

Оценка скорости диффузии инноваций и инновативности регионов России

Введение. Инновационный цикл включает стадии создания и распространения инноваций. Оценка скорости диффузии и способности региона воспринимать новшества является частью оценки инновационного потенциала региона, но имеет особое значение в условиях глобализации потоков инноваций (Смирнов, 2003). Факторы, влияющие на восприимчивость, отличны от факторов генерации нововведений, поэтому данные стадии должны рассматриваться отдельно.

На сегодняшний день существует значительное количество работ, исследующий инновационный потенциал регионов с точки зрения создания инноваций, разработаны различные методики, значительная часть которых основана на построение индексов (Бортник, 2012; Земцов, 2009; Рейтинг..., 2012). Но редки работы по анализу диффузии инноваций (Бабурин, 2013; Baburin, 2013), еще более редки работы на основе применения моделей логистических кривых, широко применяемых за рубежом (Bass, 1969; Meade, 2006; Mahajan, 1985). Данные модели ранее не применялись для классификации регионов.

Регионы России значительно отличаются по инновативности, или потенциалу внедрения новых технологий. Актуальность исследования процесса диффузии инноваций в России обусловлена необходимостью выявления регионов, в которых внедрение новых технологий осуществлялось бы с наибольшей скоростью, что позволит отечественным инновационным компаниям правильно оценивать максимальные объемы перспективных рынков и динамику продаж в конкретных регионах.

Цель – классификация регионов России по степени инновативности. В задачи входило:

- изучение зарубежного опыта исследования диффузии инноваций;
- разработка методики анализа диффузии инноваций в России;
- выявление основных факторов диффузии в регионах России;
- классификация регионов России по типу диффузии инноваций;
- типология регионов России по инновативности.

I. Теоретические основы и методика исследования.

Диффузия инноваций в социальных науках – это процесс, посредством которого нововведение передается по коммуникационным каналам между членами социальной системы. Нововведениями могут быть идеи, предметы, технологии, являющиеся новыми для общества (Rogers, 2002). Считается, что впервые в экономических исследованиях процесс диффузии был описан в работе Ц. Грилихиса (Griliches, 1957), в которой исследовалось распространение

¹ К. г. н., старший научный сотрудник РАНХиГС

гибридных семян пшеницы в рамках локальных сообществ в США. Но Э. Роджерс основывается на схожей работе Р. Брюса и Н. Гросса из Университета Айовы, написанной в 1943 г.

Э. Роджерс в работе «Диффузия инноваций»² (Rogers, 2002) исследует примеры распространения новых продуктов, способов ведения хозяйства, норм в сообществе³. Ученый обнаружил, что большая часть графиков принятия инноваций членами общества напоминает стандартную колоколообразную кривую (нормальное распределение) (рис. 1). Кривая показывает скорость и стадии распространения инновации в сообществе. Э. Роджерс дал название каждому сегменту, основываясь на среднем арифметическом и стандартном отклонении: новаторы – 2,5%, ранние последователи – 13,5%, раннее большинство – 34%, позднее большинство – 34%, отстающие – 16%.

Движущей силой процесса диффузии является межличностное общение между представителями этих групп. Каждый новый потребитель становится источником информации о продукте для следующего потенциального потребителя, тогда чем больше потребителей возникает, тем больше информации они несут, тем выше вероятность приобретения инновации. Процесс постепенно сменяется противоположной тенденцией по мере снижения оставшегося количества неосведомленных потребителей. Гомогенность сообщества, как и «сословность» могут отрицательно сказываться на скорости диффузии, создавая в обоих случаях барьеры по передаче информации о новом продукте.

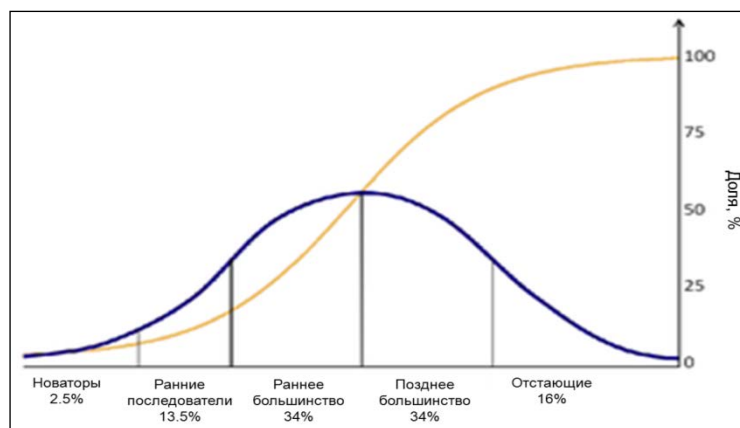


Рис. 1. Кумулятивная (светлая) и некумулятивная (темная) кривые диффузии инноваций.
Источник: Rogers, 2002

Э. Роджерс выявил характерные черты каждой из групп (Rogers, 2002):

² По данным Web of Science работа имела более 988 цитирований к 2005 г. (Meade, 2006).

³ Изначально импульс данным работам был дан исследованием процесса принятия местным сообществом фермеров штата Айова новых способов ведения сельского хозяйства благодаря активной деятельности местной сельскохозяйственной экспериментальной станции.

- Новаторы – рискованны и образованны, активны в поиске источников информации, часто – технически грамотны. Важнейшей характеристикой новаторов следует считать желание рисковать, так как инновация должна быть апробирована.

- Ранние последователи представлены социальными лидерами, чаще всего они хорошо известны в сообществе, высокообразованны, стремятся использовать новые технологии, но самое важное – нечувствительны к цене новшества.

- Представители раннего большинства обладают большим количеством контактов, прагматичны, часто ассоциируются со средним классом.

- Позднее большинство – консервативны и скептически настроены к новому, обычно невысокого социального статуса, очень чувствительны к цене, принимают инновации под давлением большинства.

- Отстающие члены сообщества – сильно традиционны, большинство почти изолированно от внешней среды, часто являются представителями маргинальных сообществ.

Ключевые факторы исходя из изученных работ, определяющие **инновативность** сообщества, и возможные индикаторы:

- Образованность (доля населения с высшим образованием).
- Обеспеченность (доля населения с высокими доходами).
- Вовлеченность в современные технологии (доля людей, использующих мобильный интернет, новые социальные медиа, новые банковские услуги и т.д.).

- Коммуникативность (доля людей, активно участвующих в обмене информацией – активность в социальных сетях, интернет-трафик и т.д.).

- Социальная мобильность (доля людей, повысивших свой статус в социальной иерархии, доля мигрантов).

- Влиятельность (наличие лидеров общественного мнения и оценка доверия к ним – с помощью социологических опросов, количества поисковых запросов с именами лидеров, количество цитат, долей последователей в блогах и т.д.).

Для России также следует отметить фактор «демонстративного поведения», когда многие инновации вводятся сообществом не в зависимости от потребностей, а в зависимости от появления «нового у соседа».

Э. Роджерс отмечает, что существует определенная «критическая масса» пользователей (потребителей), которую необходимо достигнуть до начала экспоненциального роста. Он разделяет технологии на «интерактивные» (сотовая и телефонная связь и т. д.), когда технология основана на процессе взаимодействия между людьми, и «неинтерактивные» (бытовая техника, компьютеры и т.д.). Для первых критическая масса пользователей особенно важна, например мобильный телефон может использоваться только в том случае, если у других

членов сообщества также есть средства связи. Поэтому при освоении интерактивных технологий долгое время может наблюдаться медленный рост пользователей.

Инновативность сообществ по отношению к конкретной технологии может быть оценена напрямую через исследование скорости и направлений распространения инновации. Влияние «эндогенных» по отношению к самой инновации факторов ограничивает применение метода оценки инновативности сообществ на основе исследования диффузии отдельной технологии, так как изначально неизвестно как следующая инновация будет воспринята сообществом.

На основе работы Э. Роджерса, Ф. Бассом (Bass, 1969) была разработана и опубликована в 1969 г. математическая модель распространения новых продуктов для целей маркетинга⁴. Но в отличие от Э. Роджерса, он рассматривает общество не в виде отдельных групп с разной способностью к восприятию инноваций, а стремится выявить «инновационную» и «имитационную» способности сообщества.

Ф. Басс предположил, что вероятность совершения покупки нового продукта потребителями – это линейная функция от числа прежних покупателей (как и в большинстве моделей). Всех потребителей, не являющихся новаторами по Э. Роджерсу, автор обозначил как имитаторов. Чем больше доля людей использующих инновацию, тем сложнее человеку избежать взаимодействия с ней, тем выше вероятность, что он также станет ее потребителем. Вероятность потребления инновации описана зависимостью:

$$P(t) = p + q / F(t), \quad (1)$$

где p – коэффициент инновации, выражающий собой «эффект рекламы» при предположении, что новаторы узнают о новой продукции из СМИ, либо случайно, q – коэффициент имитации, выражающий эффект «из уст в уста», или возможность потребителя узнать об инновации от людей ее приобретших, $F(t)$ – доля состоявшихся потребителей к моменту времени t . Функция вероятности представляет собой распределение, близкое к нормальному (рис. 1).

Рассчитав производную, получим функцию плотности вероятности, которая представляет собой вероятность появления нового потребителя во времени ($dF(t)/dt$):

$$f(t) = dF(t)/dt = [p + \frac{q}{\bar{F}} \times F(t)] \times [\bar{F} - F(t)], \quad (2)$$

где $f(t)$ – количество новых потребителей в момент t , $F(t)$ – количество приобретших инновацию к моменту t , $\bar{F}$ – максимальное потенциальное количество потребителей.

Коэффициенты p и q фактически показывают соотношение новаторов и имитаторов в сообществе (рис. 2), причем коэффициент p напрямую указывает на долю новаторов на

⁴ Статья является одной из наиболее цитируемых (582 к 2005 г.) в истории журнала «Management Science», что свидетельствует о высокой популярности использования модели при маркетинговых исследованиях.

начальном этапе диффузии, которая постепенно снижается, но растет доля имитаторов, количество которых напрямую зависит от количества потенциальных потребителей. Если $p > 0$, $q = 0$, графиком будет являться экспоненциальная функция; если $p = 0$, $q > 0$ – классическая логистическая кривая. В. Махаян первый сценарий называет «моделью внешнего влияния», второй – «внутреннего влияния», а общую модель – «смешанной» (Mahajan, 1985). Для реализации описанной модели для нового товара, необходимо чтобы на ранних стадиях его внедрения на рынке образовалась некая критическая масса потребителей (Meade, 2006).

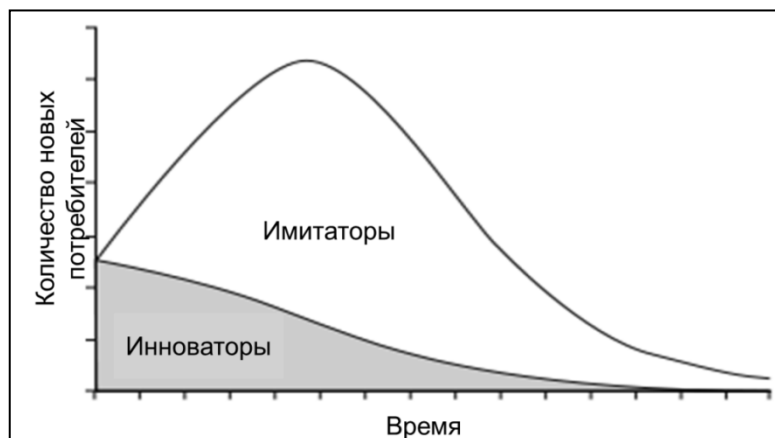


Рис. 2. Соотношение «новаторов» и «имитаторов». Источник: Bass, 1969

Параметр $(p+q)$ влияет на масштаб инновации, q/p оказывает влияние на форму ($q > p$) кривой. Анализ параметров на примере многих стран показывает, что соотношение q/p (отношение имитаторов к новаторам) отрицательно связано с индивидуализмом, но положительно – с иерархичностью, наличием классов в обществе (Van den Bulte, 2004) и коэффициентом Джини. Последнее в экономических исследованиях объясняется ключевым влиянием на форму кривой гетерогенности сообщества по доходу, которое имеет логнормальное распределение. Рядом авторов (Russel, 1980) утверждается, что новый продукт осваивается в тот момент, когда его цена перестает быть барьером для конкретного индивидуума. На мой взгляд, данный подход ничуть не противоречит, а скорее дополняет идеи Э. Роджерса.

При исследовании распространения диффузии по регионам России важно понимание пространственных аспектов диффузии. По Т. Хегерстранду инновации в пространстве распространяются по закону диффузии нововведений (Hagerstrand, 1967), скорость и направления диффузии зависят от расстояния от центра зарождения инновации и внутренних характеристик региона, в частности от его инновационного потенциала. Скорость диффузии зависит от «пропускной способности» каналов передачи – соответствующей инфраструктуры и институтов.

В пространственной модели диффузии выделяется четыре стадии (Hagerstrand, 1967). Первая стадия (возникновение диффузии) характеризуется началом диффузионного процесса и резким контрастом между центрами и периферией: количество акцепторов новой технологии в центре достигает 70%, на полупериферии – 20% и около 10% - на периферии. На второй стадии начинается процесс быстрого распространения новой технологии, что приводит к образованию новых быстро развивающихся центров и целых ареалов в отдаленных районах. На третьей стадии (накопления) происходит одинаковое расширение на всем пространстве. На последней стадии (насыщения) происходит общий, но медленный, асимптотический подъем до максимума, возможного при существующих условиях. Количество акцепторов выравнивается, характерна их равная доля для центра, полупериферии и периферии.

Скорость и форма инновационной волны в конкретном регионе зависит от расстояния от «ядра», в котором зародилась инновация, и инновационного потенциала региона (рис. 3). Зависимость выявлена на примере локального сообщества (Morrill, 1970). Для разных территорий модель диффузии будет различаться началом диффузии, формой кривой и потенциальным максимумом. Подобные закономерности, выявленные на локальном уровне, не всегда совпадают с закономерностями регионального уровня.

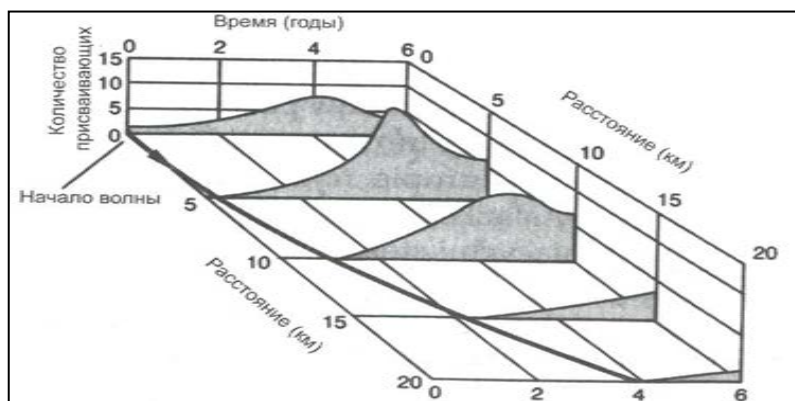


Рис. 3. Пространственно-временная диффузия инноваций на примере местного сообщества.
Источники: Morrill, 1970; Доманьский, 2010

В. Махаян утверждает, что выявленная закономерность имеет универсальный характер (Mahajan, 1985) и приводит математическое выражение функции, описывающей кривую на рис. 4, преобразовав уравнение (2) с учетом, что $q/\bar{F} = b$, а $F = f(x, t)$, где F – количество потребителей, x – расстояние до центра зарождения инновации, t – время:

$$\frac{\partial F(x, t)}{\partial t} = (p(x) + b(x)F(x, t))[\bar{F}(x) - F(x, t)]. \quad (3)$$

Решением дифференциального уравнения будет следующее выражение:

$$F(x, t) = \frac{\left(\frac{\bar{F}(x) - p(x)(\bar{F}(x) - F_0(x))}{p(x) + b(x)F_0(x)} \right) \times \exp\{-(p(x) + b(x)\bar{F}(x)) \times (t - t_0)\}}{1 + \frac{b(x)(\bar{F}(x) - F_0(x))}{p(x) + b(x)F_0(x)} \times \exp\{-(p(x) + b(x)\bar{F}(x)) \times (t - t_0)\}}. \quad (4)$$

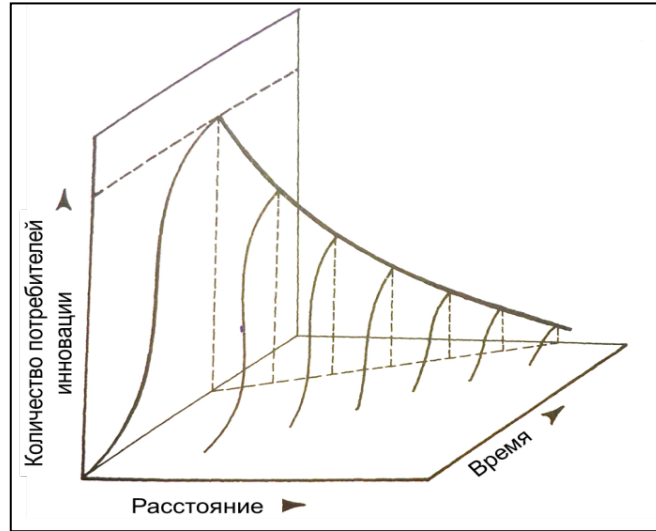


Рис. 4. Зависимость количества потребителей инновации от времени и расстояния от источника зарождения («ядра»). Источник: Mahajan, 1985

Для применения данного выражения на практике потребуется также найти функцию емкости ($\bar{F}$), которая изменяется от центра к периферии. Для потребительских товаров, как уже отмечалось, подобной функцией может быть зависимость от доходов населения.

В многих случаях скорость диффузии инноваций определяется в большей степени не близостью источника инноваций, а концентрацией новаторов, которая выше в крупных агломерациях. В рамках иерархической диффузии происходит распространение инноваций по иерархии городов в отличие от диффузии соседства, когда передача осуществляется ближайшей территориальной системе и напоминает «эффект заражения» при распространении заболеваний (Hagerstrand, 1967; Доманский, 2010).

Процессы диффузии инноваций значительно ускорились вместе с ускорением научно-технического прогресса и развитием новых информационных технологий (Meade, 2006; Wareham, 2002; Islam, 2011). Модели диффузии инноваций не потеряли своей актуальности, несмотря на свою полувековую историю, их возрождение совпало с распространением сети интернет, социальных медиа, устройств беспроводной связи и т.д. в 90-е и 2000-е гг.

Для целей данной работы модель Басса (2) может быть преобразована в недифференциальный вид (Mahajan, 1985):

$$F(t+1) - F(t) = p\bar{F} + (b\bar{F} - p) \times F(t) - bF(t)^2 = A_1 + A_2 \times F(t) + A_3 \times F(t)^2 + \varepsilon(t), \quad (5)$$

где $F(t+1) - F(t)$ – прирост количества жителей, освоивших инновацию за год, $\varepsilon(t)$ – остаток. Уравнение использовалось для нахождения параметров модели (p , b , q , $\bar{F}$) через

коэффициенты квадратного уравнения: $a=A_1/\bar{F}$, $b=-A_3$, $\bar{F}=(-A_2 \pm \sqrt{A_2^2 - 4A_1A_3})/2A_3$. Регионы с низкой величиной конечной аппроксимации полученных значений в сравнении с исходными данными ($R^2 < 0,8$) были исключены из рассмотрения, так как они не могут быть описаны с помощью данного метода.

Для измерения способности регионов распространять инновации был использован показатель числа зарегистрированных абонентских терминалов сотовой связи на 100 жителей региона. Индикатор хорошо обеспечен статистически, является относительно достоверным, так как собирается по фактическим данным о числе абонентов. Показатель распространен по всей территории России. Большинство регионов России достигли высоких уровней насыщения, поэтому показатель может быть использован при моделировании с помощью логистической кривой. Теоретически можно говорить о достижении инновацией своего предела при 100% обеспеченности населения сотовыми телефонами (100 абонентских терминалов на 100 жителей региона), но в реальности существует разделение на «рабочие» и «домашние» телефоны, смартфоны и коммуникаторы и т.д., что приводит к дальнейшему росту показателя. С развитием беспроводных технологий телефон все чаще используются не только для целей общения.

II. Обсуждение результатов исследования.

II.1. Основные факторы распространения сотовой связи и классификация регионов России по скорости диффузии.

В 2000 г. процесс диффузии находился на начальной фазе, выделяются Санкт-Петербург и Москва (Леснова, 2004). В 2003 г. в соответствии с теорией Т. Хегерстранда процесс диффузии охватил большее количество регионов, но концентрировался в первую очередь в крупнейших агломерациях (Москва, Самара, Новосибирск) и приморских регионах (Ленинградская, Калининградская и Мурманская области, Краснодарский и Приморский край). В 2006 г. диффузия охватила богатые регионы Сибири (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий АО) и Поволжье (Татарстан, Нижегородская область), большинство регионов достигли 100% насыщения. К 2009 г. лишь в нескольких периферийных регионах Северного Кавказа, Южной Сибири и Дальнего Востока уровень насыщения был меньше 120%. Наибольшее значение – 221 мобильных телефон на 100 жителей было характерно для Москвы, Санкт-Петербурга и Мурманской области. Высокая насыщенность сотовой связью северных регионов объясняется низкой плотностью населения и необходимостью постоянных контактов, также сотовые сети активно используются для выхода в интернет.

Проведенный кластерный анализ динамики развития сотовой связи в регионах с 1999 по 2010 гг. выявил высокую степень дифференциации между ведущими и отстающими регионами, а также показал наличие значительной и слабо дифференцируемой срединной зоны. После 2005 г.

выявлена вторая «волна» диффузии, связанная с использованием смартфонов, нетбуков, планшетных компьютеров и иных портативных устройств для выхода в сеть интернет с помощью сотовой связи. Многие «срединные» регионы меняют темпы роста после условного насыщения (100 телефонов на 100 жителей) в 2005-2006 гг. в связи с действием новых факторов распространения, в значительной степени связанных с потребностями зажиточной части населения.

В Приложении 1 показаны основные факторы, оказывавшие влияние на процесс диффузии сотовой связи в 2000-е гг. Для верификации использованы абсолютный показатель количества пользователей мобильной связью и относительный. Вторым показателем более репрезентативным для наших целей, так как показывает реальный уровень насыщения в регионе вне зависимости от численности населения. Наибольшей положительной корреляцией обладает показатель доходов населения, так как рост доходов совпал с ростом распространения мобильной связи, но в отдельные годы, например в 2006 г. корреляция отрицательная. Важно, что до 2006 г. средняя корреляция по годам была около нуля, тогда как после 2006 г. она достигала 0,2, что подтверждает гипотезу об увеличении фактора дохода после насыщения сотовой связью. Дополнительным подтверждением служит то, что корреляция с коэффициентом Джини по доходам в начале 2000-х также в среднем составляла около нуля, а во второй половине 2000-х – строго положительная и больше 0,2 (схожая картина характерна для доли доходов последнего квантиля по доходам). Общая корреляция с объемом расходов частных компаний на услуги связи значительна благодаря росту обоих показателей. Минимальное значение корреляции в 2009 г. – 0,19, а максимальное – 0,24 – в 2006. Если мы построим график соотношения прироста и роста расходов (подобного рис. 44), то мы увидим некумулятивную кривую диффузии, то есть насыщение мобильной связью в компаниях также почти завершилось и прирост снижается, поэтому низкая корреляция в 2009 г. объясняется началом роста пользователей устройств, отличных от сотового телефона.

Корреляция с уровнем урбанизации высока по годам, но низка в общем, так как рост городского населения был значительно меньшим, чем рост пользователей сотовой связью. Корреляция с уровнем урбанизации выросла в конце 2000-х гг. Процесс иерархической диффузии можно проследить при сравнении корреляции роста пользователей с долей крупногородских жителей, где в первом случае подразумеваются города с более 200 тыс. жителей, а втором – 100 тыс. жителей. Корреляция с первым показателем была выше 0,4 на протяжении всего периода, но корреляция со вторым показателем была около нуля в начале периода, затем выровнялась к 2006 г. с первым показателем, затем снова стала падать.

Корреляция с плотностью населения была высока в начале периода, но после 2006-го резко упала до отрицательных значений, что свидетельствует о высоком насыщении связью

северных регионов страны. При этом по абсолютному количеству мобильных телефонов ситуация противоположная, что может подтверждать частично гипотезу, что в начале периода все регионы имели схожие показатели доли новаторов, но затем крупногородские регионы стали выигрывать в абсолютном количестве абонентов. Противоречивы оказались результаты корреляции с расстоянием до крупной агломерации и Москвы. Получены одинаковые оценки для обоих показателей. В начале периода влияние расстояния было хотя и отрицательно значимым, но меньшим чем в середине периода (2006 г.) и уменьшилось в конце периода.

Задачей исследования было выявление регионов-новаторов первой волны инновации, поэтому конечное выделение кластеров основано на данных до 2005 г. (рис. 5).

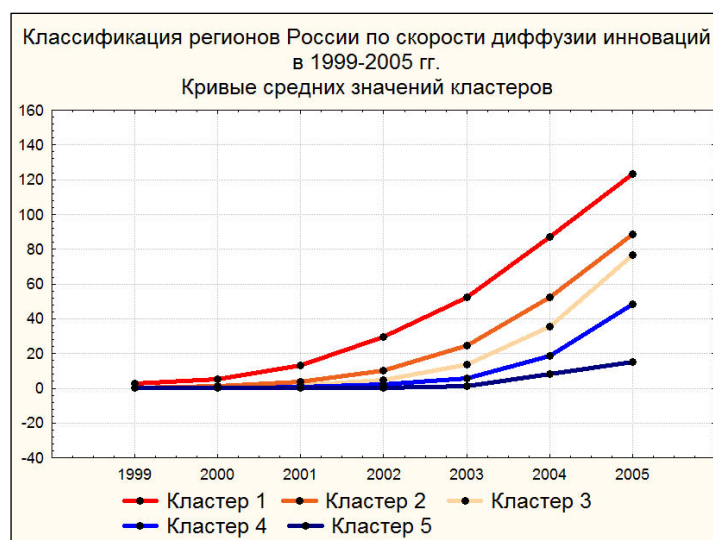


Рис. 5. График диффузии инноваций по кластерам с 1999 до 2005 гг.

Регионы распределены в соответствии с теорией Э. Роджерса о структуре сообществ по восприимчивости инноваций (рис. 6). В первый и второй кластеры вошли регионы с крупными агломерациями, высокими доходами населения и пограничные регионы. В третий наиболее многочисленный кластер вошли «срединные» регионы с крупными и средними городами, средними доходами населения. Регионы Дальнего Востока и Центрального Черноземья образовали предпоследний кластер. Регионы Северного Кавказа, Юга Сибири и Крайнего Севера относятся к кластеру «Отстающие» с наименьшими темпами роста количества пользователей до 2005 г.

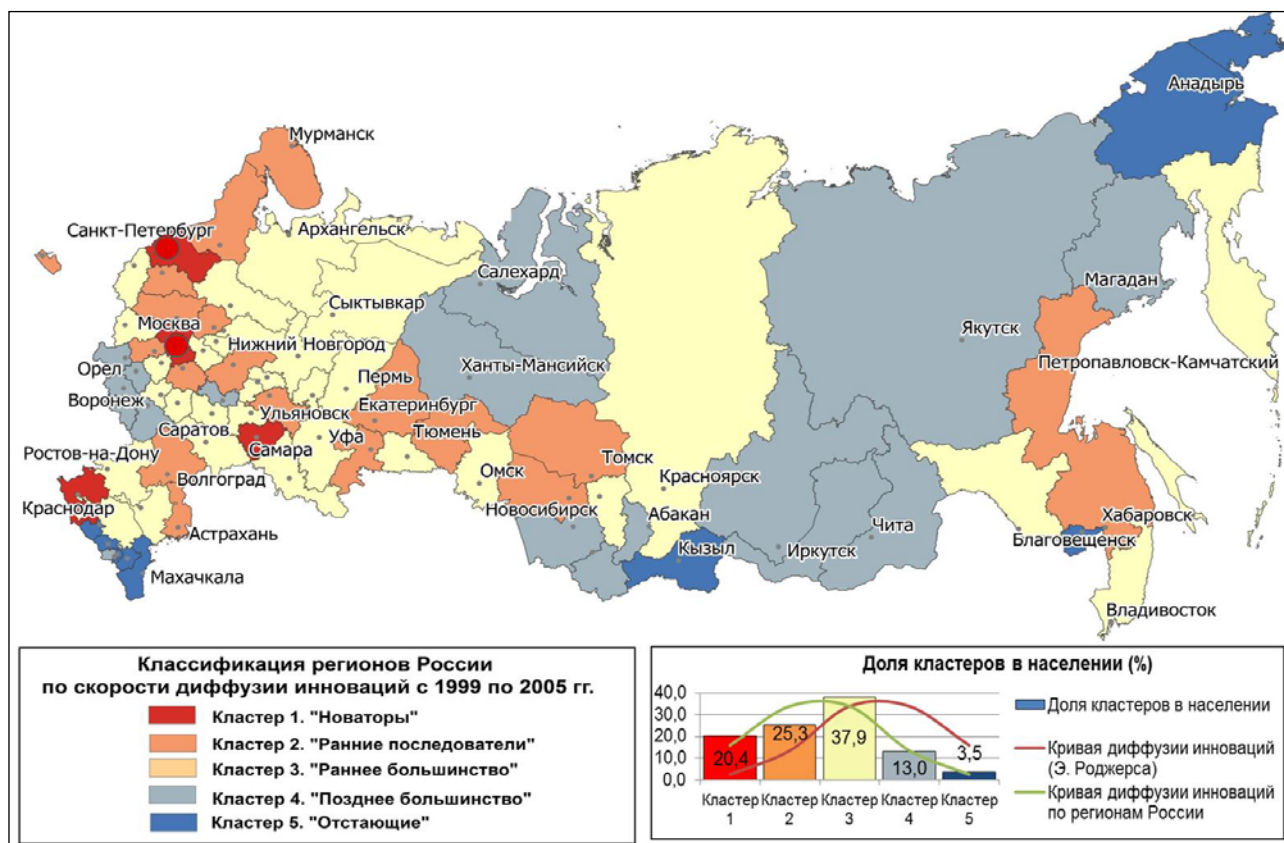


Рис. 6. Классификация регионов России по скорости диффузии в 1999–2005 гг.

В соответствии со стадиями диффузии нововведений Т. Хегерстранда в начале 2000-х гг. доля регионов-новаторов в общем количестве пользователей составляла более 80% (рис. 7).

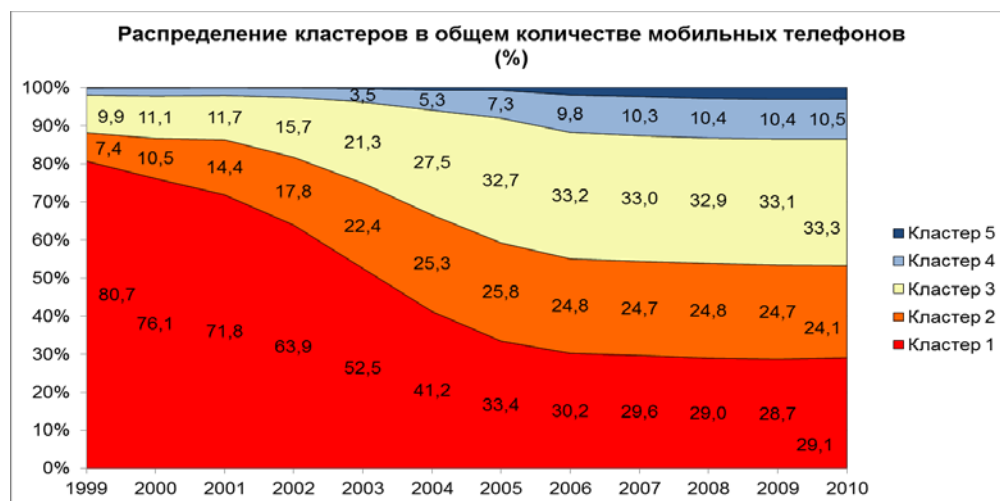


Рис. 7. Распределение кластеров, сформировавшихся до 2005 г., по доле в общем количестве зарегистрированных абонентских терминалов сотовой связи

Затем число абонентов в других регионах росло опережающими темпами, стремясь достичь распределения, соответствующего их доли в численности населения. Доля регионов-новаторов снижалась до 29% в 2008 г. Вторая волна диффузии привела к незначительному повторному росту их доли.

Описанная Т. Хегерстрандом и В. Махаяном (рис. 4) монотонно убывающая «кривая затухания» диффузии от центров (крупных агломераций) к периферии может быть построена лишь для выборочных регионов (черная линия на рис. 8). Так как в большинстве срединных регионов темпы роста меняются в течение периода, и они могут на время становятся регионами-лидерами по уровню проникновения сотовой связи.



Рис. 8. Различная форма кривых и скорость диффузии в центре и на периферии

Описанный способ исследования диффузии инноваций не позволяет дифференцировать большинство срединных регионов, а также не даёт конкретных численных значений инновационного потенциала.

II.2. Оценка инновативности сообществ на основе модели логистической кривой.

С помощью модели Басса была проведена классификация регионов, учитывающая не только соотношение регионов друг с другом по годам, но и форму кривой. На рис. 9 представлен пример моделирования с помощью показателей прироста⁵ и роста числа пользователей сотовой связью на примере данных по Российской Федерации в целом и по Санкт-Петербургу и Ленинградской области (в статистике неразделимы). Модель, описывающая параболу, может быть использована для анализа процесса диффузии до 2006 г., когда началась вторая волна диффузии. После 2009 г. прирост во многих регионах оказался отрицательным или близким к нулю.

⁵ Под приростом в данном случае (формула 3) понимается разность между показателем будущего года и нынешнего года.

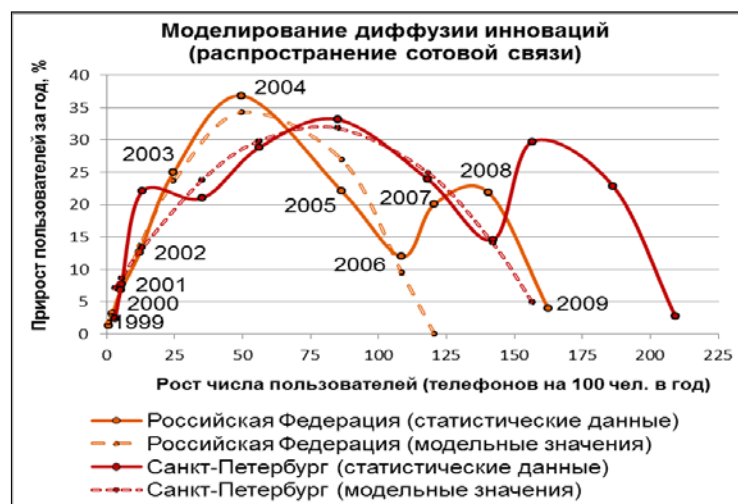


Рис. 9. Моделирование прироста и роста числа пользователей сотовой связью в Российской Федерации в целом и в Санкт-Петербурге с 1999 по 2009 гг.

Были рассчитаны параметры для всех регионов. Оценки проводились для нескольких условий модели. На рис. 10 представлены основные спецификации модели на примере срединного региона – Тамбовской области, входящий в кластер 3. Необходимо было выбрать период моделирования и потенциальный уровень насыщения (емкости) $\bar{F}$.

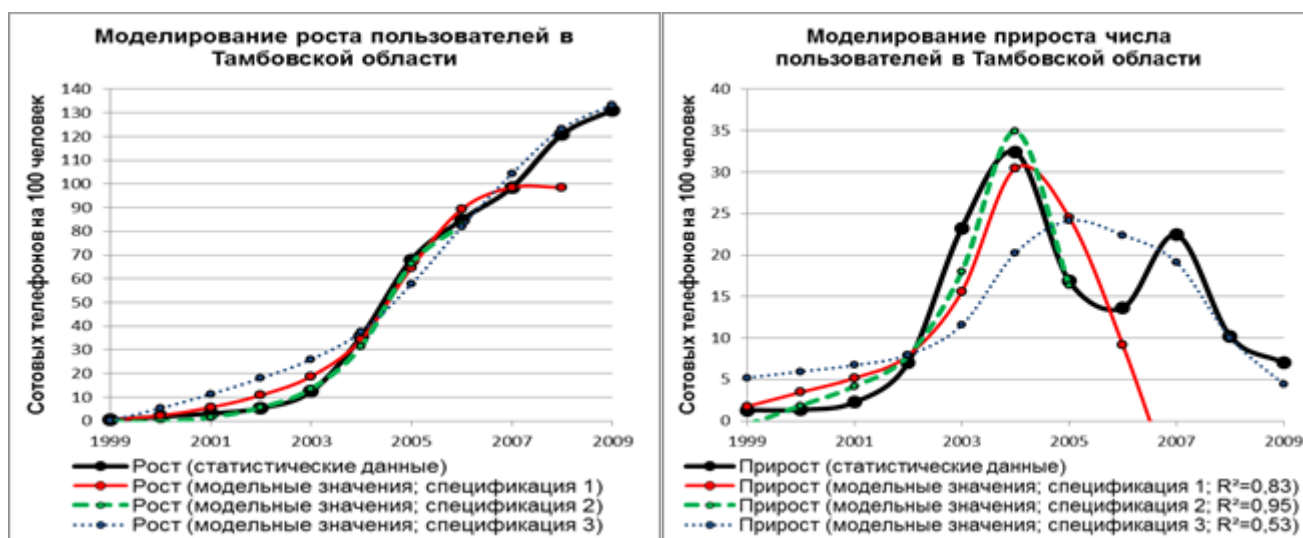


Рис. 10. Моделирование роста и прироста числа пользователей сотовой связью в Тамбовской области

Одна из оценок предполагала исследование диффузии с постоянным значением емкости $\bar{F}$ равным 100% (100 телефонов на 100 человек) до 2005 г. (спецификация 2), когда только некоторые регионы превысили данный порог. О необходимости использования выявленного вне модели коэффициента емкости не раз упоминалось в работах (Mahajan, 1985; Meade, 2006). Выбор уровня потенциального насыщения обусловлен предположением, что на начальном этапе диффузии, когда мобильные технологии используются для связи между абонентами, 100-процентное насыщение является пределом емкости. Оценка достигла высокого уровня

аппроксимации (R^2 – квадрат коэффициента корреляции Пирсона) 0,94 по всем регионам при сравнении модели прироста с эмпирическими данными⁶, что в некоторой степени подтверждает наше исходное предположение. На практике регионы значительно разнятся как по уровню насыщения, так и по времени наступления 100% обеспеченности. Необходимость использования динамического предела обусловлена также целью последующей классификации. С динамическим пределом был рассчитан иной вариант модели по данным до 2009 г. (спецификация 3). Уровень емкости в этом случае определялся с помощью уравнения модели, что проиллюстрировано на рис. 9: фактически это пересечение кривой модели с осью абсцисс (например, для Российской Федерации до 2006 г. – это 125 мобильных телефонов на 100 жителей). Расчет до 2009 г. дал значительно худший результат аппроксимации ($R^2=0,52$), что еще раз подтвердило невозможность использования модели для моделирования процессов с двумя волнами диффузии. Дополнительно оценка проводилась до 2012 г. с использованием в качестве параметра емкости максимально известного значения насыщения – 2,3 телефона на человека, но результат показал более низкий уровень аппроксимации ($R^2=0,53$).

Использованная автором модель (спецификация 1) с динамичным пределом до 2006 г. показала приемлемый результат аппроксимации по всем регионам выше 0,66. Для улучшения результата, регионы с низкой величиной аппроксимации ($R^2<0,8$) были исключены из рассмотрения, что позволило повысить уровень аппроксимации до 0,7. К регионам с низким значением корреляции между моделью и эмпирическими данными относятся те, в которых первые пользователи сотовой связью появились относительно рано, но это не привело к дальнейшему росту использования технологии жителями региона. Для объяснения данного парадокса может быть высказана гипотеза о наличии в подавляющем большинстве регионов России определенного процента новаторов (около 2-3%), которые первыми в рамках страны в целом внедряют инновацию. В ряде регионов взаимодействие в рамках социальной системы настолько слабое, что долгое время диффузия инноваций между различными группами людей отсутствует⁷. Конечно, определенную роль в процессах играет и фактор расслоения населения по доходам, когда наиболее богатая часть общества осваивает инновацию относительно

⁶ Следует упомянуть, что сам подход к моделированию с помощью квадратичной функции не раз подвергался критике (Meade, 2003), являясь, впрочем, одним из наиболее операционных и простых. Но оценка аппроксимации с помощью квадрата коэффициента корреляции в данном случае также не безупречна, так как не проводилась в силу большого количества рассматриваемых объектов оценка гетероскедастичности данных.

⁷ Во многих регионах первыми обладателями мобильных телефонов были представители администрации регионов, бизнесмены и собственники недвижимости с высокими доходами, а также представители криминальных слоев населения. Указанные категории действительно являются относительно замкнутыми социальными стратами. Мобильный телефон в первые годы распространения придавал высокий статус его обладателю.

быстрыми темпами, но это не ведет к ее использованию большей частью населения⁸. Кроме того, сотовая связь относится к так называемым «интерактивным» технологиям по классификации Э. Роджерса, для которых необходима «критическая масса» пользователей (потребителей). Ограничения применения модели показаны на примере одного из «запаздывающих» регионов – Амурской области (рис. 11)⁹.

В связи с наличием ряда недостатков у описанной выше методики, автором для верификации был применен иной подход к оценке модели. Существует классическое графическое представление при разделении всех пользователей инновацией на новаторов и имитаторов (рис. 2).

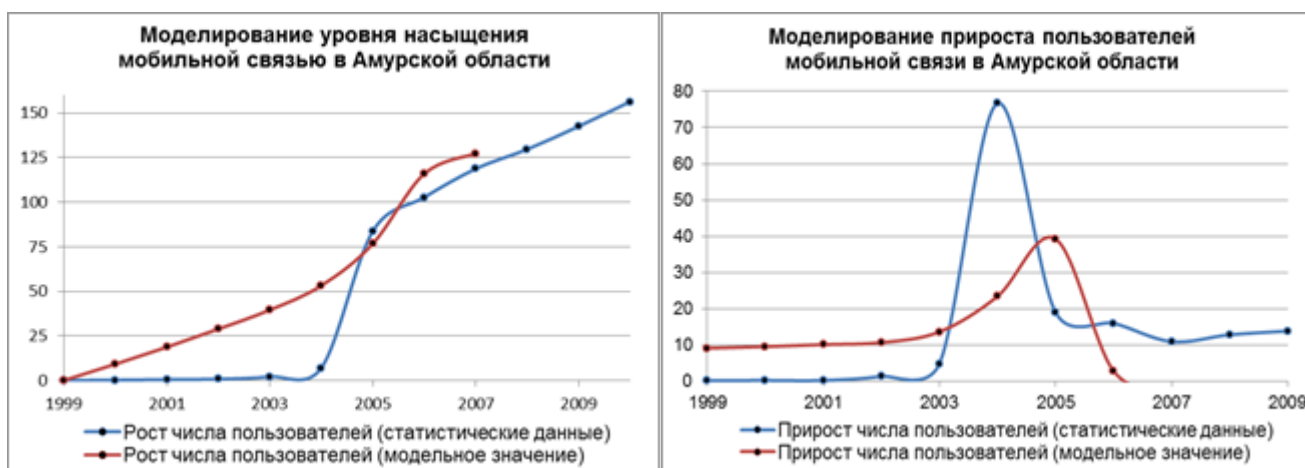


Рис. 1. Моделирование роста и прироста числа пользователей сотовой связью в Амурской области

Данное представление применяется преимущественно в маркетинговых исследованиях. В подобных работах используются в качестве исходных данных процентные соотношения абсолютных показателей (проценты прироста абсолютного количества абонентов в регионах). Для расчета доли имитаторов и новаторов также используется формула модели Басса

$$F_t = F_{t-1} + p \times (\bar{F} - F_{t-1}) + q \times \frac{F_{t-1}}{\bar{F}} (\bar{F} - F_{t-1}), \quad (6)$$

где F_t – число пользователей в этом году, а F_{t-1} – число пользователей в прошлом году.

В изученных автором работах регионы не дифференцируются по параметрам, используются показатели q и p , рассчитанные для страны в целом. Для целей данного исследования, такой подход не применим. $\bar{F}$ также необходимо определить самостоятельно для каждого региона. Для расчета доли новаторов может использоваться коэффициент,

⁸ Корреляция между коэффициентом Джини и рассчитанными p и q отрицательная с 2002 по 2011 г. и составляет от -0,08 до -0,17. Но корреляция между p фактическим (долей пользователей сотовой связью в 1999 г.) и коэффициентом Джини в тот же период уже оказывается положительной, как и соотношение имитаторов и новаторов (q/p) с 2008 г. Последнее было выявлено и в других странах (пункт 1.3.2).

⁹ Амурская область относится к кластеру «Раннее большинство» по предыдущей классификации.

показывающий прирост доли пользователей в первый год распространения технологии (значение 0,02 для Москвы и Московской области в 1999 г.).

Расчет числа имитаторов по фактическим данным возможен по формуле 6, но лишь в том случае, если некумулятивная кривая диффузии (прироста) совпадает или близка кривой нормального распределения и определен максимальный уровень насыщения. В случае распространения сотовой связи наблюдается значительное отклонение, связанное с появлением второй волны распространения. Поэтому для каждого года были получены разные значения q .



Рис. 12. Соотношение новаторов и имитаторов (модельное значение и статистические данные) на примере России, Москвы и Московской области

В зависимости от выбора способа расчета максимального уровня насыщения и q было составлено несколько спецификаций модели для выбора наиболее адекватной. Уровень насыщения определялся с помощью рассчитанного в рамках предыдущей модели ($\bar{F}_1$), по максимально наблюдаемому насыщению в каждом регионе ($\bar{F}_2$) и по произведению населения региона и коэффициента 1,5 как среднего уровня насыщения на 2011 г. ($\bar{F}_3$). Доля имитаторов определялась по модельному значению (q_1), как среднее арифметическое значений q по формуле 49 с 2000 по 2009 гг. (q_2) и как медиана значений в тот же период (q_3). Также делались расчеты по данным с 2002 г., когда доля новаторов была значительно выше, но подобная модель имеет худшие результаты аппроксимации ($R^2 = 0,55$).

Таблица 1. R^2 для разных спецификаций модели.

	$\bar{F}_1$	$\bar{F}_2$	$\bar{F}_3$
q_1	0,691	0,612	0,483
q_2	0,221	0,197	0,022
q_3	0,648	0,589	0,521

По данным табл. 1, лучшее значение модели получено по результатам предыдущего моделирования, при этом получен схожий уровень аппроксимации (0,69), но было выявлено завышение значения доли новаторов в рамках предыдущей модели (рис. 12). Перед проведением классификаций, были выявлены основные зависимости в модели (табл. 2).

Коэффициент корреляции между долей новаторов и имитаторов ожидаемо отрицательный и достаточно высокий для p модельного и p фактического. Обе оценки индекса инновации положительно связаны с уровнем насыщения. Выявлена обратная зависимость между долей имитаторов и максимальным уровнем насыщения, то есть высокий коэффициент имитации отрицательно влияет на абсорбционную способность региона. Ожидаемо отрицательная корреляция между q/p и $\bar{F}_1$. Отсутствует корреляция между двумя p .

Таблица 2. Корреляция между основными параметрами (без регионов с $R^2 < 0,8$)

	p	p фактическое	q	q/p	$\bar{F}_1$
p	1,00	0,05	-0,44	-0,50	0,27
p фактическое	0,05	1,00	-0,46	-0,15	0,66
q	-0,44	-0,46	1,00	0,38	-0,85
q/p	-0,50	-0,15	0,38	1,00	-0,30
$\bar{F}_1$	0,27	0,66	-0,85	-0,30	1,00

Для классификации регионов на основе параметров модели (p , q , $\bar{F}$) было выбрано несколько вариантов (Приложение 2). Первый вариант предусматривал сравнение всех регионов по соотношению p и q (рис. 13). Кластеризация регионов по параметрам p и q , первоначально проведенная с помощью статистических методов, не позволила получить обоснованные результаты из-за высокой разницы в значениях между параметрами. Регионы России отличаются по доле новаторов значительно меньше, чем по доле имитаторов.

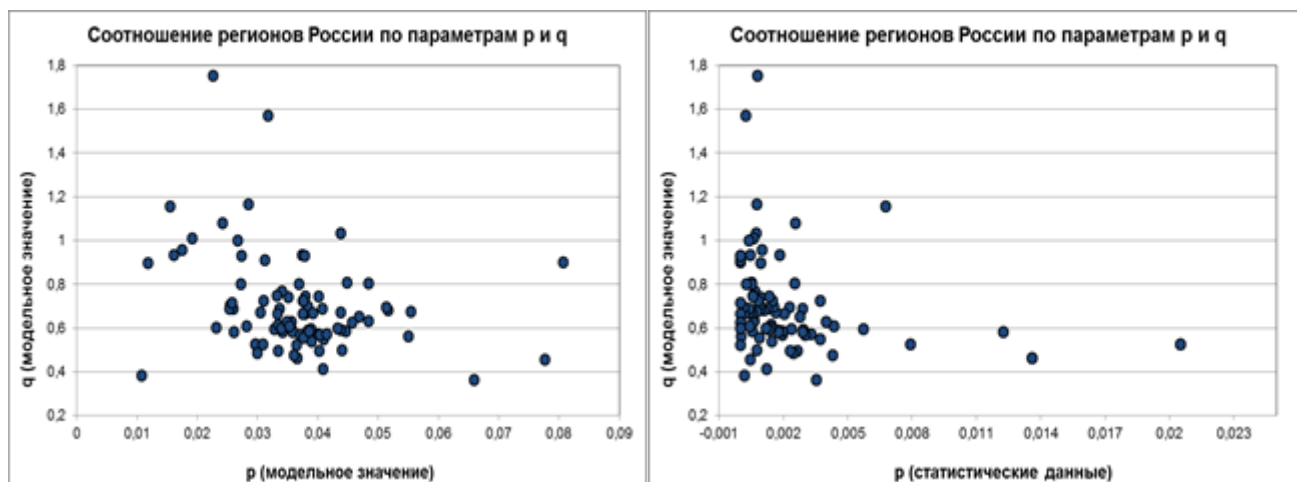


Рис. 13. Соотношение регионов России по параметрам p и q

На рис. 14 показано соотношение регионов по их положению внутри осей q и $\bar{F}$. Размер кружка указывает на соотношение имитаторов и новаторов, нетрудно увидеть, что по мере уменьшения максимального уровня насыщения увеличивается соотношение между имитаторами и новаторами. На периферии это соотношение максимально, в Москве – минимально.

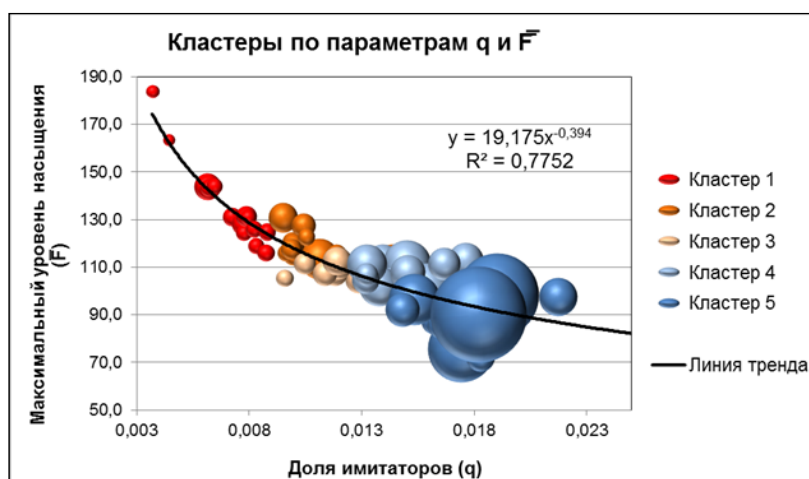


Рис. 14. Кластеры по параметрам диффузии q и $\bar{F}$

Кластеры выявлены в соответствии с разработанной шкалой пороговых значений (табл. 3): средняя доля имитаторов – 0,008, среднероссийское значение емкости – 112.

Таблица 1. Пороговые значения кластеров

Наименование кластера	Пороговое значение $\bar{F}$	Пороговое значение q
1. Высокая ёмкость с низким коэффициентом имитации	[112; max]	[0; 0,08]
2. Высокая ёмкость со средним коэффициентом имитации	[112; max]	[0,08; 0,12]
3. Средняя ёмкость со средним коэффициентом имитации	[100; 112]	[0,08; 0,12]
4. Средняя ёмкость диффузии со средневысоким коэффициентом имитации	[100; 112]	[0,12; max]
5. Низкая ёмкость с высоким коэффициентом имитации	[0; 100]	[0,15; max]
6. Регионы, процесс диффузии в которых нельзя описать логистической кривой		

Выявленные кластеры были нанесены на картосхему, представленную на рис. 15.

Значительная доля регионов не описывается логистической функцией. В первую очередь, это регионы Севера, где действительно наблюдается недостаточное взаимодействие между новаторами и имитаторами в начальный период распространения инновации из-за высоких пространственных барьеров и низкой плотности населения. На Северном Кавказе и южной части центральной России подобными барьерами служат институциональная среда аграрных сообществ, значительно более консервативная, чем урбанизированные районы. Но в то же время к регионам с высокой степенью насыщения и долей новаторов относятся ряд более освоенных северных регионов: Мурманская и Архангельская области.

Описанный выше способ расчета модели Басса по динамике соотношения новаторов и имитаторов показал завышение первоначальной моделью реальных значений коэффициента инноваций (доли новаторов). Более того, наблюдается слабая корреляция между двумя значениями.

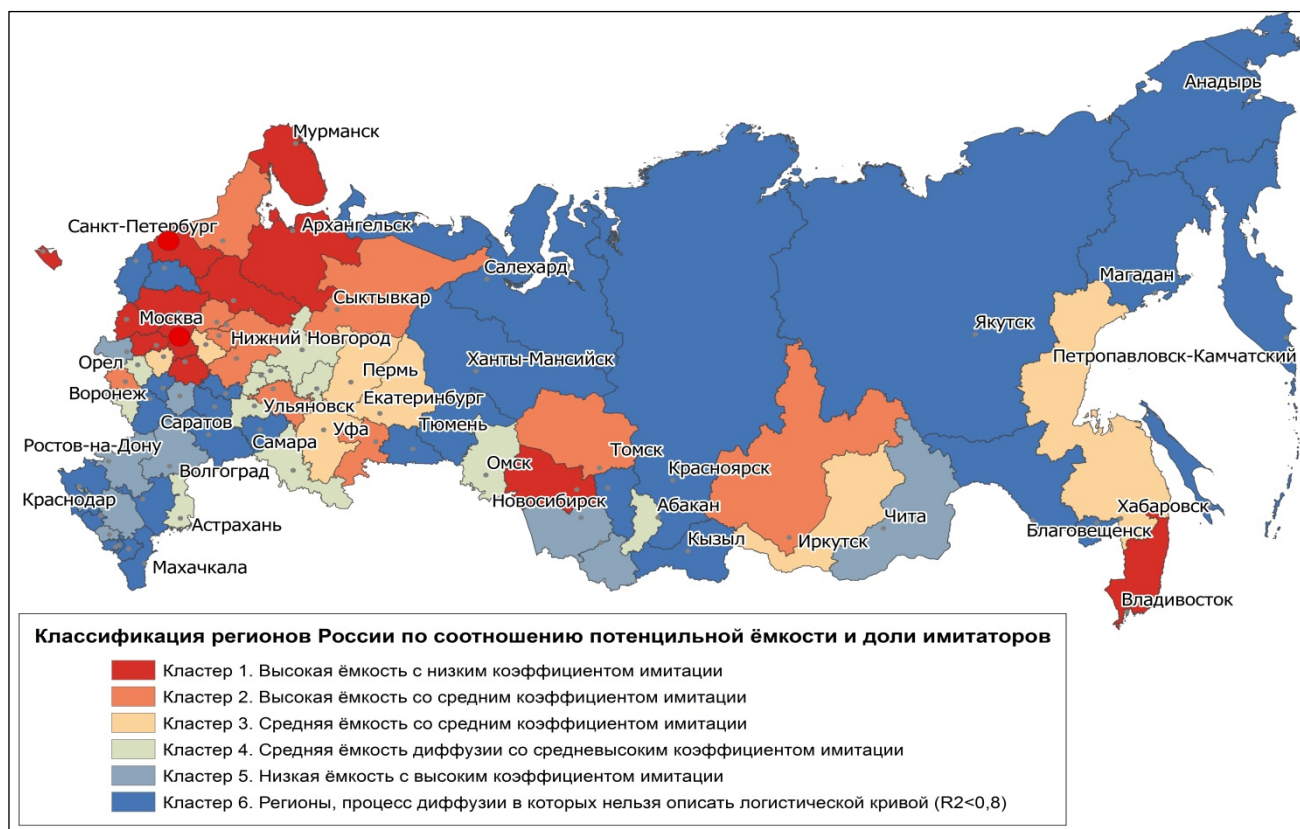


Рис. 2. Кластеры по соотношению ёмкости и доли новаторов

Поэтому оценка инновативности регионов проведена с помощью кластерного анализа по пороговым значениям параметров p фактическое и q модельное (врезка на рис. 16).

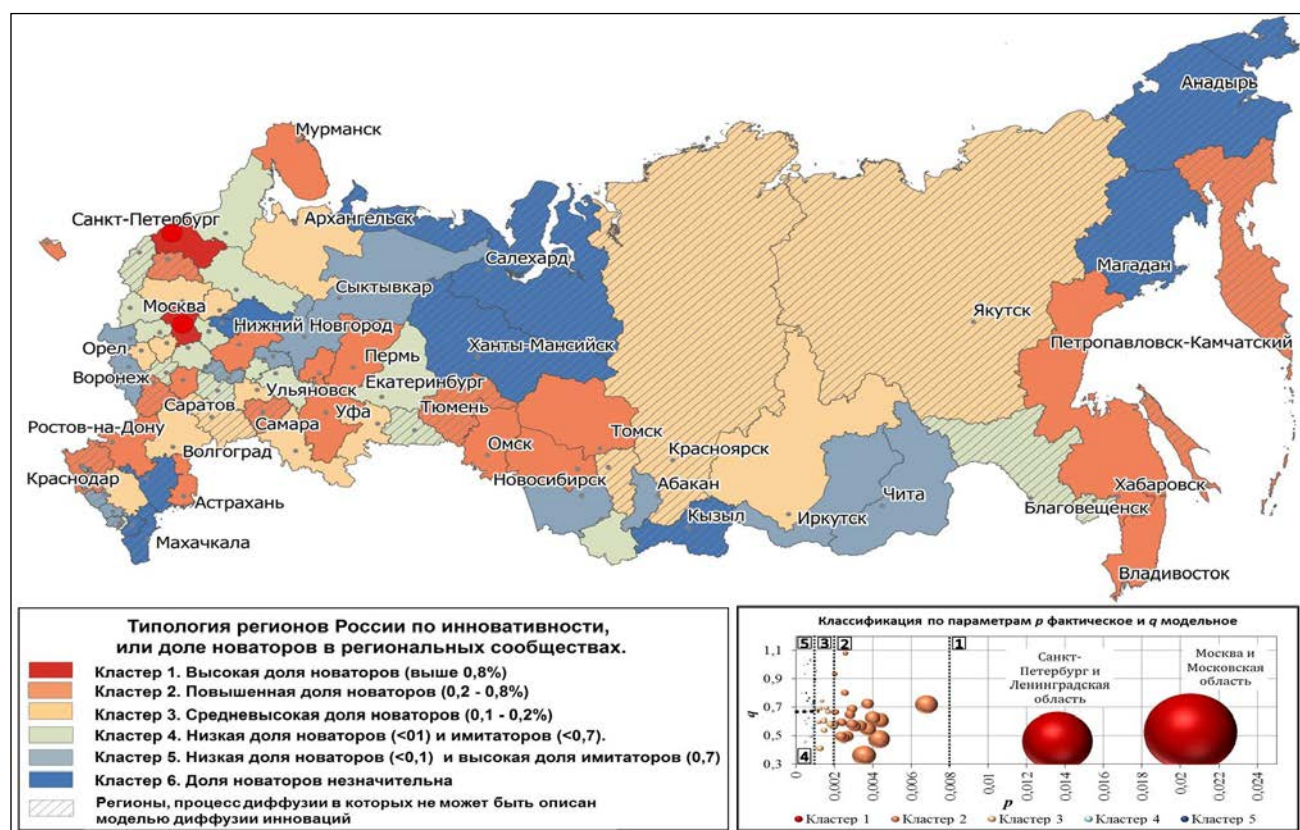


Рис. 16. Кластеры регионов России по степени инновативности региональных сообществ

Показатель $p=0,008$ является средним значением для сотовой связи в мире (Meade, 2006), а $0,002$ – среднее значение для России. Высокая доля имитаторов как установлено ранее негативно влияет на потенциальную емкость региона, поэтому к кластеру 4 относятся регионы с низкой долей новаторов и долей имитаторов ниже средней, а в кластер 5 отнесены регионы с высокой долей имитаторов. Результаты классификации показаны на рис. 16. Выделены регионы по степени инновативности (доли новаторов). В первую группу вошли столичные регионы с пригородами, во вторую – регионы с крупнейшими агломерациями. Третья группа представлена «среди́нными» регионами. Они могут менять темпы роста, способны из аутсайдеров становятся лидерами и сильно дифференцированы как по форме кривой, так и по темпам диффузии.

III. Интегральная оценка инновативности регионов России

Склонность сообщества к инновациям можно измерить на примере отдельных технологий (интернет, сотовая связь), сюда же необходимо включить склонность бизнеса к внедрению новых технологий (число использованных патентов и производственных технологий и т.д.).

Для «устойчивой» оценки инновативности регионов недостаточно исследования одной технологии, необходимо соотнесение долей новаторов в сообществе по нескольким технологиям и за разные годы. Поэтому был составлен интегральный индекс инновативности регионов (I_{INOV}) при трансформации данных степенными функциями и нормировки с помощью формулы линейного масштабирования

$$I_{INOV} = I_{M1999}^{0,25} + I_{I2009}^{0,25} + I_{MI2012}^{0,1}, \quad (50)$$

где I_{M1999} – доля пользователей сотовой связью в 1999 г., I_{I2009} – доля пользователей интернетом в 2009 г., I_{MI2012} – доля пользователей мобильным интернетом в 2012 г.

На рис. 17 изображено распределение регионов по индексу инновативности. Результаты анализа схожи с полученными ранее. В первый кластер вошли столичные города с пригородами, во второй – регионы с крупнейшими агломерациями. Третий кластер представлен среди́нными регионами. К территориям с запаздывающей диффузией относятся в основном регионы с невысокой плотностью населения (Север и Дальний Восток), а также с высокой долей сельского населения (Северный Кавказ и Центрально-Черноземный район). Сравнив факторы, влияющие на долю новаторов, с интегральным индексом инновативности, окажется, что индекс инновативности в значительной степени объясняется долей крупногородского населения, так как новаторы концентрируются в крупнейших агломерациях, из которых диффузия инноваций распространяется вниз по системе расселения.

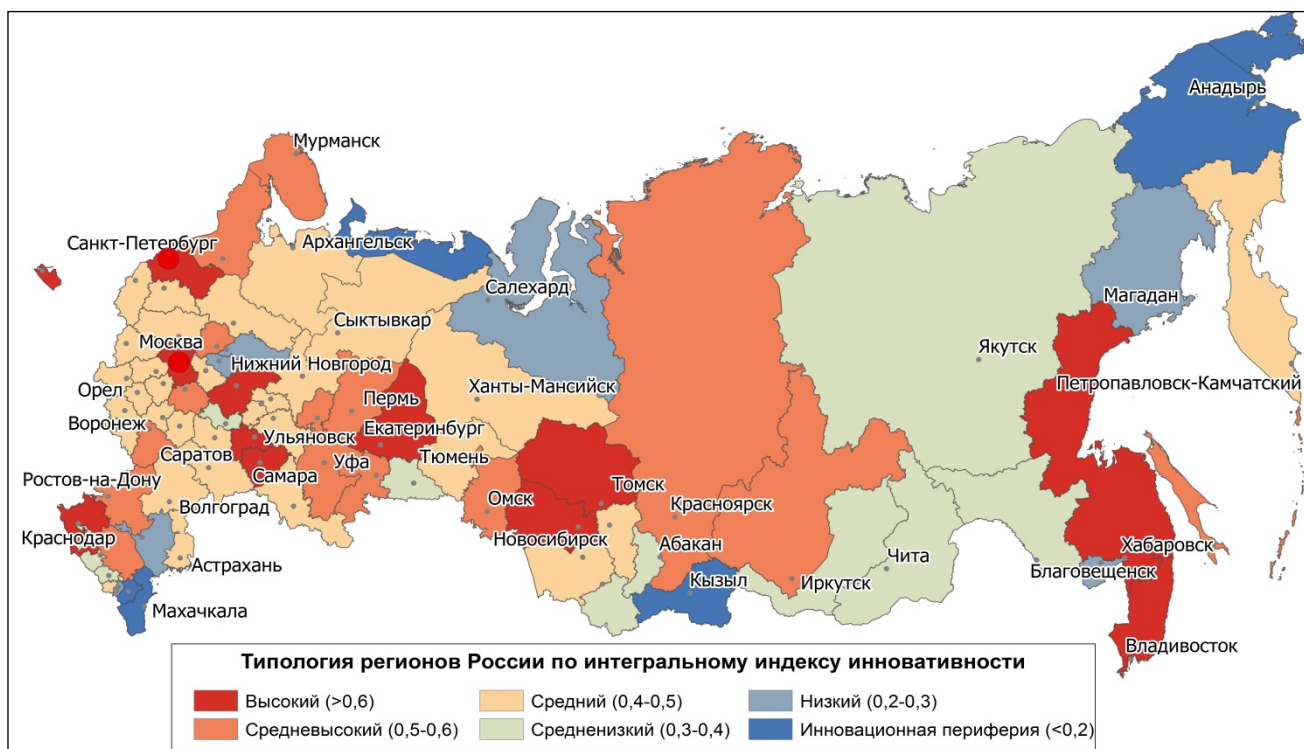


Рис. 17. Типология регионов России по интегральному индексу инновативности

Выводы.

В работе подтверждено, что регионы России значительно отличаются по потенциалу внедрения новых технологий.

Для инновационных процессов в России в целом характерны закономерности, выявленные в других странах: иерархическая диффузия инноваций, нормальное распределение регионов по скорости диффузии и падение скорости диффузии на периферии. Отмечена повышенная доля регионов-новаторов, что является в некоторой степени следствием централизованной системы управления. В срединных регионах скорость процессов уменьшается, и возрастает их волатильность. Во многих срединных и периферийных регионах наблюдается разрыв между новаторами и остальным сообществом, когда инновации на первом этапе осваиваются довольно быстро, но их дальнейшее распространение практически прекращается. Это связано с низкой плотностью населения (Сибирь и Дальний Восток), высокой долей сельских жителей (Центральное Черноземье) и институциональными барьерами (Северный Кавказ).

Для верификации результата и более точного определения степени инновативности региональных сообществ автором разработан интегральный индекс инновативности. Полученный результат дополнительно подтвердил выявленные закономерности.

Расчеты уровня и скорости проникновения сотовой связи и сети интернет, проведенные автором, служат для оценки потенциала распространения онлайн-услуг в регионах России.

Список использованной литературы.

1. *Бабурин В.Л., Земцов С.П.* География инновационных процессов в России // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2013. № 5. С. 25–32.
2. *Бортник И.М., Здунов А.А., Кадочников П.А., Михеева Н.Н., Сенченя Г.И., Сорокина А.В.* Система оценки и мониторинга инновационного развития регионов России // Инновационная экономика. 2012. № 9 (167). С. 48-61.
3. *Доманьский Р.* Экономическая география: динамический аспект. – М.: Новый хронограф, 2010. 376 с.
4. *Земцов С.П.* Инновационная зона как территориальная модель модернизации экономики России // Региональные исследования. 2009. № 4-5 (25). С. 14 – 23.
5. *Леснова Ю.В.* География развития сотовой связи России: дисс. ... канд. геогр. наук: 25.00.24. – М., 2004. 209 с.
6. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации: аналитический доклад / под ред. Л.М. Гохберга. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2012. 100 с.
7. *Смирнов М.А.* Современные факторы глобального распространения инноваций (на примере Интернета): дисс. ... канд. геогр. наук: 25.00.24 / Смирнов Михаил Сергеевич. – М., 2003. 140 с.
8. Baburin, V., Zemtsov, S. Innovation potential of regions in Northern Eurasia. In ERSA conference papers (No. ersa13p546). European Regional Science Association. 2013
9. Bass F. A new product growth model for consumer durables. // Management Science 15 (5). 1969. P. 215–227,
10. Griliches Z. Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. // Econometrica. 1957. №25. P. 501–522.
11. Hagerstrand T. Innovation Diffusion as a Spatial Process. – Chicago, 1967.
12. Mahajan V., Peterson R. Models for Innovation Diffusion (Quantitative Applications in the Social Sciences). – Sage University Paper, 1985.
13. Meade N., Islam T. Modelling and forecasting the diffusion of innovation – a 25-year review. // International Journal of Forecasting, 2006. №22. 514 – 545 p.
14. Morrill R. The spatial organization of societyю – Belmont: Wadsworth Publising company, Inc., 1970.
15. Rogers E. Diffusion of Innovations (5th ed.). – New York: Free Press, 2002.
16. Russel T. Comments on “The relationship between diffusion rates, experience curves and demand elasticities for consumer durable technological innovations”. // Journal of Business. 1980. № 53 (3). P. 69-73.
17. Van den Bulte C., Stremersch S. Social contagion and income heterogeneity in new product diffusion: A meta-analytic test. // Markting Science. 2004. №23. p. 530-544.
18. Wareham J., Levy A., Cousins K. Wireless Diffusion and Mobile Computing: Implications for the Digital Divide. // ECIS 2002 Proceedings. Paper 62. 2002.

Приложения.

Приложение 1. Основные факторы, влияющие на диффузию инноваций

Корреляция	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Все год ы
Количество абонентских терминалов на 100 жителей регионов в год														
Корреляция с доходами населения			0,03	0,01	-0,01	0,03	0,02	-0,05	0,23	0,22	0,11	0,20		0,79
Корреляция с коэффициентом Джини				-0,02	-0,01	0,06	0,17	0,08	0,31	0,21	0,18	0,14	0,03	0,49
Корреляция с доходами населения пятого квантиля (наиболее богатые)				-0,02	0,00	0,06	0,17	0,08	0,31	0,22	0,18	0,14	0,04	0,48
Корреляция с объемом расходов частных компаний на услуги связи					0,19	0,25	0,26	0,20	0,24	0,20	0,19	0,17	0,16	0,41
Корреляция с уровнем урбанизации	0,39	0,40	0,42	0,47	0,51	0,53	0,57	0,54	0,72	0,69	0,59	0,64	0,69	0,15
Корреляция с долей крупногородского населения (жители городов с 200 тыс. чел. и больше)	0,40	0,42	0,46	0,54	0,58	0,60	0,57	0,59	0,60	0,54	0,45	0,42	0,49	0,14
Корреляция с долей крупногородского населения (жители городов с 100 тыс. чел. и более)	-0,04	0,03	0,08	0,13	0,26	0,37	0,46	0,49	0,40	0,30	0,28	0,20	0,20	0,08
Корреляция с плотностью населения	0,43	0,46	0,45	0,37	0,30	0,24	0,07	0,16	-0,03	-0,04	-0,07	-0,08	-0,08	0,01
Корреляция с расстоянием до крупной агломерации	-0,16	-0,18	-0,21	-0,28	-0,35	-0,46	-0,34	-0,41	-0,24	-0,19	-0,24	-0,16	-0,16	-0,07
Корреляция с расстоянием до Москвы	-0,12	-0,17	-0,21	-0,26	-0,35	-0,43	-0,30	-0,41	-0,21	-0,23	-0,25	-0,18	-0,25	-0,07
Количество абонентских терминалов в год														
Корреляция с объемом расходов частных компаний на услуги связи						0,12	0,18	0,22	0,20	0,22	0,22	0,23	0,22	0,57
Корреляция с плотностью населения	0,50	0,51	0,52	0,51	0,51	0,51	0,49	0,51	0,49	0,49	0,49	0,50		0,38
Корреляция с доходами населения		0,00	0,01	0,00	0,02	0,06	0,10	0,13	0,19	0,23	0,19	0,17		0,37
Корреляция с доходами населения пятого квантиля (наиболее богатые)				0,00	0,02	0,11	0,18	0,18	0,30	0,32	0,29	0,29		0,31
Корреляция с коэффициентом Джини				0,00	0,02	0,10	0,17	0,18	0,30	0,32	0,29	0,29		0,30
Корреляция с долей крупногородского населения (жители городов с 200 тыс. чел. и больше)	0,27	0,26	0,27	0,31	0,33	0,35	0,38	0,39	0,38	0,38	0,38	0,37		0,28
Корреляция с уровнем урбанизации	0,29	0,28	0,29	0,31	0,33	0,34	0,38	0,37	0,38	0,37	0,36	0,36		0,27

Корреляция с крупногородским населением (жители городов с 100 тыс. чел. и более)	-0,08	-0,06	-0,06	-0,06	-0,03	0,00	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02
Корреляция с расстоянием до Москвы	-0,13	-0,13	-0,14	-0,16	-0,18	-0,20	-0,20	-0,21	-0,19	-0,19	-0,20	-0,20	-0,15
Корреляция с расстоянием до крупной агломерации	-0,12	-0,12	-0,13	-0,16	-0,18	-0,23	-0,24	-0,25	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,18

Приложение 2. Параметры модели логистической кривой

Регион	p	q	F	p/q	$p+q$	R^2	Номер кластера
1. Санкт-Петербург и область	0.030	0.004	163.4	0.145	0.035	0.85	1
2. Москва и область	0.022	0.004	183.9	0.171	0.025	0.95	1
3. Приморский край	0.024	0.006	144.1	0.273	0.030	0.81	1
Северо-Западный	0.020	0.006	143.4	0.312	0.026	0.94	1
Центральный ФО	0.008	0.006	143.9	0.748	0.014	0.99	1
4. Калининградская область	0.021	0.007	131.2	0.352	0.028	0.91	1
5. Рязанская область	0.031	0.008	119.2	0.265	0.040	0.80	1
6. Тверская область	0.031	0.008	124.5	0.249	0.039	0.82	1
7. Мурманская область	0.030	0.008	130.9	0.264	0.038	0.85	1
8. Вологодская область	0.029	0.008	126.1	0.281	0.037	0.87	1
9. Смоленская область	0.017	0.008	131.3	0.457	0.025	0.81	1
10. Новосибирская область	0.014	0.008	128.2	0.539	0.022	0.97	1
11. Калужская область	0.029	0.009	116.2	0.301	0.038	0.87	1
12. Архангельская область	0.028	0.009	124.9	0.318	0.036	0.87	1
13. Костромская область	0.034	0.010	114.4	0.294	0.044	0.80	2
14. Республика Карелия	0.032	0.010	116.2	0.298	0.042	0.82	2
15. Нижегородская область	0.024	0.010	120.5	0.410	0.034	0.91	2
16. Ярославская область	0.022	0.010	117.8	0.452	0.032	0.94	2
17. Томская область	0.020	0.010	119.6	0.489	0.030	0.95	2
18. Республика Коми	0.017	0.010	127.6	0.606	0.028	0.91	2
19. Иркутская область	0.011	0.010	130.9	0.903	0.020	0.90	2
20. Челябинская область	0.033	0.011	122.8	0.322	0.043	0.82	2
21. Ивановская область	0.028	0.011	114.7	0.376	0.039	0.91	2
22. Республика Татарстан	0.007	0.011	113.6	1.692	0.018	0.92	2
Уральский ФО	0.027	0.012	115.3	0.439	0.039	0.87	2
23. Курская область	0.017	0.014	113.7	0.824	0.032	0.93	2
24. Тульская область	0.031	0.010	105.5	0.308	0.041	0.84	3
25. Владимирская область	0.029	0.010	111.6	0.352	0.040	0.88	3
26. Республика Бурятия	0.021	0.010	111.8	0.505	0.031	0.79	3
Сибирский ФО	0.018	0.011	107.5	0.624	0.030	0.88	3
27. Свердловская область	0.022	0.012	109.8	0.539	0.034	0.94	3
28. Республика Башкортостан	0.018	0.012	107.7	0.658	0.030	0.89	3
29. Хабаровский край	0.013	0.012	112.7	0.881	0.025	0.91	3
30. Пермский край	0.017	0.013	104.9	0.751	0.030	0.86	3
31. Ульяновская область	0.025	0.013	106.9	0.533	0.038	0.91	4
32. Удмуртская Республика	0.016	0.013	104.8	0.804	0.030	0.87	4
Приволжский ФО	0.008	0.013	111.3	1.673	0.021	0.98	4
Дальневосточный ФО	0.013	0.014	103.5	1.061	0.028	0.79	4
33. Астраханская область	0.010	0.014	112.1	1.370	0.024	0.90	4
34. Оренбургская область	0.008	0.014	102.0	1.710	0.022	0.97	4

Регион	p	q	F	p/q	$p+q$	R^2	Номер кластера
35. Орловская область	0.012	0.015	107.9	1.295	0.027	0.87	4
36. Белгородская область	0.006	0.015	111.5	2.404	0.021	0.90	4
37. Кировская область	0.027	0.016	101.8	0.594	0.042	0.89	4
38. Омская область	0.006	0.016	101.0	2.793	0.022	0.84	4
39. Чувашская Республика	0.015	0.017	111.5	1.086	0.032	0.95	4
40. Республика Хакасия	0.024	0.018	104.5	0.779	0.042	0.95	4
41. Республика Марий Эл	0.014	0.018	112.9	1.298	0.031	0.93	4
42. Волгоградская область	0.024	0.015	94.2	0.647	0.039	0.96	5
43. Тамбовская область	0.012	0.015	92.1	1.231	0.027	0.83	5
44. Ставропольский край	0.005	0.015	96.5	2.833	0.021	0.97	5
45. Алтайский край	0.025	0.016	87.3	0.653	0.041	0.90	5
46. Ростовская область	0.018	0.017	86.2	0.910	0.035	0.95	5
47. Кабардино-Балкарская Республика	0.004	0.017	75.9	4.831	0.021	0.79	5
48. Забайкальский край	0.024	0.018	85.4	0.716	0.042	0.90	5
49. Республика Алтай	0.022	0.018	72.2	0.844	0.040	0.95	5
Южный ФО	0.001	0.018	90.3	23.083	0.019	0.98	5
50. Брянская область	0.003	0.019	98.3	7.521	0.022	0.95	5
51. Республика Адыгея	0.014	0.022	97.6	1.558	0.036	0.85	5
Российская Федерация	0.006	0.010	117.2	1.610	0.016	0.96	
Среднее	0.019	0.012	113.4	0.994	0.031	0.89	

Примечание. Жирным курсивом отмечены федеральные округа и Российская Федерация. Показатели не рассчитывались для регионов, по которым были неудовлетворительные результаты расчета модели