** между стандартным отклонением ценности фирмы и интенсивностью НИОКР есть прямая взаимосвязь.

Данная гипотеза не подтвердилась. Переменная оказалась значима, однако знак коэффициента отрицателен. Из этого следует вывод о наличии обратной взаимосвязи между стандартным отклонением и интенсивностью НИОКР. Возможно, это связано с тем, что компании зачастую не оценивают проекты в сфере НИОКР как реальные опционы. Напротив, высокая волатильность ценности фирмы и, соответственно, высокий риск может восприниматься как обстоятельство, препятствующее совершению новых инвестиций в разработки. Компании стремятся снизить риски и поддержать стабильность собственного бизнеса. Более низкая интенсивность НИОКР в отраслях с высокой волатильностью ценности фирм может быть связана с долгосрочным характером инвестиций в исследования и разработки. Компании из отраслей, подверженных постоянным переменам, могут испытывать трудности в процессе бюджетного планирования на более длительные сроки и выбирать краткосрочные проекты с предсказуемым результатом инвестирования.

**Н5:** рост рентабельности собственного капитала положительно влияет на интенсивность НИОКР.

Согласно результатам проведенного исследования эта гипотеза не подтвердилась ввиду незначимости соответствующей переменной. Мы можем сделать вывод о том, что рентабельность собственного капитала не оказывает статистически значимого влияния на интенсивность НИОКР. Возможно, целесообразно изучить влияние затрат на НИОКР на финансовые показатели в отрасли. Инвестиции в НИОКР отражают возможности роста, которые сами по себе представляют некую ценность. Это может сказываться на рентабельности собственного капитала. Таким образом, проведенный анализ показывает, что ROE не влияет на интенсивность НИОКР в отрасли, но, возможно, регрессор и регрессант были выбраны некорректно.

## Анализ отраслевых различий и драйверов инвестиций компаний в НИОКР

Вторым масштабным этапом исследования стала идентификация и сравнение драйверов инвестиций в НИОКР на отраслевом уровне. Так же, как и в первой части для проведения анализа были использованы данные из отчета Европейского Союза об отраслевых инвестициях в НИОКР за период с 2004 по 2020 год. Для построения регрессионных моделей выбраны 4 отрасли, которые характеризуются различной капиталоемкостью и спецификой ведения бизнеса: авиакосмическая промышленность и оборона, информационные технологии, фармацевтика и химическая промышленность, производство продуктов питания.

В качестве объясняющих переменных были установлены такие показатели, как маржа операционной прибыли, капитальные затраты, отнесенные к выручке, рыночная капитализация, отнесенная к выручке. Подробное описание переменных представлено в таблице 10:

Таблица 10 Описание переменных

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Переменная** | **Обозначение** | **Пояснение** |
| Интенсивность в НИОКР | RD\_Intensity  | Зависимой переменной является интенсивность НИОКР, которая рассчитывается как отношение затрат на НИОКР к выручке компании. Переменная выражена в относительных единицах |
| Маржа операционной прибыли | Operating\_Profit\_margin | Маржа операционной прибыли вычисляется как отношение операционной прибыли к выручке, ожидается прямая взаимосвязь между данным показателем и интенсивностью НИОКР.  |

Продолжение таблицы 10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Переменная выражена в относительных единицах |
| Рыночная капитализация, отнесенная к выручке | Market\_value\_to\_sales | Показатель представляет отношение рыночной капитализации компании к выручке, ожидается прямая взаимосвязь между показателем и интенсивностью НИОКР. Переменная выражена в относительных единицах |
| Капитальные затраты, отнесенные к выручке | Capex\_to\_sales | Показатель рассчитан как отношение капитальных затрат к выручке компании. Капиталоемкие компании зачастую принадлежат к более зрелым отраслям. Ожидается, что исследования и разработки в таких отраслях играют значимую роль и взаимосвязь между интенсивностью НИОКР и соответствующей объясняющей переменной будет прямой. Переменная выражена в относительных единицах |

Источник: [расчеты автора]

После формирования подвыборок и идентификации переменных была реализована очистка данных от аномальных значений с помощью встроенной команды “hadimvo”. Также были удалены все пропущенные значения, в результате чего в итоговые подвыборки вошло 194 (авиакосмическая промышленность и оборона), 728 (информационные технологии), 377 (фармацевтика и химическая промышленность), и 126 наблюдений (производство продуктов питания). После проверки на мультиколлинеарность была реализована оценка параметров четырех отраслевых регрессионных моделей. Также произведена проверка каждой модели на непостоянство дисперсий в ошибках (гетероскедастичность), и при необходимости вычислены робастные стандартные ошибки для получения состоятельных оценок параметров. Описательная статистика переменных представлена в [приложении 8](#_Приложение_8._Описательная).

Отраслевые регрессионные модели приняли вид:

|  |  |
| --- | --- |
| $$ RD\\_intensity= β\_{0}+β\_{1}Operating\\_Profit\\_margin+β\_{2}^{market value}/\_{sales}+β\_{3}^{Capex}/\_{Sales}+ ε$$ | (10) |

Результаты оценки параметров многофакторных регрессий по четырем различным отраслям представлены в таблице 11:

Таблица 11 результаты оценки параметров отраслевых регрессионных моделей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Operating\_Profit\_margin | Market\_value\_to\_sales | Capex\_to\_sales | cons |
| Авиакосмическая промышленность и оборона |
| R-squared 0,2037 | Prob>F 0,001 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Coef | 0,077\*\*\* | 0,0001\* | 0,221\*\* | 0,029\*\*\* |
| Информационные технологии |
| R-squared 0,2004 | Prob>F 0,000 |
| Coef | 0,163\*\*\* | 0,007\*\*\* | 0,098 | 0,106\*\*\* |
| Фармацевтика и химическая промышленность |
| R-squared 0,1594 | Prob>F 0,000 |
| Coef | 0,073\*\*\* | 0,011\*\*\* | 0,001 | 0,027\*\*\* |
| Производство продуктов питания |
| R-squared 0,3058 | Prob>F 0,000 |
| Coef | 0,529\*\*\* | 0,003 | 0,001 | 0,001 |

Источник: [расчеты автора]

Все модели значимы на уровне 1%. Проанализируем результаты регрессионного анализа по каждой отрасли в отдельности. Для авиакосмической промышленности и обороны все переменные оказались значимыми. Предположения относительно знака коэффициента перед переменной Operating\_Profit\_margin подтвердились: с увеличением маржи операционной прибыли интенсивность НИОКР в компании растет. При этом по модулю наибольшим оказался коэффициент перед переменной Capex\_peremp. В среднем при прочих равных с ростом капитальных затрат, отнесенных к выручке, на единицу интенсивность НИОКР в компании увеличивается на 0,221 единиц. Таким образом, наша гипотеза подтвердилась: в отрасли авиакосмической промышленности и обороны капиталоемкие компании более активно инвестируют в проекты НИОКР.

В отрасли информационных технологий наибольшее значение, согласно результатам анализа, имеет операционная рентабельность предприятия. Этот показатель, как и предполагалось, характеризуется прямой взаимосвязью с интенсивностью НИОКР. Переменная Capex\_to\_sales оказалась незначимой, что не позволяет нам сделать вывод о характере влияния капиталоемкости компании на интенсивность НИОКР в отрасли информационных технологий. Переменная, характеризующая рыночную капитализацию значима на уровне 1%: с ростом рыночной ценности затраты компаний на НИОКР в отрасли информационных технологий увеличиваются. Рост рыночной капитализации дает сигнал о надежности компании кредиторам и потенциальным инвесторам. Процесс привлечения средств для финансирования новых проектов, в том числе в сфере НИОКР, становится легче. Устойчивое финансовое положение позволяет выделять средства на долгосрочные исследовательские проекты.

Значимой детерминантой инвестиционной деятельности в сфере НИОКР в отрасли фармацевтики оказалась рыночная капитализация. Общеизвестно, что фармацевтические компании, активно вовлеченные в исследовательскую деятельность, оцениваются рынком выше, чем конкуренты. Однако причины влияния рыночной капитализации на интенсивность НИОКР не столь очевидны. Фармацевтика является одной из самых наукоемких и быстроразвивающихся отраслей. Средняя длительность проекта НИОКР в фармацевтической отрасли занимает от 10 до 13 лет [Mestre-Ferrandiz, Sussex, 2012]. Научная деятельность в этой отрасли является обязательной компонентой ведения бизнеса, таким образом независимо от размеров выручки компании инвестируют в НИОКР. Можно предположить, что прямая взаимосвязь рыночной капитализации фармацевтических компаний и интенсивности НИОКР обусловлена более низкой ценой заемного капитала, доступной для компаний, высоко оцененных рынком. С увеличением операционной рентабельности при прочих равных интенсивность НИОКР в фармацевтической отрасли возрастает. Переменная, характеризующая капиталоемкость компаний для этой отрасли незначима.

В отрасли производства продуктов питания статистически значимыми оказался только фактор операционной маржи прибыли. В среднем при прочих равных увеличение операционной рентабельности компании на единицу приводит к росту интенсивности НИОКР на 0,529 единиц в компаниях из отрасли производства продуктов питания. Интересно, что из четырех рассмотренных отраслей операционная рентабельность играет наиболее важную роль в производстве продуктов питания. Возможно, это связано с тем, что исследовательские проекты в этой отрасли более короткие и масштабные, чем, например, в оборонной промышленности. Компании располагают ресурсами, чтобы финансировать НИОКР из операционной прибыли.

### Выводы по главе 2

Вторая глава работы была посвящена практической ее части. На этом этапе было реализовано эмпирическое исследование взаимосвязи операционной рентабельности, выручки, отнесенной к числу сотрудников, уровня конкуренции в отрасли, стандартного отклонения ценности фирмы, рентабельности собственного капитала и интенсивности НИОКР. Инструментом реализации поставленных задач стал регрессионный анализ на основе сбалансированных панельных данных. Исследование было проведено на базе выборки, сформированной по данным отчета Европейского Союза об отраслевых инвестициях в НИОКР за 17 последовательных периодов: с 2004 по 2020 год.

Проведенное эмпирическое исследование имеет ряд существенных ограничений. Так как отчет Европейского Союза об отраслевых инвестициях в НИОКР включает только компании, которые наиболее активно инвестируют в новые исследования, сформированная выборка является смещенной относительно передовых компаний в сфере разработок. Поэтому реализованное исследование сфокусировано главным образом на крупных компаниях, которые уделяют особое внимание инвестициям в НИОКР. Таким образом, невозможно распространить полученные в рамках анализа выводы на всю генеральную совокупность, а при реализации описанной методологии на иных выборках могут возникнуть другие взаимосвязи между изученными переменными. Конечно, не только заявленные факторы оказывают влияние на интенсивность НИОКР в отрасли. Проблематика поиска и учета других значимых факторов и тем самым увеличения объясняющей силы модели остается актуальной.

Выявленные в ходе проведенного анализа эффекты частично доказывают выдвинутые исследовательские гипотезы. Так, например, подтвердилась гипотеза о прямой взаимосвязи маржи операционной прибыли и интенсивности НИОКР. Также статистическое подтверждение нашла исследовательская гипотеза о прямой взаимосвязи выручки компании, отнесенной к числу сотрудников, и интенсивности НИОКР. Три другие гипотезы, однако, были опровергнуты в силу незначимости соответствующих переменных или противоположных ожидаемым знаков коэффициентов.

Завершающим этапом анализа стало определение драйверов инвестиций компаний в НИОКР в четырех различных отраслях: авиакосмическая промышленность и оборона, информационные технологии, фармацевтика и химическая промышленность, производство продуктов питания. Оценка параметров соответствующих многофакторных регрессионных моделей показала устойчивую прямую взаимосвязь операционной рентабельности и интенсивности НИОКР во всех четырех отраслях. Капиталоемкость оказалась значимой только для одной отрасли – авиакосмической. Предположительно, это связано с порядком бухгалтерского учета НИОКР в данной отрасли. В отраслях, связанных с информационными технологиями, фармацевтикой и химической промышленностью, статистически значимой взаимосвязи между капиталоемкостью компании и интенсивностью НИОКР не наблюдается. Единственным статистически значимым фактором из изученных нами в отрасли производства продуктов питания является операционная рентабельность компании. Коэффициент перед соответствующей переменной также имеет наибольшее значение по модулю. Возможно, это связано с характером проектов НИОКР в данной отрасли: они менее долгосрочны и масштабны, чем исследования в оборонной и фармацевтической отраслях.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обратимся к цели, сформулированной в начале работы над исследованием: выявление факторов, определяющих уровень затрат на НИОКР в компаниях разных отраслей. Для достижения поставленной цели было проведено эмпирическое исследование на основе данных отчета Европейского Союза об отраслевых инвестициях в НИОКР, включающее 28047 наблюдений, а также построены четыре многофакторные регрессионные модели по отраслевым подвыборкам.

Результаты оценки многофакторной регрессионной модели по панельным данным показали несколько важных взаимосвязей. Была установлена прямая связь между операционной рентабельностью компаний и интенсивностью НИОКР. Это может быть связано с распространенной практикой финансирования научных разработок из операционной прибыли. НИОКР до сих пор во многих компаниях классифицируются как дискреционные расходы, которые можно исключить из формирования бюджета в случае снижения прибыли, что объясняет характер выявленной взаимосвязи. Однако, в рамках данной работы не было затронуто долговое финансирование научных разработок, что может стать задачей для будущих исследований.

 Кроме того, была установлена прямая взаимосвязь между переменной, описывающей отношение выручки к числу работников в отрасли, и интенсивностью НИОКР. Рост продаж является индикатором результативности компании и, в свою очередь, подталкивает менеджмент больше инвестировать в НИОКР, чтобы сохранить положительную тенденцию.

Также важным результатом проведенного исследования является выявленная обратная взаимосвязь между стандартным отклонением ценности фирмы и интенсивностью НИОКР. Это может быть косвенным свидетельством того, что даже в самых развитых с технологической точки зрения компаниях инвестиции в НИОКР не оцениваются как реальные опционы. Высокая волатильность воспринимается как угроза, а не дополнительная возможность извлечь выгоду. Компании, оперирующие в изменчивых и нестабильных отраслях экономики, менее охотно инвестируют в проекты в сфере НИОКР, так как подобные инвестиции носят долгосрочный характер и связаны с дополнительными рисками.

Гипотеза о наличии прямой взаимосвязи между рентабельностью собственных активов и интенсивностью НИОКР не подтвердилась. Для поиска статистически значимой взаимосвязи может потребоваться рассмотреть иную выборку, более объемную и несмещенную относительно компаний, активно инвестирующих в НИОКР.

Заключительным этапом исследования стало выявление драйверов роста интенсивности НИОКР в четырех отраслях экономики: авиакосмическая промышленность и оборона, информационные технологии, фармацевтика и химическая промышленность, производство продуктов питания. Операционная рентабельность компании и интенсивность НИОКР показали устойчивую прямую взаимосвязь во всех четырех подвыбоках. Капиталоемкость компании является драйвером роста интенсивности НИОКР в оборонной отрасли, в отличии от отраслей, связанных с информационными технологиями, производством продуктов питания и фармацевтикой, где не наблюдается статистически значимой взаимосвязи. Можно предположить, что компании оборонной отрасли чаще капитализируют затраты на НИОКР, ввиду масштаба и длительного периода реализации таких проектов.

Таким образом цель исследования была достигнута, а задачи успешно реализованы. Данное исследование может быть полезно для менеджеров диверсифицированных компаний, оперирующих в разных отраслях экономики и реализующих научно-исследовательские проекты. Также результаты проведенного анализа могут помочь в формировании некого бенчмарка в сфере НИОКР, так как для исследования были выбраны организации, вошедшие в топ 2500 инвесторов в сфере НИОКР в разные периоды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блейман, Н. НИОКР нашего времени / Н. Блейман // РБК+ Устойчивые инновации. – 2017. – № 1. – С. 2-3.
2. Брейли, Р. Принципы корпоративных финансов. Базовый курс: пер. с англ. / Р. Брейли, С. Майерс, Ф. Аллен. ─ 2-е изд. ─ М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2018. ─ С 576.
3. Бухвалов А. В. Реальные опционы в менеджменте: введение в проблему //Российский журнал менеджмента. – 2004. – Т. 2. – №. 1.
4. Дамодаран А. Инвестиционная оценка: инструменты и методы оценки любых активов //М.: Альпина бизнес букс. – 2005. – Т. 1. – С. 341.
5. Маркс К., Энгельс Ф., Сочинения М. Государственное издательство политической литературы //Т. – 1955. – Т. 3. – С. 612.
6. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. – Litres, 2019.
7. Шумпетер Й. Теория экономического развития: Исследования предпринимательской прибыли, капитала, кредита и цикла конъюнктуры. – М.: Прогресс, 1982.
8. 2019 global R&D funding forecast, Supplement. Mar., 2019 // R&D Magazine. – 2019. – № 1. – С. 21-30.
9. Alam A., Uddin M., Yazdifar H. Institutional determinants of R&D investment: Evidence from emerging markets //Technological Forecasting and Social Change. – 2019. – Т. 138. – С. 34-44.
10. Amore M. D. Companies learning to innovate in recessions //Research Policy. – 2015. – Т. 44. – №. 8. – С. 1574-1583.
11. Ashraful Alam, Moshfique Uddin, Hassan Yazdifar, Institutional determinants of R&D investment: Evidence from emerging markets
12. Brennan, T., Ernst. P. Building an R&D strategy for modern times. Nov. 3, 2020 // Сайт McKinsey&Company. – McKinsey&Company 2021. ─ URL: [Building an R&D strategy for modern times | McKinsey](https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/building-an-r-and-d-strategy-for-modern-times) (дата обращения: 17.03.2021).
13. Brouwer E., Kleinknecht A. Determinants of innovation: a microeconometric analysis of three alternative innovation output indicators //Determinants of innovation. – Palgrave Macmillan, London, 1996. – С. 99-124.
14. Bukhvalov A. V. A real options model for analysis of industrial R&D expenditures / Bukhvalov, A. V., Loukianova, A. E., Nikulin, E. D., & Okulov, V. L. //Российский журнал менеджмента. – 2018. – Т. 16. – №. 3. – С. 393–406-393–406.
15. Chen H. L. Board capital, CEO power and R&D investment in electronics firms //Corporate Governance: An International Review. – 2014. – Т. 22. – №. 5. – С. 422-436.
16. Chen H. L. Board capital, CEO power and R&D investment in electronics firms //Corporate Governance: An International Review. – 2014. – Т. 22. – №. 5. – С. 422-436.
17. Chen H. L., Hsu W. T. Family ownership, board independence, and R&D investment //Family business review. – 2009. – Т. 22. – №. 4. – С. 347-362.
18. Damodaran A. 2021. Standard Deviations by Sector (US). [Электронный ресурс]. <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/optvar.html> (accessed: 17.03.2021).
19. Damodaran A., «Research and Development Expenses: Implications for Profitability Measurement and Valuation», Stern School of Business. – 1999. – С. 1-9.
20. Damodaran, A. Firm Value and Equity Standard Deviations (for use in real option pricing models). Jan., 2021 / A. Damodaran // Сайт NYU Stern. – NYU Stern 2021. ─ URL: [Standard Deviations in Equity and Firm Value (nyu.edu)](http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/optvar.html) (дата обращения: 10.03.2021).
21. Dosi G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation //Journal of economic literature. – 1988. – С. 1120-1171.
22. Fagerberg J. et al. (ed.). The Oxford handbook of innovation. – Oxford university press, 2005.
23. Fisher F. M., Temin P. Returns to scale in research and development: What does the Schumpeterian hypothesis imply? //Journal of Political Economy. – 1973. – Т. 81. – №. 1. – С. 56-70.
24. Flammer C., Ioannou I. The dog that didn’t bark: Long-term strategies in times of recession //Available at SSRN. – 2015. – Т. 2621247.
25. Govindarajan V., It’s Time to Stop Treating R&D as a Discretionary Expenditure/ S. Rajgopal, A. Srivastava // Harvard Business Review. – 2019. – Vol. 1, N 1. – С. 92-99.
26. Grabowski H. G. The determinants of industrial research and development: A study of the chemical, drug, and petroleum industries //Journal of political economy. – 1968. – Т. 76. – №. 2. – С. 292-306.
27. Greer, Douglas F., and Stephen A. Rhoades, "Concentration and Productivity Changes in the Long and Short Run." Southern Economic Journal, October 1976, 1031-44.
28. Hirsch‐Kreinsen H., Jacobson D., Robertson P. L. ‘Low‐tech’Industries: Innovativeness and Development Perspectives—A Summary of a European Research Project //Prometheus. – 2006. – Т. 24. – №. 1. – С. 3-21.
29. International Accounting Standards Board. International Accounting Standards IAS 36, Impairment of Assets, and IAS 38, Intangible Assets. – International Accounting Standards Board, 2004.
30. J.A. Schumpeter, “Capitalism, Socialism and Democracy,” Harper, New York, 1942, p. 106.
31. Kayal A. A. R&D Intensity: An empirical analysis of its relation to the structure of the manufacturing sector in OECD countries //International Journal of Technology Management & Sustainable Development. – 2016. – Т. 15. – №. 1. – С. 61-81.
32. Ker D. 2013. Service Lives of R&D Assets: Questionnaire Approach, Office for National Statistic UK. – URL: http:// [www.ons.gov.uk/ons/dcp171766\_304418](http://www.ons.gov.uk/ons/dcp171766_304418) (дата обращения: 01.02.2021).
33. Kleinknecht A., Van Montfort K., Brouwer E. The non-trivial choice between innovation indicators //Economics of Innovation and new technology. – 2002. – Т. 11. – №. 2. – С. 109-121.
34. Laursen K., Salter A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms //Strategic management journal. – 2006. – Т. 27. – №. 2. – С. 131-150.
35. Manual F. Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development.
36. Mestre-Ferrandiz J. et al. The R&D cost of a new medicine //Monographs. – 2012.
37. Pavitt K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory //Research policy. – 1984. – Т. 13. – №. 6. – С. 343-373.
38. Porter M. E. Competitive Strategy The Free Press: New York //PorterCompetitive Strategy1980. – 1980. – С. 324-425.
39. Rhaiem K., Amara N. Learning from innovation failures: A systematic review of the literature and research agenda //Review of Managerial Science. – 2019. – С. 1-46.
40. Russell F. Industry classification benchmark (ICB) //London: FTSE International Limited and Frank Russell Company. – 2018. – С. 1-22.
41. Scherer F. M. Concentration, R&D, and productivity change //Southern Economic Journal. – 1983. – С. 221-225.
42. Scherer F. M. Concentration, R&D, and productivity change //Southern Economic Journal. – 1983. – С. 221-225.
43. Shefer D., Frenkel A. R&D, firm size and innovation: an empirical analysis //Technovation. – 2005. – Т. 25. – №. 1. – С. 25-32.
44. Spescha A., Woerter M. Innovation and firm growth over the business cycle //Industry and Innovation. – 2019. – Т. 26. – №. 3. – С. 321-347.
45. The 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Publications Office of the European Union: Luxembourg. – URL: <https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard/2020-eu-industrial-rd-investment-scoreboard> (дата обращения: 01.02.2021).
46. Wang E. C. Determinants of R&D investment: The Extreme-Bounds-Analysis approach applied to 26 OECD countries //Research Policy. – 2010. – Т. 39. – №. 1. – С. 103-116.

ПРИЛОЖЕНИЯ

## **Приложение 1. Отраслевая структура выборки**

Источник: [расчеты автора]

## Приложение 2. Географическая структура выборки

Источник: [расчеты автора]

## Приложение 3. Отраслевые инвестиции в НИОКР, 2019 год

Источник: [расчеты автора]

## Приложение 4. Корреляционная матрица

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | av\_RD\_intensity | av\_profit\_margin | av\_sales\_per\_emp | HHI | std\_dev\_in\_firm\_value | ROE |
| av\_RD\_intensity | 1 |  |  |  |  |  |
| av\_profit\_margin | 0,4556\* | 1 |  |  |  |  |
| av\_sales\_per\_emp | 0,2326\* | 0,0995\* | 1 |  |  |  |
| HHI | -0,1783\* | -0,0802\* | -0,1051\* | 1 |  |  |
| std\_dev\_in\_firm\_value | 0,0103 | 0,0847\* | -0,0212 | -0,1180\* | 1 |  |
| ROE | -0,0034 | -0,0054 | -0,0252 | 0,0315 | -0,0724\* | 1 |

Источник: [расчеты автора]

## Приложение 5. Проверка на мультиколлинеарность

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Переменная | VIF | 1/VIF |
| HHI | 1,03 | 0,971 |
| ln\_av\_profit\_margin | 1,03 | 0,973 |
| ln\_av\_sales\_per\_emp | 1,02 | 0,978 |
| std\_dev\_in\_firm\_value | 1,02 | 0,978 |
| ln\_ROE | 1,01 | 0,993 |
| Mean VIF | 1,02 | - |

Источник: [расчеты автора]

## Приложение 6. Результаты теста Бреуша-Пагана



Источник: [расчеты автора]

## Приложение 7. Результаты теста Хаусмана



Источник: [расчеты автора]

## Приложение 8. Описательная статистика переменных по отраслевым моделям

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Отрасль | RD\_intensity | Operating\_Profit\_margin | Market\_value\_to\_sales | Capex\_to\_sales |
| Авиакосмическая промышленность и оборона  | Среднее | 0,045 | 0,092 | 33,666 | 0,032 |
| Стандартное отклонение | 0,026 | 0,069 | 75,6 | 0,021 |
| Минимальное значение | 0,001 | -0,401 | 0,088 | 0,005 |
| Максимальное значение | 0,124 | 0,417 | 535,809 | 0,124 |
| Информационные технологии | Среднее | 0,152 | 0,153 | 2,883 | 0,047 |
| Стандартное отклонение | 0.113 | 0.205 | 2,757 | 0.056 |
| Минимальное значение | 0,003 | -0,009 | 0,012 | 0,003 |
| Максимальное значение | 1.08 | 2.599 | 21,666 | 0,627 |
| Химическая отрасль и фармацевтика | Среднее | 0,032 | 0,789 | 1,025 | 0,056 |
| Стандартное отклонение | 0,018 | 0,055 | 0,803 | 0,031 |
| Минимальное значение | 0,004 | -0,262 | 0,013 | 0,012 |
| Максимальное значение | 0,111 | 0,252 | 6,857 | 0,211 |
| Производство продуктов питания | Среднее | 0,026 | 0,041 | 1,433 | 0,017 |
| Стандартное отклонение | 0,036 | 0,0378 | 0,824 | 0,029 |
| Минимальное значение | 0.001 | 0,001 | 0,237 | 0,007 |
| Максимальное значение | 0,275 | 0,206 | 4,921 | 0,141 |

Источник: [расчеты автора]

1. «\*\*\*», «\*\*», «\*» - соответствуют значимости на уровнях 1%, 5% и 10% [↑](#footnote-ref-1)