

Факторы инвестиционной активности инновационных компаний

Innovative companies' investment activity factors

doi 10.26310/2071-3010.2021.269.3.005

**С. В. Кузнецов,**

д. э. н., профессор, руководитель научного направления, зав. лабораторией, Лаборатория комплексного исследования пространственного развития регионов
✉ s.kuznetsov09@yandex.ru

S. V. Kuznetsov,

doctor of science (economics), professor, scientific head, head of laboratory, Regional spatial development comprehensive research laboratory

**Е. А. Смирнова,**

научный сотрудник
✉ ekaterina_a.smirnova@yahoo.com

E. A. Smirnova,

researcher

Институт проблем региональной экономики РАН
Institute for regional economic studies RAS

Работа посвящена исследованию факторов инвестиционной активности компаний в инновационной деятельности. На основе данных бухгалтерской отчетности компаний Северо-Западного федерального округа, работающих в инновационных отраслях экономики, сделан вывод об отсутствии у финансовых ресурсов определяющей роли в принятии инвестиционных решений в компаниях. Также проанализированы качественные переменные, характеризующие регион и отрасль компании.

The study is devoted to the innovative companies' investment activity factors. The financial resources' role in the investment decision-making process is analyzed in the study with the use of the North-West Federal District innovative companies' accounting data. The study allowed to conclude, that the financial resources don't play the key role in the companies' decision-making process. Region and industry categorical variables are also analyzed.

Ключевые слова: инновационные компании, инвестиционная активность, прогнозирование.

Keywords: innovative companies, investment activity, forecasting.

Введение

Термин «инновация» («innovation») появился в переводе с немецкого («neuerung») на английский язык работы Й. Шумпетера «Теория экономического развития» («The Theory of Economic Development: An Inquiry to Profits, Capital, Credit, Interest, and The Business Cycle»), опубликованной в 1949 г. [1]. В. И. Черенков, В. П. Марьяненко и Н. И. Черенкова [1] определяют термин «инновация» как «преходящий источник добавочной или избыточной ценности и — с учетом понимания инновации как коммерциализированного изобретения — добавочной или избыточной

стоимости». Исследованию инноваций в региональном аспекте посвящена, например, монография [2]. Примеры проблем инновационного развития, выделенных авторами статей, приводятся в табл. 1.

Статья состоит из введения, трех частей и заключения. Первая часть содержит обзор современных исследований инновационной деятельности компаний с точки зрения инвестиционной активности. Во второй части приводится используемая методология оценки заинтересованности компаний в осуществлении инвестиций в инновационную деятельность и анализ факторов инвестиционной активности. Третья часть содержит обсуждение результатов исследования.

Таблица 1

Проблемы инновационного развития, выделенные в исследованиях (примеры)

Исследование	Тема	Обсуждаемая проблема
Elsner, 2018	Контрпродуктивные изменения	Отличие подлинных инноваций от избыточных усложнений
Никонова, 2018	Изменение моделей создания знаний и технологий	Реализация модели создания инноваций на базе концепции инновационных экосистем в условиях нестабильности
Д. Грушевенко, Е. Грушевенко, Кулагин, 2018	Межтопливная конкуренция	Распространение альтернативных видов топлива в России
Черенков, Марьяненко, Черенкова, 2019	Теория инноваций	Недостаточная подготовленность многих исследователей в области понимания контекстуальных значений иноязычных терминов и ряда положений политической экономии
Бульгина, Емельянов, Росс, Яшин, 2020	Управление рисками инновационных проектов	Применение имитационного моделирования с элементами искусственного интеллекта

Источник: составлено на основе [1, 3-6].

В заключении представлены выводы, сделанные на основе исследования, и попытки сформулировать проблемы развития инноваций на уровне организаций, исследование которых может быть продолжено в дальнейшем.

В работе использовались пакеты R [7]: knitr [8-10], ftable [11], officer [12], readr [13], data.table [14], pastecs [15], xlsx [16], tibble [17], ggplot2 [18], RColorBrewer [19], reticulate [20], captioner [21], tidyr [22], scales [23], dplyr [24], stringi [25], ggpubr [26], latex2exp [27], magrittr [28], ggrepel [29], EnvStats [30].

Также использовались пакеты Python [31]: Matplotlib [32], NumPy [33], scikit-learn [34, 35], pandas [36, 37].

Использовались также конвертер Pandoc [38], и ресурсы Stack Overflow [39], сайт Б.Б. Демешева [40], R-bloggers [41], некоммерческая интернет-версия КонсультантПлюс [42], а также набор шаблонов и скриптов GOSTdown [43].

1. Инновационная деятельность компаний

С точки зрения ресурсной концепции теории стратегического управления [44], компании необходимо создавать свои конкурентные преимущества, что возможно сделать, в том числе, посредством инновационной деятельности [45]. Таким образом, инновационная деятельность является для компании вопросом выживания в будущем и оказывает влияние на конкурентное положение компании на формирующихся новых рынках [46]. В современных исследованиях уделяется значительное внимание анализу инновационного процесса в компаниях не только из высокотехнологичных отраслей. С. Ф. Халимова и А. Т. Юсупова [47] показали, что инновационные компании неравномерно распределяются по регионам России. Инновации финансируются с большой степени крупными компаниями, в том числе за счет покупки инновационных стартапов [48]. Например, роль крупнейших китайских компаний в национальной инновационной системе Китая отмечает И. В. Данилин [49]. Как отмечают В. В. Перская и Э. П. Джагитян, прямые иностранные инвестиции должны использоваться в России в сфере «инновационной и цифровой» экономики [50].

Е. М. Рогова и С. С. Галактионов [51] отмечают, что «корпоративные венчурные фонды являются важными элементами инновационной стратегии корпораций, и их выбирает в качестве способа организации инновационной деятельности каждая четвертая крупнейшая инновационно активная компания». Авторы статьи [51] с использованием корреляционно-регрессионного анализа выделили наиболее важные факторы для «инновационной деятельности с использованием корпоративных венчурных инвестиций»: «затраты на исследования и разработки, размер активов корпоративного венчурного фонда, коэффициент Тобина и рентабельность инвестиций в инновации».

В статье У. Ж. Шалболовой [52] проводится оценка операционного леввериджа инновационного проекта по производству строительных материалов в Казахстане. У. Ж. Шалболова [52] отмечает: «Инвестор, выступая как предприниматель, должен знать не только такие показатели эффекта, как будущая прибыль, издержки, предполагаемая выручка, ставки дисконта, срок окупаемости, но и предполагать наличие каких-либо рисков».

А. О. Баранов, Е. И. Музыка и В. Н. Павлов [53] применяют метод реальных опционов для оценки инновационного проекта в нефтехимической промышленности, финансируемого венчурным фондом. В исследовании показано, что зачастую согласно оценке, полученной с помощью метода чистой приведенной стоимости (Net Present Value) проект не следует реализовывать, в то время как «метод реальных опционов дает возможность учесть и количественно оценить управленческую гибкость при принятии решений менеджментом инновационного проекта о его дальнейшей реализации, что расширяет аналитические возможности финансистов-практиков и позволяет повысить точность оценки» [53].

Государственная поддержка инновационной деятельности рассматривается в статье Ю. В. Симачева, М. Г. Кузька и Н. Н. Зудина [45]. Авторы [45] исследовали факторы налогового стимулирования и бюджетного финансирования инновационной деятельности компаний с использованием анализа на основе концепции дополнителности. Как отмечают Ю. В. Симачев, М. Г. Кузык и Н. Н. Зудин [45], «влия-

Таблица 2

Формы и факторы инвестиционной активности компаний в инновационную деятельность, выделенные в исследованиях (примеры)

Исследование	Формы инвестиционной активности	Факторы, формирующие данный вид инвестиционной активности	Выборка
Антипина, 2018	Смена бизнес-модели, создание новых форматов ведения бизнеса, межотраслевая кооперация, приобретение инновационных стартапов, внедрение бережливого производства и информационных технологий	Отраслевые и региональные	27 крупных российских компаний
Рогова, Галактионов, 2017	Корпоративные венчурные фонды	Затраты на исследования и разработки; размер активов корпоративного венчурного фонда; коэффициент Тобина; рентабельность инвестиций в инновации	117 корпоративных венчурных фондов, 2011-2015 гг.
Шалболова, 2017	Инновационные проекты	Будущая прибыль, издержки, предполагаемая выручка, ставки дисконтирования, срок окупаемости, риски (в частности, операционный левверидж)	Инновационный проект по производству строительных материалов в Казахстане

Источник: составлено на основе [48, 51, 52].

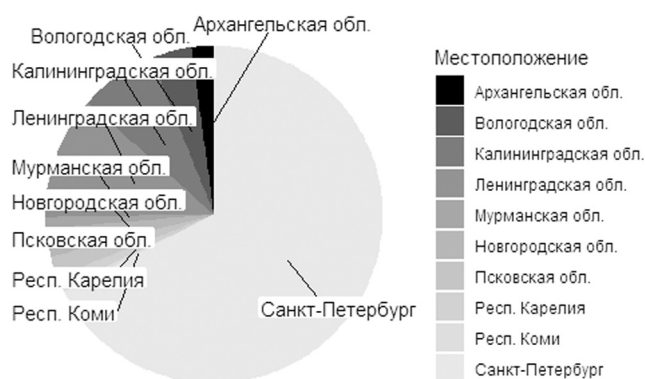


Рис. 1. Выборка в региональном разрезе

ние государственной поддержки положительно связано с технологическим уровнем отрасли».

Итоги анализа литературы по исследованию факторов инвестиций компаний в инновационную деятельность представлены в табл. 2. Представлены примеры исследований, которые рассматривают формы и факторы инвестиций компаний в инновационную деятельность. Анализ современной литературы позволил выделить инвестиционные факторы инновационной деятельности компаний на основании результатов предыдущих исследований.

2. Методология исследования и данные

Данный раздел посвящен оценке мотивации компаний инвестировать в инновационное развитие и анализу факторов, модулирующих мотивацию компаний инвестировать в инновационное развитие. Цель эмпирического исследования состоит в выделении факторов, способных оказывать влияние на интенсивность инновационного процесса в регионе, которые могут быть использованы при разработке политики управления инновационным развитием региона. Эмпирическое исследование проводится с использованием данных бухгалтерской финансовой отчетности компаний Северо-Западного макрорегиона России.

Методология исследования включает в себя регрессионный анализ, в частности, динамические модели панельных данных (для оценки заинтересованности компаний), регрессионные модели с регуляризацией (для выявления факторов заинтересованности), KNN-регрессии. Оценка способности модели прогнозировать проводится с использованием кросс-валидации на

основе минимизации среднеквадратичной ошибки.

В исследовании используются данные о финансовой бухгалтерской отчетности компаний из инновационных отраслей промышленности с сайта Федеральной налоговой службы [54] по состоянию на январь 2021 г. По мнению Л. М. Гохберга [55], в России имеют «относительно высокий уровень инновационной активности» фармацевтическая отрасль, производство медицинского оборудования, производство электронных изделий, химическая отрасль и производство транспортных средств. В исследовании используются данные финансовой отчетности компаний за 2019 г.

Выборка из базы данных создавалась в несколько этапов. На первом шаге была сформирована выборка из компаний выбранных отраслей в регионах Северо-Запада (3432 компаний). На втором шаге из них были выбраны компании с доступными данными о бухгалтерской финансовой отчетности (3261 компаний). На четвертом шаге из них была случайным образом выбрана 1021 компания, для которых были доступны данные по всем переменным, которые и составили итоговую выборку.

Регион компании определялся по ее фактическому местоположению (почтовому индексу). Выборка в региональном разрезе представлена на рис. 1. Подавляющее количество компаний расположено в Санкт-Петербурге (более 67%).

Выборка в разрезе форм собственности представлена на рис. 2. Наибольшую долю в выборке составляют частные компании (более 90%).

Выборка в отраслевом разрезе представлена на рис. 3. Наибольшую долю в выборке занимают компании из группы «Строительство кораблей, судов и плавучих конструкций» по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД) [56] (6,95%).

В качестве оценки инвестиций компании в инновационную деятельность использовался показатель «результаты исследований и разработок». Так как показатели «результаты исследований и разработок» и «активы» имеют значения по состоянию на дату, то в исследовании использовались ежегодные разности (2019-2018 и 2018-2017 гг.)

Переменные, которые использовались в исследовании, представлены в табл. 3.

Описательная статистика для количественных переменных приведена в табл. 4.



Рис. 2. Выборка в разрезе форм собственности

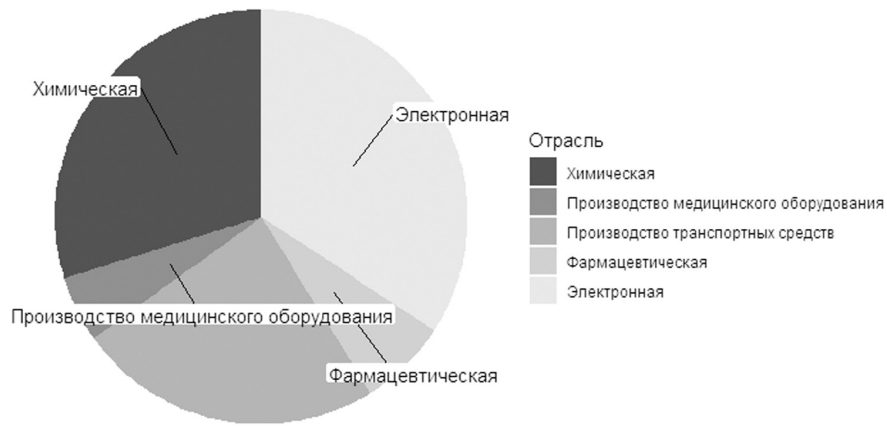


Рис. 3. Выборка в отраслевом разрезе

Распределение значений инвестиций в инновационную деятельность представлено на рис. 4. На основе визуального анализа рисунка можно принять гипотезы о том, что распределения значений переменных изменение уровня инвестиций компании в инновационную деятельность и рост активов компании близки к нормальному распределению, однако, присутствуют нетипичные наблюдения (потенциальные выбросы), что делает диапазоны значений переменных достаточно широкими. В то же время такие гипотезы нужно отклонить для распределений значений переменных выручка и чистая прибыль.

Совместные распределения изменения уровня инвестиций компаний в инновационную деятельность и других количественных переменных представлены на рис. 5.

Визуальный анализ рис. 5 позволяет принять гипотезы о том, что в целом положительные взаимозависимости между изменением уровня инвестиций компаний в инновационную деятельность и другими количественными переменными в исследовании (изменением общих активов, выручкой и чистой прибылью) скорее существуют.

Визуальный анализ рис. 6 позволяет сделать вывод, что за 2019 г. в выборке присутствует одна компания с очень высокой, относительно остальных компаний, величиной инвестиций в инновационную деятельность, и другая компания, с очень высокими, по сравнению с остальными компаниями, прибылью и выручкой.

Распределение уровня изменения инвестиций компаний в инновационную деятельность в 2019 г. по регионам Северо-Западного федерального

округа представлено в табл. 5. Среди компаний из Санкт-Петербурга в 2019 г. присутствуют компании с наибольшим снижением и наибольшим повышением уровня инвестиций в инвестиционную деятельность. В Мурманской, Псковской областях, а также Республике Карелия и Республике Коми в 2019 г. уровень инвестиций компаний в инновационную деятельность не менялся.

Распределение уровня изменения инвестиций компаний в инновационную деятельность в 2019 г. по отраслям компаний в выборке представлено в табл. 6. Наибольший рост инвестиций в инновационную деятельность в 2019 г. был у фармацевтической компании, а наибольшее снижение – у компании, работающей в электронной отрасли. Наименьшая разница в изменении уровня инвестиций в инновационную деятельность в 2019 г. по сравнению с уровнем 2018 г. у компаний – производителей медицинского оборудования.

Как определяют авторы пакета scikit-learn [34, 35] для Python [31], выбросами называются «наблюдения, которые сильно отличаются от остальных» [57]. С другой стороны, авторы статьи [58] отмечают сложность выявления выбросов в многомерных данных в связи со сложностью визуального анализа.

Для выявления аномальных наблюдений использовался метод выявления выбросов на основе соседних наблюдений без выбора зависимой переменной (алгоритм с использованием локального уровня выброса, Local Outlier Factor, LOF), реализованный в пакете scikit-learn [34, 35]. В соответствии с этим алгоритмом, выбросами признаются те области выборки, «которые имеют существенно более низкую

Таблица 3
Переменные, которые использовались в исследовании

Обозначение	Описание	Тип*
Δi_i	Изменение инвестиций компании в инновационную деятельность	1
profit	Чистая прибыль	1
revenue	Выручка	1
$\Delta assets$	Рост активов	1
region	Местоположение	2
industry	Отрасль	2

Примечание. Тип*: 1 – количественный, 2 – категориальный.

Таблица 4
Описательная статистика количественных переменных (все величины в млрд руб.)

Переменная	min	max	Среднее значение	σ
$\Delta i_i.2019$	-0,26	0,78	0,00	0,03
$\Delta i_i.2018$	-0,04	0,21	0,00	0,01
profit.2019	0,00	19,53	0,08	0,71
profit.2018	0,00	10,81	0,08	0,49
revenue.2019	0,00	67,11	0,55	3,02
revenue.2018	0,00	67,75	0,51	3,11
$\Delta assets.2019$	-6,61	8,09	0,06	0,57
$\Delta assets.2018$	-6,41	27,99	0,10	1,15

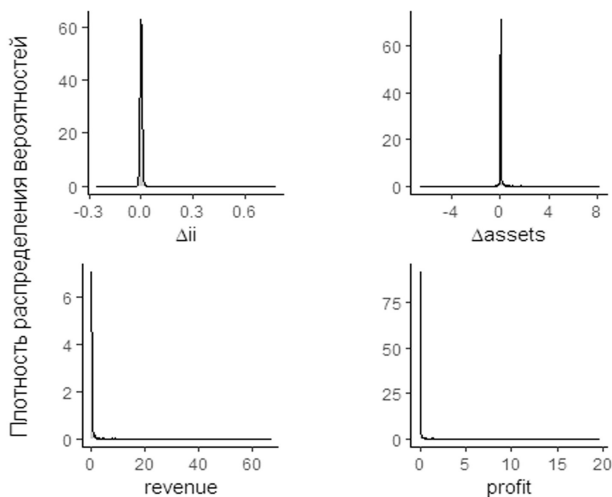


Рис. 4. Плотность распределения значений количественных переменных в 2019 г. (значения переменных в млрд руб.)

плотность, чем соседние с ними» [59]. Количество соседних наблюдений, учитывающихся при применении алгоритма, равно 20, так как авторы пакета scikit-learn [34, 35] отмечают, что такое количество соседних наблюдений, в общем случае, показывает хорошие результаты, когда для более точного выбора количества учитывающихся соседних наблюдений информации недостаточно [59].

Результаты оценки локального уровня выброса для наблюдений в выборке представлены на рис. 7. Радиус окружности оценивался по формуле:

$$r_i = 1000 \frac{x_{\max} - x_i}{x_{\max} - x_{\min}},$$

где x_i — оценка локального отклонения плотности распределения для i -го наблюдения (оцененной на основе 20 соседних с ним наблюдений) относительно локальной плотности распределения для 20 соседних с ним наблюдений (оцененной, в свою очередь, на основе 20 соседних с каждым из них наблюдений).

Оценка локальной плотности распределения проводилась на основе значений всех переменных (табл. 3), включая категориальные переменные регион и отрасль, на основе каждой из которых было создано несколько бинарных переменных (в количестве на 1 меньше, чем количество категорий). Таким образом, несмотря на большие отличия наблюдений на рис. 7 по значениям изменения уровня инвестиций компании в инновационную деятельность и чистой прибыли,

на основе значений всех переменных исследования локальная плотность распределения для этих наблюдений не отличалась сильно от локальной плотности распределения для 20 соседних с ними наблюдений (относительно наибольшего и наименьшего отклонений плотности распределения для отдельных наблюдений во всей выборке от плотности распределения для 20 соседних с ними наблюдений). Как показывает описательная статистика уровня инвестиций компаний в инновационную деятельность в 2019 г. в региональном и отраслевом разрезе, представленная в табл. 5 и 6, изменение уровня инвестиций в инновационную деятельность компаний распределено неравномерно по регионам и по отраслям.

В сочетании с выводом, сделанным на основе визуального анализа рис. 5 о том, что наблюдения с сильно отличающимися от большинства значениями количественных переменных не противоречат предположению о наличии положительной взаимозависимости между уровнем изменения инвестиций компаний в инновационную деятельность и другими количественными переменными, а также предположением, которое может быть сделано на основе анализа плотности распределения вероятностей количественных переменных (рис. 4) о том, что распределение значений переменных revenue и profit может быть приблизительно смоделировано с использованием логнормального распределения, было принято решение не исключать наблюдения их выборки.

Было сделано предположение о том, что изменение значений количественных переменных, являющихся дискретными, может быть приблизительно смоделировано с использованием непрерывных законов распределения случайных величин. Данное предположение основывается на том, что количественные переменные в исследовании измеряются в денежных единицах (млрд руб.) и имеют минимальную единицу изменения 10^{-11} от единицы измерения (1 копейка).

Для тестирования гипотез о законах распределения использовались тесты Хи-квадрат [60], Колмогорова–Смирнова [61, 62] и Андерсона–Дарлинга [63] на соответствие эмпирических данных теоретическому распределению (goodness-of-fit tests).

Вопросы применения теста Хи-квадрат в случае непрерывных распределений рассматриваются, в частности, в статьях [64, 65]. П. М. Шанкар (P. M. Shankar) [65] предлагает использовать равные интервалы значений переменной.

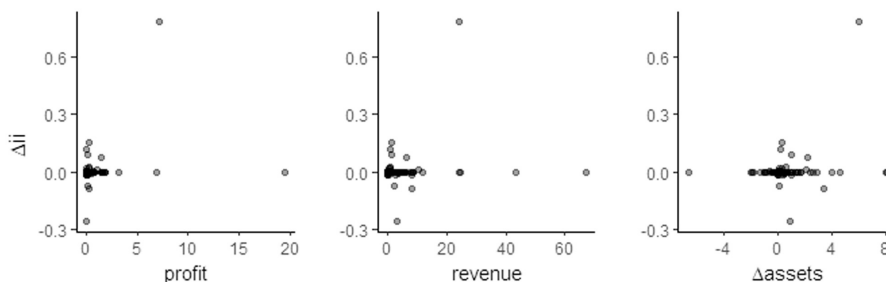


Рис. 5. Совместные распределения значений количественных переменных и изменения инвестиций в инновационную деятельность компаний в 2019 г. (значения переменных в млрд руб.)

Статистика Хи-квадрат вычисляется по формуле [65]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

где i – индекс интервала значений переменной, $i=1, 2, \dots, n$; n – количество интервалов, на которые был разделен диапазон значений переменной в выборке; O_i – выборочная частота для значений переменной, попадающих в интервал с индексом i ; $E_i = Np_i$ – математическое ожидание частоты для значений переменной, попадающих в интервал с индексом i ; N – количество наблюдений в выборке; p_i – теоретическая вероятность того, что некоторое случайное наблюдение значения переменной принадлежит интервалу с индексом i .

Статистика теста Колмогорова–Смирнова для проверки гипотезы о соответствии фактических значений переменной теоретическому распределению с учетом отклонений эмпирических данных от теоретического распределения как в большую, так и в меньшую сторону, вычисляется по формуле [61, 62, 66]:

$$D = \max_u |F_{\text{obs}}(u) - F_{\text{th}}(u)|,$$

где u – переменная; $F_{\text{obs}}(u)$ – функция фактического распределения переменной u ; $F_{\text{th}}(u)$ – теоретическая функция распределения случайной величины, которая, согласно тестируемой гипотезе, описывает эмпирические значения переменной u .

Тест Андерсона–Дарлинга [30, 67] является тестом эмпирической функции распределения на основе сопоставления доли объясненной дисперсии и необъясненной дисперсии. Статистика теста Андерсона–Дарлинга [63] вычисляется по формуле [30, 67]:

$$A = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [2i-1][\ln(p_{(i)}) + \ln(1-p_{n-i+1})],$$

где $p_i = \Phi((x_i - x_{\text{cp}})/\sigma)$; Φ – кумулятивная функция стандартного нормального распределения; x_{cp} – фактиче-

Таблица 5
Распределение изменения инвестиций компаний в инновационную деятельность в 2019 г. по регионам (все величины в млн руб.)

Регион	Число компаний	min	Среднее значение	max	σ
Архангельская обл.	22	-0,06	0,16	3,14	0,67
Калининградская обл.	75	-14,86	-0,24	0,40	1,76
Ленинградская обл.	121	0,00	0,06	5,78	0,53
Мурманская обл.	11	0,00	0,00	0,00	0,00
Новгородская обл.	27	0,00	0,02	0,47	0,09
Псковская обл.	20	0,00	0,00	0,00	0,00
Респ. Карелия	12	0,00	0,00	0,00	0,00
Респ. Коми	4	0,00	0,00	0,00	0,00
Санкт-Петербург	689	-257,80	1,20	779,72	32,81
Вологодская обл.	40	0,00	0,10	4,10	0,65

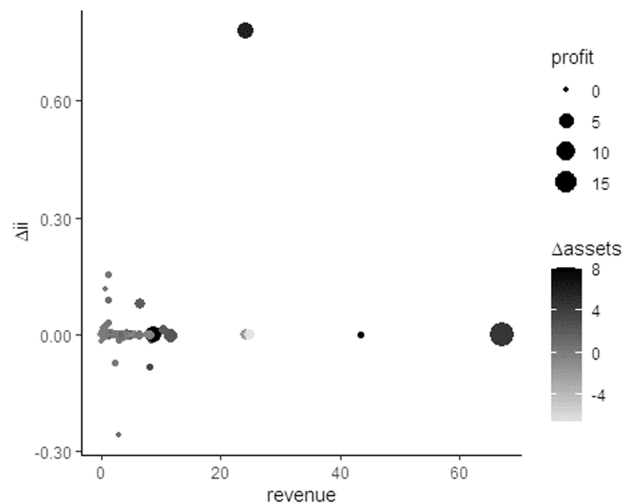


Рис. 6. Выручка, чистая прибыль, величина инвестиций в инновационную деятельность и величина активов компаний в 2019 г. (все величины в млрд руб.)

ское среднее значение переменной; σ – фактическое стандартное отклонение переменной.

Для переменных изменение уровня инвестиций компаний в инновационную деятельность и рост активов компании тестировались гипотезы о нормальном распределении, а для переменных выручка и чистая прибыль – гипотезы о логнормальном распределении.

В используемой выборке присутствуют компании с нулевой чистой прибылью и/или выручкой в 2018 и/или в 2019 гг., поэтому проверка гипотез о возможности использования логнормального теоретического распределения для моделирования эмпирического распределения значений переменных profit и revenue может быть выполнена после предварительного смещения значений этих переменных. Поэтому при шкалировании (формула (2)) значения переменных отображались на отрезок $[10^{-11}, 1]$. Минимальное значение, равное доле 10^{-11} от единицы измерения количественных переменных исследования (1 млрд руб.), как уже отмечалось выше, составляет 1 копейку (т. е. наименьшее возможное положительное значение по смыслу задачи).

Была проведена стандартизация значений количественных переменных исследования по формуле (1) и последующее шкалирование значений переменных по

Таблица 6
Распределение изменения инвестиций компаний в инновационную деятельность в 2019 г. по отраслям (все величины в млн руб.)

Отрасль	Число компаний	min	Среднее значение	max	σ
Химическая	304	-3,97	-0,01	3,14	0,48
Фармацевтическая	71	-16,35	13,53	779,72	93,38
Электронная	349	-257,80	-0,39	154,53	18,43
Производство транспортных средств	244	-3,14	0,00	4,10	0,34
Производство медицинского оборудования	53	-0,20	0,01	0,81	0,12

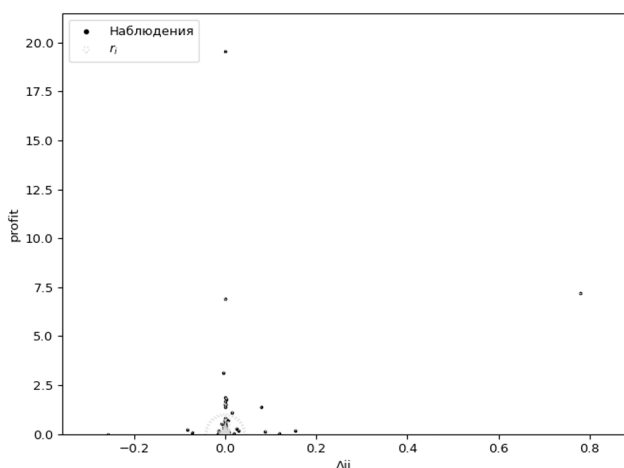


Рис. 7. Результаты анализа выборки на наличие выбросов методом оценки локального уровня выброса (Local Outlier Factor, LOF), относительно чистой прибыли и изменения уровня инвестиций компаний в инновационную деятельность в 2019 г. (все величины в млрд руб.)

формуле (2) с использованием пакета scikit-learn [34, 35] для Python [31]:

$$x_{i_std} = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1)$$

где x_i — наблюдение с индексом i значения переменной; x_{\min} — минимальное из всех наблюдений значений переменной; x_{\max} — наибольшее из всех наблюдений значений переменной;

$$x_{i_scaled} = x_{i_std} (x_{\max}^* - x_{\min}^*) + x_{\min}^*, \quad (2)$$

где x_{\max}^* — верхняя граница отрезка, на который производилось отображение стандартизированных значений переменной при шкалировании; x_{\min}^* — нижняя граница отрезка, на который производилось отображение стандартизированных значений переменной при шкалировании.

В результате оценки статистик тестов p -value для всех переменных для тестов Хи-квадрат, Колмогорова–Смирнова равны 0, а для теста Андерсона–Дарлинга для всех переменных равны $3,7 \cdot 10^{-24}$, что свидетельствует о том, что соответствующие гипотезы о возможности использования случайных величин, имеющих нормальное распределение, для моделирования значений переменных изменение уровня инвестиций компаний в инновационную деятельность и рост активов компании и о возможности использования случайных величин, следующих логнормальному распределению, для моделирования значений переменных выручка и чистая прибыль могут быть приняты.

Таблица 7
Оценка способности моделей быть использованными при прогнозировании инвестиций в инновационную деятельность компаний

Модель	RMSE	R^2
Линейная регрессия	0,03	-0,26
KNN-регрессия	0,03	0,00

В следующей части данного исследования проводилось тестирование следующих гипотез:

- H_1 : заинтересованность компании в инвестициях в инновационную деятельность зависит от выручки компании;
- H_2 : заинтересованность компании в инвестициях в инновационную деятельность зависит от чистой прибыли компании;
- H_3 : заинтересованность компании в инвестициях в инновационную деятельность зависит от размера компании.

Для тестирования указанных гипотез применяются следующие модели: линейная регрессионная модель, KNN-регрессия:

$$f_{\text{рег}}(x) = [y_i | x_i \in N_k(x)], \quad (3)$$

где y_i — наблюдение i зависимой переменной y ; x_i — наблюдение i независимой переменной x ; $N_k(x)$ — окрестность независимой переменной x , содержащая k соседних наблюдений для каждого наблюдения.

Минимизируемый параметр — среднеквадратичная ошибка:

$$\text{MSE} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (y_i - y_{i_оц})^2, \quad (4)$$

где m — количество наблюдений в выборке; y_i — наблюдение i зависимой переменной y ; $y_{i_оц}$ — оцененное (или спрогнозированное) с помощью модели наблюдение i переменной y .

Регрессия Ридж (Ridge regression):

$$\beta_{\text{ridge_оц}} = \underset{\beta}{\text{argmin}} \left(\sum_{i=1}^m (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij})^2 + \lambda \sum_{j=1}^p \beta_j^2 \right), \quad (5)$$

где λ — параметр регуляризации; $\beta_{\text{ridge_оц}}$ — оценка регрессионного коэффициента модели Ридж; m — количество наблюдений в выборке; β_0 — свободный коэффициент модели линейной регрессии OLS, оцененной методом наименьших квадратов; p — количество факторов (зависимых переменных) регрессионной модели; β_j — коэффициент модели линейной регрессии OLS, оцененной методом наименьших квадратов, при переменной j .

Следующий раздел настоящей статьи содержит обсуждение полученных результатов.

3. Обсуждение

В качестве зависимой переменной использовалась переменная $ii.2019$ (уровень инвестиций компаний в инновационную деятельность в 2019 г.).

Результатом оценки KNN-регрессии (формула (3)) методов кросс-валидации с разделением выборки на 5 групп является количество 108 соседних наблюдений, которые учитывались для моделирования значения каждого наблюдения, которое позволило минимизировать значение средней квадратичной ошибки (MSE, mean squared error, формула (4)).

Так как, по итогам кросс-валидации, значение корня квадратного из среднеквадратичной ошибки не превышает по модулю среднее значение инвестиций компаний в инновационную деятельность,

$$RMSE = MSE^{1/2} = 0,02... < |0,24...| = |i_{cp}|,$$

то данный результат не противоречит, на первый взгляд, применению KNN-регрессии для прогнозирования инвестиций компаний в инновационную деятельность.

Анализ результатов оценки способности моделей быть использованными при прогнозировании инвестиций компаний в инновационную деятельность, представленных в табл. 7, позволяет сделать вывод, что и линейная регрессионная модель, и модель KNN-регрессии показывают неудовлетворительные результаты и не могут быть использованы для прогнозирования инвестиций компаний в инновационную деятельность.

Для дальнейшего анализа факторов инвестиционной активности в инновационную деятельность компаний использовалась регрессия Ридж (Ridge regression, формула (5)).

На основе результатов оценки способности Ридж регрессии быть использованной при прогнозировании, можно сделать вывод, что значение свободного члена превышает среднее значение зависимой переменной (инвестиции компаний в инновационную деятельность), $\beta_0 = 0,25...$, что свидетельствует об отсутствии значимости выбранных переменных для прогнозирования.

Следует отметить, что, в частности, неспособность линейных моделей быть использованными при прогнозировании взаимозависимости уровня инвестиций компаний в инновационную деятельность свидетельствует о том, что линейные модели едва ли могут описывать реальные экономические процессы [68].

Результаты применения KNN-регрессии, которые свидетельствуют о том, что данная модель также не может быть использована при прогнозировании, могут объясняться неоднородностью наблюдений в выборке (рис. 7). Однако, оценка локального уровня выброса на основе соседних наблюдений не позволила однозначно определить наличие в выборке выбросов, что также может объясняться высокой неоднородностью данных в выборке (табл. 5 и 6).

Полученные результаты не противоречат мнению Л. М. Гохберга, высказанному в интервью «Российской

газете» [69]: «...для быстрого продвижения и достижения лидерства в сфере инноваций недостаточно наращивать объем ресурсов, в том числе финансовых. Лидерство в конечном итоге определяется эффективностью использования этих ресурсов, а это, в свою очередь, зависит от таких условий, как деловой климат, качество регулирования и др.».

Заключение

В данном исследовании были проведены оценки моделей линейной регрессии, KNN-регрессии, регрессии Ридж с регуляризацией с точки зрения способности моделировать инвестиции в инновационную деятельность компаний с использованием данных бухгалтерской финансовой отчетности компаний Северо-Западного макрорегиона. Анализ показал высокую неоднородность среди компаний с точки зрения затрачиваемых на инновационную деятельность средств. Факторы, связанные с финансовыми ресурсами и с размером компании (величиной активов) имеют низкое значение для инвестиционной активности компаний даже с учетом региона местоположения и отрасли компании.

Дальнейшие направления исследований могут быть связаны с поиском новых нелинейных моделей мотивации компаний к инвестициям в инновационную деятельность.

* * *

В статье приведены результаты фундаментальных научных исследований, выполненных в ФГБУН ИПРЭ РАН в соответствии с программой фундаментальных научных исследований по теме «Механизмы формирования новых подходов к пространственному развитию экономики Российской Федерации, обеспечивающей устойчивое развитие и связанность ее территорий в условиях глобальных вызовов XXI века» №АААА-А21-12101129083-2.

Данное исследование проведено с использованием библиотечно-информационных ресурсов и сервисов Российской государственной библиотеки.

Список использованных источников

1. В. И. Черенков, В. П. Марьяненко, Н. И. Черенкова. Развитие теории инноваций: Некоторые проблемы // Вестник Московского университета. Серия 6. «Экономика». Вып. 1. М.: Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, 2019. С. 3-29.
2. В. Л. Бабурин, С. П. Земцов. Инновационный потенциал регионов России. М.: 000 ИД Университетская книга, 2017. 358 с.
3. В. Элснер. Экономика сложности и инновации: Почему положительные эффекты от инноваций не гарантированы // Журнал институциональных исследований. Т. 10. № 4. 2018. С. 7-19. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2018.10.4.007-019>.
4. А. А. Никонова. Трансформация моделей инноваций в экономической динамике // Экономика и математические методы. 2020. Т. 54. № 4. С. 3-28. <https://emm.jes.su/S042473880003316-6-1>.
5. Д. Грушевенко, Е. Грушевенко, В. Кулагин. Энергопотребление российского автомобильного сектора: Роль технологических инноваций в межтопливной конкуренции // Форсайт. 2018. Т. 12. № 4. С. 35-44. <https://foresight-journal.hse.ru/2018-12-4/229724334.html>.
6. О. В. Булыгина, А. А. Емельянов, Г. В. Росс, Е. С. Яшин. Инвестиции, инновации, импортозамещение: имитационное моделирование с элементами искусственного интеллекта в управлении проектными рисками // Прикладная информатика. 2020. Т. 15. № 1. С. 68-102.
7. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. — Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2020. <https://www.R-project.org>.
8. Y. Xie. Knitr: A comprehensive tool for reproducible research in R. Implementing reproducible computational research / Ed. by Victoria Stodden, Friedrich Leisch, Roger D. Peng Chapman; Hall/CRC, 2014. P. 448. <http://www.crcpress.com/product/isbn/9781466561595>.
9. Y. Xie. Dynamic documents with R and knitr. 2nd ed. Boca Raton, Florida: Chapman; Hall/CRC, 2015. <https://yihui.org/knitr>.
10. Y. Xie. Knitr: A general-purpose package for dynamic report generation in R. R package version 1.30. 2020. <https://yihui.org/knitr>.
11. D. Gohel. Flextable: Functions for tabular reporting. R package version 0.5.11.009. 2020. <https://davidgohel.github.io/flextable>.
12. D. Gohel. Officer: Manipulation of Microsoft Word and PowerPoint documents. R package version 0.3.14. 2020. <https://davidgohel.github.io/officer>.
13. H. Wickham, J. Hester. Readr: Read rectangular text data. R package version 1.4.0. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=readr>.
14. M. Dowle, A. Srinivasan. Data.table: Extension of 'data.frame'. R package version 1.14.0. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=data.table>.
15. P. Grosjean, F. Ibanez. Pastecs: Package for analysis of space-time ecological series. R package version 1.3.21. 2018. <https://CRAN.R-project.org/package=pastecs>.

16. A. Dragulescu, C. Arendt. Xlsx: Read, write, format excel 2007 and excel 97/2000/XP/2003 files. R package version 0.6.5 [computer software]. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=xlsx>.
17. K. Müller, H. Wickham. Tibble: Simple data frames. R package version 3.1.0 [computer software]. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=tibble>.
18. H. Wickham. ggplot2: Elegant graphics for data analysis. Springer-Verlag New York, 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org>.
19. E. Neuwirth. RColorBrewer: ColorBrewer palettes. R package version 1.1-2 [computer software]. 2014. <https://CRAN.R-project.org/package=RColorBrewer>.
20. K. Ushey, J. Allaire, Y. Tang. Reticulate: Interface to 'python'. R package version 1.18 [computer software]. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=reticulate>.
21. A. Letaw. Captioner: Numbers figures and creates simple captions. R package version 2.2.3.9000. 2015. <https://github.com/adletaw/captioner>.
22. H. Wickham. Tidy: Tidy messy data. R package version 1.1.3. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=tidy>.
23. H. Wickham, D. Seidel. Scales: Scale functions for visualization. R package version 1.1.1. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=scales>.
24. H. Wickham, R. Francois, L. Henry, K. Muller. Dplyr: A grammar of data manipulation. R package version 1.0.5. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>.
25. M. Gagolewski. R package stringi: Character string processing facilities. 2020. <http://www.gagolewski.com/software/stringi>.
26. A. Kassambara. Ggpubr: ggplot2 based publication ready plots. R package version 0.4.0. 2020. <https://rpkgs.datanovia.com/ggpubr>.
27. S. Meschiarri. Use LaTeX expressions in plots. R package version 0.5.0. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=latex2exp>.
28. S. M. Bache, H. Wickham. magrittr: A Forward-Pipe Operator for R. R package version 2.0.1. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=magrittr>.
29. K. Slowikowski. Ggrepel: Automatically position non-overlapping text labels with 'ggplot2'. R package version 0.9.1. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=ggrepel>.
30. S. P. Millard. EnvStats: An R Package for Environmental Statistics. New York: Springer, 2013. <https://www.springer.com>.
31. G. van Rossum, F. L. Drake. Python 3 reference manual. Scotts Valley, CA: CreateSpace, 2009.
32. J. D. Hunter. Matplotlib: A 2D graphics environment//Computing in Science & Engineering. IEEE Computer SOC, 2007. Vol. 9. № 3. P. 90-95.
33. C. R. Harris, K. J. Millman, S. J. Walt et al. Array programming with NumPy//Nature. Springer Science; Business Media LLC. 2020. Vol. 585. № 7825. P. 357-362. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>.
34. F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort et al. Scikit-learn: Machine learning in Python//Journal of Machine Learning Research. 2011. Vol. 12. P. 2825-2830.
35. L. Buitinck, G. Louppe, M. Blondel et al. API design for machine learning software: Experiences from the scikit-learn project. ECML PKDD workshop: Languages for data mining and machine learning. 2013. P. 108-122.
36. The pandas development team Pandas-dev/pandas: pandas. Zenodo, 2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3509134>.
37. McKinney Wes. Data Structures for Statistical Computing in Python. Proceedings of the 9th Python in Science Conference/Ed. by Stéfán van der Walt, Jarrod Millman. 2010. P. 56-61.
38. Pandoc - about pandoc. 2020. <https://pandoc.org/index.html>.
39. Stack overflow. 2021. <https://stackoverflow.com>.
40. Б. Б. Демешев. Случайные заметки. <https://bdemeshev.github.io>.
41. R-bloggers.com. 2021. <https://www.r-bloggers.com>.
42. Некоммерческая интернет-версия КонсультантПлюс. 2021. <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?rnd=B999B9E3A856EF2B2050BFD8C669A27F&req=home>.
43. Д. Павлов, А. Водолагина, Д. Аксим. Iaaras/gostdown. GitLab. GitLab Community Edition. 2020. <https://gitlab.iaaras.ru/iaaras/gostdown>.
44. В. С. Катяло. Эволюция теории стратегического управления. 2-е изд. СПб.: Издательство «Высшая школа менеджмента», Издательский дом Санкт-Петербургского университета, 2011. 546 с.
45. Ю. В. Симачев, М. Г. Кузык, А. Н. Зудин. Результаты налоговой и финансовой поддержки российских компаний: проверка на дополнимость//Журнал новой экономической ассоциации. Автономная некоммерческая организация «Журнал Новой экономической ассоциации». 2017. Т. 34. № 2. С. 59-93. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29416938>.
46. Г. Хамел, К. Прахалад. Конкурируя за будущее. Создание рынков завтрашнего дня/Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2014. 288 с.
47. С. Р. Халимова, А. Т. Юсупова. Влияние региональных условий на развитие высокотехнологичных компаний в России//Регион: экономика и социология. 2019. Т. 103. № 3. С. 116-142. http://sibran.ru/journals/issue.php?id=177218&article_id=177266.
48. Н. И. Антипина. Трансформация российского бизнеса в условиях перехода к цифровой экономике: отраслевой и региональные аспекты//Экономическая наука современной России. 2018. Вып. 2. С. 102-114. <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/277>.
49. И. В. Данилин. Роль ВЭТ в развитии китайских интернет-рынков и перспективные вызовы цифровой экономики КНР//Международные процессы. 2018. Т. 16. № 4. С. 96-116. <http://intertrends.ru/system/Doc/ArticlePdf/2087/gq90pLNxNg.pdf>.
50. В. В. Перская, Э. П. Джагитян. Особенности посткризисных векторов прямых иностранных инвестиций в странах Азиатско-Тихоокеанского региона//Финансы: теория и практика/Finance: Theory and Practice. 2017. Т. 21. № 6. С. 80-93. <http://financetp.fa.ru/jour/article/view/591>.
51. Е. М. Рогова, С. С. Галактионов. Влияние корпоративных венчурных фондов на результаты инновационной деятельности материнских компаний//Инновации. 2017. № 2. С. 22-28. <https://maginnov.ru/ru/zhurnal/arhiv/2017/innovacii-n2-2017/vliyanie-korporativnyh-venchurnyh-fondov-na-rezultaty-innovacionnoj-deyatelnosti-materinskih-kompanij>.
52. У. Ж. Шалболова. Экономическая оценка предпринимательских рисков при производстве строительных материалов с использованием инновационных технологий//Промышленное и гражданское строительство. Вып. 8. 2017. С. 43-48. <http://pgs1923.ru/ru/index.php?m=4&y=2017&v=08&p=06>.
53. А. О. Баранов, Е. И. Музыка, В. Н. Павлов. Оценка эффективности венчурного финансирования методом реальных опционов//Финансы: теория и практика. 2017. Т. 21. № 4. С. 77-87. <http://financetp.fa.ru/jour/article/view/7>.
54. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности. 2021. <https://bo.nalog.ru>.
55. Т. Батенева. Рейтинг на вырост. Ключевые роли в развитии экономики играют стимулирование конкуренции и создание доверительной среды//Российская газета. 120 (7878). 2020. <https://rg.ru/2019/06/04/ekspert-vshe-chto-prepatsvuet-vnedreniiu-innovacij-v-rossii.html>.
56. ОК 029-2014 (КДЕС ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (утв. приказом Росстандарта от 31.01.2014 г. № 14-ст, ред. от 29.12.2020 г.). КонсультантПлюс. <https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=381748&dst=100000001&date=11.04.2021&demo=2>.
57. scikit-learn developers. 2.7. Novelty and outlier detection. 2021. https://scikit-learn.org/stable/modules/outlier_detection.html.
58. P. J. Rousseeuw, K. V. Driessen. A fast algorithm for the minimum covariance determinant estimator//Technometrics. Taylor & Francis, 1999. Vol. 41. № 3. P. 212-223. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00401706.1999.10485670>.
59. scikit-learn developers. Outlier detection with local outlier factor (LOF). 2021. https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/neighbors/plot_lof_outlier_detection.html#sphx-glr-auto-examples-neighbors-plot-lof-outlier-detection-py.
60. G. W. Snedecor, W. G. Cochran. Statistical methods. 8th ed. Wiley-Blackwell, 1991. 524 p.
61. A. Kolmogoroff. Grundbegriffe der wahrscheinlichkeitsrechnung. Zentralblatt f r Mathematiker. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1933. 62 p.
62. N. V. Smirnov. Sui la distribution de w (Criterium de M.R.v. Mises)//Comptes Rendus. Vol. 202. Paris, 1936. P. 449-452.
63. M. A. Stephens. EDF statistics for goodness of fit and some comparisons//Journal of the American Statistical Association [American Statistical Association, Taylor & Francis, Ltd.]. 1974. Vol. 69. № 347. P. 730-737. <https://www.jstor.org/stable/2286009>.
64. G. S. Watson. On chi-square goodness-of-fit tests for continuous distributions//Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological). [Royal Statistical Society, Wiley]. 1958. Vol. 20. № 1. P. 44-72. <http://www.jstor.org/stable/2983906>.
65. P. M. Shankar. Pedagogy of chi-square goodness of fit test for continuous distributions//Computer Applications in Engineering Education. 2019. Vol. 27. № 3. P. 679-689. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.22107>.
66. T. A. Arnold, J. W. Emerson. Nonparametric goodness-of-fit tests for discrete null distributions//The R Journal. 2011. Vol. 3. № 2. P. 34-39. http://journal.r-project.org/archive/2011-2/RJournal_2011-2_Arnold+Emerson.pdf.
67. J. Gross, U. Ligges. Nortest: Tests for Normality. R package version 1.0-4. 2015. <https://CRAN.R-project.org/package=nortest>.
68. А. В. Бухвалов. Управленческая теория фирмы: Прогресс в синтезе теории финансов и стратегического менеджмента//Российский журнал менеджмента. 2016. Т. 14. № 4. С. 105-126. <https://rjm.spbu.ru/article/view/125>.
69. Т. Батенева. Топчемся на месте. Результаты инновационной деятельности в России ниже ожидаемых//Российская газета. 269 (8323). 2020. <https://rg.ru/2020/11/30/rezultaty-innovacionnoj-deiatelnosti-v-rossii-okazalis-nizhe-ozhidaniia.html>.

References

1. V. I. Cherenkov, V. P. Marianenko, N. I. Cherenkova. Some issues of developing the theory of innovation//Moscow university economics bulletin. Is. 1. М.: Lomonosov Moscow state university, 2019. P. 3-29. (In Russian.)

2. V. L. Baburin, S. P. Zemtsov. Innovatsionnyy potentsial regionov Rossii. M.: 000 ID Universitetskaya kniga, 2017. 358 p. (In Russian.)
3. W. Elsner. Complexity and innovation. Why beneficial effects of innovation highly depend//Journal of Institutional Studies [Zhurnal institutsionalnykh issledovaniy]. Vol. 10. № 4. 2018. P. 7-19. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2018.10.4.007-019>.
4. A. Nikonova. Evolution of innovation mode within economic dynamics//Ekonomika i matematicheskie metody. Vol. 54. № 4. 2020. P. 3-28. <https://emm.jes.su/S042473880003316-6-1>. (In Russian.)
5. D. Grushevenko, E. Grushevenko, V. Kulagin. Energy consumption of the russian road transportation sector: Prospects for inter-fuel competition in terms of technological innovation//Foresight and STI Governance. Vol. 12. № 4. 2018. P. 35-44. <https://foresight-journal.hse.ru/en/2018-12-4/229724334.html>.
6. O. Bulygina, A. Emelyanov, G. Ross, Y. Yashin. Investments, innovations, import substitution: simulation with elements of artificial intelligence in project risk management//Prikladnaya Informatika. [Journal of Applied Informatics]. 2020. Vol. 15. № 1. P. 68-102. (In Russian.)
7. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. — Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2020. <https://www.R-project.org>.
8. Y. Xie. Knitr: A comprehensive tool for reproducible research in R. Implementing reproducible computational research/Ed. by Victoria Stodden, Friedrich Leisch, Roger D. Peng Chapman; Hall/CRC, 2014, P. 448. <http://www.crcpress.com/product/isbn/9781466561595>.
9. Y. Xie. Dynamic documents with R and knitr. 2nd ed. Boca Raton, Florida: Chapman; Hall/CRC, 2015. <https://yihui.org/knitr>.
10. Y. Xie. Knitr: A general-purpose package for dynamic report generation in R. R package version 1.30. 2020. <https://yihui.org/knitr>.
11. D. Gohel. Flextable: Functions for tabular reporting. R package version 0.5.11.009. 2020. <https://davidgohel.github.io/flextable>.
12. D. Gohel. Officer: Manipulation of Microsoft Word and PowerPoint documents. R package version 0.3.14. 2020. <https://davidgohel.github.io/officer>.
13. H. Wickham, J. Hester. Readr: Read rectangular text data. R package version 1.4.0. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=readr>.
14. M. Dowle, A. Srinivasan. Data.table: Extension of 'data.frame'. R package version 1.14.0. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=data.table>.
15. P. Grosjean, F. Ibanez. Pastecs: Package for analysis of space-time ecological series. R package version 1.3.21. 2018. <https://CRAN.R-project.org/package=pastecs>.
16. A. Dragulescu, C. Arendt. Xlsx: Read, write, format excel 2007 and excel 97/2000/XP/2003 files. R package version 0.6.5 [computer software]. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=xlsx>.
17. K. Müller, H. Wickham. Tibble: Simple data frames. R package version 3.1.0 [computer software]. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=tibble>.
18. H. Wickham. ggplot2: Elegant graphics for data analysis. Springer-Verlag New York, 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org>.
19. E. Neuwirth. RColorBrewer: ColorBrewer palettes. R package version 1.1-2 [computer software]. 2014. <https://CRAN.R-project.org/package=RColorBrewer>.
20. K. Ushuey, J. Allaire, Y. Tang. Reticulate: Interface to 'python'. R package version 1.18 [computer software]. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=reticulate>.
21. A. Letaw. Captioner: Numbers figures and creates simple captions. R package version 2.2.3.9000. 2015. <https://github.com/adletaw/captioner>.
22. H. Wickham. Tidy: Tidy messy data. R package version 1.1.3. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=tidy>.
23. H. Wickham, D. Seidel. Scales: Scale functions for visualization. R package version 1.1.1. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=scales>.
24. H. Wickham, R. Francois, L. Henry, K. Muller. Dplyr: A grammar of data manipulation. R package version 1.0.5. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>.
25. M. Gagolewski. R package stringi: Character string processing facilities. 2020. <http://www.gagolewski.com/software/stringi>.
26. A. Kassambara. Ggpubr: ggplot2 based publication ready plots. R package version 0.4.0. 2020. <https://rpkgs.datanovia.com/ggpubr>.
27. S. Meschiari. Use LaTeX expressions in plots. R package version 0.5.0. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=latex2exp>.
28. S. M. Bache, H. Wickham. magrittr: A Forward-Pipe Operator for R. R package version 2.0.1. 2020. <https://CRAN.R-project.org/package=magrittr>.
29. K. Slowikowski. Ggrepel: Automatically position non-overlapping text labels with 'ggplot2'. R package version 0.9.1. 2021. <https://CRAN.R-project.org/package=ggrepel>.
30. S. P. Millard. EnvStats: An R Package for Environmental Statistics. New York: Springer, 2013. <https://www.springer.com>.
31. G. van Rossum, F. L. Drake. Python 3 reference manual. Scotts Valley, CA: CreateSpace, 2009.
32. J. D. Hunter. Matplotlib: A 2D graphics environment//Computing in Science & Engineering. IEEE Computer SOC, 2007. Vol. 9. № 3. P. 90-95.
33. C. R. Harris, K. J. Millman, S. J. Walt et al. Array programming with NumPy//Nature. Springer Science; Business Media LLC. 2020. Vol. 585. № 7825. P. 357-362. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>.
34. F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort et al. Scikit-learn: Machine learning in Python//Journal of Machine Learning Research. 2011. Vol. 12. P. 2825-2830.
35. L. Buitinck, G. Louppe, M. Blondel et al. API design for machine learning software: Experiences from the scikit-learn project. ECML PKDD workshop: Languages for data mining and machine learning. 2013. P. 108-122.
36. The pandas development team Pandas-dev/pandas: pandas. Zenodo, 2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3509134>.
37. McKinney Wes. Data Structures for Statistical Computing in Python. Proceedings of the 9th Python in Science Conference/Ed. by Stéfán van der Walt, Jarrod Millman. 2010. P. 56-61.
38. Pandoc - about pandoc. 2020. <https://pandoc.org/index.html>.
39. Stack overflow. 2021. <https://stackoverflow.com>.
40. B. B. Demeshev. Sluchaynyye zametki. <https://bdemeshev.github.io>. (In Russian.)
41. R-bloggers.com. 2021. <https://www.r-bloggers.com>.
42. Nekommercheskaya internet-versiya KonsultantPlyus. [Consultant Plus non-commercial internet-version]. 2021. <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?rnd=B999B9E3A856EF2B2050BF08C669A27F&req=home>. (In Russian.)
43. D. Pavlov, A. Vodolagina, D. Aksim. Iaaars/gostdown. GitLab. GitLab Company Edition. 2020. <https://gitlab.iaaras.ru/iaaras/gostdown>. (In Russian.)
44. V. S. Katkalo. Evolyutsiya teorii strategicheskogo upravleniya. 2nd edition. SPb.: St. Petersburg university press, Graduate school of management, 2011. 546 p. (In Russian.)
45. Y. V. Simachev, M. G. Kuzyk, N. N. Zudin. The Impact of Public Funding and Tax Incentives on Russian Firms: Additionality Effects Evaluation//Zhurnal novoy ekonomicheskoy assotsiatsii. [Journal of the New Economic Association]. 2017. Vol. 34. № 2. P. 59-93. <https://elibrary.ru/item.asp?id=29416938>. (In Russian.)
46. G. Hamel, C. Prahalad. Konkuriруя za budushhee. Sozdanie rynkov zavtrashnego dnja/Translated from English. M.: Olymp Business, 1994. 288 p. (In Russian.)
47. S. R. Khalimova, A. T. Yusupova. The Effect of Regional Conditions on the Development of High-Tech Companies in Russia//Region: ekonomika i sotsiologiya. [Region: Economics and Sociology]. 2019. Vol. 103. № 3. P. 116-142. http://sibran.ru/journals/issue.php?id=177218&article_id=177266. (In Russian.)
48. N. I. Antipina. Transformation of Russian business in the conditions of transition to the digital economy: Sectoral and regional dimensions//Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii [Economics of Contemporary Russia]. 2018. Is. 2. P. 102-114. <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/277>. (In Russian.)
49. I. Danilin. BAT Roll in the Development of Chinese Internet Markets and the Future Challenges for the PRC Digital Economy//Mezhdunarodnye protsessy. [International Trends]. 2018. Vol. 16. № 4. P. 96-116. <http://intertrends.ru/system/Doc/ArticlePdf/2087/gg90pLNxNg.pdf>. (In Russian.)
50. V. V. Perskaya, E. P. Dzhagiyana. Peculiarities of the vectors of post-crisis foreign direct investment in the Asia-Pacific region//Finansy: teoriya i praktika. [Finance: Theory and Practice]. 2017. Vol. 21. № 6. P. 80-93. <http://financetp.fu.ru/jour/article/view/591>. (In Russian.)
51. E. M. Rogova, S. S. Galaktionov. The impact of corporate venture funds at the results of parent companies' innovation activities//Innovatsii. [Innovation]. 2017. № 2. P. 22-28. <https://maginnov.ru/zhurnal/arkhiv/2017/innovacii-n2-2017/vliyanie-korporativnyh-venchurnykh-fondov-na-rezultaty-innovacionnoj-deyatelnosti-materinskih-kompanij>. (In Russian.)
52. U. Zh. Shalbolova. Economic Evaluation of Entrepreneurial Risks when Producing Building Materials Using Innovative Technologies//Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering]. Is. 8. 2017. P. 43-48. <http://pgs1923.ru/ru/index.php?m=4&y=2017&v=08&p=06>. (In Russian.)
53. A. O. Baranov, E. I. Muzkyo, V. N. Pavlov. The evaluation of venture financing effectiveness of innovative project using real options method//Finansy: teoriya i praktika [Finance: Theory and Practice]. 2017. Vol. 21. № 4. P. 77-87. <http://financetp.fu.ru/jour/article/view/7>. (In Russian.)
54. Gosudarstvennyy informatsionnyy resurs bukhgalterskoy (finansovoy) otchetnosti [State informational resource of the financial accounting reports]. 2021. <https://bo.nalog.ru>. (In Russian.)
55. T. Bateneva. Rating to grow. Competition stimulating and trusting environment creation play key roles in the economic development//Rossiyskaya gazeta [Russian newspaper]. 120 (7878). 2020. <https://rg.ru/2019/06/04/ekspert-vshe-cto-prepiatstvuet-vnedreniiu-innovacij-v-rossii.html>. (In Russian.)
56. Russian classification of economic activities introduced by decree of the federal agency on technical regulating and metrology on January 31, 2014 (as amended on December 29, 2020). Consultant Plus. <https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=LAW&n=381748&dst=1000000001&date=11.04.2021&demo=2>. (In Russian.)
57. scikit-learn developers. 2.7. Novelty and outlier detection. 2021. https://scikit-learn.org/stable/modules/outlier_detection.html.
58. P. J. Rousseeuw, K. V. Driessen. A fast algorithm for the minimum covariance determinant estimator//Technometrics. Taylor & Francis, 1999. Vol. 41. № 3. P. 212-223. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00401706.1999.10485670>.
59. scikit-learn developers. Outlier detection with local outlier factor (LOF). 2021. https://scikit-learn.org/stable/auto_examples/neighbors/plot_lof_outlier_detection.html#sphx-gl-auto-examples-neighbors-plot-lof-outlier-detection-py.

60. G. W. Snecdecor, W. G. Cochran. Statistical methods. 8th ed. Wiley-Blackwell, 1991. 524 p.
61. A. Kolmogoroff. Grundbegriffe der wahrscheinlichkeitsrechnung. Zentralblatt f r Mathematiker. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1933. 62 p.
62. N. V. Smirnov. Sui la distribution de w (Criterium de M.R.v. Mises)//Comptes Rendus. Vol. 202. Paris, 1936. P. 449-452.
63. M. A. Stephens. EDF statistics for goodness of fit and some comparisons//Journal of the American Statistical Association [American Statistical Association, Taylor & Francis, Ltd.]. 1974. Vol. 69. № 347. P. 730-737. <http://www.jstor.org/stable/2286009>.
64. G. S. Watson. On chi-square goodness-of-fit tests for continuous distributions//Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological). [Royal Statistical Society, Wiley]. 1958. Vol. 20. № 1. P. 44-72. <http://www.jstor.org/stable/2983906>.
65. P. M. Shankar. Pedagogy of chi-square goodness of fit test for continuous distributions//Computer Applications in Engineering Education. 2019. Vol. 27. № 3. P. 679-689. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cae.22107>.
66. T. A. Arnold, J. W. Emerson. Nonparametric goodness-of-fit tests for discrete null distributions//The R Journal. 2011. Vol. 3. № 2. P. 34-39. http://journal.r-project.org/archive/2011-2/RJournal_2011-2_Arnold+Emerson.pdf.
67. J. Gross, U. Ligges. Nortest: Tests for Normality. R package version 1.0-4. 2015. <https://CRAN.R-project.org/package=nortest>.
68. A. V. Bukhvalov. Managerial theory of firm: Towards a synthesis of finance and strategic management//Russian Management Journal. [Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta]. 2016. Vol. 14. № 4. P. 105-126. <https://rjm.spbu.ru/article/view/125>. (In Russian.)
69. T. Bateneva. Staying at the same place. Innovation activity results are low than expected in Russia//Rossiyskaya gazeta [Russian newspaper]. 269 (8323). 2020. <https://rg.ru/2020/11/30/rezultaty-innovacionnoj-deiatelnosti-v-rossii-okazalis-nizhe-ozhidaniia.html>. (In Russian.)