

АНАЛИЗ МИГРАЦИОННОЙ ПОДВИЖНОСТИ И ПРИЖИВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РФ¹

В рамках современной общественной дискуссии о регулировании внутреннего движения трудовых ресурсов на государственном уровне большая роль отводится мерам, направленным на стимулирование отдельных потоков движения, в частности в регионы, привлечение трудовых ресурсов в которые является приоритетным, а также на рабочие места не пользующиеся спросом среди коренного населения региона. Ожидается, что эти меры смягчат структурные дисбалансы, связанные с неравномерным распределением рабочей силы, в том числе по отдельным профессиям и специальностям, видам экономической деятельности, регионам. Проблемы пространственной экономики РФ сегодня одни из самых острых.

Между тем, современная миграционная ситуация в стране характеризуется устойчивым и продолжительным оттоком населения из восточных и северных регионов в западном и южном направлении. Так, в результате миграционного обмена с другими субъектами арктические регионы РФ за 2000-2015 гг. потеряли 367,6 тыс. чел. в трудоспособном возрасте (в процентах от их численности в 2015 г. – 8,4%). Для Дальневосточного ФО аналогичные потери за тот же период составили 290 тыс. чел. (или 7,8% от численности населения в трудоспособном возрасте в 2015 г.). Приведенные масштабы потерь населения в результате его миграционного оттока стратегически важными территориями, развитие которых заявлено как важнейшая государственная задача, актуализируют проблемы регулирования внутренней миграции и населения, и рабочей силы. В свете текущей ситуации миграционная политика, в том числе, должна быть направлена на сдерживание оттока коренного населения с геополитически и

¹ *Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта № 16-06-00347 «Прогнозно-аналитическое исследование межрегионального движения населения и рабочей силы на основе балансовых построений».*

экономически важных для страны территорий через реализацию системы превентивных мер, путем создания соответствующих социально-экономических условий на местах. В силу того, что наибольшую долю в суммарном оттоке по регионам составляет население в трудоспособном возрасте, следует полагать, что в основе этого оттока лежат экономические факторы. Поэтому в первую очередь следует активизировать политику, направленную на создание новых достойных рабочих мест, что являлось бы стимулом для сокращения или ликвидации оттока местного населения, для притока рабочей силы из других регионов России. Кроме того, важной мерой сдерживания является создание (обновление) соответствующей социальной инфраструктуры на местах, но, в определенной степени, эта мера коррелирует с задачей обеспечения соответствующих условий для достойной работы местного населения.

Создание конкурентных современных рабочих мест и модернизация старых рабочих мест на региональных рынках труда может также быть фактором привлечения дополнительных трудовых ресурсов в регион и повышения их адаптации на новом месте в долгосрочном периоде [1]. В действительности, не все мигранты приживаются на новом месте, и определенная доля людей покидает новый район, в частности из-за разорванных родственных связей, недовольства социальными условиями, отсутствия желаемой работы. Это увеличивает отраженную в шахматной таблице миграции численность переходов между субъектами РФ и федеральными округами (ФО). В свою очередь нерациональный с точки зрения экономического эффекта рост числа внутренних многократных перемещений может оказывать отрицательное воздействие как на совокупную производительность труда, так и на конкретного человека, например, через рост нервного напряжения и психологической нагрузки.

Определенную сложность в регулировании миграционных потоков, роста приживаемости населения на местах и перераспределении рабочей силы из трудоизбыточных в трудонедостаточные регионы создают демографические ограничения в виде сокращения численности населения в трудоспособном возрасте в стране. В этой связи постановка подобных задачи на государственном уровне, их фиксация в официальных документах и выработка направлений решений требуют детального комплексного анализа текущей ситуации в области миграции, сферы занятости и рынка труда в макроэкономическом контексте.

Дальнейшее исследование особенностей территориального движения населения проведено нами на базе параметров модели движения населения и трудовых ресурсов, учитывающей неоднократные переходы людей [2], и производных от них величин. Напомним, что основное рекуррентное соотношение, связывающее распределение общей численности населения и трудовых ресурсов по n состояниям на начало и конец года с учетом неоднократных в течение этого периода перемещений индивидуумов имеет вид:

$$N(t) = N(t-1)(E - M(t))^{-1} \hat{Q}(t), \quad (1)$$

где $N(t) = (n_1(t), n_2(t), \dots, n_n(t))$ и $N(t-1) = (n_1(t-1), n_2(t-1), \dots, n_n(t-1))$ – вектор-строки размерности n начальной и конечной за период t численности населения и трудовых ресурсов соответственно; $\hat{Q}(t)$ – диагональная матрица порядка n с элементами $q_i(t)$ – коэффициентами закрепления населения и трудовых ресурсов; $M(t)$ – матрица порядка n , элементы которой задаются оценками вероятностей перехода – $m_{ij}(t)$, связанными с коэффициентами закрепления следующим соотношением:

$$q_i(t) + \sum_{j=1}^n m_{ij}(t) = 1, \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

E – единичная n -матрица.

Данная модель обладает широкими аналитическими возможностями для исследования движения населения и трудовых ресурсов с точки зрения различных аспектов. В частности, на основе модели возможно исследование особенностей территориального движения населения и трудовых ресурсов как в рамках одного периода, так и в динамике через структурные параметры $q_i(t)$ и $m_{ij}(t)$. Их величина характеризует степень оседлости и межрегиональной миграционной подвижности населения, соответственно. Показатели модели также являются инструментарием для описания поведения и анализа приживаемости мигрантов на новом месте.

Соответствующие параметры модели и производные от них величины рассчитаны на базе балансов территориального движения населения (БТДН) открытого типа, построенных за 1991-2015 гг². Временные ряды такой длины позволяют выявлять в разрезе территорий закономерности и различия в миграционном поведении населения РФ.

² Для сопоставимости рассчитываемых показателей балансы за 2015 г. построены без учета данных по Республике Крым и г. Севастополь.

Анализ уровня и динамики оседлости населения в регионах.
 Представление об изменении уровня миграционной подвижности населения можно получить на основе анализа динамики $q_i(t)$ – коэффициента его закрепления, характеризующего уровень оседлости населения в разрезе субъектов или федеральных округов РФ (рис. 1).

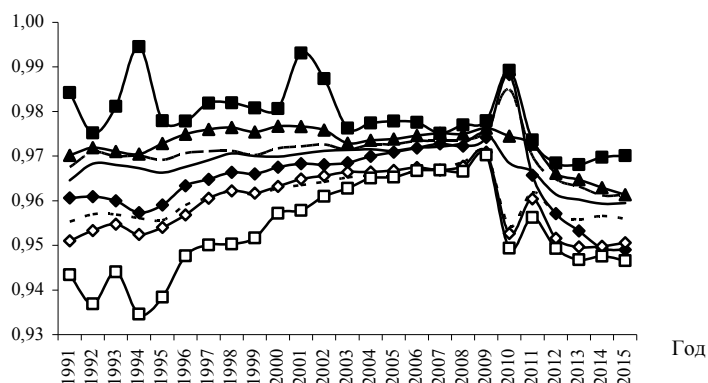


Рис. 1. Динамика коэффициента закрепления населения по федеральным округам РФ, 1991-2015 гг.:
 —▲— Центральный; —◆— Северо-Западный; --- Южный; —■— Северо-Кавказский;
 — Приволжский; —◇— Уральский; ---- Сибирский; —□— Дальневосточный

В динамике коэффициентов можно выделить два периода, 1991-2009 гг. и 2010-2015 гг., определяемых различной методологией учета мигрантов до и после 2010 г. (более подробно об этом см. [3]). Сам 2010 г. являлся переломным в системе статистического учета внутренней миграции, чем и объясняются столь разнонаправленные колебания в динамике коэффициентов закрепления населения по округам.

Если до 2010 г. можно говорить о стабильном росте оседлости населения в регионах, то второй период характеризуется ростом его миграционной подвижности. Такое снижение динамики коэффициентов закрепления является следствием значительного роста фиксируемых объемов потоков внутренних мигрантов (в большей мере прибывших) за счет лиц, которые зарегистрированы по месту пребывания на срок 9 месяцев и более. Из этого следует, что в предыдущий период снижалась миграционная активность, связанная со сменой постоянного места жительства (т.е. долгосрочная миграция), в то время как другие ее формы (вре-

менная, трудовая) оставались вне поля видимости государственной системы статистики. Фиксация в рамках текущего учета дополнительной группы людей, временных мигрантов, выявила тенденцию плавного снижения оседлости населения в регионах в течение последних пяти лет. На этой основе можно предположить существование заметной доли временных форм миграции во внутристрановых перемещениях, что актуализирует потребность исследования их масштабов, структуры и динамики.

Анализ оседлости населения был также проведен на уровне субъектов РФ, в результате чего последние были проранжированы по величине коэффициента закрепления, рассчитанного для двух десятилетних периодов, 1991-2000 гг. и 2001-2010 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Регионы с наибольшим и наименьшим коэффициентом закрепления населения, 1991-2000 гг., 2001-2010 гг.

Регионы с наибольшим значением коэффициента закрепления населения		$q_i(t)$	Регионы с наименьшим значением коэффициента закрепления населения		$q_i(t)$
1991-2000 гг.					
1	г. Москва	0,95	Чукотский АО		0,29
2	Респ. Дагестан	0,93	Магаданская область		0,36
3	Кабардино-Балкарская Респ.	0,87	Мурманская область		0,58
4	Северо-Осетинская Респ.	0,82	Сахалинская область		0,59
5	Московская область	0,79	Камчатская область		0,59
6	г. Санкт-Петербург	0,79	Амурская область		0,60
7	Краснодарский край	0,78	Гюменская область		0,60
8	Ростовская область	0,77	Респ. Саха (Якутия)		0,60
9	Ставропольский край	0,77	Респ. Коми		0,62
10	Ханты-Мансийский АО	0,77	Читинская область		0,64
2001-2010 гг.					
1	г. Москва	0,96	Магаданская область		0,60
2	Респ. Дагестан	0,90	Чукотский АО		0,65
3	г. Санкт-Петербург	0,87	Амурская область		0,67
4	Московская область	0,84	Мурманская область		0,68
5	Карачаево-Черкесская Респ.	0,83	Респ. Карелия		0,68
6	Северо-Осетинская Респ.	0,81	Респ. Тува		0,68
7	Кабардино-Балкарская Респ.	0,80	Респ. Калмыкия		0,68
8	Самарская область	0,80	Респ. Коми		0,68
9	Краснодарский край	0,80	Курганская область		0,68
10	Ленинградская область	0,80	Еврейская АО		0,69

Для обоих периодов характерно, что в десятку регионов с наибольшим значением коэффициента закрепления населения вошли г. Москва, г. Санкт-Петербург, их области, а также ряд регионов, входящих в состав современных Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. С течением времени для Москвы, ее области и

Санкт-Петербурга значения коэффициента заметно выросли, что говорит о росте уровня оседлости населения в этих регионах.

В десятке регионов с наименьшим значением коэффициента закрепления в 1991-2000 гг. шесть принадлежат Дальневосточному федеральному округу, два – Северо-Западному федеральному округу (они же входят в состав арктической зоны). Похожая картина сложилась и в следующем десятилетии: несмотря на рост среднего значения коэффициента в группе (с 0,55 до 0,67), состав групп представлен в своей основе теми же регионами.

Анализ динамики коэффициента закрепления в региональном разрезе подтвердил актуальность проблемы низкого уровня закрепления населения в восточной и северной частях страны и необходимость выработки мер, направленных на снижение оттока населения.

Анализ числа и структуры неоднократных перемещений населения по их количеству. В целях повышения эффективности миграционной политики важным объектом для исследования и регулирования (с учетом оптимального сочетания интересов различных сторон) должны стать неоднократные перемещения населения и приживаемость мигрантов в новых местах вселения.

Исследование приживаемости населения на конкретной территории связано с трудоемкими, продолжительными и часто дорогостоящими обследованиями. В России наиболее крупными из них были статистические обследования населения Кузбасса и районов Сибири [4-5]. В работе [4] указывается, что одним из наиболее информативных показателей является коэффициент приживаемости, характеризующий долю оставшихся на постоянное жительство из общего числа вселившихся. Обратный показатель – коэффициент выбытия – характеризует подвижность новоселов. Оба показателя, вычисленные на основе данных обследований как для всех мигрантов за определенный период на исследуемой территории, так и для отдельных категорий (с учетом возрастных, гендерных, образовательных признаков), дают наиболее полное представление об особенностях поведения мигрантов на новой территории. Однако процесс сбора первичной информации требует достаточно продолжительных наблюдений, что затрудняет изучение приживаемости новоселов на страновом уровне.

Данные российского текущего учета не позволяют отследить миграционную историю людей, сменивших место своего жительства. В данных Всероссийской переписи населения-2010

содержится информация о предыдущем регионе проживания лишь для мигрантов, переселившихся в регион проведения переписи в течение последнего года (не ранее ноября 2009 г.). Кроме того, микроданные переписи 2010 г. позволяют сгруппировать в разрезе регионов пришлое население, проживающее в месте прохождения переписи, в зависимости от года переселения, но не раскрывают его предыдущие места проживания. К сожалению, среди современных обследований подробный анализ проблем приживаемости мигрантов, насколько известно авторам, не проводился.

Это особо повышает ценность аналитических инструментов, которые опираясь на данные, предоставляемые органами государственной статистики на регулярной основе, позволяют проводить исследования неоднократных перемещений населения. Так, анализ их числа и структуры по их количеству может быть проведен на базе параметров лежащей в основе этого исследования модели, позволяющих вследствие ее предпосылок учитывать возможность неоднократных в течение периода времени переходов между регионами. В рамках этого анализа для каждого региона могут быть получены оценки численности людей, принимавших участие в процессе движения в отчетном году и не менявших регион весь год. Получение таких оценок основано на распределении населения регионов по числу совершенных ими в течение одного периода переходов (шагов движения). Эти распределения построены таким образом, что определенная часть людей, поменявших место жительства на первом шаге движения, совершит в течение года еще несколько переходов. Общее число переходов за период (например, год) отражено в виде потоков движения в матрице, которая является первым квадрантом баланса территориального движения населения [6].

Оценка величины и структуры по их количеству многократных в течение периода перемещений людей может быть получена с помощью матриц $M(t)$ и $Q(t)$. Рассмотрим механизм формирования численности лиц в каждом из n состояний³ на конец года t в рассматриваемой модели.

³ Под состоянием следует понимать регионы, отрасли (виды экономической деятельности), а также группы населения, движение контингента которых связано с рассматриваемой основной формой движения и которые выделяются в соответствии с классификацией состояний населения и трудовых ресурсов в балансе движения конкретного вида применительно к целям и задачам исследования.

1. В соответствии с оценками вероятностей $\hat{Q}(t)$ из численностей лиц в различных состояниях на начало периода $t - N(t-1)$ – остается в тех же состояниях до конца периода t определенная часть людей. Численности индивидуумов в каждом состоянии, вообще не принимавших участия в процессе движения, задаются, таким образом, вектором $N(t-1)\hat{Q}(t)$. Остальные лица включаются в процесс движения и совершают переход в другое состояние (в том числе в то же самое), то есть первый шаг в движении.

2. Перераспределение людей между состояниями на каждом шаге движения происходит в соответствии с матрицей оценок вероятностей перехода $M(t)$. Часть людей, числившихся на начало периода t в определенных состояниях, меняет их. Результат такого перераспределения в модели задается вектором $N(t-1)M(t)$.

3. Из числа сменивших состояние один раз в соответствии с оценками вероятностей $\hat{Q}(t)$ в каждом из состояний остается определяемое компонентами вектора $N(t-1)M(t)\hat{Q}(t)$ число индивидуумов, которые до конца периода времени t участия в движении больше не принимают.

4. Незакрепившиеся в рассматриваемых состояниях на первом шаге люди вновь включаются в процесс движения и совершают второй шаг движения. Для различных состояний численности лиц, принимающих участие в движении на втором шаге, определяются как компоненты вектора $N(t-1)M^2(t)$.

5. На втором шаге движения в соответствии с оценками вероятностей $\hat{Q}(t)$ в отдельных состояниях остается и выбывает до конца периода времени t из дальнейшего участия в процессе движения задаваемое компонентами вектора $N(t-1)M^2(t)\hat{Q}(t)$ число индивидуумов. Не закрепившиеся в отдельных состояниях на втором шаге лица, принимающие участие в процессе движения (их численности для отдельных состояний задаются компонентами вектора $N(t-1)M^3(t)$), совершают третий шаг движения.

6. Результат движения после r -го шага задается в модели вектором $N(t-1)M^r(t)$. Из численностей, заданных этим вектором, остается в рассматриваемых состояниях до конца периода t число людей, задаваемое компонентами вектора $N(t-1)M^r(t)\hat{Q}(t)$. Оставшаяся часть людей совершает $(r+1)$ -й шаг движения.

7. В модели предполагается, что число шагов, которое можно совершить в течение периода t , бесконечно. Безусловно, данное предположение нереалистично, поскольку в течение конечного периода времени (например, квартала, года и т.п.) можно совершить конечное число переходов. Количество шагов движения в модели можно ограничить [7], однако из соображений удобства математической записи, для сохранения точного балансового равенства и на основании того факта, что доля людей, участвующих в движении, довольно быстро убывает с каждым шагом (этот вывод подтверждается расчетами), в модели предполагается бесконечное в течение периода времени t число шагов движения.

8. В итоге численность лиц в отдельных состояниях на конец периода времени t определяется как суммарная численность людей, закрепившихся в данном состоянии на каждом из шагов движения, то

есть $N(t) = \sum_{r=0}^{\infty} N(t-1)M^r(t)\hat{Q}(t)$, полагая $M^0(t)=E$. Последнее выражение тождественно выражению (1).

Поскольку после каждого перемещения человек, попавший в некий регион j , с вероятностью $q_j(t)$ остается в нем до конца года, можно определить коэффициенты $r^{(x)}(t)$, характеризующие долю людей, совершивших в течение t -го периода x перемещений, в общей численности людей исходного региона. Для любого $x \geq 0$ вектор этих коэффициентов по регионам такой:

$$R^{(x)}(t) = M^x(t)Q(t), \quad (3)$$

где $M^0(t)=E$.

Коэффициенты $R^{(x)}(t)$ обладают тем свойством, что для каждого региона их сумма по всем шагам движения равна единице, т.е

$$\sum_{x=0}^{\infty} R^{(x)}(t) = \sum_{x=0}^{\infty} M^x(t)Q(t) = (E - M(t))^{-1}Q(t) = I.$$

Таким образом, структура начальной численности населения по регионам представима в виде бесконечной суммы произведений:

$$\sum_{x=0}^{\infty} R^{(x)}(t) = [E + M(t) + M^2(t) + \dots + M^r(t) + \dots]Q(t), \quad (4)$$

где Q – вектор-столбец коэффициентов закрепления порядка n .

Коэффициенты, составляющие вектора $R^{(x)}(t)$, позволяют определить структуру начальной численности населения каждого региона относительно числа совершенных ими в течение года пе-

ремещений. С точностью до предпосылок модели могут быть определены и переходы между регионами на каждом шаге движения, сумма которых за отчетный год дает величину каждого балансового потока $b_{ij}(t)$, $i, j = \overline{1, n}$. Отметим, что параметры $q_i(t)$ и $m_{ij}(t)$, являясь аналогами коэффициентов приживаемости и выбытия, имеют перед ними несомненное преимущество: они могут быть вычислены на основе данных официальной статистики. Дальнейшие расчеты выполнены на базе балансов территориального движения населения между федеральными округами, построенных для двух десятилетних периодов (1991-2000 гг. и 2001-2010 гг.).

Для периода 1991-2000 гг. число лиц, которые никуда не двигались, составило 109,9 млн. чел., или 74% численности населения РФ на начало периода. Соответственно число лиц, совершивших один шаг и более, составило 38,4 млн. чел. (рис. 2).

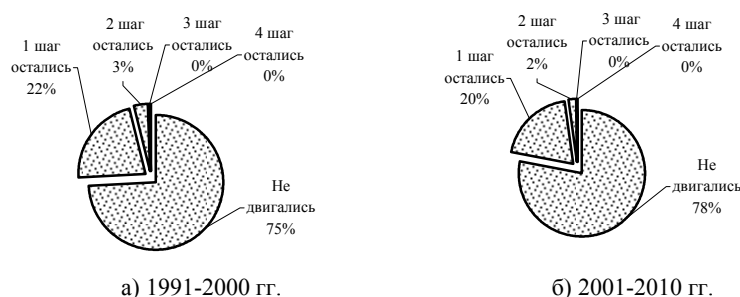


Рис. 2. Структура численности населения РФ на начало периода относительно числа совершенных в течение периода перемещений

В следующем десятилетии соотношение между не сделавшими ни одного шага и совершившими один шаг и более составило 78% (114 млн. чел.) и 22% (32,3 млн. чел.) в численности населения на начало периода. Таким образом, число лиц, обладающих повышенной склонностью к смене места жительства, ко второму рассматриваемому периоду снизилось.

Рассмотрим структуру начальной численности населения по числу совершенных шагов (коэффициенты $r^{(x)}(t)$) в разрезе федеральных округов РФ для двух периодов (табл. 2). Сравнивая между собой рассчитанные для двух периодов коэффициенты можно увидеть увеличение во втором десятилетии доли людей в на-

чальной численности населения, которые никуда не двигались, характерное для всех федеральных округов.

Таблица 2

Значения коэффициентов $r^{(x)}(t) \times 100$ для федеральных округов РФ, % начальной за период численности населения

	Федеральный округ	1991-2000 гг.					2001-2010 гг.				
		$r^{(0)}$	$r^{(1)}$	$r^{(2)}$	$r^{(3)}$	$r^{(4)}$	$r^{(0)}$	$r^{(1)}$	$r^{(2)}$	$r^{(3)}$	$r^{(4)}$
1	Центральный (ЦФО)	78,63	21,87	2,36	0,28	0,04	82,18	19,98	1,55	0,13	0,01
2	Северо-Западный (СЗФО)	71,24	23,78	3,44	0,49	0,07	77,85	21,16	2,05	0,20	0,02
3	Южный (ЮФО)	76,64	22,34	2,91	0,40	0,06	79,12	19,99	1,96	0,20	0,02
4	Северо-Кавказский (СКФО)	84,77	20,91	3,35	0,50	0,07	84,17	17,05	2,09	0,24	0,03
5	Приволжский (ПФО)	75,03	22,08	3,21	0,47	0,07	77,00	20,91	2,23	0,24	0,03
6	Уральский (УФО)	68,76	22,05	3,52	0,55	0,08	73,41	20,13	2,48	0,29	0,03
7	Сибирский (СФО)	69,39	24,57	4,42	0,77	0,13	73,02	22,40	3,09	0,41	0,05
8	Дальневосточный (ДФО)	61,51	27,39	6,03	1,15	0,20	71,53	22,50	3,41	0,46	0,06

Соответственно, если в 1991-2000 гг. доля сделавших первый шаг в начальной численности населения составляла от 20 до почти 28%, то в следующем десятилетии эта доля находилась в интервале от 17 до 22,5%. Доля тех, кто сделал третий (четвертый) шаг в 2001-2010 гг., также меньше по сравнению с соответствующей долей в предыдущем периоде в каждом федеральном округе. Так, число лиц, сделавших в течение периода третий шаг, составило в 1991-2000 гг. суммарно по всем федеральным округам почти 5 млн. чел., а в 2001-2010 гг. – порядка 3,2 млн. чел. Уже на четвертом шаге доля принимающих участие в движении людей колеблется в пределах от 0,01 до 0,08% численности населения на начало года. Для большинства регионов удастся весьма точно определить количество сделанных шагов населением, поскольку суммарная численность лиц, не менявших исходный регион в течение года и совершивших первый и второй шаг движения, практически не отличается от численностей населения в каждом из исходных регионов. Согласно полученным данным (см. табл. 2), движение после четвертого шага существует в модели уже чисто теоретически, то есть предположение о бесконечном числе шагов движения является не принципиальным, но весьма удобным для математического анализа модели. Отметим, что как показали расчеты, для балансов, построенных для одного года или пяти лет, уже на третьем шаге доля лиц, его сделавших, близка к нулю. Аналогичным образом может быть представлена структура формирования конечной численности населения за период в результате совершения мигрантами неодно-

кратных шагов в виде процентов от конечной численности населения той ее части, которая совершила нулевой и последующие шаги и закрепились в i -ом федеральном округе.

Моделирование распределения численности населения по регионам по числу совершенных им шагов движения в условиях изменения вероятности закрепления на каждом шаге. Анализируя оценки доли и численности лиц, обладающих повышенной в течение года подвижностью, необходимо иметь в виду, что полученные распределения лишь приближенно отражают реальную действительность (к сожалению, авторам не известны эмпирические данные каких-либо конкретных социально-экономических исследований, позволяющие оценить достоверность полученных распределений). Вероятно, с увеличением числа шагов движения должны меняться (скорее всего, увеличиваться) вероятности закрепления населения в регионах и, соответственно, уменьшатся вероятности ухода из них. На основе эмпирических данных было замечено, что люди, сменившие место жительства один раз легче совершат еще один шаг по сравнению с теми, кто ни разу этого не делал [5]. В этой же работе было выявлено, что коэффициент выбытия новоселов из исследуемых районов за год после вселения составляет от 35 до 70%. Таким образом, можно предположить, что вероятность закрепления населения по регионам в рамках одного периода не является постоянной величиной. Поэтому в целях повышения надежности результатов прогнозно-аналитических расчетов движения населения и отдельных его категорий в рамках модели необходимо предусмотреть возможность изменения структуры его движения на каждом шаге и, в частности, получить более точные оценки распределения населения каждого из регионов по числу совершенных в течение периода переходов.

Не теряя общности рассуждения, в случае максимально возможного числа шагов равного четырем в рамках одного периода структура начальной численности населения представима в следующем виде (для упрощения записи, при рассмотрении одного периода, индекс t в дальнейшем будет опущен):

$$\sum_{x=0}^4 R^{(x)} = EQ_0 + M_0Q_1 + M_0M_1Q_2 + M_0M_1M_2Q_3 + M_0M_1M_2M_3Q_4,$$

где Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 – векторы-столбцы вероятностей закрепления мигрантов на новом месте на каждом шаге движения с учетом изменения этих вероятностей в зависимости от номера шага;

M_0, M_1, M_2, M_3 – матрицы вероятностей переходов населения, изменяемые таким образом, чтобы сохранялось соотношение (2).

При этом допустимо предположить, что Q_0 – вектор-столбец коэффициентов закрепления населения, рассчитываемый в рамках исходной модели; $Q_4=1$ – условие, гарантирующее, что 4 шаг является последним в последовательности шагов.

Таким образом, необходимо задать условия для определения векторов Q_1, Q_2 и Q_3 .

В простейшем случае, принимая гипотезу о росте вероятности населением совершить второй шаг после первого, изменение вектора Q_1 , в условиях отсутствия более точных данных, может задаваться в процентах от своей начальной величины. Остальные значения векторов Q_2 и Q_3 могут быть рассчитаны различными способами, например, на основе возрастающей арифметической или геометрической прогрессии. Сохранение соответствия между измененными значениями коэффициента и исходными также может задаваться с помощью различных условий, например

$$\sum_{x=0}^4 Q_x = \sum_{x=0}^4 Q \text{ или } \bar{Q}_x = Q, \text{ где } \bar{Q}_x \text{ – среднее арифметическое зна-}$$

чение изменяемых коэффициентов закрепления.

В более общем виде вектора коэффициентов закрепления населения на каждом шаге движения можно представить как функцию от номера шага движения: $Q(t)=f(x)$. При этом лежащая в основе этой зависимости функция может быть различной, например, квадратичная, экспоненциальная или дробно-рациональная.

Так, вид этой функции может быть представлен квадратным трехчленом, графиком которого является парабола, расположенная в I четверти системы координат:

$$f(x)=ax^2+bx+c, \quad (5)$$

где a, b, c – некоторые числа, $a > 0$.

По-прежнему будем предполагать, что Q_0 – вектор коэффициентов закрепления, рассчитываемый в рамках исходной модели (доля тех, кто никуда не двигался, в начальной численности населения), а $Q_{x_{\max}}=1$, где x_{\max} – максимальное число шагов в рамках модели. В случае $x_{\max}=4, Q_4=1$. Параметр c квадратного трехчлена соответствует значению Q_0 ; другие два параметра уравнения (a, b) будут определяться номером шага, на котором вероятность закрепиться будет принимать свое минимальное значение и значением этой

вероятности. Элементы матриц M_0, M_1, M_2, M_3 будут изменяться таким образом, чтобы сохранялось соотношение (2).

Если не ограничивать в модели число шагов, то в основу зависимости коэффициента закрепления $Q(t)$ от числа шагов может быть положена функция экспоненциального вида или дробно-рациональная функция, ограниченные сверху асимптотой $q_i=1$.

Тогда зависимость коэффициентов закрепления от числа шагов может быть описана соответствующими уравнениями вида:

$$f(x)=1-ke^{-bx^2}, \quad (6)$$

$$f(x)=1-[k/(1+bx^2)] \quad (7)$$

где k, b – коэффициенты функции, $0 < k < 1, b > 0$.

Фрагменты графиков соответствующих функций, расположенных в первой четверти координатной плоскости, представлены в общем виде на рис. 3.

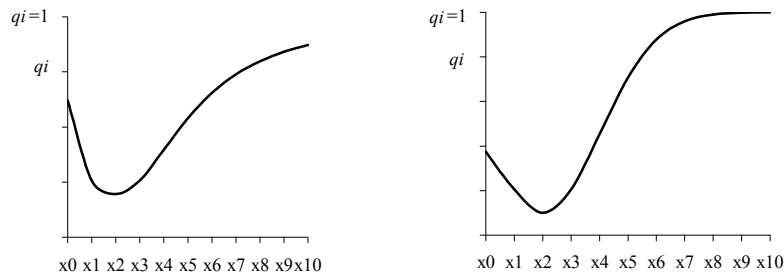


Рис. 3. Общий вид графиков функций (6) и (7) соответственно, с наименьшей вероятностью закрепления на втором шаге движения

Таким образом, при стремлении числа шагов к бесконечности, функции (6) и (7) будут стремиться к 1, что соответствует лежащей в основе модели идеи о том, что число шагов, которое можно совершить в течение периода t , бесконечно.

Анализ результатов модельных расчетов распределения численности населения по регионам по числу совершенных шагов движения в условиях изменения вероятности закрепления на каждом шаге. На основе построенных балансов территориального движения населения в разрезе федеральных округов, соответствующим двум десятилетним периодам (1991-2000 гг. и 2001-2010 гг.), был проведен расчет коэффициентов $r^x(t)$ с учетом различной зависимости коэффициентов закрепления населения от числа совершенных шагов.

Квадратичная форма зависимости (5). В условиях отсутствия подтверждающих или опровергающих аргументов, в основу расчетов положена гипотеза о том, что вероятность закрепиться у населения будет принимать минимальное значение на первом шаге движения и составлять 80% своей начальной величины по всем федеральным округам (оба эти параметра задаются экзогенно и могут быть изменены в модели). С учетом принятых гипотез относительно номера шага движения, при котором будет наблюдаться минимальная вероятность закрепления населения и соответствующей величины коэффициента, а также ограничения на максимальное число шагов в модели, график динамики коэффициентов закрепления для каждого федерального округа будет иметь следующий вид (*Приложение*, рис. 1).

В связи с тем, что размах элементов вектора Q_0 в разрезе федеральных округов ко второму периоду снизился (под влиянием тенденции роста закрепляемости населения на местах), в 2001-2010 гг. наблюдается меньший разброс коэффициентов закрепления вокруг своего гипотетического среднего значения. Возможно, что под воздействием тенденции снижения общего уровня подвижности населения во втором периоде минимальное значение вероятности закрепления будет составлять больше 80% своего значения на нулевом шаге, что скажется на всей дальнейшей структуре движения. Несмотря на снижение разброса значений коэффициентов закрепления между федеральными округами во втором периоде, их расположение по величине коэффициентов относительно друг друга с течением времени не изменилось. Так, наиболее низким значением коэффициента характеризуется ДФО; затем УФО и СФО; наиболее высоким – СКФО, после него – ЦФО и ЮФО.

Рассмотрим различия в структуре движения населения по числу совершенных шагов (рис. 4) в условиях постоянного и изменяемого, с учетом принятых гипотез, значения вероятности закрепления на каждом шаге, начиная с первого.

В условиях постоянных значений коэффициентов закрепления, среди населения, совершившего хотя бы один шаг, доля тех, кто сделал только один и закрепился составила согласно расчетам 85,2%. С учетом принятых гипотез в условиях снижения вероятности закрепления на первом шаге движения соответствующая доля людей снизилась и составила 83,2%. Однако на последующих шагах, напротив, доля тех, кто совершил второй и третий шаг и остался превышает аналогичные значения для случая постоянных значений коэффициен-

та закрепления: 14,2 и 2,3% по сравнению с 13,5 и 1,9%. Аналогичная картина в структуре населения по числу совершенных шагов наблюдается и для периода 2001-2010 гг.

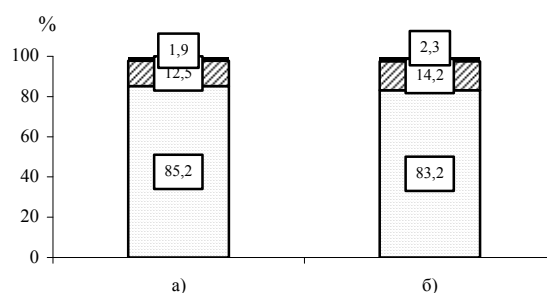


Рис. 4. Структура движения населения РФ по числу совершенных шагов в условиях постоянного (а) и изменяемого (б) значения вероятности закрепления на каждом шаге, начиная с первого, 1991-2000 гг.: остались из сделавших: ■ 1 шаг; ▨ 2 шага; ▩ 3 шага

Экспоненциальная форма зависимости (б). Форма графика, описывающего динамику коэффициентов закрепления населения в разрезе федеральных округов, как и в предыдущем случае, будет определяться следующими задаваемыми параметрами: номером шага движения с минимальной вероятностью закрепления населения и ее величиной. Кроме этого форма графика зависит от координаты точки перегиба функции, абсцисса которой будет регулировать скорость приближения графика к своей асимптоте.

В условиях отсутствия подтверждающих или опровергающих аргументов, расчеты выполнены для случая, когда вероятность закрепиться будет принимать минимальное значение на первом шаге движения населения и составлять 80% своей начальной величины по всем федеральным округам. Абсцисса точки перегиба в рассматриваемом ниже примере принята равной 3. В отличие от предыдущего рассмотренного случая ограничение на максимальное число шагов в этом варианте модели снимается (*Приложение, рис. 2*).

Для второго периода (2001-2010 гг.), как и в предыдущем случае, характерны и высокая концентрация значений коэффициента закрепления населения вокруг своего гипотетического среднего значения и сохранение позиций среди федеральных округов относительно друг друга.

Рассмотрим структуру начальной численности населения по числу совершенных шагов (коэффициенты $r^{(x)}(t)$) с учетом изменения коэффициентов закрепления на каждом шаге движения в разрезе федеральных округов РФ для двух периодов (табл. 3).

Таблица 3

Значения коэффициентов $r^{(x)}(t) \times 100$ для ФО РФ с учетом изменения значений коэффициентов закрепления, % начальной за период численности населения

	Федеральный округ	1991-2000 гг.					2001-2010 гг.				
		$r^{(0)}$	$r^{(1)}$	$r^{(2)}$	$r^{(3)}$	$r^{(4)}$	$r^{(0)}$	$r^{(1)}$	$r^{(2)}$	$r^{(3)}$	$r^{(4)}$
1	ЦФО	78,63	17,80	2,99	0,51	0,07	82,18	15,58	1,97	0,25	0,02
2	СЗФО	71,24	22,38	5,15	1,07	0,15	77,85	18,67	3,00	0,44	0,04
3	ЮФО	76,64	18,70	3,80	0,75	0,10	79,12	17,47	2,91	0,45	0,05
4	СКФО	84,77	11,73	2,81	0,59	0,09	84,17	12,56	2,71	0,49	0,06
5	ПФО	75,03	19,31	4,52	0,98	0,15	77,00	18,94	3,42	0,56	0,06
6	УФО	68,76	23,21	6,28	1,49	0,24	73,41	20,97	4,63	0,87	0,11
7	СФО	69,39	22,45	6,29	1,59	0,27	73,02	21,05	4,82	0,97	0,13
8	ДФО	61,51	26,46	9,09	2,48	0,43	71,53	21,63	5,52	1,15	0,15

Поскольку процент совершивших четвертый шаг движения и закрепившихся в соответствующем федеральном округе составляет менее 0,5% для обоих периодов, в таблице представлена структура начальной численности населения для четырех шагов. В условиях принятых гипотез, только на первом шаге доля оставшихся после его совершения ниже по сравнению с аналогичными расчетами в условиях постоянного значения коэффициента закрепления (см. табл. 2); тогда как на всех последующих шагах доля закрепившегося населения – выше.

Дробно-рациональная форма зависимости (7). Как и в предыдущем случае, в условиях отсутствия подтверждающих или опровергающих аргументов, номер шага с минимальным значением вероятности (80% своей начальной величины по всем федеральным округам) принят равным одному; абсцисса точки перегиба – 3 (*Приложение*, рис. 3).

Результаты расчетов показывают, что при тех же заданных экзогенно условиях, при одинаковых начальных значениях Q_0 коэффициент закрепления будет стремиться к значению равному единице медленнее, нежели при моделировании на основе экспоненциальной формы зависимости.

Структура начальной численности населения по числу совершенных шагов (коэффициенты $r^{(x)}(t)$) с учетом изменения коэффициентов

закрепления на каждом шаге движения в разрезе федеральных округов РФ для двух периодов представлена в табл. 4.

Таблица 4

Значения коэффициентов $r^k(t) \times 100$ для ФО РФ с учетом изменения значений коэффициентов закрепления, % начальной за период численности населения

	Федеральный округ	1991-2000 гг.					2001-2010 гг.				
		$r^{(0)}$	$r^{(1)}$	$r^{(2)}$	$r^{(3)}$	$r^{(4)}$	$r^{(0)}$	$r^{(1)}$	$r^{(2)}$	$r^{(3)}$	$r^{(4)}$
1	ЦФО	78,63	17,80	2,96	0,52	0,08	82,18	15,58	1,96	0,25	0,03
2	СЗФО	71,24	22,38	5,09	1,08	0,19	77,85	18,67	2,98	0,45	0,06
3	ЮФО	76,64	18,70	3,76	0,75	0,13	79,12	17,47	2,89	0,46	0,06
4	СКФО	84,77	11,73	2,78	0,60	0,10	84,17	12,56	2,69	0,50	0,07
5	ПФО	75,03	19,31	4,47	0,99	0,18	77,00	18,94	3,39	0,57	0,08
6	УФО	68,76	23,21	6,20	1,50	0,29	73,41	20,97	4,58	0,89	0,13
7	СФО	69,39	22,45	6,20	1,59	0,32	73,02	21,05	4,77	0,98	0,16
8	ДФО	61,51	26,46	8,95	2,48	0,52	71,53	21,63	5,46	1,16	0,19

Несмотря на различие в поведении коэффициента закрепления населения (*Приложение*, рис. 2, 3), структуры начальной численности населения по числу совершенных шагов достаточно схожи (для нулевого и первого шага – соответствующие доли идентичны, для последующих шагов расходятся в пределах от 0,01 до 0,14 проц. п.). Следовательно, экспоненциальная и дробно-рациональная функции при моделировании коэффициента закрепления в зависимости от номера шага могут рассматриваться как взаимозаменяемые.

Предположение о снижении коэффициента закрепления после совершения n -го шага на практике может и не подтвердиться. Например, можно предполагать, что коэффициент закрепления населения на каждом последующем шаге движения будет выше, чем на предыдущем.

В этом случае функция зависимости элементов Q от числа шагов должна быть монотонно возрастающей и принимать значения от 0 до 1, также функция должна быть определена, по крайней мере, для всех неотрицательных аргументов. Возможно, есть и другие требования, связанные с имеющимися параметрами. Но в данном виде лучше всего подходят функции распределения⁴. Для простоты возьмем, например, логистическую⁵:

$$f(x) = 1/(1+e^{-x}).$$

⁴ В данном случае функции распределения не несут своего обычного смысла накопленной (кумулятивной) вероятности. Речь идет лишь о возрастающей вероятности.

⁵ Базовой гипотезой, скорее всего, должна быть нормальная функция распределения.

Все функции распределения стремятся к 1 при бесконечном росте аргумента, что соответствует одному из требований. Для спецификации этой функции необходимо знать какому среднему числу шагов, совершенных населением исходного региона, соответствуют имеющиеся оценки Q и M в рамках одного периода. Соответствующий параметр в рамках модели определяется следующим образом:

$$S(t)=[D(t)-E]I^t=[(E-M(t))^{-1}-E]=M(t)D(t)I^t,$$

где $D(t)=(E-M(t))^{-1}=\sum_{r=0}^{\infty}M^r(t)$.

В отличие от рассмотренных выше случаев, оценки элементов матриц Q и M являются оценками параметров движения не на нулевом и первом шаге, а характеризуют структуру движения в среднем за период.

Тогда для каждого региона при известной паре наблюдаемых значений (s, q) будет оцениваться функция, вида:

$$q=1/(1+e^{b-s}), \quad (8)$$

в которой параметр b двигает ее график вправо-влево. Подставляя в эту формулу вместо s любой номер шага можно найти соответствующее ему значение q . При этом матрицы вероятностей переходов населения на каждом шаге движения должны изменяться таким образом, чтобы сохранялось соотношение (2).

Такой способ нахождения функциональной зависимости элементов Q от числа шагов не требует дополнительных гипотез относительно минимального значения коэффициента закрепления и соответствующего ему номера шага. В качестве функции распределения могут быть рассмотрены и другие, например, нормальная функция распределения.

Соответствующие расчеты с использованием функции (8) были выполнены для каждого периода для каждого федерального округа (*Приложение*, рис. 4).

Поскольку среднее число переходов, и в первое, и во второе десятилетие не превышает единицы в каждом федеральном округе, то среднее значение Q находится между нулевым и первым шагом движения.

В целом, более обоснованная оценка поведения мигрантов на каждом шаге своего движения могла бы быть получена при подключении дополнительной информации из социологических исследований.

Кроме того, большое значение при моделировании миграционного поведения играет контингент обследуемых лиц. Очевидно, различные категории мигрантов с учетом их возрастных, гендерных, профессионально-квалификационных признаков в действительности имеют различный уровень закрепления на новых местах, который не всегда может быть оценен на основе официальной статистики. Так, мигранты из села уезжают назад из города чаще, чем городское население [8], в то же время, сельское население приживается лучше, так как уровень жизни у сельских жителей в городах повышается гораздо чаще, чем при смене места жительства у горожан [5]. Таким образом, следует разделять направления миграции: село-село, город-село, село-город, город-город, которые накладывают различия на динамику оценок вероятности приживаемости в зависимости от вектора миграции. Внутритерриториальное движение на уровне административно-территориальных единиц (АТЕ) также имеет существенные миграционные особенности, изучение которых должно основываться на статистических данных о взаимодействиях регионального центра, его ближайшего окружения и других районов и городов. В связи с трудностью получения данных такого уровня, исследовательские работы в этой области практически не ведутся.

Таким образом, выбор той или иной функции при моделировании коэффициента закрепления в зависимости от номера шага должен определяться, в том числе, и контингентом обследуемых лиц, обуславливающим особенности их миграционного поведения.

Учет в модели изменений коэффициентов закрепления в зависимости от шага движения может быть основой, например, для исследований эффективности политики, направленной на рост приживаемости населения на новых местах. В терминах модели это означало бы снижение возможных шагов в рамках одного периода и рост значений коэффициентов закрепления населения на первом и последующих шагах. Обратная ситуация позволила бы смоделировать структуру движения в условиях роста подвижности той части населения, которая уже сделала первый шаг, что означает увеличение числа возможных шагов и снижение вероятности закрепления индивидуумов после первого шага. Результаты моделирования этих ситуаций могут дать богатый материал для анализа влияния социально-экономической политики на структуру движения и оценки последствий ее изменения. Напри-

мер, если бы в результате дополнительных обследований можно было получить информацию о средней себестоимости каждого совершаемого переезда с учетом его дальности, то на основе предлагаемых расчетов можно оценить экономическую выгоду от снижения числа неоднократных переездов. Конечно, это нетривиальная задача, связанная с необходимостью получения дополнительной информации о выгодах, которые получает человек от совершения повторного переезда в рамках одного периода.

Практическая ценность и значимость подобного рода исследований находит свое отражение в рамках изучения вопросов текучести кадров; в частности, уровень закрепляемости работников является характеристикой качества рабочих мест и степени удовлетворенности работника. Сокращение числа шагов движения работников (рабочей силы) означало бы снижение текучести кадров и рост закрепляемости работников на местах. Рост числа совершаемых работником шагов за исследуемый период (снижение величины $q_i(t)$ для тех, кто уже сделал первый шаг, сменив одно место работы) характерен для высокой мобильности рабочей силы.

Литература и информационные источники

1. Коровкин А.Г., Единак Е.А., Королев И.Б. Оценка естественного уровня безработицы и вакансий // Системное моделирование социально-экономических процессов. Труды 34-й Международной научной школы-семинара, Светлогорск, Калининградская обл., 26 сентября - 1 октября 2011 г.: в 2 ч. / Под ред. В.Г. Гребенникова, И.Н. Щепиной, В.Н. Эйтингона. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011. Ч. II.
2. Коровкин А.Г. Динамика занятости и рынка труда: вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования. М.: МАКС Пресс, 2001.
3. Мкртчян Н.В. Долговременная международная миграция в России: образовательный аспект // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. М.: МАКС Пресс, 2017.
4. Кузбасс (результаты переписи городского населения 1931 г.). Новосибирск, 1931.
5. Зайончковская Ж.А. Новоселы в городах (методы изучения приживаемости). М.: Статистика, 1972.
6. Коровкин А.Г. Движение трудовых ресурсов: анализ и прогнозирование. М.: Наука, 1990. 208 с.
7. Шведкова Е.Е. Современная миграция в Таджикской ССР и ее роль в формировании населения и трудовых ресурсов. Дисс. канд. эк. наук: 08.00.05. ЦЭМИ РАН, 1991 156 с.
8. Миграция сельского населения / Под ред. Т.И. Заславской. М.: Мысль, 1970.

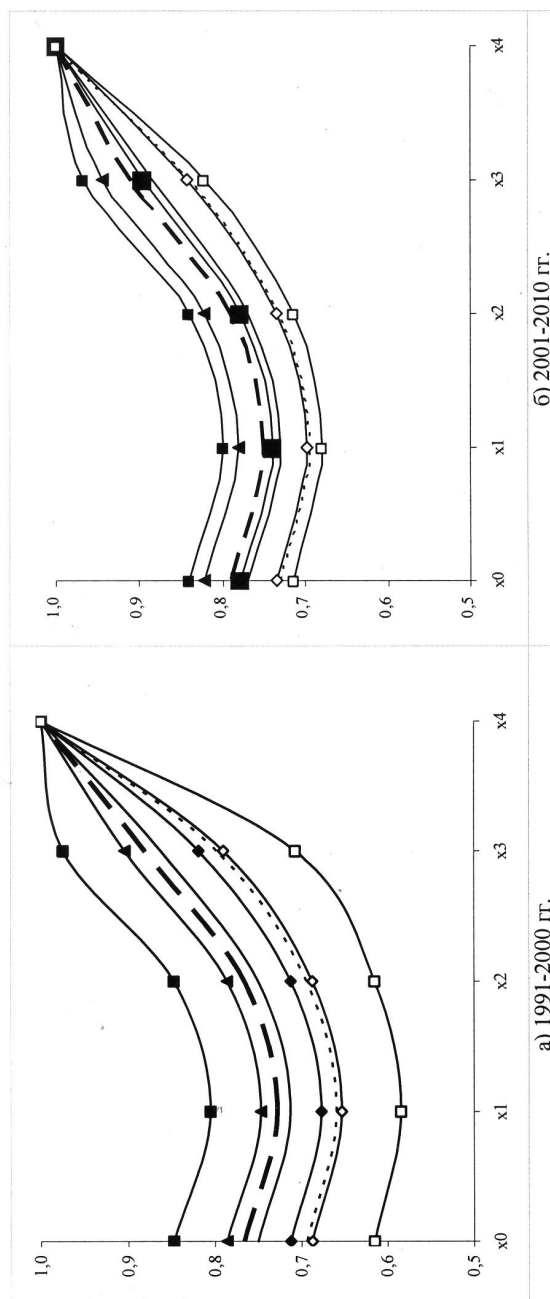


Рис. 1. Динамика коэффициента закрепления населения ($g_i(t) \times 100$) по федеральным округам в зависимости от номера шага движения, квадратичная форма зависимости:
 -▲- Центральный; -◆- Северо-Западный; --- Южный; -■- Северо-Кавказский;
 — Приволжский; -◇- Уральский; ---- Сибирский; -□- Дальневосточный

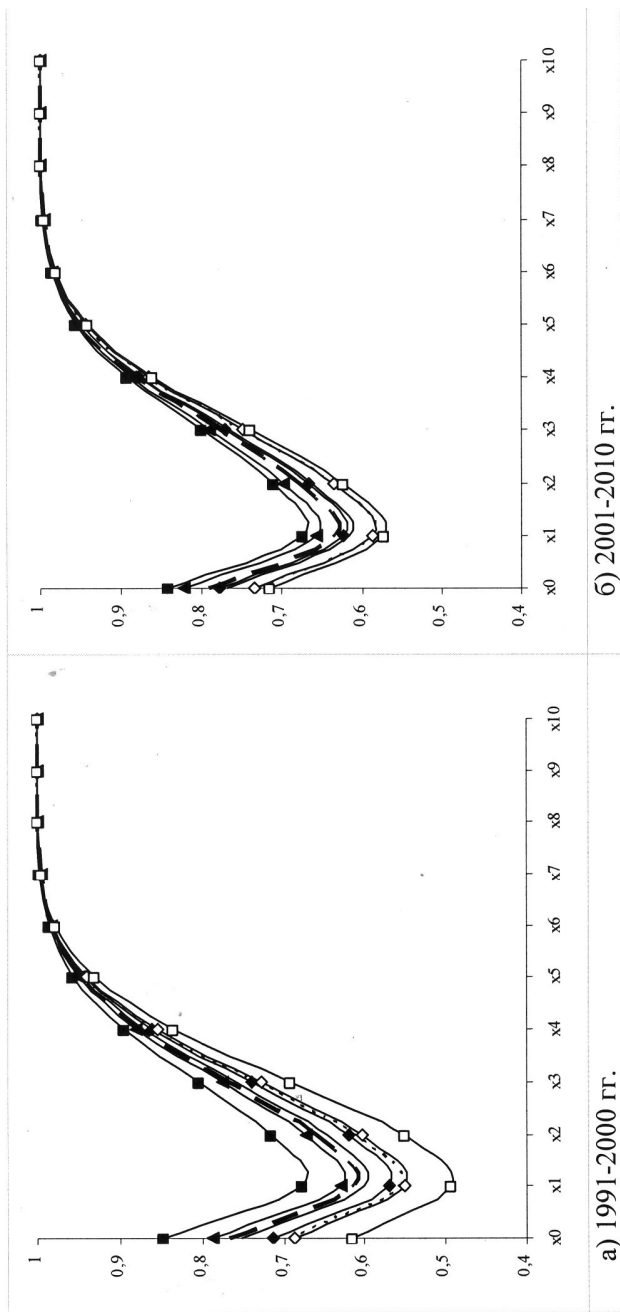


Рис. 2. Динамика коэффициента закрепления населения ($q_i(t) \times 100$) по федеральным округам в зависимости от номера шага движения, экспоненциальная форма зависимости:
 -▲- Центральный; -◆- Северо-Западный; --- Южный; -■- Северо-Кавказский;
 — Приволжский; -◇- Уральский; ---- Сибирский; -□- Дальневосточный

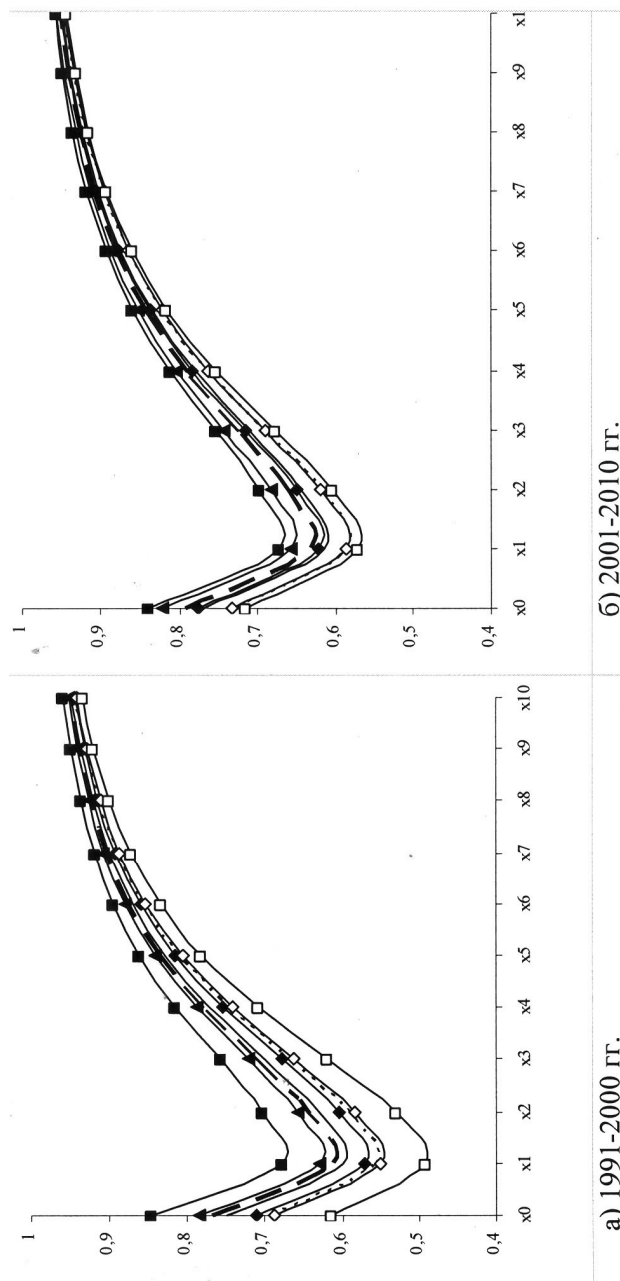


Рис. 3. Динамика коэффициента закрепления населения ($q(t) \times 100$) по федеральным округам в зависимости от номера шага движения, дробно-рациональная форма зависимости:

—▲— Центральный; —◆— Северо-Западный; — — — Южный; —■— Северо-Кавказский;
 — Приволжский; —◇— Уральский; ---- Сибирский; —□— Дальневосточный

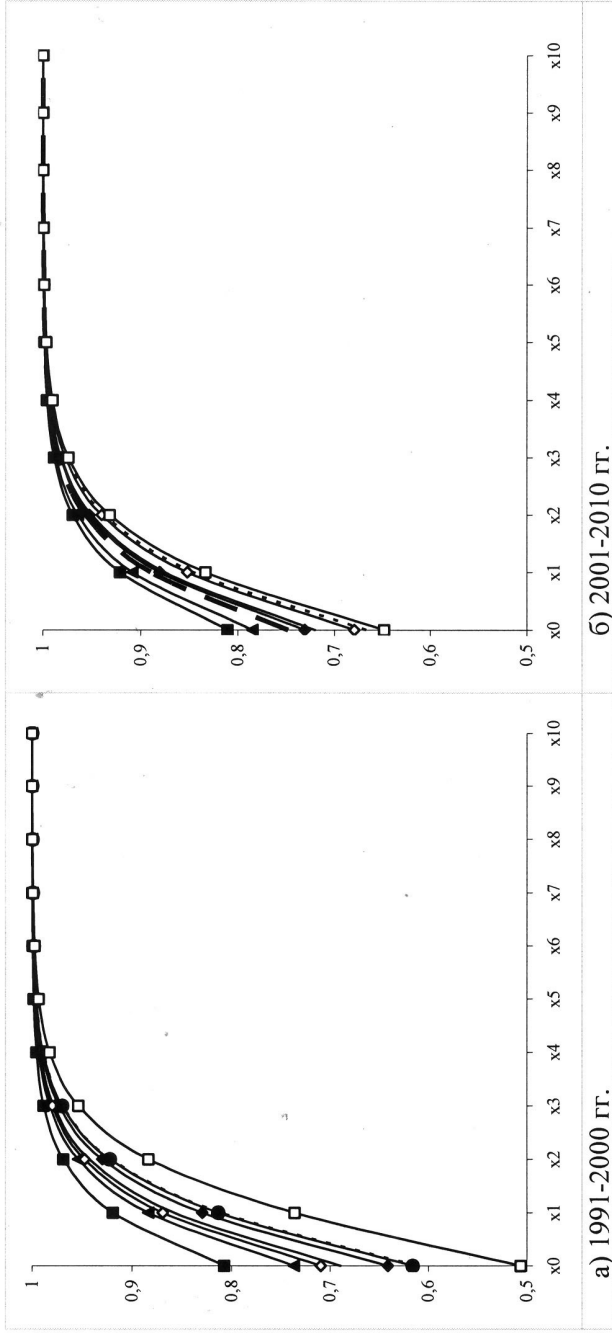


Рис. 4. Динамика коэффициента закрепления населения ($q(t) \times 100$) по федеральным округам в зависимости от номера шага движения, логистическая функция распределения: