

К.В. Бердышев  
(Москва)

## ВЕРТИКАЛЬНАЯ ТРУДОВАЯ МОБИЛЬНОСТЬ КАК МАРКОВСКИЙ ПРОЦЕСС

В статье рассматриваются направления развития класса математических моделей с марковскими свойствами. Обосновывается применимость таких моделей для анализа вертикальной трудовой мобильности. Предлагается методика этого анализа и результаты ее апробации на данных панели RLMS.

*Ключевые слова:* анализ последовательностей, марковская цепь, марковский процесс, марковские свойства, вертикальная трудовая мобильность.

### *Постановка исследовательской задачи*

С развитием панельного метода опроса и компьютерной техники в социологии получил развитие «анализ последовательностей» (*sequence analysis*) – подход, целью которого является моделирование динамических процессов. Подход включает два класса методов: «марковские процессы» («марковские цепи») в разных модификациях, «анализ истории событий» (*survival analysis*) [1, р. 93–94].

Наши исследования связаны с первым из этих классов методов на примере изучения *вертикальной трудовой мобильности* – совокупности индивидуальных переходов с более «низкой» позиции в системе труда на более «высокую» и наоборот. К вертикальной трудовой мобильности не относится смена работы без повыше-

---

**Константин Владимирович Бердышев** – аспирант Института социологии РАН.  
E-mail: [berdyshev@yandex.ru](mailto:berdyshev@yandex.ru).

ния/понижения трудового статуса, определяющего положение индивида в иерархии *трудовых позиций*, выделяемых на основе квалификации, востребованности позиции, престижности и размера оплаты труда. В статье решаются две задачи.

1. Рассматривается классическая модель «марковский цепи» и модифицированные модели с марковскими свойствами, применяемые для анализа вертикальной трудовой мобильности на основе опросных данных. Анализируются их достоинства и ограничения; приводятся способы преодоления ограничений, накладываемых классическими марковскими свойствами.

2. Предлагается методика анализа вертикальной трудовой мобильности в рамках модели с марковскими свойствами средствами доступных статистических пакетов (SPSS и R) и приводятся результаты ее применения на данных о динамике рода занятости и трудовой деятельности (панель RLMS 2001–2007 гг.).

Ключевыми математическими понятиями, используемыми в статье, являются следующие. «*Анализ последовательностей*» (англ. *sequence analysis*) – понятие, объединяющее класс моделей, основанных на теории стохастических процессов. *Марковская цепь (марковский процесс)* – понятие, обозначающее представление об изменении моделируемого процесса во времени как стохастического со строгим соблюдением марковских свойств. *Марковские свойства* («марковского процесса» и «марковской цепи») – математические условия для модели марковской цепи. *Модель с марковскими свойствами* – математическая модель, описывающая процесс изменения объекта во времени с частичным/нестрогим соблюдением марковских свойств.

### *Модельные предпосылки и ограничения марковских цепей*

Марковские цепи используют общие принципы теории стохастических процессов для анализа дискретного пространства состояний группы объектов во времени. Каждый объект находится в любой момент времени в одном из состояний из ограниченного

множества. В случае с вертикальной трудовой мобильностью в качестве объектов выступают люди, попавшие в панельную выборку, в качестве моментов времени – волны исследования, в качестве множества состояний – позиции в системе занятости.

Для каждого из моментов времени, кроме базового, существует вероятностная матрица переходов, элементы которой показывают вероятность того, что случайно отобранный из выборки индивид перейдет с рода занятости  $A$  на род занятости  $B$  при изменении момента времени на единицу. Матрица переходов имеет квадратный вид, и в ней есть элементы с вероятностями перехода для каждой пары возможных родов занятости (для любых  $A$  и  $B$ ). Тем самым данные о вертикальной трудовой мобильности могут быть представлены как стохастический процесс. Для такого процесса должны выполняться марковские свойства.

1. *Свойство 1.* Предполагается, что род занятости индивида в наблюдаемый момент времени зависит только от его рода занятости в предыдущий момент времени и не зависит от более ранних моментов времени. Это свойство Марковской цепи также называется «одношаговым» и накладывает на модель ограничение. Например, два человека, достигшие идентичных позиций менеджера в структуре занятости в рамках марковского процесса, должны иметь одинаковую вероятность далее повысить свой трудовой статус вне зависимости от того, что один из них только получил повышение, а другой имеет на своей позиции большой стаж. С социологической точки зрения это может быть в корне неверно.

2. *Свойство 2.* Предполагается, что матрица переходов «универсальна» для каждого наблюдаемого момента времени, т.е. вероятность перехода из  $A$  в  $B$  при переходе от  $t$  к  $(t + 1)$  равна вероятности перехода из  $A$  в  $B$  при переходе от  $(t + 1)$  к  $(t + 2)$ , и так для всех возможных равных переходов во времени. В случае с вертикальной трудовой мобильностью это свойство обозначает, что в любой из наблюдаемых моментов времени вероятность изменить род занятости одинакова. Это делает параметры модели

«статичными». Исследователи в ряде случаев специально хотят устранить компоненту времени и только сравнить шансы на успех различных социальных групп «с учетом временного фактора» или «с поправкой на время». Но это свойство также накладывает ограничения, важные с социологической точки зрения. Общество – динамически изменяющаяся структура, и шансы тех или иных групп на успех могут меняться с течением времени [2]. Например, в первые годы перестроечного периода количество предпринимателей было существенно больше, чем после кризиса 1998 г.

### *Преодоление ограничений, накладываемых марковскими свойствами*

Существуют способы устранить или ослабить ограничения, накладываемые моделью марковских цепей. Для этого необходимо решить две задачи:

- 1) добавить в модель в том или ином виде предыдущую историю трудовой мобильности, которая игнорируется классической моделью марковской цепи;
- 2) включить в модель зависимость вероятностей переходов от времени.

Возможны различные способы решения обеих этих задач.

*Первый способ* – усложнение матрицы переходов – позволяет решить обе задачи, но по-разному. Задача добавления предшествующей трудовой мобильности в модель решается получением отдельных матриц переходов для групп, отличающихся по типу мобильности. Обычно выделяют отдельные матрицы для тех, кто изменял позицию на высокую/низкую в предыдущих периодах, и для остальных (*mover/stayer model*) [2].

Вторая задача (включения в модель зависимости вероятностей переходов от времени) решается получением отдельных матриц переходов для выделенных исследователем отрезков времени. На каждом отрезке будет соблюдаться *Свойство 2*. Этот способ

подходит тогда, когда число доступных для наблюдения периодов большое и существуют факторы, свидетельствующие, что матрица вероятностей переходов должна коренным образом отличаться в выделенных периодах (примером может послужить рынок труда во время экономической рецессии и в обычное время) [3].

*Второй способ решения* был предложен Корнеллом, который привнес в модель марковских цепей аксиому кумулятивной инерции: «Вероятность пребывания в любом состоянии  $S$  является монотонно возрастающей функцией от времени предшествующего пребывания в этом же состоянии  $S$ ». Если применить этот подход для вертикальной трудовой мобильности, вероятности переходов марковской цепи будут учитывать то, как долго человек занимал свою трудовую позицию, но число оцениваемых параметров возрастает [2]. Способ одновременно включает в модель и время, и предшествующую историю мобильности.

*Третьим способом* решения проблемы зависимости трудовой мобильности от времени может стать внесение в модель предпосылок «анализа истории событий» (*survival analysis*). Т. Питерсен и Б. Сингер обосновали применимость этого подхода [4; 5]. Они предложили интегрировать функцию зависимости истории событий от времени на предшествующей позиции (англ. *hazard function*) в основную вероятностную функцию марковской цепи. Переменная «время» выходит на первый план, и изучается зависимость вероятности наступления определенного «события» (например, повышения в должности) от длительности предшествующей истории объекта. При этом зависимость выражается в виде функции, а «событие» интерпретируется как то, что может или не может произойти. Такая функция может быть получена для каждого элемента матрицы переходов марковской цепи. В качестве объясняющей переменной «времени» может выступать как номер волны исследования (календарное время), так и длительность пребывания в состоянии, предшествующем «событию». Этот способ также позволяет включать в модель как время, так и предшествующую историю мобильности.

### *От модели к методике анализа*

Описанные выше способы позволяют модифицировать модель марковской цепи, делая ее адекватной социальному процессу – вертикальной трудовой мобильности. Способы позволяют включить в модель историю трудового статуса и «время» – переменные, заложенные в структурную логику самой модели. Однако этих переменных недостаточно для полноценного анализа процесса трудовой мобильности. Проанализировав параметры модели с марковскими свойствами, можно понять только то, на какой позиции в системе занятости больше шансов ее повысить, а на какой – меньше. Исследователей волнует не только внутренняя структура трудовой мобильности, но и то, как шансы на мобильность различаются в зависимости от внешних по отношению к модели переменных (например, социально-демографических).

Для того чтобы модель с марковскими свойствами превратить в аналитический инструмент, С. Спилерман, Н.Б. Тум, М.Т. Ханнан и Л.П. Гроенвельд предложили рассматривать не только вероятности из матрицы переходов, но и отклонения от «ожидаемых» (средних) вероятностей переходов на индивидуальном уровне. При этом сами перемещения индивидов с одной позиции на другую рассматриваются как случайный процесс [6]. Это позволяет представить модель как регрессионное уравнение, отклонения от модели как «остатки». В качестве зависимых переменных регрессионного уравнения выступают вероятности переходов; в качестве объясняющих – любые заданные исследователем. Это дает возможность избежать анализа десятков разрозненных матриц переходов, позволив сконцентрироваться на одной из них и соответствующих регрессионных эффектах объясняющих переменных. Анализируя коэффициенты регрессии, можно оценивать, какие переменные влияют на вероятности переходов в марковской цепи и в какой степени. При этом не нарушаются основные марковские свойства [3; 6; 7]. В качестве объясняющих переменных в рамках одной модели могут использоваться:

1) переменные, призванные скорректировать модельные ограничения марковской цепи: история трудовой мобильности, время, длительность пребывания на позиции и др.;

2) внешние по отношению к модели с марковскими свойствами социально-демографические и другие описательные переменные, собранные в рамках опроса респондентов.

Достоинством анализа моделей с марковскими свойствами при помощи регрессионных уравнений является его реализуемость в любых статистических программах, поддерживающих регрессионное моделирование (при специальном преобразовании массива данных).

### *Моделирование вертикальной трудовой мобильности*

Возможности применения предложенного выше подхода были верифицированы на данных панели RLMS [8]. Для этого первичные данные были преобразованы, так как вопросник панели RLMS не содержит вопросов, специально предназначенных для анализа вертикальной трудовой мобильности.

В качестве эмпирической базы исследования были взяты данные RLMS за 2001–2007 гг. Основной переменной, отражающей род занятости, использовался открытый вопрос, ответы на который были закодированы по кодификатору Международной организации труда ISCO-88 [9]. Ниже представлен фрагмент анкеты.

**Давайте поговорим о Вашей основной работе. Если Вы заняты на нескольких работах, расскажите о той, которую Вы считаете основной.**

**Расскажите, пожалуйста, подробно – на какой должности, по какой профессии и по какой специальности Вы сейчас работаете?**

**[ИНТЕРВЬЮЕР! ЗАПИШИТЕ ПОДРОБНО ВСЕ, ЧТО ГОВОРIT РЕСПОНДЕНТ ]**

**Назовите, пожалуйста, должность, на которой Вы сейчас работаете**

---

Совокупность кодов ISCO-88 не является порядковой шкалой по статусу трудовых позиций, а для анализа *вертикальной трудовой мобильности* была необходима «иерархия» таких позиций. Для этого был осуществлен переход к шкале ESeC [10], являющейся результатом перекодировки переменной трудовых позиций ISCO-88 с учетом числа подчиненных на работе и основного рода занятий на время опроса. Эта шкала была разработана в 2004 г. в рамках проекта по созданию Единой европейской социоэкономической классификации и делит различные позиции труда на 9 групп, упорядоченных по *трудовому статусу*. Группа с наименьшим трудовым статусом – «безработные», с наибольшим статусом – «руководители верхнего звена, предприниматели и владельцы компаний».

1. «Безработные» – никогда не работали, либо находятся без работы в течение длительного периода времени.

2. «Низкоквалифицированный труд» – позиции, не требующие специального образования (максимум – несложная квалификация). Сотрудники легко заменимы, например: уборщики, курьеры, операторы станков.

3. Квалифицированные рабочие («синие воротнички») – обладают сложной квалификацией и навыками, которые ценятся на рынке труда. Например: водители поездов, водопроводчики, замерщики.

4. Работники сферы услуг (нижняя страта «белых воротничков») – нижние позиции нефизического труда. Система отношений между работодателем и работником гибкая. Например: кассиры, няни, ассистенты продавцов-консультантов.

5. Супервайзеры, бригадиры (верхняя страта «синих воротничков») – обладают большим объемом специфических технических навыков, необходимым работодателю. Например: чертежники, планировщики, специалисты по электронным схемам и монтажным работам, бригадиры, продавцы-консультанты.

6. Самозанятые/мелкие предприниматели – люди, ведущие свой небольшой бизнес, иногда привлекающие работников (не более 10 человек).

7. Клерки (верхняя страта «белых воротничков») – вспомогательные организационные должности. Например: клерки, помощники менеджеров и профессионалов, нижние бюрократические должности.

8. Профессионалы и руководители среднего звена – две группы. Примерами первой являются высококвалифицированные работники умственного труда: учителя, медицинский персонал, пилоты самолетов. Ко второй группе относятся управленческие позиции среднего звена.

9. Руководители верхнего звена – директора, руководители отделов и подразделений, средние и крупные предприниматели, владельцы компаний.

Преобразование данных осуществлялось на основе подробных инструкций с официального сайта EсеС [10].

На основе подхода, предложенного С. Спилерманом [6; 7], Н.Б. Тумом, М.Т. Ханнаном и Л.П. Гроенвельдом [3], была разработана методика анализа вертикальной трудовой мобильности в рамках модели с марковскими свойствами. Методика реализовывалась в несколько этапов, которые будут описаны ниже.

### *Формирование исходной для анализа матрицы данных*

Матрица формировалась как трехмерная матрица переходов марковской цепи (респондент × «переход» × переменная) в несколько шагов: выбор переменных для анализа; объединение матриц отдельных волн в единую; чистка и взвешивание данных; преобразование двумерной матрицы в трехмерную матрицу переходов. Рассмотрим эти шаги.

1. Данные по семи последовательным волнам RLMS (2001–2007 гг.) были «очищены» от переменных, не используемых в анализе. В каждой из семи матриц с данными были оставлены:

- а) переменная, отражающая трудовой статус (шкала EсеС);
- б) внешние по отношению к модели с марковскими свой-

ствами объясняющие переменные (пол, возраст, тип населенного пункта, образование).

2. Данные 7 матриц (волн) были объединены в единую матрицу так, что каждому респонденту соответствовали значения 7 переменных (по каждой волне собственное значение трудового статуса). В анализ были включены только респонденты официального трудоспособного возраста.

3. Респонденты, не принимавшие участие в любой из 7 волн, т.е. как выбывшие из панели RLMS в любой из волн 2001–2007 гг. («осыпание панели»), так и те, которыми «осыпание» было восполнено в каждом последующем периоде), были исключены из анализа. Также были исключены затруднившиеся ответить на вопрос о роде занятий. Для корректировки возникшего смещения выборки было проведено взвешивание данных по полу и возрасту в соответствии со структурой трудоспособного населения по данным ГКС.

4. Полученная на предыдущем шаге двухмерная матрица была преобразована в трехмерную матрицу «переходов». Соответствующая каждому респонденту строка двухмерной матрицы была разбита на 6 записей-переходов (число периодов –1). При этом из 7 переменных с трудовым статусом в каждой записи были оставлены 2 (для «базового» и «последующего» периодов, соответствующих переходу). Информация о том, какой период является для конкретного перехода «базовым», а какой «последующим», была перенесена в третье измерение – «номер перехода» (время).

Результат является матрицей переходов трудового статуса в рамках модели марковской цепи (см. табл. 1). Преобразование данных и формирование матрицы производилось в статистическом программном пакете SPSS [11].

### *Результаты анализа матрицы переходов*

Для дальнейшего анализа полученной матрицы данных использовался модульный статистический пакет R [12]. Для того

чтобы проверить, соответствуют ли наши данные представлениям математической модели в виде марковской цепи, был использован модуль MSM, разработанный К. Джексоном [13] для оценки степени согласованности модели с лонгитюдными данными. Модуль позволяет оценить отклонения от идеальной цепи с заданными параметрами. Вместе с тем модуль не позволяет анализировать взаимозависимости марковской цепи и внешних переменных.

Процедура MSM показала, что фактически наблюдаемые в матрице переходы только в 5% случаев отличаются от предсказанных моделью марковской цепи, что говорит о возможности перехода к более углубленному анализу данных. Следует отметить, что в рамках теории неравенства исследователя интересуют вероятности различных групп повысить свой трудовой статус. Самым простым способом оценки таких вероятностей является кросс-табуляция (см. табл. 2).

По результатам, представленным в табл. 2, можно предположительно сделать выводы: больше всего склонны к восходящей вертикальной мобильности занятые низкоквалифицированным трудом, а также представители верхней страты «синих воротничков»; наибольшей вероятности понизить свою группу по роду занятости подвержены мелкие предприниматели и самозанятые, а также представители самой верхней страты (владельцы предприятий, менеджеры верхнего звена и высшая страта профессионалов).

Далее встала задача преодоления ограничений марковской цепи и анализа взаимосвязи вертикальной трудовой мобильности с внешними переменными. Для этого была разработана схема с применением регрессионного уравнения, аналогичная по смыслу предложенной С. Спилерманом, Н.Б. Тумом, М.Т. Ханнаном и Л.П. Гроенвельдом.

В качестве зависимой переменной выбирался род занятости для «последующего» периода, а в качестве независимых – род занятости для «базового» периода, пол, возраст, тип населенного пункта, образование, длительность пребывания на трудовой по-

Таблица 1  
МАТРИЦА ПЕРЕХОДОВ МАРКОВСКОЙ ЦЕПИ, % вероятности перехода на позицию

Трудовая позиция – «последующий» период (номер трудовой позиции)	Номер трудовой позиции «базовый период» (число «переходов»)								
	1 (18348)	2 (2527)	3 (6798)	4 (3298)	5 (813)	6 (889)	7 (2324)	8 (3244)	9 (884)
Безработные (1)	87	19	11	14	9	19	9	8	9
Низкоквалифицированный труд (2)	3	62	4	3	2	1	2	0	2
Квалифицированный труд (3)	4	10	79	3	7	7	3	1	2
Работники сферы услуг (4)	3	4	1	70	5	5	5	1	6
Верхняя страта «синих воротничков» (5)	0	1	1	2	49	1	4	2	5
Мелкие предприниматели (6)	1	0	1	1	1	58	0	0	5
Клерки (7)	1	2	1	4	11	2	66	5	3
Руководители среднего звена/профессионалы (8)	1	0	1	2	10	2	9	79	10
Руководители высшего звена/предприниматели (9)	0	0	0	1	7	6	1	3	57

Таблица 2

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ТРУДОВАЯ МОБИЛЬНОСТЬ, %

Характер мобильности	Всего (39125)	Номер трудовой позиции (число «переходов»)								
		1 (18348)	2 (2527)	3 (6798)	4 (3298)	5 (813)	6 (889)	7 (2324)	8 (3244)	9 (884)
Восходящая	11	13	18	5	10	28	9	10	3	0
Отсутствует	79	87	62	79	70	49	58	66	79	57
Нисходящая	11	0	19	15	20	23	33	24	19	43

зиции, направление предшествующей мобильности. Последняя переменная (предшествующая трудовая мобильность) принимает три значения в соответствии с нисходящей и восходящей мобильностью и с ее отсутствием. Смысл ее включения в модель состоит в том, чтобы смягчить требование независимости одного перехода от предшествующего (*Свойство 1* марковской цепи) и оценить, в какой степени вероятности переходов зависят от предшествующей истории трудовой мобильности.

Было установлено, что объясняющие переменные мультиколлинеарны, так как существует взаимосвязь между мобильностью и внешними по отношению к марковской цепи переменными. Строго говоря, мы не должны были включать в модель заведомо взаимосвязанные переменные. Тем не менее, существуют регрессионные модели, позволяющие сделать поправку на этот эффект и оценивать уравнение с взаимно зависимыми объясняющими переменными. В этой связи мы воспользовались методом «относительных важностей» У. Краскала. Он использует общие принципы регрессионного анализа и позволяет строить уравнения как с интервальными, так и с порядковыми переменными.

Преимущество метода состоит в том, что он позволяет помимо обычных коэффициентов регрессии получать также «относительные важности» объясняющих переменных. Известно, что при включении в обычную регрессионную модель коррелированных объясняющих переменных их взаимная корреляция вычитается из вклада этих переменных (в различных алгоритмах это происходит по-разному). В результате вклад переменной занижается, что является статистическим артефактом. Поэтому У. Краскалом и был предложен метод относительных важностей. Алгоритм весьма прост – перебираются все возможные сочетания из заданных объясняющих переменных, и каждый раз рассчитывается частный коэффициент  $R^2$  для объясняющей переменной, а затем усредняются все полученные коэффициенты [14]. Результирующие средние коэффициенты являются устойчивой оценкой того, какой вклад

переменная вносит в объяснение (с учетом других объясняющих переменных, и поправкой на мультиколлинеарность).

В нашей задаче для построения регрессионной модели был использован модуль *Relaimpro* статистического пакета R, разработанный У. Гроемпинг [15]. В модуле реализована модель, аналогичная дисперсионному анализу (Univariate ANOVA в SPSS), но важности – это частные вклады переменных в регрессионное уравнение. Процедура выдает три удобные для интерпретации группы коэффициентов (в табл. 3 приведены их значения):

1) коэффициенты с эксклюзивным вкладом каждой переменной, за вычетом всех остальных объясняющих переменных (по смыслу – частная корреляция);

2) коэффициенты относительных важностей Краскала;

3) коэффициенты без включения других объясняющих переменных (прямая корреляция между объясняющей переменной и зависимой).

Основной вклад в объяснение перемещений в вертикальной структуре занятости вносит сам род занятости (коэффициент относительной важности Краскала равен 66%), а остальные переходы связаны преимущественно с образованием и возрастом.

Важный вклад вносит и направление предшествующей мобильности (даже частная корреляция равна ~10%). Последнее говорит о том, что действительность не всегда укладывается в идеальную модель марковской цепи. Вероятности переходов на ту или иную ступеньку в иерархии трудового статуса связаны с предшествующей трудовой историей.

Длительность предшествующего пребывания на позиции с шансами на мобильность практически не связана. Это означает, что приведенная выше аксиома куммулятивной энергии Корнелла [2] плохо описывает анализируемые данные.

В заключение следует подчеркнуть, что проведенный вторичный анализ существующих данных и полученные результаты позволяют сделать вывод, что предлагаемая нами логическая схема (методика)

Таблица 3  
ЗНАЧЕНИЯ РЕГРЕССИОННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ, % объясненной вариации

Объясняющие переменные	Коэффициенты		
	Частная корреляция	Относительная важность	Прямая корреляция
Род занятости ( $t$ )	56	66	78
Образование	10	33	50
Возраст	4	23	37
Пол	3	13	19
Тип населенного пункта	3	10	17
Направление предшествующей мобильности	10	10	10
Длительность пребывания на позиции	1	5	9

моделирования дает возможность достаточно глубоко проникнуть в структуру вертикальной трудовой мобильности и изучить шансы различных групп на повышение и понижение трудового статуса. Изучаемые данные хорошо укладываются в модель марковской цепи, но методика анализа также показала степень влияния внешних по отношению к модели переменных на динамику трудового статуса. К плюсам методики можно отнести реализуемость в рамках широкого круга статистических пакетов и возможность «гибкой» корректировки модельных ограничений путем включения независимых переменных, отражающих трудовую историю респондентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Abbott A.* Sequence Analysis: New Methods for Old Ideas [Text] // Annual Review of Sociology. 1995. Vol. 21. P. 93–113.
2. *McGinnis R.* A Stochastic Model of Social Mobility // American Sociological Review. Oct. 1968. Vol. 33. No. 5. P. 712–722.
3. *Tuma N.B., Hannan M.T., Groeneveld L.P.* Dynamic Analysis of Event Histories // The American Journal of Sociology. Jan. 1979. Vol. 84, No. 4, P. 820–854.
4. *Petersen T.* Recent Advances in Longitudinal Methodology [Text] // Annual Review of Sociology. 1993. Vol. 19. P. 425–454.
5. *Singer B.* Estimation of Nonstationary Markov Chains from Panel Data // Sociological Methodology. 1981. Vol. 12. P. 319–337.
6. *Spilerman S.* Extensions of the Mover-Stayer Model // The American Journal of Sociology. Nov. 1972. Vol. 78. No. 3. P. 599–626.
7. *Spilerman S.* The Analysis of Mobility Processes by the Introduction of Independent Variables into a Markov Chain // American Sociological Review. Jun. 1972. Vol. 37. No. 3. P. 277–294.
8. <http://www.cpc.unc.edu/projects/rfms>.
9. International Labor Organization. International Standard Classification of Occupations 88 // <http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco88/index.htm>.
10. European Socio-economic Classification (ESeC) // <http://www.iser.essex.ac.uk/eseec/>.
11. Официальный сайт SPSS Rus // <http://www.spss.ru/>.
12. The R Project for Statistical Computing // <http://www.r-project.org/>.
13. *Jackson Ch.* Msm (Multi-state Markov and Hidden Markov Models in Continuous Time) Package Version 0.9.6 (11.02.2010) // The R Project for Statistical Computing // <http://www.r-project.org/>.

14. *Kruskal W.* Relative Importance by Averaging Over Orderings // The American Statistician. Feb. 1987. Vol. 41. No. 1. P. 6–10.

15. *Groemping U., Lehrkamp M.* Relaimpo (Relative Importance of Regressors in Linear Models) Package Version 2.1-4 (19.10.2009) // The R Project for Statistical Computing // <http://www.r-project.org/>; <http://prof.tfh-berlin.de/groemping/relaimpo/>; <http://prof.tfh-berlin.de/groemping/>.