Для исследуемой ЖС предполагается решение следующих задач:

– выбор системы организации составов для фиксированной нагрузки на сеть при условии выполнения установленного плана формирования составов, при которой затраты F будут минимальны;

– определение «узких мест» при функционировании ЖС в условиях реализации установленного плана формирования составов для различных систем организации составов;

– распределение нагрузки на ЖС, при которой сеть функционирует ритмично и равномерно загружены все ее участки.

В процессе реализации имитационных экспериментов возможно использование следующих стратегий:

– выбор плана формирования составов, однозначно определяющего маршрут перемещения транспортных единиц из пункта отправления в пункт назначения;

– задание значений характеристик, определяющих ресурсы станций и параметры участков ЖС, влияющих на пропускную способность линии;

– моделирование участковой системы организации составов, которая предусматривает формирование поездов только до ближайших сортировочных станций, и варианта организации составов с назначениями, когда для каждого состава выделяется самостоятельное назначение.

Литература

1. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / под ред. П. С. Грунтова. – Москва : Транспорт, 1994.
2. Максимей, И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И. В. Максимей. – Москва : Радио и связь, 1983.
3. Максимей, И. В. О технологии проектирования программной системы моделирования для предметных областей организации транспортных потоков региона / И. В. Максимей и [др.] // Третья Междунар. науч. конф.: Сетевые компьютерные технологии, 17–19 окт. 2007 г. – Минск, БГУ. – С. 110–115.

УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ ПОПУЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д. В. Ратобыльская

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины, Беларусь

Научный руководитель Е. И. Сукач

Демографическое прогнозирование как способ наблюдения за развитием населения тесно связано с задачами планирования социально-экономических процессов: планирования перспективы производства и потребления товаров и услуг, жилищного строительства, развития социальной инфраструктуры, решения геополитических проблем. Оценка динамики уровня здоровья населения, как один из аспектов демографического прогнозирования, также имеет широкий спектр практического применения, к примеру, информация о здоровье населения играет ключевую роль в прогнозировании затрат государства в области здравоохранения.

Для оценки структуры и численности, определения уровня здоровья популяции и выявления степени влияния на него различных факторов создана компьютерная модель. Конечная модель включает модели построения прогнозов структуры и численности популяции, оценки репродуктивной ценности и уровня здоровья популяции.

При создании модели прогноза структуры и численности населения был использован метод передвижки возрастов (метод компонент) для закрытой группы населения для однолетних интервалов при фиксированных и переменных коэффициентах смертности и рождаемости.

Метод базируется на использовании матричной модели популяции, предложенной Лесли [1]. Алгоритм компьютерной модели развития популяции включает следующие шаги:

1. Предполагается, что популяция содержит n возрастных групп и размножение происходит в определенные моменты времени t_1, t_2, …, t_m. Тогда в каждый фиксированный момент времени популяцию можно охарактеризовать вектор-столбцом. Для момента времени t_0 вектор-столбец будет иметь вид:

$$X^{\mathrm{T}}(t_0) = x_1(t_0)x_2(t_0)\ldots x_n(t_0), \tag{1}$$

где $x_i(t_0)$ – численность i-й $\left(i = \overline{1,n}\right)$ возрастной группы в момент времени t_0.

2. Вектор $X(t_1)$, характеризующий популяцию в следующий момент времени, через год, связывается с вектором $X(t_0)$ через матрицу перехода L, матрицу Лесли, соотношением:

$$X(t_1) = LX(t_0). \tag{2}$$

Изменения в структуре и численности популяции к следующему моменту времени, то есть формирование вектора $X(t_1)$, происходит следующим образом: из всех возрастных групп выделяются те, которые производят потомство (пусть это будут группы с номерами $k, k+1, \ldots, k+p$, $1 \le k < k+p \le n$). За единичный промежуток времени особи i-й группы переходят в группу $i+1$, при этом от групп $k, k+1, \ldots, k+p$ появляется потомство, а часть особей от каждой из возрастных групп погибает. Потомство, которое появилось за единицу времени от способных к воспроизведению групп, поступает в группу $x_1(t_1)$:

$$x_1(t_1) = \sum_{i=1}^{k+p} \alpha_i x_i(t_0) = \alpha_k x_k(t_0) + \alpha_{k+1} x_{k+1}(t_0) + \cdots + \alpha_{k+p} x_{k+p}(t_0). \tag{3}$$

Вторая компонента вектора $X(t_1)$ получается переходом особей, находившихся в момент t_0 в первой группе, во вторую. При этом часть особей из первой группы погибает, поэтому $x_2(t_1)$ равна не всей численности $x_1(t_1)$, а только некоторой ее части:

$$x_2(t_1) = \beta_1 x_1(t_0),\ 0 < \beta_1 < 1. \tag{4}$$

Предполагается так же, что все особи, находившиеся в момент t_0 в последней возрастной группе, к моменту t_1 погибнут. Поэтому последняя компонента вектора составляется лишь из тех особей, которые перешли из предыдущей возрастной группы:

$$x_n(t_1) = \beta_{n-1} x_{n-1}(t_0),\ 0 < \beta_{n-1} < 1. \tag{5}$$

Коэффициенты в формулах (3)–(5) для каждой группы имеют следующий смысл: α_i – коэффициент рождаемости, β_i – коэффициент дожития i-й группы. Таким образом, вектор структуры популяции в момент времени t_1 представим в виде:

$$X(t_1)=\begin{pmatrix} x_1(t_0) \\ x_2(t_0) \\ \dots \\ x_n(t_0) \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} \sum\limits_{i=k}^{k+p}\alpha_i x_i(t_0) \\ \beta_1 x_1(t_0) \\ \dots \\ \beta_{n-1}x_{n-1}(t_0) \end{pmatrix}.$$

Матрица Лесли для данной модели будет иметь вид:

$$L=\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \alpha_k & \alpha_{k+1} & 0 & 0 \\ \beta_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \beta_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \beta_{n-1} & 0 \end{pmatrix}.$$

По диагонали матрицы стоят нули, под диагональными элементами – коэффициенты дожития β_i, в первой строке согласно порядковому номеру столбцов размещены коэффициенты рождаемости α_i. Все остальные элементы матрицы равны нулю.

Таким образом, зная структуру матрицы L и начальную структуру популяции $X(t_0)$ можно прогнозировать состояние популяции в любой заданный момент времени:

$$\begin{aligned} &X(t_1)=LX(t_0), \\ &X(t_2)=LX(t_1)=L^2X(t_0), \\ &\dots \\ &X(t_{m+1})=LX(t_m)=L^mX(t_0). \end{aligned}$$

Матрица перехода L задает условия изменения структуры популяции, но при этом элементы α_i и β_1 в общем случае не зависят от начальной структуры, т. е. вектора $X(t_0)$. С другой стороны начальный вектор структуры популяции так же оказывает влияние на дальнейшее ее развитие. С целью учета данного влияния вводится в рассмотрение такое понятие, как репродуктивная ценность популяции, позволяющее оценить популяцию с точки зрения ее качественного состава, то есть возрастной составляющей. Для этого рассматривается сопряженная к матрице Лесли матрица L^*.

Характеристический полином матрицы Лесли будет иметь вид:

$$X = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \lambda_i \ .$$

Из него определяются собственное число λ_0 и собственный вектор P. Сопряженная матрица Лесли имеет такие же характеристический полином и собственное число, но собственный вектор у нее свой – P^*. Если перейти к демографическому смыслу данных величин, то λ_0 показывает скорость размножения популяции, P – асимптотическое распределение по возрастным группам, а P^* – асимптотическую репродуктивную ценность.

Для оценки уровня здоровья популяции разработана модель, основанная на интегральной оценке здоровья населения [2]. Интегральная оценка представляет собой совокупность данных об индивидуальном здоровье, выраженных количественными и качественными показателями. Модель базируется на использовании индекса здоровья населения и уровня здоровья населения. Подобное представление позволяет так же производить оценку степени значимости различных факторов на уровень здоровья.

Реализована модель в среде программирования Delphi.

Использование модели позволяет решать следующие задачи:

– проследить за динамическими изменениями состава и структуры популяции, то есть изменениями вектора X;

– прогнозировать различные варианты развития популяции в зависимости от структуры начального вектора;

– реализовывать различные варианты прогнозов при гипотезе о неизменном режиме воспроизводства и при гипотезах о различных вероятностных изменениях уровней рождаемости и смертности (коэффициенты α_i и β_i);

– оценивать общий уровень здоровья популяции и его изменение в перспективе.

Компьютерное моделирование с использованием данных по Гомельской области и анализ полученных данных позволило прийти к следующим выводам:

– общий уровень здоровья населения, равно как и его численность (в долгосрочной перспективе), сохранят тенденцию к убыванию по причине естественного старения;

– падение уровня рождаемости населения будет обусловлено так же увеличением дисбаланса в распределении населения по полу.

Если перенести результаты прогнозирования в экономическую плоскость, то в ближайшее 10-летие социально-демографические процессы не окажут резкого воздействия на экономическую сферу, поскольку имеют долгосрочные последствия. На увеличение общей численности лиц трудоспособного возраста будут продолжать оказывать влияние два фактора: вступление в эту группу поколения, родившегося в период относительного подъема рождаемости в 80-е годы и выход из нее малочисленных групп населения, родившихся в годы Великой Отечественной войны. Начиная с 15–20 гг. положение будут определять, с одной стороны, малочисленное поколение родившихся в первой половине 90-х годов, с другой – выбывающие из рабочих возрастов более многочисленные послевоенные поколения.

Литерарура

1. Рыбаковский, Л. Л. Методологические вопросы прогнозирования населения / Л. Л. Рыбаковский. – Москва : Статистика, 1978. – 208 с.
2. Лисицин, Ю. П. Здоровье населения и современные теории медицины / Ю. П. Лисицин. – Москва : Медицина, 1982. – 287 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО КОМПОЗИТА

А. В. Копачев, Е. Р. Кузьменок, А. А. Кухаренко

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель О. А. Кравченко

Композиты относятся к конструкционным материалам, сочетающим высокую прочность с легкостью и стойкостью к агрессивным воздействиям окружающей среды. Их применение в машинах, оборудовании, сооружениях позволяет снизить массу конструкций, трудоемкость изготовления, энергоемкость производства, материалоемкость. Механическое поведение композитного материала зависит от его структуры, обуславливающей характер взаимодействия элементов при деформировании. Для расширения возможностей анализа влияния особенностей структуры на напряженное и деформированное состояние компонентов композита целесообразно моделирование структуры композита на ЭВМ.

В работе рассматривается построение модели многокомпонентного материала с армирующими элементами в виде шаров, цилиндров, параллелепипедов разной формы.

Модель стохастической структуры многокомпонентного материала представлена телом в форме параллелепипеда, в котором случайным образом расположены непересекаюшиеся армирующие элементы. Промежутки между армирующими элементами заполняются связующим веществом. На рис. 1 приведен пример модельной структуры с армирующими элементами в форме шаров, кубов и капсул со случайными размерами, случайным образом заполнившими объем параллелепипеда, причем так, чтобы достигалась наибольшая плотность заполнения.

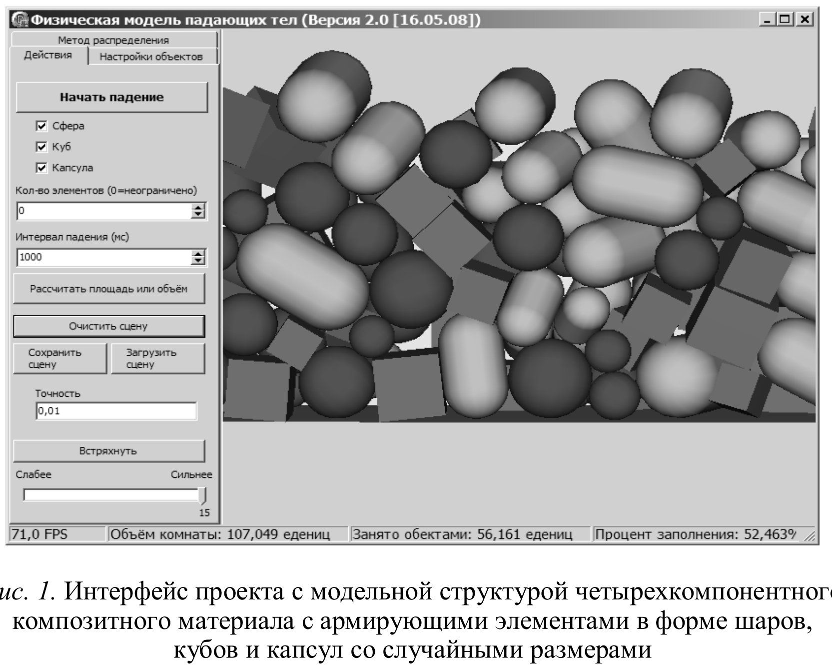

Рис. 1. Интерфейс проекта с модельной структурой четырехкомпонентного композитного материала с армирующими элементами в форме шаров, кубов и капсул со случайными размерами