

**ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ ООН  
КОНФЕРЕНЦИЯ ЕВРОПЕЙСКИХ СТАТИСТИКОВ**

**СТАТИСТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА (ЕВРОСТАТ)**

**Совместная Рабочая Сессия ЕЭК ООН/Евростата  
по статистике миграции  
(Женева, Швейцария, 14-16 апреля 2010 г.)**

Рабочий документ 14  
7 апреля 2010 г.

Тема 6 предварительной повестки сессии

**ДОКЛАДЫ ПО РАЗНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ И ПРОГРАММАМ**

**Модель ИМЕМ для оценки международных миграционных потоков в Европейском союзе**

Доклад MIMOSA (Моделирование миграционных процессов для статистического анализа) \*

**I. ВВЕДЕНИЕ**

ИМЕМ (Интегрированное моделирование европейской миграции) это двухлетний проект, финансируемый NORFACE (Сотрудничество агентств по финансированию новых возможностей для исследований в Европе), по разработке интегрированной модели оценки миграционных потоков между странами Европы. В этом проекте также участвуют исследователи из Нидерландского междисциплинарного демографического института (NIDI) и Университета Осло.

Для того, чтобы полностью понять причины и последствия международных передвижений населения в Европе, исследователи и лица, разрабатывающие политику, должны преодолеть ограничения, связанные с использованием различных источников данных, включая несогласованность в их наличии, определениях и качестве. В данной работе мы предлагаем байесовскую модель для гармонизации и корректировки проблемы недостаточности имеющихся данных и оценки полностью отсутствующих потоков. Основное внимание уделяется оценке международных миграционных потоков в недавнем прошлом между странами Европейского союза при помощи данных, собранных, прежде всего, Евростат и другими национальными и международными институтами, а также

---

\* Подготовлен Джеймс Реймер, Джонатан Дж. Форстер, Питер В.Ф. Смит, Якуб Бижак, Аркадиуж Висньевский и Гай Абель, Саутгемптонский научно-исследовательский институт статистический наук, Университет Саутгемптона

качественной информации экспертов. Методология интегрирована и может обеспечить синтетическую базу данных с мерами неопределенности для международных миграционных потоков и других параметров модели.

Преимущества обладания последовательным и надежным набором показателей миграционных потоков многочисленны. Оценки миграционных потоков необходимы для того, чтобы у правительства была возможность совершенствовать политику планирования, направленную на оказание показателей миграционных потоков многочисленны. Оценки миграционных потоков необходимы для того, чтобы у правительства была возможность совершенствовать политику планирования, направленную на оказание определенных социальных услуг, или влиять на уровни миграции. Это важно, потому что миграция в настоящее время (и все в большей степени) является важным фактором, вносящим свой вклад в изменение населения. Кроме того, чтобы понять как или почему меняется население, необходима надежная информация о мигрантах. Без этого способность предсказывать, контролировать или понимать такие изменения ограничена. Наконец, в настоящее время страны должны предоставлять в Евростат гармонизированную статистику потоков миграции в рамках нового Регламента, принятого Европейским парламентом. Признавая наличие множества препятствий в связи с существующими данными, Статья 9 Регламента говорит, о том что «В рамках процесса статистики могут применяться научно обоснованные и документально подтвержденные методы статистической оценки»<sup>1</sup>. Предлагаемая нами структура помогает странам достичь этой цели и обеспечивает точность, требуемую для понимания оцениваемых параметров и потоков.

## **II. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Причин для международной миграции множество. Люди переезжают ради работы, воссоединения семьи или удобства. Публикуемая статистика об этих потоках, с другой стороны, довольно запутана или вообще отсутствует. Это объясняется двумя основными причинами. Во-первых, нет единодушного мнения о том, что такое «миграция». Поэтому сравнительный анализ страдает от разных представлений о том, кто такой мигрант, в разных странах. Во-вторых, факт миграции редко измеряется напрямую. Часто он устанавливается путем сравнения мест проживания в два момента времени или при изменении места жительства, регистрируемом системой регистрации населения. Эта задача осложняется еще и тем, что разные страны используют разные методы сбора данных. Миграционная статистика может быть получена из административных данных, переписей или обследований населения, проводимых раз в десять лет.

Временной критерий, используемый для установления международных мигрантов, сильно отличается между странами. Для данных в регистрах населения понятие международной миграции может относиться к людям, которые планируют жить или проживают в другой стране минимум в течение трех, шести месяцев, одного года или даже больше. Для приведения к общему знаменателю разных сроков, используемых для сбора или моделирования миграционных данных, а также между различными системами сбора данных необходимо провести исследование.

Статистика международной миграции также страдает от недостоверности, в основном из-за недоучета мигрантов и охвата данных (Nowok и др., 2006г.). Это часто связано с методом сбора данных или неучастием самих мигрантов. В целом, данные миграции

---

<sup>1</sup> <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?objRefId=140109&language=EN>

могут быть недостоверными, потому что они зачастую основаны на намерениях. Эмиграционные данные особенно проблематичны, потому что мигранты могут не уведомлять систему учета населения о переезде, потому что они в этом не заинтересованы. Обследования, такие как Обследование международного пассажиропотока в Великобритании (International Passenger Survey), зачастую не отличаются достаточно большими объемами выборки, чтобы в достаточной степени охватить необходимые детали для анализа миграции. Без относительно большого объема выборки есть вероятность несоответствий данных, например, миграционных потоков между двумя конкретными странами. Кроме того, потоки по определенным странам могут отсутствовать за определенные годы или вообще. Наконец, данные миграции могут быть доступными только по населению в целом, а не по более детальным демографическим, социально-экономическим или пространственным характеристикам, требуемым для определенного исследования.

Из-за всех проблем, связанных с несогласованностью и отсутствием данных, в области оценки матриц международной миграции был проделан очень ограниченный объем работы. Большая часть работы по оценке была сосредоточена на косвенных методах для отдельных стран независимо от других стран (например, Hill, 1985г.; Jasso и Rosenzweig, 1982г.; Schmertmann, 1992г.; Van der Gaag и Van Wissen 2002г.; Warren и Peck, 1980г.; Zaba, 1987г.). Есть, однако, три исключения, которые сосредоточены на европейской миграции и на опыт которых мы можем положиться: подход Пулена (1993, 1999гг.) на основе «корректирующего фактора», подход Реймера (2007, 2008гг.) на основе «мультипликативного компонента» и Байесовский подход Бриэрли и др. (2008г.). Подход на основе корректирующего фактора продемонстрировал слабости публикуемых миграционных данных и обеспечил простой математический метод корректировки потоков и достижения их большей согласованности между странами. Подход на основе «мультипликативного компонента» показал, как можно применять стандартные модели пространственного взаимодействия для внутренней миграции в целях иерархического моделирования международных миграционных потоков. Наконец, байесовский подход продемонстрировал полезность и гибкость включения различных форм априорной информации и важность распределений, количественно измеряющих неопределенность прогнозных значений.

Недавно Реймер с коллегами из NIDI принял участие в проекте, финансируемом Евростат, по оценке объемов и потоков международной миграции в Европе. Работа над оценкой потоков описана в работе Raumer и Abel (2008). Методология, принятая сотрудниками проекта MIMOSA (Моделирование миграционных процессов для статистического анализа), представляет собой двухэтапную иерархическую процедуру. На первой стадии проводится гармонизация имеющихся данных с помощью простой процедуры оптимизации (Poulain, 1999), проверенной на примере миграционных потоков Швеции, которые, как полагают, были измерены более или менее без ошибок (см. также de Beer и др. 2009). Вторая стадия оценивает отсутствующие предельные показатели и связи между странами с помощью имеющихся потоков и ковариативной информации. Обе стадии осуществляются в рамках мультипликативной структуры для анализа миграционных потоков. Меры неопределенности не приводятся, и подход чувствителен к допущениям модели и процедуре оценки.

Вышеупомянутые работы привели нас к выводу о том, что Байесовский подход является единственным способным интегрировать все различные типы данных и экспертные оценки. В пользу применения Байесовского подхода в контексте предлагаемого

исследования говорят два важных преимущества. Во-первых, методология предлагает последовательный и вероятностный механизм для описания различных источников неопределенности на разных уровнях моделирования. К ним относятся миграционные процессы, модели, параметры модели и экспертные оценки. Во-вторых, методология обеспечивает формальный механизм для включения экспертной оценки с целью дополнения несовершенных миграционных данных. Как отмечено Willekens (1994), Байесовский подход в моделировании международной миграции особенно хорошо подходит для включения экспертной оценки в целях замены недостающих данных. В сфере анализа миграции и населения этот подход применяется, например, для прогнозирования международной миграции на основе моделей временного ряда (Gorbeu и др. 1999; Vijaк и Wiśniowski, в печати), немиграционных пространственных движений (Congdon, 2001), прогнозов рождаемости (Tuljapurkar и Voe, 1999) и смертности (Czado и др. 2005; Girosi и King, 2008), и оценки численности населения в случае очень ограниченной информации (Daronte и др. 1999, при исследовании курдского населения в Ираке). Полный обзор сфер применения Байесовских методов в общественных науках, включая демографическое моделирование в многогосударственной структуре, предложен Линчем (2007).

### III. МЕТОДОЛОГИЯ

В нашей методологии есть два ключевых аспекта проектирования: (1) разработка базовой статистической основы и (2) спецификация и извлечение соответствующей экспертной априорной информации. Мы по очереди рассмотрим оба аспекта ниже.

#### *Статистическая основа моделирования*

Интересующие нас данные можно выразить в форме двумерной таблицы сопряженности или матрицы, отражающей потоки из страны происхождения в страну назначения, при этом количество ячеек соответствует количеству мигрантов за указанный период. Рассмотрим матрицу  $\mathbf{Z}$  публикуемых миграционных потоков (без указания возраста или пола) и соответствующую матрицу  $\mathbf{Y}$  истинных миграционных потоков с неизвестными данными:

$$\mathbf{Z} = \begin{pmatrix} 0 & z_{12} & z_{13} & \cdots & z_{1n} \\ z_{21} & 0 & z_{23} & \cdots & z_{2n} \\ z_{31} & z_{32} & 0 & \cdots & z_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & z_{n2} & z_{n3} & \cdots & 0 \end{pmatrix} \quad \mathbf{Y} = \begin{pmatrix} 0 & y_{12} & y_{13} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & 0 & y_{23} & \cdots & y_{2n} \\ y_{31} & y_{32} & 0 & \cdots & y_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & y_{n3} & \cdots & 0 \end{pmatrix}$$

Сначала мы кратко опишем модель Бриэрли и др. (2008), используемую в качестве отправной точки для предлагаемого исследования. Отношение между истинными потоками  $\mathbf{Y}$  и публикуемыми потоками  $\mathbf{Z}$  можно выразить следующим образом

$$\log z_{ij} \sim N(\log y_{ij}, \tau^2), \quad i \neq j, \quad (1)$$

где в этом случае  $\log z_{ij}$  независимая величина и потоки не обязательно должны быть целыми числами.

Байесовский подход требует априорного распределения, отражающего априорные представления о неизвестных величинах. Исходя из предыдущей работы Реймера (2007), Бриэрли и др. указали, что истинные потоки миграции (в логарифмическом масштабе) следовали за априорным распределением, которое было построено на модели аналогичной модели квазинеzáвисимости так, чтобы

$$\log y_{ij} \sim N(\mu + \alpha_i + \beta_j, \sigma^2). \quad (2)$$

Основная идея, лежащая в основе этой модели, заключается в получении оценок близко соответствующих наблюдаемым значениям, учитывая, что они также должны удовлетворять предельным величинам, которые были приняты известными, и что подобранные значения квазинеzáвисимости могут обеспечить реальные оценки истинных миграционных потоков. Первый фактор особенно важен для оценки отсутствующих потоков, поскольку он облегчает «заимствование силы» среди наблюдаемых потоков, тем самым давая информацию для оценки отсутствующих потоков. Естественно, эта модель всего лишь отправная точка. Она делает нереалистичные допущения и не включает ковариативную информацию относительно миграции. Обратите внимание на то, что Бриэрли и др. ввели условные неопределенные априорные распределения для параметров модели. Поскольку модель сложная, они должны были разработать метод Монте-Карло с использованием цепей Маркова, чтобы вычислить апостериорное распределение матрицы миграционных потоков  $Y$ , и, исходя из этого, обеспечить оценки потоков между десятью государствами Северной Европы и соответствующих мер неопределенности.

Исходя из вышеупомянутой работы и опыта исследователей, вовлеченных в недавний проект MIMOSA, мы полагаем, что статистическая основа для оценки миграции должна быть полностью интегрированной и способной к включению множественных источников данных и экспертной оценки и получению достоверных оценок с уровнями неопределенности. Это достижимо только при разработке байесовской методологии. В частности, мы разрабатываем методологию, существенно расширяющую пробную линейно-логарифмическую модель, разработанную Бриэрли и др. (2008) следующим образом.

Мы наблюдаем потоки  $z_{ijt}^k$  из страны  $i$  в страну  $j$  в течение года  $t$ , сообщаемые отправляющей страной  $S$  или принимающей страной  $R$ , где  $k = S$  или  $k = R$ . Мы предполагаем, что  $z_{ijt}^k$  имеет распределение Пуассона:

$$z_{ijt}^S \sim Po(\mu_{ijt}^S), \quad (1)$$

$$z_{ijt}^R \sim Po(\mu_{ijt}^R). \quad (2)$$

В нашей модели  $y_{ijt}$  - истинный поток миграции из страны  $i$  в страну  $j$  в году  $t$ . В плане измерения, истинные потоки совместимы с рекомендациями Организации объединенных наций (1998) для долгосрочной международной миграции. Ниже идут два уравнения погрешности измерений:

$$\log \mu_{ijt}^S = \log y_{ijt} + \beta_i + l(\kappa_i) + \varepsilon_{ijt}^S, \quad (3)$$

$$\log \mu_{ijt}^R = \log y_{ijt} + \gamma_j + l(\kappa_j) + \varepsilon_{ijt}^R, \quad (4)$$

где мы предполагаем, что  $\varepsilon_{ijt}^S \sim N(0, \tau^S)$ , а  $\varepsilon_{ijt}^R \sim N(0, \tau^R)$ . Вариации остаточного члена не зависят от страны. Они зависят просто от того, кем собираются данные - отправляющей или принимающей страной. Планируется доработать это так, чтобы они могли варьироваться в зависимости от типа системы сбора данных (например, регистр или обследование населения). Количество параметров, требуемых для фиксирования разницы в точности, будет в конечном счете зависеть от нашей типологии систем сбора данных и их относительной способности сбора информации о миграционных потоках независимо от определения и охвата.

Различия в продолжительности эмиграции и неполный учет эмиграционных данных охватываются параметрами  $\beta_i = \delta_{def(i)} - \lambda$  и  $\gamma_j = \delta_{def(j)}$ , где  $\delta_m$  - эффект использования определения продолжительности  $m$ ,  $def(i)$  - определение, используемое в стране  $i$ , а  $\lambda$  - эффект неполного учета. Обратите внимание на то, что  $\delta$  для стран, использующих определение продолжительности ООН, равен нулю. Страновой параметр  $\kappa$  отражает различия в охвате миграции по сравнению с определением миграции, данным ООН (1998). Логарифмическое обратное логит-преобразование  $\kappa$ ,  $l(\kappa_i) = -\log[1 + \exp(-\kappa_i)]$ , включено в модели. Это позволяет нам установить нормальное априорное значение для  $\kappa$ .

Истинные миграционные потоки могут быть смоделированы в соответствии с набором ковариативной информации.

Здесь мы полагаемся на теорию миграции и эмпирические данные при разработке модели. Ниже приводится исходная модель, которая будет позже расширена за счет включения дополнительных переменных. Для начала рассмотрим следующую «гравитационную» модель миграции:

$$\log y_{ij} = \alpha_1 + \alpha_2 \log(P_i) + \alpha_3 \log(P_j) + \alpha_4 d_{ij} + \xi_{ij}, \quad (5)$$

где  $P_i$  и  $P_j$  – среднегодовое население отправляющей и получающей страны соответственно,  $d_{ij}$  - фиктивная переменная, измеряющая близость (или соседство стран), равная единице, если страны  $i$  и  $j$  имеют общую границу, и нулю во всех других случаях, а  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_4)^T$  - вектор структурных параметров. Здесь  $\alpha_2$  и  $\alpha_3$  - эластичности у относительно численности населения. Априори ожидается, что эти значения положительные и равны единице (т.е. они отражают пропорциональное относительное изменение миграции по отношению к относительному изменению населения). Кроме того, ожидается, что  $\alpha_1$  имеет отрицательное значение (средняя миграция это доля численности населения), а  $\alpha_4$  - положительное (т.е. миграция между граничащими странами больше). Предполагается, что случайный член  $\xi$  имеет нормальное распределение с нулевой средней постоянной дисперсией  $\sigma^2$ .

Мы планируем использовать ковариаты схожие теми, которые используются проектом MIMOSA и Abel (в печати). В отношении априорных значений для этих переменных могут возникнуть некоторые проблемы. Выбор ковариатов и спецификации априорных распределений важны, поскольку эта модель обеспечит единственную информацию для оценки потоков в странах, где данные отсутствуют.

В настоящий момент мы предполагаем, что все параметры остаются постоянными во времени. Однако позже мы планируем проверить обоснованность этого допущения.

Например, мы можем захотеть включить некоторую временную структуру в область параметров.

Плотность совместного распределения потоков и параметров с учетом ковариатов,  $x$ , в модели миграции выглядит следующим образом:

$$f(y, z, \mu, \delta, \lambda, \kappa, \tau, \alpha, \sigma^2 | x) = f(z | \mu) f(\mu | y, \lambda, \delta, \kappa, \tau) f(y | \alpha, \sigma^2; x) f(\lambda) f(\delta) f(\kappa) f(\tau) f(\alpha) f(\sigma^2), \quad (6)$$

где  $f(z | \mu)$  - модель данных,  $f(\mu | y, \lambda, \delta, \kappa, \tau)$  - модель измерения,  $f(y | \alpha, \sigma^2; x)$  - модель миграции, а  $f(\lambda)$ ,  $f(\delta)$ ,  $f(\kappa)$ ,  $f(\tau)$ ,  $f(\alpha)$  и  $f(\sigma^2)$  - априорные величины. Распределение  $y$  с учетом наблюдаемых потоков,  $z$ , можно получить путем включения всех других параметров из уравнения (6). Обратите внимание на то, что это характеризует байесовский подход.

#### *Построение априорных распределений*

В этом проекте исследуются способы построения реалистичной и эффективной модели миграции, описанной выше, в которую можно легко включить имеющуюся экспертную оценку и эффективно рассчитать оценки и меры точности. Хотя предложенные варианты расширения модели более реалистично и гибко отражают структуру миграции, с ними связаны определенные издержки: требуемые дополнительные параметры могут быть слабо выявляемыми из данных. Однако Байесовский подход разрешает сочетать экспертные оценки с данными для подкрепления выводов. Байесовский подход также облегчает сочетание множественных источников данных с разными уровнями погрешности и априорной информации о структурах процессов миграции в едином прогнозе с соответствующей мерой неопределенности. Поэтому выведение экспертной оценки в отношении аспектов спецификации модели, как описано выше, критически важно. Более сложные модели в этом проекте эффективны только в том случае, если выводятся априорные величины, основанные на экспертных оценках.

Процесс получения априорной информации включает определение качества источников данных, различий в определениях и роли объясняющих переменных. Некоторую информацию необходимо получить от внешних экспертов, другая информация будет предоставлена членами проектной команды. Экспертов попросят оценить правдоподобность данных, полученных в результате сбора данных при помощи разных механизмов (например, обследование или регистр населения), и данных об эмиграции и иммиграции. Далее, мы задаем экспертам вопрос об уровнях систематической ошибки (например, систематический недоучет) в некоторых (или всех) потоках. Всех экспертов попросят дать ряд распределений, отражающих их мнение об определенных параметрах модели. Однако, есть вероятность, что эксперты смогут дать только краткую статистику в отношении подгруппы этих параметров. Все экспертные оценки должны быть объединены в единственный ряд распределений, тем самым появляется еще один источник неопределенности, связанный с неоднородностью экспертов. Для того, чтобы держать этот вопрос под контролем, будет использоваться многоступенчатый процесс получения (выведения) экспертной оценки, например в рамках обследований по дельфийской технике, когда экспертные оценки могут быть сведены к одному общему мнению. Описание подхода и потенциальных проблем, связанных с получением

экспертной оценки, в частности, от экспертов в сфере миграции, см. в работе *Vijak и Wiśniowski* (в печати).

Другим критически важным аспектом этого процесса является получение информации о том, какую ковариативную информацию следует включать в модель (например, относительный ВВП, относительная безработица, язык, соседство и т.д.) и о величине любых связанных параметров модели. Эта информация будет основываться на мета-анализе существующих исследований. Экспертов также попросят поделиться своими соответствующими знаниями о ковариатах. В данном случае этот проект основан на проекте IDEA, реализованном в рамках Шестой рамочной программы ЕК в 2007-2009гг. IDEA занимался вопросом о том, как некоторые европейские страны вместо чистых «отправителей» мигрантов стали чистыми «получателями» мигрантов и включал подготовку прогнозов миграции и рекомендаций по формированию политики. *Vijak и Wiśniowski* (в печати) обеспечивают хорошее основание для включения экспертных знаний для использования в целях вероятностного (Байесовского) моделирования миграции. Исследование дальше развивает эти идеи в контексте многострановой модели для миграционных потоков.

Наконец, проект ИМЕМ также строится на опыте проекта MIMOSA, который реализовывался от имени Европейской Комиссии в 2007-2009гг., координатором которого выступал NIDI и в котором работали Реймер, Ван дер Эрф, Абель, Бижак и Висньевский. Цель проекта MIMOSA состояла в разработке соответствующих методологий для устранения различий в статистике международной миграции в европейских странах и консультировании Евростата и государств-членов Европейского союза (ЕС) по вопросам составления более достоверной статистики миграции. Результаты MIMOSA (без мер неопределенности) послужат полезной отправной точкой для текущего проекта и основой для сравнения результатов.

#### **IV. СБОР ДАННЫХ**

Данные, используемые в проекте, в основном поступают из базы данных по миграции Евростата. Эти миграционные данные собираются при помощи ежегодного анкетного опроса (т.е. объединенный анкетный опрос по статистике миграции) всех национальных статистических агентств в Европейском союзе. Этот анкетный опрос координируется Советом Европы, Отделом статистики ООН, Европейской экономической комиссией ООН и Международной организацией труда. Кроме стран ЕС данные также собираются по другим странам Европы, например, Исландии, Норвегии, Швейцарии и Турции. Собираются такие сведения как возраст, пол, страна предыдущего или следующего места жительства и страна гражданства. Дополнительные данные можно получить на вебсайтах, созданных и поддерживаемых национальными статистическими агентствами. Особое значение для этого проекта имеет недавняя публикация о европейской миграции Пулена *и др.* (2006), подробно описывающая текущую ситуацию и источники данных международной миграции в Европе.

Чтобы получить данные об экспертных оценках, мы будем использовать опыт, накопленный в рамках проектов IDEA и MIMOSA. Форма получения данных от экспертов будет определяться на начальной стадии проекта. Мы выберем метод и инструменты, учитывающие надлежащее преобразование субъективных экспертных знаний в распределения вероятности, используемые в байесовском моделировании. Метод получения таких данных сначала пройдет внутреннее тестирование групп исследователей, чтобы убедиться в том, что он дает однозначные результаты в

соответствии с требованиями исследований. Внешние эксперты будут отбираться исходя из их знакомства со статистикой миграции и статистическим мышлением и будут приглашаться для участия в одном или более мероприятиях по получению априорной информации, включая семинар, разовое обследование и многоступенчатый (дельфийский) обзор. Информация, которую они предоставляют проектной группе, включает как оценку качества источников данных, так и оценку важности объясняющих переменных.

После этого объединенные экспертные оценки будут преобразованы в априорные распределения вероятности, используемые для ввода в байесовские модели. На данном этапе будут учитываться различные формулировки экспертных знаний. Затем мы сравним результаты, полученные с помощью различных возможностей, а также «эталонного» (неинформативного или малоинформативного) априорного распределения. Таким образом, мы сможем оценить робастность наших результатов по сравнению с техникой формализации экспертной информации и значимость экспертных оценок в нашем исследовании.

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлена исходная структура модели проекта ИМЕМ. Апробирование исходной модели было проведено на подмножестве стран и, по-видимому, эта модель представляет собой многообещающий подход. Модели программируются как в R, так и в WinBUGS. Следующим шагом проекта будет продолжение разработки модели, включая «заимствование силы» со временем и получение экспертной информации о таких аспектах модели как определение, охват и точность.

## Литература

- Abel GJ (forthcoming) Estimation of international migration flow tables in Europe. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*.
- Bijak J, Wiśniowski A (forthcoming) Bayesian forecasting of immigration to selected European countries by using expert knowledge. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 173 (4).
- Brierley MJ, Forster JJ, McDonald JW and Smith PWF (2008) Bayesian estimation of migration flows. In *International migration in Europe: Data, models and estimates*, Raymer J and Willekens F, eds., pp. 149-174. Chichester: Wiley.
- Congdon P (2001) The development of gravity models for hospital patient flows under system change: a Bayesian modelling approach. *Health Care Management Science* 4(4):289-304.
- de Beer J, van der Erf R and Raymer J (2009) Estimates of OD matrix by broad group of citizenship, sex and age, 2002-2007. MIMOSA Deliverable 9.2 B, Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute, The Hague.
- Council of Europe (2002) *Recent demographic developments in Europe*. Strasbourg: Council of Europe.
- Czado C, Delwarde A and Denuit M (2005) Bayesian Poisson log-bilinear mortality projections. *Insurance: Mathematics and Economics* 36(3):260-284.
- Daponte BO, Kadane JB and Wolfson LJ (1997) Bayesian Demography: Projecting the Iraqi Kurdish Population, 1977–1990. *Journal of the American Statistical Association* 92:1256-1267.

- Girosi F and King G (2008) *Demographic Forecasting*. Princeton: Princeton University Press.
- Gorbey S, James D and Poot J (1999) Population Forecasting with Endogenous Migration: An Application to Trans-Tasman Migration. *International Regional Science Review*, 22(1):69-101.
- Hill K (1985) Indirect approaches to assessing stocks and flows of migrants. In *Immigration statistics: A story of neglect*, Levine DB, Hill K and Warren R, eds., pp. 205-224. Washington, DC: National Academy Press.
- Jasso G and Rosenzweig MR (1982) Estimating the emigration rates of legal immigrants using administrative and survey data: The 1971 cohort of immigrants to the United States. *Demography* 19:279-290.
- Lynch SM (2007) *Introduction to Applied Bayesian Statistics and Estimation for Social Scientists*. New York: Springer.
- Nowok B, Kupiszewska D and Poulain M (2006) Statistics on international migration flows. In *THESIM: Towards harmonised European statistics on international migration*, Poulain M, Perrin N and Singleton A, eds., pp. 203-231. Louvain-la-Neuve: UCL Presses Universitaires de Louvain.
- Poulain M (1993) Confrontation des statistiques de migration intra-européennes: vers une matrice complète? *European Journal of Population* 9(4):353-381.
- Poulain M (1999) International migration within Europe: Towards more complete and reliable data? Working Paper No. 37, Conference of European Statisticians, Statistical Office of the European Communities (Eurostat), Perugia, Italy.
- Poulain M, Perrin N and Singleton A, eds. (2006) *THESIM: Towards Harmonised European Statistics on International Migration*. Louvain: UCL Presses.
- Raymer J (2007) The estimation of international migration flows: A general technique focused on the origin-destination association structure. *Environment and Planning A* 12:371-388.
- Raymer J (2008) Obtaining an overall picture of population movement in the European Union. In *International migration in Europe: Data, models and estimates*, Raymer J and Willekens F, eds., pp. 209-234. Chichester: Wiley.
- Raymer J and Abel G (2008) The MIMOSA model for estimating international migration flows in the European Union. Joint UNECE/Eurostat Work Session on Migration Statistics, Working paper 8. Geneva: UNECE/Eurostat.
- Schmertmann CP (1992) Estimation of historical migration rates from a single census: Interregional migration in Brazil 1900-1980. *Population Studies* 46(1):103-120.
- Tuljapurkar S and Boe C (1999) Validation, probability-weighted priors and information in stochastic forecasts. *International Journal of Forecasting* 15(3):259-271.
- United Nations (1998) Recommendations on statistics of international migration. Statistical Papers Series M, No. 58, Rev.1, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division, United Nations, New York.
- Van der Gaag N and Van Wissen L (2002) Modelling regional immigration: Using stocks to predict flows. *European Journal of Population* 18:387-409.
- Warren R and Peck JM (1980) Foreign-Born Emigration from the United States: 1960 to 1970. *Demography* 17(1):71-84.
- Willekens F (1994) Monitoring international migration flows in Europe. Towards a statistical data base combining data from different sources. *European Journal of Population* 10(1):1-42.
- Zaba B (1987) The Indirect Estimation of Migration: A Critical Review. *International Migration Review* 21(4):1395-1445.