

зации геологического хранилища радиоактивных отходов. Результаты компьютерного анализа показали, что величина дозы облучения существенно зависит от периодов полураспада РАЗ, скорости вытекания РАЗ из хранилища и от скоростей адвекции РАЗ в направлении земной поверхности, что обусловлено гидродинамикой подземных вод.

2. Скорости вытекания РАЗ и скорости адвекции являются важными характеристиками, которые зависят от ряда неопределенных параметров. Поэтому при проектировании хранилищ РАО необходимо использовать более адекватные математические модели для оценки этих характеристик РАЗ с учетом интервальной неопределенности.

3. При разгерметизации геологических хранилищ РАО с большим периодом полураспада, даже в случае предельно малых скоростей адвекции основная масса радиоактивного загрязнения достигает земной поверхности и загрязняет биосферу.

4. Результаты компьютерного моделирования распространения РАЗ при разгерметизации геологических хранилищ показали, что для минимизации дозы РАЗ биосферы необходимо, чтобы периоды герметичности хранилища были больше или приблизительно равны периодам полураспада радиоактивного загрязнения.

Литература

1. Advanced Nuclear Fuel cycles and Radioactive Waste Management. NEA No. 5990. – London: OECD NEA, 2006. – 246p.
2. Zdenek Dlouhy. Disposal of Radioactive Wastes. Studies in Environmental Science 15. Amsterdam: Elsevier, 1982. – 266p.
3. Uncertainty in Industrial Practice: A guide to Quantitative Uncertainty Management / Ed. by E. de Rocquigny, N. Devictor and S. Tarantola. – New York: John Wiley & Sons, 2008. – 340p.

Зависимость демографической ситуации от миграционных потоков на примере трех моделируемых стран с разными социально-экономическими показателями

Пыров П.В., д.ф.-м.н. проф. Бутусов О.Б., к.т.н. доц. Никифорова О.П.
Университет машиностроения, Государственный университет управления
8 (916) 339-8691, butusov-1@mail.ru, 8 (499) 177-5413, olga.nikiforova@yandex.ru

Аннотация. Разработана математическая и компьютерная модель для имитационного моделирования миграционных потоков между странами. В качестве основных управляющих параметров модели использованы следующие социально-экономические показатели: уровни здравоохранения, образования и экологии, а также уровень технологического развития страны. Модель может быть предложена для мониторинга, прогнозирования и управления миграционными потоками.

Ключевые слова: имитационное моделирование, компьютерное моделирование, демография, миграционные потоки.

В настоящее время международная миграция затрагивает практически все страны, будь то государства, переживающие массовый отток граждан, государства транзита, государства, принимающие мигрантов, или государства для которых характерно всё перечисленное выше. Международная миграция стала неотъемлемой частью процессов глобализации.

Миграции оказывают существенное влияние на структуру населения. Так, трудовая миграция увеличивает долю экономически активного населения в общей численности населения страны, а также долю мужского населения, поскольку в большинстве случаев мигрируют в поисках работы именно мужчины.

Современные тенденции международной миграции имеют следующие характерные особенности [1, 2]:

- рост нелегальной миграции (ярко выраженный трудовой характер: государству тоже вы-

годно, так как налоги платят, а социальные пособия и льгот не получают);

- рост вынужденной миграции (больше всего из Африки: из-за увеличения вооружённых конфликтов в мире, обострения межнациональных отношений; 80% беженцев бегут в развивающиеся страны; женщины и дети создают дополнительную экономическую нагрузку на принимающие страны, которая требует денежных затрат);
- увеличение демографической значимости международной миграции (в России международная миграция играет ведущую роль в демографическом развитии страны; в развитых странах та же самая тенденция);
- глобализация мировых миграционных потоков (почти все страны вовлечены; определились страны с преобладанием иммиграции и страны с преобладанием эмиграции);
- качественные изменения в потоке миграции (увеличение доли лиц с высоким уровнем образования, многие страны имеют специальные программы, чтобы человек оставался там как можно дольше – США, Франция, Канада, Швеция);
- двойственный характер миграционной политики (ужесточение и регламентация миграционной политики против интеграции; в то же время определяющая составляющая миграционной политики – иммиграция).

Существует несколько подходов к изучению миграции [2]:

- демографический подход: миграция рассматривается с точки зрения воспроизводства и сохранения человеческих популяций, их численности, поло-возрастной структуры;
- экономический подход: миграция рассматривается как один из важнейших регуляторов численности трудоспособного населения, который стимулирует здоровую конкуренцию на рынке рабочей силы;
- юридический подход: определяется правовой статус разных категорий мигрантов. Направлен на разработку правовых норм и законодательных актов, регулирование основных прав мигрантов;
- социологический подход: основное внимание уделяется проблемам, связанным с адаптацией мигрантов к новым условиям жизни;

В настоящее время имеются достаточно высокие достижения в области математического моделирования демографии и миграционных потоков [3-5].

В настоящей работе разработана модель, основанная на модели ЭДЭМ (эколого-демографо-экологической модели), предназначенной для анализа и прогнозирования миграционных процессов [4, 5].

Основной задачей модели является изучение некоторых аспектов процессов миграции между странами на основании экономической, демографической и социальной модели отдельных стран.

В модели рассматривается три модельные страны с разными экономическими и демографическими характеристиками (страна-1, страна-2, страна-3). Данная модель относится к классу имитационных моделей. Модель воспроизводит эволюцию половой и возрастной структуры населения в странах. Внутренними и одновременно прогностическими характеристиками являются количества в данном году женщин и мужчин, имеющих возраст от 0 до 100 лет. К внешним характеристикам относятся распределение населения в стране по полу и возрасту в начальном году, т.е. в году, с которого начинается модельное воспроизведение демографического процесса, а также коэффициенты рождаемости (количество родившихся детей от женщин данного возраста от 15 до 50 лет в течение года в расчёте на одну женщину этого возраста) и смертности (количество умерших женщин (мужчин) в течение года в расчёте на одну женщину (мужчину)).

Основа модели – пересчёт распределения населения по полу и возрасту в данном году на следующий год. Для этого сначала с помощью известных коэффициентов рождаемости рассчитывается количество мальчиков и девочек, которые родились в данном году и поэтому будут иметь в следующем году возраст в 1 год. Затем с помощью известных коэффициентов

Раздел 6. Инженерная экология и смежные вопросы

смертности для каждого пола, каждого возраста рассчитывается количество людей, которые в следующем году станут старше на год, т.е. которые доживут до своего следующего дня рождения.

Для моделирования каждой страны используются следующие уравнения:

количество населения в $t+1$ году:

$$x_{m,t+1,a+1} = x_{m,t,a} (1 - \beta_{m,t,a}) \quad (1)$$

$$x_{f,t+1,a+1} = x_{f,t,a} (1 - \beta_{f,t,a}) \quad (2)$$

где: $t = t_0, t_0 + 1, \dots, T$; $a = 1, 2, \dots, 100$, $x_{m,t,a}$, $x_{f,t,a}$ – соответственно, количество мужчин и женщин, которым в году t исполняется a лет, $\beta_{m,t,a}$, $\beta_{f,t,a}$ – коэффициенты смертности.

$$x_{m,t+1,1} = \sum_{a=15}^{50} x_{f,t,a} \cdot \gamma_{m,t,a} \quad (3)$$

$$x_{f,t+1,1} = \sum_{a=15}^{50} x_{f,t,a} \cdot \gamma_{f,t,a} \quad (4)$$

где: $t = t_0, t_0 + 1, \dots, T$; $x_{m,t_0+1,1}$, $x_{f,t_0+1,1}$ – количество мальчиков и девочек, соответственно, родившихся от женщин, имеющих в году t возраст a , $\gamma_{m,t,a}$, $\gamma_{f,t,a}$ – коэффициенты рождаемости.



Рисунок 1 – Демографическая ситуация в первой стране на протяжении 100 лет



Рисунок 2 - Приток мигрантов в первую страну на протяжении 100 лет



Рисунок 3 - Демографическая ситуация во второй стране на протяжении 100 лет



Рисунок 4 - Приток мигрантов во вторую страну на протяжении 100 лет

Основными гипотезами в процессе моделирования миграционных процессов являются следующие. Люди стремятся переехать в те страны, где экономическая и экологическая ситуация для них наиболее благоприятна по сравнению со страной их нынешнего пребывания. Благоприятность ситуации оценивается для каждой группы населения отдельно в зависимо-

сти от коэффициентов значимости. Чем выше доли значимости экономических или экологических характеристик, тем большее количество людей будет желать переехать в страны с более высоким уровнем данных характеристик.

Разработанная математическая модель была реализована на компьютере. Компьютерное моделирование [5, 6] имеет ряд преимуществ по сравнению с другими подходами. Оно даёт возможность учитывать большое количество переменных, предсказывать развитие нелинейных процессов, возникновение синергетических эффектов. Компьютерное моделирование позволяет не только получить прогноз, но и определить, какие управляющие воздействия приведут к наиболее благоприятному развитию событий.

В данной работе моделирование проводилось на основе языка программирования C# в среде Microsoft Visual Studio 2008 [7]. Вычисления проводятся на протяжении 100 лет.

Имитационный эксперимент

Вычисления проводятся на протяжении 100 лет (ходов). Все жители получают среднее образование (в школу поступают 100%).

Для примера подобраны 3 сценария развития событий. Первые 15 лет основные показатели стран (здравоохранение, образование, экология и уровень развития чистой технологии) остаются неизменными. Далее на протяжении 30 лет у страны-1 показатели возрастают на 30% (около 1% в год). Остальные же страны находятся в так называемом «застое». Затем идет 10-летний «застой» у всех стран. После 55 лет отсчета страна-2 начинает повышать свои показатели на 35% в течение 35 лет (около 1% в год). Показатели страны-3 не меняются на протяжении 100 лет. По результатам моделирования получены следующие данные:

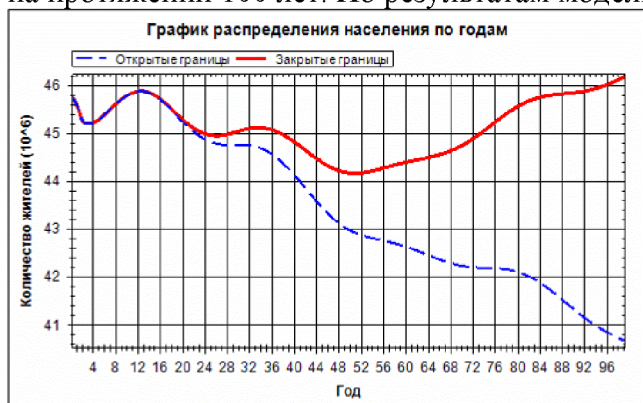


Рисунок 5 - Демографическая ситуация в третьей стране на протяжении 100 лет

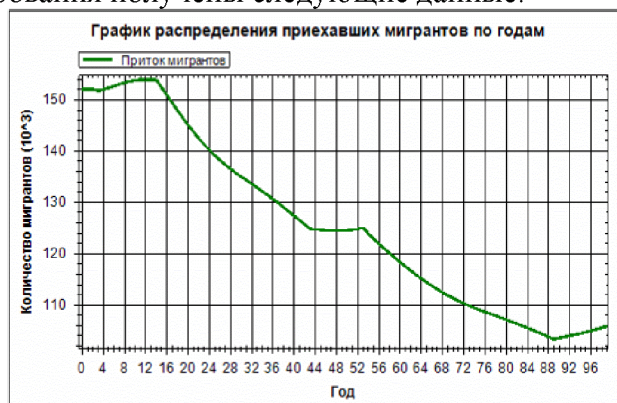


Рисунок 6 - Приток мигрантов в третью страну на протяжении 100 лет

Таким образом, на графиках видно, что после первых 15 лет страна-1 испытывает большой приток иммигрантов, за счет повышения основных показателей (здравоохранение, образование, экология и уровень развития чистой технологии) на 30%. Происходит это за счет страны-2 и страны-3. Далее на протяжении 10 лет показатели 3х стран не меняются. Затем видим, что приток иммигрантов в страну-2 увеличивается, т.к. основные показатели этой страны увеличиваются на 35% на протяжении 35 лет. Показатели третьей страны на протяжении 100 лет не изменяются, поэтому в промежутке 15-45 лет приток иммигрантов падает (за счет увеличения показателей первой страны), далее 10 лет приток сохраняет свой уровень. Следующие 35 лет приток иммигрантов снова падает (за счет увеличения показателей второй страны).

Анализируя полученные демографические данные каждой страны, видно, что население страны-1 возрастает в промежутке 15-45 лет. Это происходит за счет ассимиляции иммигрантов. А население страны-2 и страны-3 терпит убыль. Далее демография стран входит в свое прежнее «русло» (с учетом прироста или убыли населения). Следующие 35 лет мы видим падение количества жителей первой страны. Это происходит за счет того что в стране-2 показатели возрастают. Страна-3 в промежутках с 15 до 45 и с 55 до 90 отсчетных лет испы-

тывает убыль населения.

Разработанная модель даёт возможность проводить мониторинг любой страны по населению и мигрантам, но и по полученным данным делать прогнозы на будущее.

Литература

1. Добренев Е.И., Кравченко А.И. Социология: Социальная стратификация и мобильность. Т. 2. М.: МГУ.
2. Рыбаковский Л.Л. Миграция населения (Очерки теории и методов исследования). М.: МГУ.
3. Пыров П.В., Бутусов О.Б. Математическое и компьютерное моделирование миграционных процессов. // Труды института системного анализа РАН (ИСА РАН). Динамика неоднородных систем. М.: Книжный дом "Либроком". 2010. т. 50(1). с. 219-222.
4. Павловский Ю.Н. Моделирование, декомпозиция и оптимизация сложных динамических процессов // Динамика неоднородных систем. Под ред. чл.-корр. РАН Ю.С. Попкова. Институт системного анализа РАН. 2009. с. 139.
5. Белотелов Н.В., Бродский Ю.И., Павловский Ю.Н. Сложность. Математическое моделирование. Гуманитарный анализ: Исследование исторических, военных, социально-экономических и политических процессов // Динамика неоднородных систем. Под ред. чл.-корр. РАН Ю.С. Попкова. Институт системного анализа РАН. 2009. с. 320.
6. Кетков Ю., Кетков А., Шульц М. Программирование, численные методы. СПб.: ЛГУ, 2000. 450 с.
7. Троелсен. Э. C# и платформа .NET. Библиотека программиста. СПб.: Питер, 2004. 796 с.

Система поддержки принятия решений на основании нечеткого алгоритма для выбора поставщика в цепи поставок

д.ф.м.н. проф. Бутусов О.Б., Дубин М.Е., д.т.н. проф. Мешалкин В.П.¹,
к.т.н. доц. Никифорова О.П.²

Университет машиностроения

8 (916) 339-8691, butusov-1@mail.ru.

¹*РХТУ им. Д.И. Менделеева,*

8 (499) 978-8923, vpmeshalkin@gmail.com

²*Государственный университет управления*

8 (499) 177-5413, olga.nikiforova@yandex.ru

Аннотация. Разработана система поддержки принятия решений по рациональному выбору поставщика в цепи поставок, использующая метод анализа иерархий (МАИ) и алгоритма, основывающийся на операциях теории нечетких множеств. Функционирование СППР экспериментально проверено на реальных учётно-статистических данных. Результаты вычислительного эксперимента подтвердили эффективность использования предложенного алгоритма для принятия логистических управленческих решений.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, метод анализа иерархий, операции теории нечетких множеств, выбор поставщика в цепи поставок.

Введение

При логистическом управлении цепями поставок лицо, принимающее решение (ЛПР), ежедневно сталкивается со сложной системой взаимозависимых деловых процессов, которую нужно проанализировать. Все социально-экономические проблемы имеют альтернативные варианты управленческих решений. Зачастую, выбирая одно решение из множества возможных, ЛПР руководствуется только интуитивными представлениями. Вследствие этого