

Глава 17. Опыт моделирования миграционного движения населения

Оценка перспективных миграционных потоков – необходимое условие прогнозирования общей численности населения и трудовых ресурсов, поскольку территориальное движение является важным фактором изменения (роста, уменьшения) численности и состава населения в стране и регионах. Для формирования численности населения и трудовых ресурсов страны (региона) существенное значение имеют внешние миграционные связи. Внутристранные перемещения населения не оказывают влияния на объем предложения рабочей силы страны в целом. Однако они важны для формирования его величины и качественного состава по отдельным федеральным округам, субъектам Федерации, городской и сельской местности.

В условиях плановой экономики миграционные потоки в стране являлись объектом регулирования, поскольку существовала необходимость их совмещения с планами размещения производительных сил, планированием затрат по обеспечению рабочей силой трудодефицитных и новоосваиваемых районов. Осуществляемые государством меры не всегда приводили к желаемым результатам, так как даже в условиях директивной экономики миграционное поведение населения обуславливалось не только общегосударственными интересами. В известной мере компенсировать возникающие дисбалансы удавалось с помощью так называемой организованной миграции населения. Она включала в себя переселение семей на неосвоенные земли, организованный набор рабочей силы, распределение специалистов после окончания вузов и техникумов, распределение рабочей силы после окончания профессионально-технических училищ, а также переезды в связи с поступлением на учебу, призыва в Советскую Армию, демобилизацию из ее рядов, переводы на работу в другие учреждения и предприятия.

Существенную роль в реализации общегосударственных интересов играл и энтузиазм населения.

Многие развитые страны, столкнувшись с сокращением притока трудовых ресурсов вследствие многолетнего снижения рождаемости, компенсируют дефицит трудоспособного населения, привлекая в страну *мигрантов*, как правило, из регионов с высокой рождаемостью, безработицей и низкими доходами. Декларация прав человека предусматривает право каждого человека выбирать страну проживания, выезжать из страны и возвращаться в нее. Однако на практике большинство стран, прежде всего развитых, имеют ограничительное миграционное законодательство и устанавливают строгие правила въезда и выезда, временного пребывания и постоянного жительства, предоставления вида на жительство, права на работу, правила натурализации.

В начале нового века стало активно разрабатываться понятие «замещающая миграция». Под «замещающей миграцией» понимается такой миграционный прирост, который компенсирует («замещает») недостаток рождений, необходимых для поддержания в некоторый период времени в данной стране постоянства либо численности, либо других количественных характеристик населения. Понятие «замещающая миграция» употребляется в трех разных смыслах:

- (1) миграционный прирост, при котором численность населения не меняется;
- (2) миграционный прирост, при котором численность трудоспособного населения не меняется;
- (3) миграционный прирост, при котором доля лиц в старших возрастах не увеличивается.

Европейские страны (Германия, Великобритания, Франция, Голландия и др.) за счет иммиграции поддерживают не только баланс трудовых ресурсов, но и численность населения своих стран. Доля иммигрантов в населении европейских стран составляет от 4 до 9%. Смягчению проблемы дефицита труда способствует также вынос ряда производств в страны с дешевой рабочей силой.

Согласно оценкам ООН, к 2050 г. численность населения сократится более чем в 30-ти странах, в основном европейских. Наиболее заметно – примерно на треть – население уменьшится в Болгарии, Италии, Латвии, и Эстонии. В то же время население США, согласно прогнозным оценкам, увеличится почти на четверть благодаря высокому миграционному приросту и более высокой по сравнению с европейскими странами рождаемости. Население стран Европейского Союза, превышавшее население США в 1995 г. на 105 млн. чел., в 2050 г. станет меньше его на 18 млн. чел.

Считается, что воздействовать на миграцию легче, чем на рождаемость или смертность. Величина миграционного притока может регулироваться с учетом социально-экономических и политических факторов и условий. Миграционная политика относительно быстро дает результаты, сказывающиеся на возрастной структуре и численности населения страны. К ней неоднократно прибегали для решения самых разнообразных проблем, например, для увеличения численности трудоспособного населения в странах Западной Европы в 1960-х годах или нефтедобывающих центрах Персидского залива в 1970-1990-х годах. Поэтому миграцию часто рассматривают как средство для сглаживания многих проблем, обусловленных старением и депопуляцией, причем не только в краткосрочной, но и долгосрочной перспективе. Вместе с тем, столкновение культур и религий вызывают сложные проблемы адаптации мигрантов и формирования толерантного к ним отношения.

Тем не менее спрос на мигрантов в развитых странах будет возрастать, как и требования к их качеству. Перспективный мировой миграционный рынок труда будет чрезвычайно конкурентным. Основные «игроки» на этом поле – США (планирует привлекать по 1 млн. иммигрантов в год до 2050 г., чтобы не только не допустить сокращения населения, но и обеспечить его рост), Европейский Союз (планирует принимать примерно столько же, чтобы стабилизировать численность населения) и Россия. Попытки поддерживать неиз-

менной численность населения за счет миграции приведут к тому, что в 2050 г. в некоторых странах доля мигрантов и их потомков будет составлять от 20 до 30% их населения.

Понятие, виды и функции миграции. В понимании показателей и сущности различных видов движения населения и трудовых ресурсов среди ученых нет единства. Определить объект и предмет исследования различных наук – демографии, экономики, социологии и др. – в этой области знаний действительно сложно. В течение всей жизни население постоянно изменяет свой статус – переходит из одной возрастной группы в другую, меняет места жительства и работы, повышает квалификацию, продвигается по служебной лестнице. Свои «права» (следовательно, подходы, требования, аналитический инструментарий) на изучение миграции имеют также история, этнография, экономическая география, лингвистика (перемещения людей, например, непосредственно влияют на образование диалектов) и пр.

Всевозможные виды передвижения людей органически переплетены между собой, поэтому рассмотрение каждого из них обособленно увеличивает вероятность пропустить важные, иногда даже ключевые взаимосвязи. Главной концепцией исследования считается комплексный подход к изучению движения населения и трудовых ресурсов, суть которого состоит:

- во-первых, в одновременном, взаимосогласованном изучении различных форм движения населения;
- во-вторых, в разработке такого инструментария анализа, который может быть применим в различных направлениях этой обширной области знания.

Однако для реализации этих условий требуется четкая классификация многих форм движения населения и трудовых ресурсов, позволяющая достичь системного эффекта лишь при соединении усилий различных наук для решения единой проблемы. Вопрос этот непростой, о чем свидетельствует различие взглядов на «идеальную» классификацию форм движения населения и трудовых ресурсов. Рассматриваемый ниже

подход, не являясь бесспорным, представляется наиболее обоснованным и рациональным.

По этой классификации первичным является естественное движение населения – предмет изучения демографии. Следующей ступенью является экономическое движение, выражающееся в следующих конкретных формах: территориальной, отраслевой, профессиональной и квалификационной. Именно экономическое движение является предметом исследования экономической науки. Высшей формой движения населения является социальное движение, охватывающее практически все процессы изменения положения человека в обществе. Эту форму движения изучает социология.

Помимо трудностей классификации, изучение миграционных процессов сталкивается с серьезными терминологическими проблемами. Согласно Л.Л. Рыбаковскому существуют, по меньшей мере, четыре подхода к определению понятия «миграция»:

1. «Миграция – любое территориальное перераспределение населения» (смещение процесса и результата).
2. «Миграция – форма географической мобильности (подвижности) населения» (смещение самого действия и потенциальной способности к действию).
3. «Миграция – любая форма экономического и социального движения населения (территориальная, профессиональная и т. д.)» (широкое понятие миграции).
4. «Миграция – только территориальные перемещения населения» (узкое понятие миграции).

В свою очередь, миграция (территориальное движение населения) подразделяется на различные виды в зависимости от целей, сроков и расстояний перемещений между населенными пунктами (или внутри них – например, ряд исследователей рассматривают даже посещение магазинов как миграционный процесс).

Хотя и по этому вопросу среди ученых нет единства взглядов, можно выделить следующие основные виды пространственных перемещений населения.

Эпизодическая миграция – деловые, туристические и иные поездки, совершающиеся нерегулярно и необязательно по одному и тем же направлениям. Состав участников этого процесса весьма разнообразен, сам процесс по масштабу превосходит остальные виды миграции, но изучен пока слабо.

Маятниковая миграция – ежедневные (еженедельные) поездки от мест жительства до мест работы (и обратно), расположенных в разных населенных пунктах. Этот вид наиболее характерен для агломераций, центрами которых являются крупные города, где собственная профессионально-квалификационная структура населения не удовлетворяет полностью потребностям производства в трудовых ресурсах.

Сезонная миграция – перемещения трудоспособного населения к местам временной работы и жительства с сохранением возможности возвращения на прежнее (постоянное) место жительства. Подобные миграции возникают из-за неравномерной во времени потребности в рабочей силе в ряде отраслей (сельское хозяйство, лесная, рыбная, нефтедобывающая и газовая промышленность). Регион, где такая отрасль занимает доминирующее положение в его экономике, вынужден привлекать свободные ресурсы, находящиеся вне пределов своей территории.

Безвозвратная миграция – смена постоянного места жительства. Естественно, что эпизодическая, маятниковая и сезонная миграция могут превращаться в безвозвратную или выступать ее исходным пунктом (перед окончательным переселением человек обычно собирает информацию о новом возможном месте жительства, совершая туда краткосрочные визиты).

Каждый из этих видов миграции может рассматриваться в двух разрезах – межпоселенном и межрегиональном (используя принятное административно-территориальное деление), что позволяет отразить различные социально-экономические процессы, лежащие в основе перемещений людей. Межпоселенные потоки идут по четырем направлениям «город → город», «село → село», «село → город», «город → село» (поселения могут принадлежать как одному региону, так и разным). Меж-

региональная миграция в России обычно рассматривается в межгосударственном, межрайонном и межобластном аспектах.

Основные показатели миграции. Важным показателем миграционного движения населения является его интенсивность, т. е. количество переселений, приходящееся на среднегодовую численность населения. В практике принято применять два показателя интенсивности миграционной подвижности населения: коэффициент прибытия и коэффициент выбытия (количество соответственно прибывших или выбывших на 1000 чел. среднегодового населения). Ценным показателем для выявления региональных особенностей миграции является количество прибывших, приходящееся на 100 чел. выбывших (или наоборот).

Показателем, характеризующим конечный результат миграционного движения, является сальдо, которое может быть как положительным, так и отрицательным. Сальдо миграции за определенный период n (SM_n) представляет собой разность между численностью населения на конец периода (N_{t+n}) и численностью населения на начало периода (N_t) за вычетом естественного прироста населения за этот период (SP_n):

$$SM_n = (N_{t+n} - N_t) - SP_n.$$

Точность расчета зависит от точности показателей естественного прироста населения. При расчете сальдо миграции отдельно по городской и сельской местности следует учитывать численность сельского населения, перешедшего в города в результате административных преобразований (N_a), если такие имели место в рассматриваемом периоде. В этом случае сальдо миграции

$$SM_n = \begin{cases} N_{t+n} - (N_t + N_a) - SP_n, & \text{для городской местности} \\ N_{t+n} - (N_t - N_a) - SP_n, & \text{для сельской местности} \end{cases}$$

Анализ миграции населения предполагает изучение различных ее видов по территориальному охвату – межрегиональные и внутрирегиональные (например, межобластные и

внутриобластные, межрайонные и внутрирайонные) – выявление соотношений этих видов миграций, их значения для формирования населения и трудовых ресурсов отдельных территориальных единиц и населенных пунктов. При изучении миграций населения выделяют миграционные связи между городскими поселениями, между городскими и сельскими поселениями, между сельскими поселениями.

Наибольшее значение для расчетов перспективных перемещений населения имеет изучение динамики сальдо миграции отдельных территорий за предшествующий период, возрастно-половой структуры мигрирующего населения, выявление основных направлений миграции и мощности перемещающихся потоков, приживаемости новоселов.

Прогнозирование перспективных перемещений населения и определение сальдо миграции как элемента формирования численности населения и трудовых ресурсов может основываться на методе экстраполяции. Однако этот метод для оценки перспективных миграций весьма несовершенен, так как не позволяет полностью учесть значения различных факторов, влияющих на потоки миграции.

Конечной целью расчетов естественного и механического движения населения на перспективу является определение общей его численности по стране в целом, федеральным округам и областям, по городской и сельской местности, а для более детальных исследований – по отдельным населенным пунктам.

Зависимость перспективной численности населения от основных элементов ее прироста (убыли) можно выразить следующей формулой: $N_{t+n} = N_t + SP_n + SM_n$.

Виды миграционных моделей. Применение математических методов существенно повышает эффективность исследования миграций населения. Однако следует признать, что еще недостаточно изучены ее факторы, а методы прогнозирования миграции требуют совершенствования, чтобы соответствовать достигнутому уровню знаний о миграционных процессах. Кроме того, в современной России, как совершенно справедливо отмечает В.И. Мукомель: «Ощутим вакуум исследова-

ний в области экономических последствий внешних миграций. ... Практически отсутствуют работы по моделированию миграционных процессов; возникают опасения утраты преемственности исследований в этом направлении».

Успешное моделирование миграции в большой степени зависит от четкости понимания структуры этого явления, сущности его первичных элементов и составных частей. Остановимся на этом поподробнее.

Предметом исследования является *миграционный процесс* как «множество событий, влекущих за собой смену места жительства» (Л.Л. Рыбаковский). Это понятие формализуется следующим рядом условий.

1. Рассматриваются серии отдельных фактов (событий): пополнение, выбытие или переселение. В разрезе территориальных совокупностей миграционный процесс – это серии прибытий и выбытий, а для самих мигрантов событием является само переселение. Со статистической точки зрения каждое единичное переселение (смена места жительства) фиксируется дважды: как факт выбытия (выписка) и как факт прибытия (прописка).

2. Эти события должны быть массовыми – образовывать статистически значимую совокупность.

3. Эти события измеряются и анализируется на некотором (достаточно большом) временном интервале. «Моментальный снимок» процесса в некоторый момент времени называется структурой миграции; в свою очередь миграционный процесс можно описывать динамикой этой структуры.

4. Эти события пространственно локализованы, т. е. рассматриваются относительно определенных территориальных единиц. Для каждого региона миграционный процесс представляет собой двустороннее движение (прибытие – выбытие), результат которого определяется взаимодействием этих разнонаправленных потоков. Различают три стадии миграционного процесса: исходную, основную и заключительную.

На исходной стадии осуществляется формирование территориальной подвижности населения. Модель данной фазы миграционного процесса должна оценить потенциаль-

ную способность населения конкретного региона к перемещению. Миграционная подвижность – это объективное состояние (в отличие от «потенциальной миграции» – психологической готовности человека к отъезду), определяющееся накопленным миграционным опытом (миграционной биографией) и социальным статусом жителей территории, возрастно-половой и национальной структурой, уровнем жизни в этом регионе. Таким образом, задача исследователя на этом этапе – выявление факторов, наиболее сильно влияющих на изменение миграционной мобильности населения конкретных районов и определение степени этого влияния. Кроме того, оценка миграционной подвижности должна сопровождаться анализом возможностей практической реализации этого миграционного потенциала и объяснением ее причин.

Основная стадия миграционного процесса представляет собой само перемещение. Моделирование этой фазы должно включать в себя построение системы показателей, всесторонне описывающей структуру миграционного потока. Миграционным потоком называется совокупность переселений, совершающихся в определенное время в рамках определенной территориальной системы. Выделяются две группы таких характеристик – *социально-демографические* (пол, возраст, семейное положение, национальный состав, образование и т. д.) и *социально-географические* (географическое положение, статус (город или село), экономическое развитие и структура производства участвующих в миграции регионов и поселений и т. д.). Изучение особенностей названных характеристик миграционного потока для разных районов – задача аналитика, исследующего данную стадию.

Заключительной стадией миграционного процесса считается адаптация новоселов к новому месту жительства. Процесс адаптации идет по трем основным направлениям:

- приспособление к новой социально-демографической среде (установление новых дружественных, родственных и иных связей);

- приспособление к социально-экономическому статусу нового места жительства (например, сельский житель вынужден привыкать к образу жизни горожанина, и наоборот);
- приспособление к природной среде и географическому положению.

Цель моделирования на этой фазе двойственная: с одной стороны, выявление зависимости между скоростью адаптации и показателями географического положения и социально-экономического развития определенных районов, с другой – оценка изменений таких показателей под воздействием новых требований к внешним условиям, предъявляемых мигрантами.

Определив задачи и цели моделирования, необходимо выработать систему показателей, отражающих все стороны процесса перемещения населения. Большинство показателей, используемых в отечественных моделях, характеризует вторую стадию миграционного процесса и базируется на трех исходных компонентах: численности населения конкретной территории, числе выбывших, числе прибывших за определенный интервал времени. Поскольку участвующие в миграции районы и поселения различны по демографической ситуации и экономико-географическому положению, часто рассматриваются не только значения этих компонент, но и их удельные веса в общей численности населения региона (или в численности какой-либо социальной или возрастно-половой группы).

Характеристики миграции отражены тремя группами показателей: *мощности, результативности и интенсивности*.

В зависимости от объекта прогнозирования выделяются общие (характеризуют миграцию населения одной территории), структурные (относятся к социальным группам) и межрегиональные (характеризуют миграционный обмен между районами) показатели. Структурные показатели имеют смысл, если при моделировании население группируется либо по одному, либо по совокупности признаков – полу, возрасту, семейному положению, отрасли занятости, профессии и т. д. Говоря о группировке населения, следует упомя-

нуть разделение населения на замкнутое (изменения численности не происходит из-за влияния внешних перемещений) и открытое (в противном случае). Следует также подчеркнуть выделение экономически активного населения.

Кроме того, внутри каждой группы показатели делятся на *абсолютные* и *относительные*. Например, число прибывших в некоторую область и число выбывших из нее относятся к общим абсолютным показателям мощности, разность между ними (сальдо миграции) – к общим абсолютным показателям результативности, а их сумма (миграционный оборот) – к общим абсолютным характеристикам интенсивности.

Примером относительного общего показателя интенсивности может служить *коэффициент интенсивности миграционного оборота*, определяющийся по формуле :

$$KI_i(t) = \frac{P_i(t) + V_i(t)}{N_i(t)}, \quad (17.1)$$

где $P_i(t)$ и $V_i(t)$ – соответственно числа прибывших и выбывших мигрантов для данного района i за период времени t ; $N_i(t)$ – средняя за период t численность населения района i .

Многообразию задач моделирования соответствует и многообразие методов, применяемых для их решения. Например, Д. Бартоломью¹ приводит следующие принципы классификации моделей движения населения.

Открытые или закрытые модели – в зависимости от того, какие взаимосвязи рассматриваемой системы учитываются: внешние или присущие самой системе.

Дискретные или непрерывные модели – в зависимости от параметра времени в модели.

Детерминированные или стохастические модели – в зависимости от того, учитываются (или не учитываются) случайные колебания, которым подвержены миграционные показатели.

Любая модель имеет своей целью построение некоторого прогноза и выработку на его основе рекомендаций по необхо-

¹ Бартоломью Д. Стохастические модели социальных процессов. М.: Финансы и статистика, 1985.

димому управляющему воздействию. По типу результирующего прогноза модели подразделяются на:

- *экстраполяционные* (*трендовые*), в которых сложившиеся тенденции изменений показателей миграции переносятся на будущие периоды;
- нормативные (факторные), в которых исходя из знания закономерностей влияния на мощность и интенсивность миграционных потоков различных социально-экономических, географических и прочих факторов, определяются будущие значения этих показателей.

Существует несколько традиционных подходов к моделированию миграции (т. е. формализуемых гипотез о поведении изучаемой системы), позволяющих получить приемлемые практические результаты.

1. *Гравитационные модели*. По аналогии с моделью гравитационного поведения физического тела моделируется движение потока населения, «притягиваемого» различными территориями. Такой подход позволяет учесть разнообразные факторы (например, природно-климатические), формирующие «притягательную» силу конкретного района, и как следствие возможность получить прогноз. Однако при этом подходе оказывается вне моделирования ряд важных характеристик («движущих сил») миграции – специфика взаимного расположения регионов (в одном экономическом районе или нет), интенсивность установившихся связей, влияние регионов-соседей и т. п. – что представляет угрозу долгосрочной надежности такой модели.

2. *Регрессионные модели*. К этой группе относятся модели, формализующие связь миграционных показателей с разнообразными индексами социально-экономического развития (уровень безработицы, индексы изменения среднедушевых доходов и др.). Их явное преимущество – возможность количественного измерения тесноты связи между отдельными независимыми показателями и, следовательно, определения конкретной управленческой стратегии. Но и они не отвечают критерию необходимой надежности. Во-первых, они исходят из предположения о неизменности влияния того или

иного показателя на миграцию, между тем как общественный прогресс, изменение демографической ситуации могут привести к коренным изменениям причинно-следственных связей миграционных процессов), во-вторых, они не учитывают внеэкономических причин миграции, реально способных оказать значительное воздействие на мощность и интенсивность межрегиональных потоков.

3. *Марковские модели.* Формализация миграционных процессов в виде цепей Маркова обладает рядом неоспоримых преимуществ – в их числе содержательность показателей, хорошо проработанный математический аппарат, допущение взаимной зависимости объясняемых переменных. Однако применение этих моделей возможно лишь при полной информации о матрице вероятностей перехода в некоторый момент времени. К тому же марковские цепи предполагают вероятностный характер описываемых процессов, в то время как миграция определяется конкретными социально-экономическими явлениями. Выбор данного подхода означает использование экстраполяции при прогнозировании.

4. *Оптимационные модели.* Если задана целевая функция, выходом модели является описание оптимальной (для заданных перспективных показателей социально-экономического развития) структуры миграции и указание необходимых для ее достижения значений управляемых параметров миграционной системы. Возможно и решение обратной задачи – как должна развиваться экономика региона для достижения определенной мощности и интенсивности миграции. Если критерий оптимальности отражает некоторый закон поведения населения данной территории, возможно получение нормативного прогноза миграционных потоков.

Практическая реализация этих подходов предполагает использование довольно широкого спектра математических методов – теории конечных марковских цепей и дифференциальных уравнений, аппарата математического программирования и матричной алгебры, методов вероятностного оценивания параметров и установления корреляционной зависимости и др.

Однако ни один из вышеизложенных подходов и методов не является совершенным – любой формализации миграционного процесса в большей или меньшей степени присуща неточность, что в конечном счете приводит к прогнозным ошибкам.

Опыт моделирования миграционных процессов. Наиболее известный метод прогнозирования миграций населения – использование *гравитационной модели*. Теория гравитационной модели в данном случае базируется на допущении аналогии между гравитацией как физическим процессом и «гравитацией» населения в рамках двух центров-масс. Впервые такая аналогия была допущена англичанином Ревенстайном в конце XIX столетия (1889 г.). С тех пор разработано много модификаций гравитационной модели, причем не только для прогнозирования миграций населения, но и объемов перевозок, телефонных переговоров, деловых встреч, посещений магазинов и т.п.

Например, Рейли (1929 г.) предложил модель следующего вида: $M_{ij}=P_i P_j (d_{ij})^2$, где M_{ij} – миграционный поток; P_i , P_j – условные массы двух центров (например, если два центра – это разные города, их массами выступает численность населения); d – расстояние между ними. Таким образом, Рейли предполагает, что объем перемещений между двумя центрами прямо пропорционален произведению численности их населения и обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.

Известна также гравитационная модель Стюарта-Ципфа $M_{ij}=P_i P_j (d_{ij})^{-1}$. Эта модель была предложена для прогнозирования миграционных связей между Европой и Северной Америкой.

Джонсон (1952 г.) уподобляет миграцию населения эмиссии световых лучей $M_x=kX^{-1}e^{ax}$, где M_x – доля численности мигрантов в данный центр из зоны, находящейся от него на расстоянии X , в общем объеме миграции из этой зоны; k – постоянная; a – коэффициент поглощения центром миграционного потока. В данном случае предполагается, что мигрирующее население «поглощается» теми территориями, по которым движется (по аналогии с потоком зрителей в театре, убывающим по мере движения к местам от

партера к верхнему ярусу). Кривую поглощения построить значительно труднее, чем гравитационную модель.

Перечисленные модели связывают интенсивность миграций с двумя факторами: численностью населения в центрах i и j и расстоянием между ними. Такие модели пригодны далеко не для всех периодов и регионов. Кроме того, они не дают ответа на вопрос, какой центр более притягателен. Сознавая несовершенство традиционных гравитационных моделей, некоторые ученые пришли к выводу о необходимости учета факторов миграции в более полном объеме. Был даже введен специальный термин «региональная комплементарность (взаимодополнительность)» для обозначения характера взаимопритяжения двух центров. По данным 1950-1960 гг. Кериэл (1963 г.) применительно к условиям США исследовал влияние на миграцию четырех факторов и пришел к выводу, что ее размер связан с численностью занятой рабочей силы, а комплементарность – с тремя факторами: ростом занятости в обрабатывающей промышленности, средним доходом семьи и долей лиц свободных профессий и инженерно-технического персонала в суммарной занятости.

У. Изард (1960 г.) вводит комплементарность в обычную гравитационную модель, в которой сила притяжения обратно пропорциональна расстоянию $M_{ij} = (P_j/d_{ij})f(Z_i)$, где $f(Z_i)$ – некая функция от Z_i – силы притяжения пункта назначения i .

Позднее У. Изард сформулировал теорию вероятностной гравитационной модели для учета социального и экономического поведения населения в следующем обобщенном виде:

$$M_{ij} = G \frac{w_i (P_i)^\alpha w_j (P_j)^\beta}{d_{ij}^b},$$

где P_i и P_j – численности населения двух центров миграции (двух масс); w_i , w_j – веса этих масс, характеризующие те или иные их особенности (социально-экономические и др.); d_{ij} – расстояние между массами; G , b , α и β – коэффициенты модели.

Эта модель более совершенна, чем предыдущие, более универсальна и позволяет учитывать кроме расстояния другие факторы миграции.

Отметим еще две модификации гравитационных моделей, в которые вводятся новые факторы притяжения.

Это так называемая модель столкновения возможностей, описанная Стоуффером по формуле поля $M_{ij} = (N_i/N_{ij})k$, где M_{ij} – ожидаемое взаимодействие; N_i – число возможностей для трудоустройства в пункте i ; N_{ij} – число возможностей для трудоустройства на территории, расположенной между пунктами i и j ; k – константа.

Хегерстранд предложил формулу $M_{ij} = (V_j I_j)/P_j k$, где M_{ij} – число переселенцев; V_j – вакансии в пункте j ; I_j – уровень информации о таких вакансиях в источнике миграций j ; P_j – численность населения в пункте иммиграции j ; k – константа.

Опыт показал, что ни одна из вышеперечисленных моделей в полной мере не пригодна для оценки миграций. Вместе с тем с некоторыми дополнениями они, несомненно, могут быть использованы для прогнозирования миграций. В гравитационную модель следует ввести не только параметры масс (численности населения) и расстояния, но и некоторые величины, зависящие от конкретных региональных условий. В частности, эти региональные условия связаны в значительной мере с социально-экономическими факторами, а также факторами этнического характера, историей формирования экономических и культурных связей между соответствующими регионами страны.

При построении *факторных моделей миграции* используются методы корреляционно-регрессионного и факторного анализов, теоретически развитые и широко применяемые в ряде отраслей науки. При разработке факторных моделей территориального движения населения некоторый результативный признак y является функцией многих переменных $y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$, где x_1, x_2, \dots, x_m – числовые значения отобранных с помощью специальных методов

(корреляционного и факторного анализов, распознавания образов и др.) факторов, которые влияют на результативный признак. Источниками, содержащими числовые значения показателей, с помощью которых производится количественное измерение факторов, являются материалы статистического и оперативного учета, специальные обследования, а также экспертные оценки.

Балансовый метод анализа территориальной подвижности населения. Представление предметной области в виде балансовой матрицы с успехом использовалось отечественными и зарубежными экономистами при решении самых разнообразных задач. Баланс движения населения представляет собой статистическую таблицу, характеризующую формирование численности и структуры населения в результате его участия в различных формах движения (рис. 17.1).

Построение баланса движения населения можно представить в виде следующих этапов.

1. *Классификация* – описание состояний изучаемой системы (адекватных имеющейся статистике), и выявление общих для всех этих состояний связей с внешней средой, подразделяемых на две группы – источники пополнения и направления выбытия.

2. Заполнение I раздела баланса числами b_{ij} , характеризующими поток людей, перешедших за рассматриваемый интервал времени из i -го состояния в j -е.

3. Заполнение II раздела баланса числами l_{ij} , определяющими количество людей, вышедших за рассматриваемый интервал времени из i -го состояния системы по j -му направлению выбытия (всего L направлений выбытия).

4. Заполнение III раздела баланса числами r_{ij} , определяющими количество людей, пришедших за рассматриваемый интервал времени в i -е состояние системы из j -го источника пополнения (всего – R источников пополнения).

5. Заполнение окаймляющих итогов числами $n_i(t-1)$ и $n_i(t)$, характеризующих распределение людей по состояниям системы соответственно на начало и конец периода.

рис. 17..1 страницу поставить сюда из конца распечатки файла

В результате должна получиться матрица, элементы которой удовлетворяют *основному балансовому равенству*:

$$n_i(t) = n_i(t-1) + \sum_{j=1}^N b_{ji}(t) + \sum_{j=N+1}^{N+L} r_{ji}(t) - \sum_{j=1}^N b_{ij}(t) - \sum_{j=N+1}^{N+L} l_{ij}(t), \quad (17.2)$$
$$i = 1, 2, \dots, N.$$

где $n_i(t)$ – численность людей, находящихся в состоянии i на конец периода; $n_i(t-1)$ – численность людей, находящихся в состоянии i на конец периода $t-1$; $b_{ji}(t)$ – численность людей, перешедших за период t из внутрисистемного состояния j во внутрисистемное состояние i ; $r_{ji}(t)$ – численность людей, пришедших за период t во внутрисистемное состояние i из внешнего источника поступления j ; $b_{ij}(t)$ – численность людей, перешедших за период t из внутрисистемного состояния i во внутрисистемное состояние j ; $l_{ij}(t)$ – численность людей, вышедших за период t из внутрисистемного состояния i по направлению выбытия j .

Балансовое представление предметной области обладает рядом преимуществ с точки зрения моделирования территориального перемещения населения. К ним относятся:

- полная структуризация миграционного процесса, позволяющая избежать «избыточности» анализа;
- гарантия надежности и непротиворечивости исходной информации, что важно для успешного прогнозирования;
- возможность построить систему показателей, количественно описывающих все стадии миграционного потока (формирование подвижности, переселение) в их взаимосвязи;
- четкое видение отдельных потоков без утраты целостности миграционной картины;
- универсальность – балансовая схема применима к информации любой степени агрегирования, поэтому одна и та же аналитическая схема может быть использована для изучения как межгосударственной миграции, так и межобластных миграционных потоков внутри экономического района.

Построение системы балансов движения населения и трудовых ресурсов – нескольких балансовых матриц, соответствующих разным формам экономического движения населения (отраслевому, профессиональному, территориальному, квалификационному) – с одной стороны, характеризуют движение населения как единый социально-экономический процесс, а с другой – позволяют детально исследовать все его формы в их взаимосвязи. Таким образом, балансовый метод представляет собой основу реализации комплексного подхода применительно к изучению движения трудовых ресурсов и населения.

Балансовый метод распространим не только «вширь» – на все формы движения населения, но и «вглубь» – на все аспекты и уровни этого движения. Агрегирование информации в некоторых позициях баланса позволяет «подняться» на более высокий уровень, представляющий предметную область в несколько ином свете. И наоборот, раздробив некоторые потоки в балансовой матрице на составляющие, мы «спустимся» на уровень ниже. Помимо возможности самого детального анализа предметной области без «размыивания» общей картины, это свойство в некоторых случаях позволяет ликвидировать информационные пробелы путем сопоставления матриц различного уровня.

Разработка экономико-математической балансовой модели означает ввод в балансовое представление предметной области какого-либо формализуемого предположения о поведении изучаемой системы. Чаще всего в качестве подхода к моделированию выбирается теория марковских цепей как наиболее соответствующая специфике баланса движения населения. Марковские модели:

- позволяют анализировать всю систему с учетом взаимоотношений между состояниями;
- отражают вероятностную природу моделируемого процесса;
- представляют компактный, апробированный и обоснованный математический аппарат для анализа;

- позволяют проводить межвременное сопоставления различных аспектов движения населения и осуществлять прогнозирование.

Однако «чистая» дискретная марковская модель учитывает только начальное (для каждого интервала времени) и конечное положения человека в системе. Таким образом, игнорируются все возможные переходы между состояниями в течение временного промежутка, кроме последнего (т. е. приведшего к конечному состоянию). Между тем масштабы и интенсивность таких «неучтенных» перемещений могут играть важную роль в миграционном процессе. Кроме того, за рассматриваемый период человек может несколько раз выбывать из какого-либо состояния и прибывать в него же снова – каждый раз он будет регистрироваться статистикой как вновь прибывший.

Поэтому целесообразна некоторая корректировка классического подхода, заключающаяся, в основном, в следующем изменении трактовки исходной информации:

- элементы I раздела баланса означают не число людей, «стартовавших» в состоянии i и «финишировавших» в состоянии j , а общее число перемещений из i в j за период;
- элементы главной диагонали I раздела означают не число лиц, у которых начальное состояние совпало с исходным, а число переходов, совершенных за период в пределах данного состояния – его внутренний оборот.

На этой основе строится модель движения населения и трудовых ресурсов, учитывающая неоднократные переходы людей.

Рассмотрим балансовую модель на примере схемы территориального движения населения между регионами РФ. Изучаемая система состоит из семи состояний – по числу федеральных округов (т. е. $N=7$). За интервал времени в этой дискретной модели принимается год. Выбытие из системы отражается вектором смертности, поступления в систему – вектором рождаемости. Для отражения прочих взаимодействий с внешней средой (миграция в дальнее зарубежье, население, статистически не отнесенное ни к одному из состояний-районов) добавим еще один источник пополнения и еще одно

направление выбытия, условно названные «без указания» (т. е. $L=R=2$, для удобства примем $L=R=K$). Векторы численности населения в федеральных округах на начало и конец года образуют окаймляющие итоги балансовой матрицы.

Далее, на основе балансовой матрицы строится система показателей, всесторонне характеризующая процесс миграции. Течение миграционного процесса описывается числом людей, побывавших за год t в состоянии $i - a_i(t)$. В модели эта характеристика определяется так:

$$a_i(t) = \begin{cases} n_i(t-1) + \sum_{j=1}^N b_{ji}(t) + \sum_{j=N+1}^{N+K} r_{ji}(t), & i = 1, 2, \dots, N \\ r_i(t), & i = N+1, N+2, \dots, N+k \\ 0, & i = N+k+1, N+k+2, \dots, N+2k \end{cases} \quad (17.3)$$

где – $r_{ij}(t)$ число поступлений в течение периода t из внешнего источника пополнения i в состояние j , причем

$$r_i(t) = \sum_{j=1}^N r_{ij}(t), \quad i = N+1, \dots, N+K \quad (17.4)$$

На основе индексов определяются вероятностные оценки миграционной подвижности и интенсивности переселений. Вероятность отсутствия каких-либо переселений для жителя района i определяется вероятностью закрепления населения в состоянии i (предполагается, что люди не могут вернуться из состояния выбытия):

$$q_i(t) = \begin{cases} (n_i(t)) / (a_i(t)), & i = 1, 2, \dots, N \\ 0, & i = N+1, N+2, \dots, N+k \\ 1, & i = N+k+1, \dots, N+2k \end{cases} \quad (17.5)$$

Для вычисления оценок вероятностей перехода в течение периода t из состояния i в состояние j используется формула (17.6). Следует отметить, что показатель $m_{ij}(t)$ при таком определении характеризует вероятность в результате предпринятого переселения оказаться в том же самом регионе или, другими словами, $m_{ij}(t)$ есть мера интенсивности так называемого внутреннего оборота в i -м регионе. (В отличие от $m_{ii}(t)$, веро-

ятность закрепления $q_i(t)$ характеризует не интенсивность, а миграционную подвижность и относится к случаю отсутствия самого факта перемещения.)

$$m_{ij}(t) = \begin{cases} \frac{b_{ij}(t)}{a_i(t)}, & i, j = 1, \dots, N \\ 0, & i = 1, \dots, N; j = N + 1, \dots, N + k \\ \frac{l_{ij}(t)}{a_i(t)}, & i = 1, \dots, N; j = N + k + 1, \dots, N + 2k \\ \frac{r_{ij}(t)}{r_i(t)}, & i = N + 1, \dots, N + k; j = 1, \dots, N \\ 0, & i = N + k + 1, \dots, N + 2k; j = 1, \dots, N \\ 0, & i, j = N + 1, N + 2k \end{cases} \quad (17.6)$$

Таким образом, для человека находящегося в некоторый момент времени в одном из состояний системы, существуют три возможности, образующие полную группу событий – оставаться в том же состоянии, перейти в другое состояние, выйти из системы по одному из направлений. Так, из основного балансового равенства следует:

$$n_i(t-1) + \sum_{j=1}^N b_{ji}(t) + \sum_{j=N+1}^{N+K} r_{ij}(t) = n_i(t) + \sum_{j=1}^N b_{ij}(t) + \sum_{j=N+1}^{N+K} l_{ij}, \quad (17.7)$$

$i = 1, 2, \dots, N.$

Теперь вспомним выражение для $a_i(t)$:

$$a_i(t) = n_i(t) + \sum_{j=1}^N b_{ij}(t) + \sum_{j=N+1}^{N+K} l_{ij}(t), \quad (17.8)$$

$i = 1, 2, \dots, N.$

Поделив обе части на $a_i(t)$ получаем выражение:

$$q_i(t) + \sum_{j=1}^{N+2K} m_{ij}(t) = 1, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (17.9)$$

Определим расширенные векторы окаймляющих итогов (размерности $N+2K$):

$$\begin{aligned} N^P(t-1) &= (n_1(t-1), \dots, n_N(t-1), r_{N+1}(t), \dots, r_{N+K}(t), 0, \dots, 0), \\ N^P(t) &= (n_1(t), \dots, n_N(t), 0, \dots, 0, l_{N+K+1}(t), \dots, l_{N+2K}) \end{aligned} \quad (17.10)$$

где: $l_j(t) = \sum_{i=1}^N l_{ij}(t), j = N + K + 1, \dots, N + 2K$ (17.11)

Перепишем определение $a_i(t)$, учитывая выражение для $m_{ij}(t)$, в матричном виде:

$$\begin{aligned} A(t) &= N^p(t - 1) + A(t)M(t) \\ A(t) &= (a_1(t), \dots, a_{N+2K}(t)) \end{aligned} \quad (17.12)$$

откуда следует

$$a(t) = N^p(t - 1)(I - M(t))^{-1}, \quad (17.13)$$

где I – единичная матрица

Определив матрицу $Q^p(t)$, главная диагональ которой равна соответствующим компонентам вектора

$$q^p(t) = (q_1(t), \dots, q_N(t), 0, \dots, 0, 1, \dots, 1),$$

а остальные элементы нулевые, запишем в матричном виде определение вероятностей закрепления:

$$N^p(t) = A(t)Q(t) \quad (17.14)$$

Отсюда выведем результирующее выражение, описывающее изменение численности населения по всем состояниям:

$$N^p(t) = N^p(t - 1)(I - M^p(t))^{-1}Q^p(t). \quad (17.15)$$

В процессе расчета модельных показателей существуют три возможности проверки надежности вычислений:

1. Проверка выполнения основного балансового равенства.
2. Проверка суммы вероятностей на равенство единице.
3. Проверка выполнения основного результирующего выражения.

При всей аналитической значимости балансовой модели, нельзя не отметить ее серьезных недостатков. Следует учесть следующие присущие ей узкие места:

- чрезмерные в наших условиях требования к исходной информации.
- даже при наличии необходимой информации построение баланса позволяет исследователю всесторонне проанализировать сложившуюся картину распределения ресурсов по перечню состояний, но не позволяет исследовать процесса формирования этой картины.

- отсутствие представления о движущих силах и причинах миграции в отношении данной территории сводит возможности прогнозирования получения балансовой матрицы будущих периодов – исключительно к экстраполяционному варианту.

Таким образом, балансовый подход должен сочетаться с факторными моделями для установления причинно-следственных связей миграционных процессов. Один из подходов к решению этой задачи будет рассмотрен ниже.

Рассмотрим класс *факторно-трендовых моделей*, разработанных для территориального движения населения. Так, интегрированная факторно-трендовая модель межрегиональной миграции допускает, по крайней мере, две модификации. В первой из них расчеты проводятся по факторной модели, а затем остатки регрессии используются в трендовой модели, во второй модификации порядок расчетов обратный.

Для описания первой из модификаций модели вводятся следующие обозначения: h – индекс района выбытия мигрантов, $h = \overline{1, H}$; k – индекс района прибытия мигрантов, $k = \overline{1, H}$; l – индекс фактора, влияющего на миграционный поток, $l = \overline{1, L}$; θ – индекс года предпрогнозного периода, $\theta = \overline{1, T}$; $M_{hk}(\theta)$ – миграционный поток между районами h и k в году θ ; $P_h(\theta)$, $P_k(\theta)$ – численность населения в регионах h и k в году θ ; d_{hk} – расстояние между районами h и k ; $F_h(\theta)$, $F_k(\theta)$ – значения фактора l в районах h и k соответственно в году θ ; $\alpha_0^\theta, \alpha_1^\theta, \dots, \alpha_l^\theta$ – параметры уравнений регрессии для года θ ; a_{hk} , b_{hk} – параметры динамического уравнения регрессии; $M_{hk}^R(\theta)$ – миграционный поток из района h в район k в году θ , рассчитанный по уравнению множественной регрессии; $\Delta M_{hk}(\theta)$ – разность между фактическим значением потока из района h в район k в году θ и его расчетным значением; $\Delta M_{hk}^d(\theta)$ – значения остатков регрессии для потока между районами h и k в году θ , рассчитанные по динамическому уравнению регрессии

(динамическим уравнение названо потому, что единственным фактором выступает время).

Рассматриваемая модель состоит из трех расчетных блоков.

В *первом блоке* каждому году предпрогнозного периода соответствуют два уравнения множественной регрессии, характеризующие зависимость меж- и внутрирайонных миграционных потоков от соотношений факторов в соответствующих районах. Уравнения регрессии для года t следующие:

$$M_{hk}^R(\theta) = \alpha_0^\theta \frac{(P_h P_k)^{\alpha_2^\theta}}{d_{hk}^{\alpha_1^\theta}} \prod_{l=1}^L \frac{F_{hl}(\theta)^{\alpha_l^\theta}}{F_{kl}(\theta)}, k \neq h., \quad (17.16)$$

$$M_{hk}^R(\theta) = \alpha_0^\theta + \sum_{l=1}^2 \alpha_l^\theta F_{hl}(\theta). \quad (17.17)$$

Уравнение (17.16) представляет собой модификацию гравитационной модели, хорошо зарекомендовавшей себя во многих исследованиях, и учитывает соотношения социально-экономических факторов для районов въезда и выезда. В первом блоке на основе данных, содержащихся в матрицах межрайонного обмена $\Delta M_{hk}(\theta)$, и известных значений факторов, влияющих на величины миграционных потоков, рассчитываются параметры множественных уравнений регрессии (17.16), (17.17) для каждого года отчетного периода. Затем по уравнениям множественной регрессии (17.16), (17.17) рассчитываются матрицы теоретических значений миграционных потоков $\Delta M_{hk}(\theta)$, каждый элемент которых определяется по формуле $\Delta M_{hk}(\theta) = M_{hk}(\theta) - M_{hk}^R(\theta)$

Полученные значения остатков регрессии характеризуют ту часть миграционного движения, которая не объясняется влиянием учтенных в модели факторов.

Второй блок модели – динамический, предназначенный для описания динамики остатков регрессии по каждому из меж- и внутрирайонных потоков по годам предпрогнозного периода. Он представляет собой H^2 линейных уравнений относительно времени $\Delta M_{hk}^d(\theta) = b_{hk}\theta + a_{hk}$.

Третий блок модели – прогностический – предназначен для прогноза миграционных потоков на перспективу. Он содержит систему регрессионных уравнений, обеспечивающих прогноз параметров уравнений (17.16), (17.17) на прогнозный период: $\alpha_l^t = \delta_l(t) + \gamma_l$, $l = \overline{0, L}$ – для межрайонных потоков; $L=0,1,2$ – для внутрирайонных потоков, где t – индекс года прогнозного периода, для которого осуществляется прогноз потоков; δ_l , γ_l – параметры уравнений.

Для расчета параметров этих уравнений используются динамические ряды значений параметров уравнений (17.16) и (17.17) в предпрогнозном периоде.

Прогноз миграционных потоков на год t осуществляется по формуле

$$M_{hk}(t) = M_{hk}^1(t) + M_{hk}^2(t),$$

где

$$M_{hk}^1(t) = \alpha_0^t \frac{(P_h(t)P_k(t))^{\alpha_2^t}}{d_{hk}^{\alpha_1(t)}} \prod \frac{F_{hl}(t)^{\alpha_l^t}}{F_{kl}(t)}, h \neq k,$$
$$M_{hk}^1(t) = \alpha_0^t + \sum_{l=1}^2 \alpha_l^t F_{hl}(t), h = k, \quad M_{hk}^2(t) = b_{hk} t + a_{hk}.$$

Рассмотренный подход необходимо реализовывать, исходя из следующих соображений:

- во-первых, в качестве результативных признаков в факторных моделях рассматриваются показатели баланса территориального движения населения и трудовых ресурсов (или производные от них параметры структуры движения);
- во-вторых, регрессионные зависимости строятся не в пространстве состояний, а во времени, отражая взаимосвязанную динамику результативных признаков и определяющих ее факторных показателей;
- в-третьих, результаты расчетов по регрессионным моделям «погружаются» в среду баланса территориального движения населения и трудовых ресурсов с целью их согласования.

Основные термины и понятия

Миграционное движение
Миграционная политика
Интенсивность миграционного движения
Сальдо миграции
Миграционный процесс
Миграционная модель

Вопросы для самопроверки

1. Основные подходы к понятию «миграция».
2. Виды миграции и их основные характеристики.
3. Какой показатель характеризует конечный результат миграционного движения?
4. Что понимается под миграционным процессом?
5. Приведите принятую классификацию основных характеристик миграции.
6. Классификация моделей движения населения и ее основные принципы.
7. Раскройте суть баланского метода анализа территориальной подвижности населения.

Литература

1. Рыбаковский Л.Л. *Миграция населения: прогнозы, факты, политика*. М.: Наука, 1987.
2. Мукомель В.И. *Миграционная политика России: Постсоветские контексты / Институт социологии РАН*. М.: Диполь-Т, 2005. 351 с.
3. Изард У. *Методы регионального анализа: введение в науку о регионах*. М.: Прогресс, 1966.

4. Оникиенко В, Поповкин В.А.. *Комплексное исследование миграционных процессов. Анализ миграций населения УССР.* М.: Статистика, 1973.
5. Матлин И. С. *Моделирование размещения населения.* М.: Наука, 1975.
6. Матлин И. С., Щулепникова Т. Ю. *Модель анализа и прогноза межрегиональной миграции населения // Куда и зачем едут люди?* М.: Статистика, 1979 (Народонаселение, Вып. 27).
7. Коровкин А.Г. *Динамика занятости и рынка труда: вопросы макроэкономического анализа и прогнозирования.* М.: МАКС Пресс, 2001.
8. *Миграция населения. Вып. 1-6. Приложение к журналу «Миграция в России».* М.: 2001.
9. *Россия и ее регионы в XX веке: территория – расселение – миграция.* М.: ОГИ, 2005.

			Численность населения и трудовых ресурсов в системе на начало периода	Направления выбытия (состояния)			Численность населения и трудовых ресурсов в системе на конец периода		
		Внутрисистемные (в соответствии с классификацией населения и трудовых ресурсов на отдельные группы)		Внешние					
				умерло	выбыло из системы	прочие			
Источники поступления (состояния)	Внутрисистемные (в соответствии с классификацией населения и трудовых ресурсов на отдельные группы)		$n_i(t-1)$ $i = \overline{1, N}$	<i>I раздел</i> $b_{ij}(t)$ $i, j = \overline{1, N}$	<i>II раздел</i> $l_{ij}(t)$ $i = \overline{1, N},$ $j = \overline{N+1, N+k}$		$n_i(t)$ $i = \overline{1, N}$		
	Внешние		Родилось Прибыли в систему Прочие	x x x	III раздел $r_{ij}(t),$ $i = \overline{N+1, N+k},$ $j = \overline{1, N}$	0	x x x		

Рис. 17.1. Схема баланса движения населения и трудовых ресурсов

Примечание: x — данная позиция баланса не заполняется.