

УДК 332.13 Отозвана 23.09.2019

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ
И КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМА ЗАТРАТ
НА НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© *Цыренов Даша Дашинимаевич*, кандидат экономических наук,
заведующий кафедрой эконометрики и прикладной экономики,
Бурятский государственный университет
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а
E-mail: dashi555@mail.ru

© *Гармаев Алексей Дашинимаевич*, магистрант,
Бурятский государственный университета
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а
E-mail: al.garmaev11@yandex.ru

Статья посвящена актуальной для современной России проблеме инновационного развития, а именно — разработке методологического и методического инструментария краткосрочного прогнозирования внутренних затрат на научные исследования и разработки. Целью работы является совершенствование методики краткосрочного прогнозирования с учетом дифференциации субъектов Российской Федерации по условиям социально-экономического развития. Предмет исследования заключается в адаптации существующих методик прогнозирования величины затрат на проведение научных исследований применительно к типологическим группам регионов.

Ключевые слова: экономика знаний, постиндустриальное общество, краткосрочное прогнозирование, статистический инструментарий

В современных экономических исследованиях заметно смещение акцентов в сторону изучения экономики знаний, сутью которой является инноваторство в производстве новых продуктов на основе последних научных исследований и разработок. Поэтому информационная и прогностическая поддержка механизмов и инструментов формирования инновационной экономики все более актуализируется. В их числе важное место занимает разработка количественного инструментария для краткосрочного прогнозирования затрат на научные исследования. При этом ошибки прогноза ведут к чрезмерной переоценке текущих и капитальных затрат. Особую актуальность приобретает точность прогнозных оценок. Особенностью Российской Федерации является многообразие, а потому несопоставимость условий социально-экономического развития отдельных территорий.

Методологической базой краткосрочного прогнозирования служит исследование пространственной дифференциации регионов и последующее регрессионное моделирование по группам субъектов, полученных в результате дискриминантного анализа.

Для учета пространственной дифференциации регионов Российской Федерации по уровню затрат на исследования и разработки собственными силами организаций целесообразно построение сводной группировки по уровню затрат на душу населения и условиям, оказывающим влияние на форми-

рование расходов. В основе группировки лежат результаты статистической группировки субъектов Российской Федерации по объему затрат на научные исследования в расчете на одного жителя и результаты кластерного анализа по факторам, определяющим размер расходов (табл. 1).

Таблица 1 — Сводная группировка субъектов Российской Федерации по уровню и условиям формирования расходов на научные исследования

Условия формирования доходов	Уровень поступления взносов					Всего регионов
	Крайне низкий	Низкий	Средний	Высокий	Крайне высокий	
Неблагоприятные	5	1	4	0	0	10
Ниже среднего	0	5	6	0	0	11
Средние	1	6	25	0	1	33
Выше среднего	0	0	4	4	0	8
Благоприятные	0	0	5	2	5	12
Всего регионов	6	12	44	6	6	74*

В состав сводной группировки не входят Ленинградская и Московская области, так как они учитываются в составе г. Санкт-Петербург и г. Москва. Также исключены из состава анализируемой совокупности субъектов Российской Федерации аномальные объекты, выявленные при реализации кластерного анализа: г. Москва, г. Санкт-Петербург, Чеченская республика, Чукотский автономный округ.

В регионах с неблагоприятными факторами развития уровень расходов на научные исследования находится на крайне низком уровне, а в регионах с благоприятными факторами находится на крайне высоком уровне. Наблюдается соответствие уровня произведенных расходов в 44 из 74 анализируемых регионов. Остальные 30 регионов занимают промежуточное положение, их принадлежность к сгенерированным группам возможно идентифицировать с помощью дискриминантного анализа. За обучающую выборку принимаются регионы, в которых наблюдается соответствие уровня затрат факторам расходов на научные исследования, дискриминантными переменными являются факторы, определяющие расходы на научные изыскания в регионе.

Проведение дискриминантного анализа сопряжено с определением набора переменных, который позволяет наилучшим образом различать классы и классифицировать новые объекты. Эта задача решается с помощью последовательного отбора переменных или пошагового дискриминантного анализа.

Критерием выбора набора переменных, наилучшим образом классифицирующих объекты, служат частные F-статистики, статистика λ -Уилкса.

Статистика f-включения оценивает улучшение различия между классами в результате включения переменной в анализ по сравнению с различием, достигнутым с помощью других переменных, участвующих в дискриминации.

Если значение f-включения с числом степеней свободы $(m-1)$ и $(n-p-m+1)$, где m — количество классов, n — число объектов наблюдений по всем классам, p — количество дискриминантных переменных, меньше соответствующей

шего табличного значения, то включение данной переменной в анализ не улучшает различение классов.

Статистика λ -Уилкса используется в качестве критерия значимости различий между классами. Значение λ -Уилкса вычисляется как отношение между определителями матрицы внутриклассовой ковариации и общей ковариационной матрицы. Если показатель принимает значение близкое к единице, то средние значения дискриминантных переменных для разных классов не различаются; если значение близко к нулю, то внутригрупповая дисперсия мала по сравнению с общей дисперсией. Значения показателя близкие к нулю свидетельствуют о хорошем различении классов. Преимуществом использования статистики λ -Уилкса для оценки качества дискриминации является то, что она учитывает, с одной стороны различия между классами, и однородность каждого класса — с другой. Значения критериев представлены в табл. 2.

Таблица 2 — Результаты проведения пошагового дискриминантного анализа

Шаг	Дискриминантная переменная	F-включения	Число степеней свободы		F табл.	λ -Уилкса
			(m-1)	(n-p-m+1)		
1	f11	60,5	4	36	2,63	0,13
2	f12	26,7	4	35	2,64	0,03
3	f13	3,2	4	34	2,65	0,02

Включение всех трех факторов позволяет получить наилучшее различение групп регионов, о чем свидетельствуют значения F-статистики и статистика λ -Уилкса. Итоговая λ -Уилкса составила 0,02, F-статистика — 23,62 при критическом значении критерия.

В состав обучающей выборки вошли 44 региона, после проведения процедуры дискриминантного анализа из состава обучающей выборки исключены два региона ввиду ошибочной классификации (табл. 3).

Таблица 3 — Состав обучающей выборки

Дискриминантная группа	Состав обучающей выборки
1	Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Республики Адыгея, Дагестан и Ингушетия
2	Алтайский край, Курганская область, Пензенская область, Республика Марий Эл, Ставропольский край
3	Белгородская, Владимирская, Волгоградская, Вологодская, Иркутская, Калужская, Кемеровская, Кировская, Костромская, Курская, Липецкая, Нижегородская, Новгородская, Омская, Оренбургская, Ростовская, Смоленская, Тверская, Тульская, Ульяновская, Челябинская области, Республика Карелия, Удмуртская Республика,
4	Красноярский край, Новосибирская и Свердловская области, Республика Коми

5	Камчатский край, Магаданская, Мурманская, Сахалинская и Тюменская области, Республики Коми, Саха (Якутия)
---	---

Для дискриминации регионов, не вошедших в обучающую выборку, используют расстояние Махаланобиса или вероятностную характеристику. Первый способ дискриминации новых объектов заключается в определении расстояния до центра каждого класса. В качестве меры расстояния от нового объекта X^* до класса X_k используется квадрат обобщенного расстояния Махаланобиса: $d^2(X^*, X_k) = (X^* - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (X^* - \mu_k)$. В этом случае объект относится к классу, расстояние, до центра которого, наименьшее.

Использование расстояний в качестве критерия определения принадлежности объекта к классу имеет существенный недостаток: объект может находиться на большом расстоянии от всех классов и отнесение его к более близкому классу может оказаться ошибочным. В этом случае целесообразно использовать вероятностную характеристику, которая позволяет оценить вероятность того, что объект, удаленный на определенное расстояние от центра класса, с определенной вероятностью относится к нему. Формула вероятности принадлежности объекта X^* к классу X_k вид:

$$P(X_k | X^*) = \frac{P(X^* | X_k)}{\sum_{l=1}^m P(X^* | X_l)}$$

где $P(X^* | X_l)$ — вероятность того, что объект принадлежит к классу X_l , определенная как доля объектов в этом классе, расположенных на большем расстоянии от центра класса, чем объект X^* ; $l=1, 2, \dots, k, \dots, m$ — номера классов.

В результате проведения дискриминантного анализа субъекты Российской Федерации распределились следующим образом:

- в первую группу вошли 10 регионов;
- во вторую группу вошли 12 регионов;
- в третью группу вошли 38 регионов;
- в четвертую группу вошли 11 регионов;
- в пятую группу вошли 9 регионов.

Проведение дискриминантного анализа позволило получить однородные группы регионов по затратам на научные изыскания в расчете на одного жителя и факторам, оказывающим влияние на величину расходов. Моделирование объемов затрат на выполнение исследований и разработок силами организаций связано с проблемой короткого временного ряда, период наблюдений составляет 2010-2014 гг., представлена детализация сведений по кварталам. Данный факт обусловил необходимость применения модели панельных данных, основным преимуществом которой является возможность учета и последующего моделирования различий в поведении исследуемых объектов, оценки влияния совокупности факторов на исследуемый показатель.

Выделяют сбалансированную и несбалансированную панель. Наличие данных по всем объектам за все периоды наблюдения позволяет говорить о наличии сбалансированной панели. Если в некоторые периоды времени от-

сутствуют сведения о части объектов, или они были заменены другими, то панель называется несбалансированной.

Для проверки панельных данных на наличие/отсутствие случайных эффектов используется тест множителей Лагранжа:

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it})^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2} \right),$$

где n — количество объектов, T — число периодов исследования, \hat{u}_{it} — остатки уравнения регрессии.

Для моделирования величины затрат на выполнение научных исследований из средств хозяйствующих субъектов сформирована информационная база за 2010-2014 гг. Данные представлены по каждому кварталу. Анализ автокорреляционной функции временного ряда и коррелограммы показал, что наибольшее значение принимает коэффициент автокорреляции первого порядка, следовательно, временной ряд содержит тенденцию. Проблема короткого временного ряда и неоднородности объектов наблюдений обусловили применение модели панельных данных для прогнозирования затрат на научные исследования. Результативным признаком является относительный прирост объемов учтенных затрат на выполнение исследований в расчете на 1 жителя к аналогичному показателю предшествующего квартала.

Для совокупности панельных данных, сформированных отдельно по каждой дискриминантной группе, протестирована гипотеза об имеющихся фиксированных эффектах, которая затем была отклонена по всем группам субъектов (табл. 4).

Таблица 4 — Результаты тестирования на фиксированные эффекты

Группа	Fнабл	Fкрит	Результат
1	Fнабл=0,001	Fкрит=2,20	Гипотеза отклонена
2	Fнабл=0,000	Fкрит=2,15	Гипотеза отклонена
3	Fнабл=0,001	Fкрит=2,09	Гипотеза отклонена
4	Fнабл=0,001	Fкрит=2,20	Гипотеза отклонена
5	Fнабл=0,268	Fкрит=2,72	Гипотеза отклонена

Проверка панели на имеющиеся случайные эффекты осуществлена на основе уравнения множественной регрессии, что позволило рассчитать статистику, представленную в таблице 5.

Таблица 5 — Тестирование панельных данных на случайные эффекты

Группа	LM	X ² 0,05	Результат
1	0,16	3,84	Гипотеза отклонена
2	0,12	3,84	Гипотеза отклонена
3	1,58	3,84	Гипотеза отклонена
4	3,11	3,84	Гипотеза отклонена
5	3,75	3,84	Гипотеза отклонена

Проведенные статические исследования и тестирование гипотез определяет целесообразность использования уравнения простой регрессии.

Дальнейшее исследование связано с построением уравнений множественной регрессии для каждой групп субъектов РФ на основе с шести факторных признаков. Уравнения значимы по F-критерию Фишера (при $\alpha=0,05$), а его параметры — по t-критерию Стьюдента. Значения коэффициента детерминации (R^2) демонстрируют высокие показания, а значения средней ошибки аппроксимации ($\bar{\sigma}$) дают возможность дальнейшего применения типологических моделей в прогнозных целях (табл. 6).

Таблица 6 — Регрессионные модели панельных данных по группам регионов

№	Вид модели	R^2	Fнабл	%	DW
1	$\hat{Y}_{1,t} = 6,34-39,85 \ln$ $t+35,81\alpha+48,38\beta+68,33\gamma_1+29,57 \gamma_2+80,16 \gamma_3$ $t_{расч} (-3,12) (3,09) (2,79) (19,51) (5,98) (12,01)$	0,86	106,98	11,4	1,98
2	$\hat{Y}_{2,t} = 6,26-36,08 \ln$ $t+34,61\alpha+43,85\beta+56,06\gamma_1+33,05 \gamma_2+60,68 \gamma_3$ $t_{расч} (-6,65) (7,15) (5,90) (37,66) (15,73) (21,39)$	0,94	313,86	5,33	1,73
3	$\hat{Y}_{3,t} = 16,98-37,71 \ln$ $t+34,68\alpha+44,80\beta+44,57\gamma_1+24,84 \gamma_2+46,24 \gamma_3$ $t_{расч} (-7,91) (8,16) (6,86) (34,08) (13,48) (18,55)$	0,80	259,02	8,22	2,04
4	$\hat{Y}_{4,t} = 28,27-43,27 \ln$ $t+38,82\alpha+52,62\beta+40,96\gamma_1+16,68 \gamma_2+38,74 \gamma_3$ $t_{расч} (-5,19) (5,22) (4,61) (17,91) (5,17) (8,89)$	0,83	81,68	7,47	1,65
5	$\hat{Y}_{5,t} = 5,52-10,2 \ln t+7,76\alpha+30,12\gamma_1+22,54 \gamma_2$ $t_{расч} (-4,27) (2,55) (9,23) (-6,90)$	0,70	73,71	10,4	1,89

Группа регионов 1 с низким уровнем затрат на выполнение научных изысканий и осуществление разработок наиболее подвержена сезонным колебаниям из-за аграрной специализации производительных сил. Реакция группы регионов 2 с уровнем затрат на научные исследования ниже среднего схожа с реакцией группы 1. Регионы, входящие в состав группы 3 и 4, со средним и выше среднего уровнями затрат на исследования, в меньшей степени подвержены сезонным колебаниям (объясняется диверсифицированной структурой экономики).

Группы 1–4 характеризуются высокой чувствительностью к изменению инвестиций в основной капитал. Группа 5, регионов с высоким уровнем затрат на научные изыскания демонстрирует наибольшую устойчивость относительно факторных переменных.

Для оценки практической применимости и прогностических способностей предлагаемой методики разработана аналогичная регрессионная модель по совокупности всех объектов наблюдения:

$$\hat{Y}_{\text{общ},t} = -13,13 - 3,2 \ln t + 2,41\alpha - 5,05\beta + 45,33\gamma_1 + 10,83\gamma_2 + 31,23\gamma_3$$

$$t_{\text{расч}} (-2,84) (2,31) (-4,83) (36,39) (8,69) (25,07)$$

$$F_{\text{набл}} = 383,95; R^2 = 0,72; \bar{\delta} = 15,2\%, DW = 1,95$$

Построенное уравнение статистически значимо по F-критерию Фишера (при $\alpha=0,05$), а его параметры — по t-критерию Стьюдента. Полученная модель позволяет получить прогноз темпов прироста объемов затрат на выполнение научных изысканий и осуществление разработок на 2015 г. Прогноз на основе общей модели рассчитан в виде суммы приростов по всем группам объектов наблюдения (табл. 7).

Таблица 7 — Прогноз величины затрат на научные исследования и разработки

Квартал 2015 г.	Объем затрат на выполнение научных исследований и разработок, млрд руб.		Отклонение прогнозных значений	
	Типологические модели	Общая модель	абсолютное, млрд руб.	относительное, %
1	891,79	888,16	-3,63	-0,41
2	1 093,76	1 129,29	35,53	3,25
3	908,28	1 046,23	137,95	15,19
4	952,28	1 182,69	230,41	24,20
ВСЕГО	3846,1	4 246,36	400,26	10,41

Прогнозные оценки объема затрат на выполнение научных изысканий и осуществление разработок в Российской Федерации в 2015 году, полученные по индивидуальным прогнозам для каждой группы субъектов РФ, дают величину в 3 846,1 млрд. руб. (рис. 1).

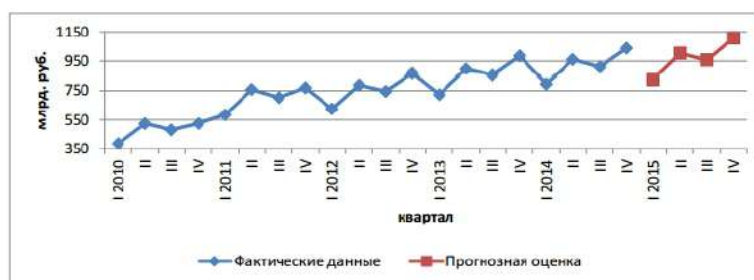


Рисунок 1 — Прогнозные оценки затрат на выполнение научных изысканий и осуществление разработок в РФ на 2015 г.

Рассчитан интервальный прогноз (с вероятностью 0,95), согласно которому фактический объем затрат на выполнение научных изысканий и осуществление разработок по итогам 2015 г. будет лежать в границах от 3 698,85 млрд руб. до 4 088,31 млрд руб.

Подобный прогноз составлен с использованием общей модели для всех регионов, ожидаемое значение показателя составило 4 246,36 млрд руб.

В 1 квартале 2015 г. отклонение прогнозных оценок, полученных по общей модели, от оценок, полученных по групповым моделям, составило -3,63 млрд. руб. (или — 0,40 %). Далее отклонение увеличивается, по итогам годовой оценки составляет 400,26 млрд руб. (10,4 %).

Таким образом, использование типологических регрессионных моделей по панельным данным, построенных для каждой группы регионов, различающихся по условиям формирования объема затрат на выполнение научных изысканий и осуществление разработок, позволяет получить более точные прогнозные оценки. Уровень затрат на выполнение научных изысканий и осуществление разработок силами организаций неоднороден в разрезе субъектов Российской Федерации, что связано с территориальными различиями (природно-климатические условия, обеспеченность природными ресурсами, транспортная доступность). При этом разработка прогноза объема затрат на выполнение научных изысканий и осуществление разработок без учета пространственной дифференциации обеспечивает завышение прогнозных оценок по сравнению с фактическими. Построение моделей по группам регионов, различающихся по уровню затрат, позволяет повысить точность прогнозных оценок, что подтверждает влияние структурных различий в социально-экономическом развитии регионов на величину затрат на научные исследования в целом по стране.

Литература

1. Булгатова Ю. С., Санковец А. А. Роль «поддерживающего управления» в инновационных экономических проектах // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. № S2. С. 265-268
2. Занданова О. Ф. Проблемы развития профессиональной мобильности экономически активного населения // Вестник Бурятского государственного университета. 2009. № 1-2. С. 56-59.
3. Кутумов А. С. Инвестиции в молодежь как фактор решения проблем мировой экономики // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. №S2. С. 254-257
4. Кутумов А. С. Современный подход к изучению молодежи и ее роли в социально-экономическом развитии страны // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. №S2(2). С. 7-11
5. Мункуева И.С. Знание как наиболее производительный ресурс инновационной экономики // Вестник Бурятского государственного университета, 2014. №2. С. 26-28.
6. Цыренов Д.Д, Санковец А.А., Лосева А.Ю. Разработка программного решения оценки кредитоспособности физического лица // Вестник Бурятского государственного университета. 2015. №S2. С. 258-264
7. Цыренов Д.Д. Комплексное прогнозирование развития региональной системы среднего профессионального образования (на примере Республики Бурятия) // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Экономические науки. 2012. № 1. С. 110-117.
8. Цыренов Д.Д. Оценка уровня развития производительных сил в рейтинге субъектов Сибирского федерального округа // Вестник ВСГУТУ. 2015. №6 (52). С. 147-151

Д. Д. Цыренов, А. Д. Гармаев. Исследование пространственной дифференциации и краткосрочное прогнозирование объема затрат на научные исследования

9. Цыренов Д.Д., Биликтуева Г.Д. Разработка статистической оценки когнитивной асимметрии регионов Сибирского федерального округа по уровню человеческого капитала // Омский научный вестник, 2014. №3 (129) — С. 51-54.

THE STUDY OF SPATIAL DIFFERENTIATION
AND SHORT-TERM FORECASTING OF THE COSTS FOR RESEARCH

Tsyrenov Dashi Dashanimaevich, PhD in Economics,
Head of the Department of Econometrics and Applied Economics,
Buryat State University
24a Smolina st., Ulan-Ude, 670000 Russia

Garmaev Aleksey Dashinimaevich, Graduate Student,
Buryat State University
24a Smolina st., Ulan-Ude, 670000 Russia

The article is devoted to the actual problem of innovative development — the development of methodological and methodical toolkit of short-term forecasting of domestic spending on research and development. The aim is to improve the methods of short-term forecasting, taking into account a substantial differentiation of subjects of the Russian Federation in terms of socio-economic development. The subject of research is the method for predicting the value of the cost of research on refined typological groups of regions.

Keywords: knowledge economy, post-industrial society, short-term forecasting, statistical tools.