

В Диссертационный совет Д 505.001.111
Финансового университета при
Правительстве Российской Федерации по
защите диссертаций на соискание ученой
степени кандидата наук, на соискание
ученой степени доктора наук

ОТЗЫВ

**на диссертацию Бачаева Умара Аптиевиича
на тему «Непараметрическое моделирование на основе копула-функций
в анализе пространственного развития Российской Федерации»,
представленную на соискание ученой степени кандидата экономических
наук по научной специальности 5.2.2. Математические, статистические и
инструментальные методы в экономике (экономические науки)**

1. Общая характеристика и актуальность темы исследования

Диссертация объемом 147 страниц состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 65 наименований и 4 приложений, содержит 21 рисунок, 11 таблиц и 86 формул.

Актуальность темы не вызывает сомнений. Пространственная неоднородность и демографическая динамика регионов Российской Федерации относятся к ключевым ограничениям и приоритетам государственной политики, что закреплено в Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года. Для обоснования дифференцированных региональных мер необходимы инструменты, позволяющие количественно оценивать связи между социально-экономическими условиями и демографическими результатами не только «в среднем», но и в крайних областях распределений. Классические регрессионные подходы, опирающиеся на усредненную линейную корреляцию и предпосылки нормальности, для неоднородных региональных данных ограниченно применимы, а методы машинного обучения, как правило, не дают вероятностного описания условной зависимости и затрудняют экономическую интерпретацию. В этом контексте обращение к аппарату

копула-функций, разделяющему моделирование маргинальных распределений и структуры зависимости, является методологически обоснованным. Важно, что, при широкой распространенности копул в финансовой эконометрике и анализе рисков, их систематическое применение к моделированию зависимостей между показателями пространственного развития регионов РФ и построению сценарных расчетов до настоящего времени оставалось недостаточно проработанным – именно этот пробел заполняет диссертация.

2. Содержание работы и степень обоснованности полученных результатов

В первой главе сформулирована исследовательская проблема и систематизирован теоретический аппарат: теорема Склера, свойства копул (включая инвариантность к монотонным преобразованиям), границы Фреше-Хефдинга, классы эллиптических и архимедовых копул, методы оценивания (ММП, ДММП, КММП, непараметрические) и процедуры сравнения спецификаций. Изложение корректно и последовательно.

Во второй главе выполнена эмпирическая диагностика парных зависимостей. Отмечу, что автор не просто декларирует применимость копул, а эмпирически обосновывает переход к ним: тест Жарка-Бера и характеристики асимметрии фиксируют существенные отклонения распределений от нормальности, а расчет индекса Морана (с матрицей весов k -ближайших соседей и пермутационным тестом) подтверждает пространственную кластеризацию большинства показателей. Оценка коэффициентов верхней и нижней хвостовой зависимости на квантильных уровнях $q = 0,90$ и $q = 0,95$ дала экономически содержательные результаты: в частности, безработица выступает «стрессовым» фактором с усиливающейся нижнехвостовой зависимостью (λ при $q = 0,95$ достигает 0,3617), тогда как для ВРП и доходов связь в наиболее экстремальных режимах размывается. Такое различие режимов зависимости для регионов-лидеров и регионов-аутсайдеров представляет самостоятельный аналитический интерес.

В третьей главе построена множественная Vine-копула регрессионная модель: ядерные оценки маргинальных распределений, R-vine структура (18 переменных, включая тренд и фиктивные переменные федеральных округов), подбор семейств парных копул по информационному критерию, численное восстановление условного распределения и условного математического ожидания. Достоверность результатов обеспечена сопоставлением с эталонными моделями (OLS, Ridge, Lasso) на тестовой выборке: снижение MAE примерно на 14% и RMSE на 10% при росте R^2 с 0,454 до 0,585 является результатом, который нельзя объяснить простой подгонкой под данные, тем более что сравнение проведено с регуляризованными моделями. Дополнительная верификация на альтернативной эндогенной переменной (ВРП на душу населения) подтверждает устойчивость преимущества подхода. Оценка вкладов факторов через приращение RMSE при исключении переменных и кривые влияния по федеральным округам дают содержательно интерпретируемые результаты, согласующиеся с экономической теорией (пороговые и асимметричные эффекты доходов, урбанизации, безработицы).

Особо следует отметить сценарный блок: сравнение суммы изолированных эффектов роста ВРП и снижения безработицы с их совместным эффектом для Дальневосточного федерального округа выявило положительную неаддитивность (превышение примерно на 0,2 процентного пункта). Именно эта процедура сценарного анализа на основе восстановленных условных распределений представляется наиболее оригинальным элементом работы.

3. Научная новизна

Теоретическое ядро работы опирается на признанные результаты (Sklar, Bedford и Cooke, Aas, Czado, Joe и др.), и заслуга автора состоит не в модификации математического ядра, а в разработке и апробации целостного инструментария. Научная новизна диссертации, на мой взгляд, подтверждается следующими результатами:

- теоретически обоснована применимость копула-подхода к совместному исследованию региональных социально-экономических и демографических показателей с учетом неоднородности распределений, нелинейности и асимметрии связей, в отличие от классических регрессионных постановок, ориентированных на усредненные эффекты;

- для региональных данных РФ выполнен комплексный анализ хвостовых зависимостей между демографическими и социально-экономическими показателями на разных квантильных уровнях; в доступной мне литературе систематическая постановка такого рода применительно к российской региональной статистике ранее не встречалась;

- впервые разработан и реализован пошаговый алгоритм применения многомерной Vine-копула регрессии к оценке влияния социально-экономических факторов на демографическую динамику регионов РФ, включающий непараметрическое оценивание маргиналей и численное восстановление условных распределений;

- предложена процедура сценарного анализа, позволяющая сопоставлять изолированные и совместные эффекты факторов и выявлять неаддитивные (синергетические) эффекты в региональном развитии.

4. Теоретическая и практическая значимость

Работа расширяет аппарат непараметрического моделирования в экономике и вносит вклад в методику построения условных распределений на основе Vine-копул; показано, что копула-регрессия способна дополнять методы машинного обучения, сохраняя аналитическое представление модели и интерпретируемость результатов. Практическая значимость подтверждена документально: инструментарий внедрен в аналитическую практику ООО «Яндекс Еда», материалы использованы в рамках государственного задания Финансового университета, а также в учебном процессе. Полученные оценки содержательно релевантны задачам демографического блока Стратегии-2030 (приоритет рынка труда в экстремальных сценариях, адресность мер по типам регионов, неаддитивность комплексных мер).

5. Соответствие паспорту научной специальности

Содержание диссертации соответствует пунктам 3 «Разработка и развитие математических и эконометрических моделей анализа экономических процессов и их прогнозирования» и 14 «Эконометрические и статистические методы анализа данных, формирования и тестирования гипотез в экономических исследованиях. Эконометрическое и экономико-статистическое моделирование» паспорта научной специальности 5.2.2.

6. Публикации

Основные результаты отражены в 7 научных работах (авторский объем – 4,9 п.л.), в том числе 4 работы опубликованы в рецензируемых изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России. Публикации последовательно отражают этапы исследования (парная копула-регрессия, теоретическое обоснование многомерной Vine-копула регрессии, сценарное моделирование). Требования ВАК к публикациям выполнены.

7. Замечания

Изложенные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научного уровня работы:

1. Пространственная структура данных учтена в модели лишь частично: диагностика автокорреляции и регрессор расстояния до Москвы фиксируют пространственные эффекты, однако собственно структура зависимости не параметризуется пространственно. Естественным развитием является введение пространственной зависимости в параметры копул или сопоставление с пространственно-эконометрическими бенчмарками (SAR/SEM/SDM); автор корректно обозначил это направление.

2. При интерпретации R-vine структуры на высоких уровнях деревьев (18 переменных) следует соблюдать осторожность: спецификация опирается на стандартные процедуры отбора (максимальное остовное дерево по $|\tau|$, критерий AIC). При текущей размерности это допустимо, однако при переходе к более высоким размерностям метод сталкивается с ограничениями вычислительного и идентификационного характера.

3. Границы применимости подхода: непараметрическое оценивание маргиналей требует достаточного объема данных, поэтому метод наиболее уместен для панелей с большим числом кросс-секционных наблюдений; прямой перенос на короткие макровременные ряды требует осторожности. Рекомендации автора сформулированы в корректных пределах, однако на защите целесообразно четко разграничить области применимости.

8. Заключение

Диссертация Бачаева У.А. является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, соответствует паспорту научной специальности 5.2.2 и требованиям Положения о присуждении ученых степеней. Основные результаты опубликованы. Автор продемонстрировал умение самостоятельно ставить и решать научно-исследовательские задачи на современном методологическом уровне.

На основании изложенного считаю, что диссертация Бачаева Умара Аптиевиича «Непараметрическое моделирование на основе копула-функций в анализе пространственного развития Российской Федерации» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата экономических наук по специальности 5.2.2 – Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические науки).

Профессор кафедры
эконометрики и математических
методов экономики
МШЭ МГУ им. М.В. Ломоносова,
доктор экономических наук

Деан Фантаццини

10 сентября 2026 года

Юрий Ф. Фантаццини за вер.
кад. О.К. МШЭ МГУ Е.П. Захаркина

119991, Москва, Ленинские Горы, МГУ им. М.В. Ломоносова, д.1. стр. 61.

Телефон: +7 495 510 52 67

e-mail: dean.fantazzini@gmail.com

