



**ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ
ТЕҢДЕУЛЕР, АНАЛИЗ ЖӘНЕ
АЛГЕБРА ПРОБЛЕМАЛАРЫ
THE PROBLEMS OF DIFFERENTIAL
EQUATIONS, ANALYSIS AND ALGEBRA**

**Қ. Жұбанов атындағы
Ақтөбе мемлекеттік университеті
9 - 10 қазан 2009 жыл
Aktobe's K. Zhubanov State University
9 - 10 October 2009**

**V ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ
КОНФЕРЕНЦИЯ
МАТЕРИАЛДАРЫ
PROCEEDINGS
V INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE**

**II БӨЛІМ (4, 5, 6 секциялары)
Part II (sections 4, 5, 6)**

**Ақтөбе - 2009
Aktobe - 2009**

Әбдіқалықов Қ.Ә. RSA крипто жүйесін жылдамдату әдістері.....	410
Әбдіқалықов Қ.Ә. Гост р34.10-94 және р34.11-94 электрондық цифрлы қолтаңбаларының кейбір ерекшеліктері.....	413
Баенова Г.М. Анализ проблем разработки интерфейсов программ.....	416
Базаров Е.Т., Джомартова Ш.А., Шорманов Т.С. Об одной модели оценки социальной напряженности.....	419
Баймахан Р.Б., Рысбаева Г.П. Новые критерии трещинообразования в трансформном массиве вокруг контура выработки.....	421
Баканов Г.Б., Жоламанова Р.М., Мусабек А.Е. Об устойчивости дифференциально-разностного аналога задачи интегральной геометрии для семейства кривых.....	424
Берикханова Г.Е. Математическая модель колебания пакета прямоугольных пластин с учетом точечных связей.....	427
Бигалиева М.Ж., Капарова Л.Е., Ташимова А.К. Компьютерлік тестілеуші программа.....	430
Бейсенби М.А., Жуматаева Ж.Е. Моделирование робастноустойчивых систем управления.....	433
Бисембаев К., Жубаев С. Вероятностные характеристики случайных колебаний твердого тела на виброопорах.....	436
Бияшев Р.Г. О совершенствовании моделей защиты информации и информационной безопасности.....	441
Бияшев Р.Г., Нысанбаева С.Е. Применение полиномиальных систем счисления в остаточных классах при разработке криптографических средств защиты хранимых и передаваемых электронных данных.....	446
Болодурина И.П., Луговскова Ю.П. Анализ устойчивости стационарных решений управляемой модели иммунного ответа.....	449
Джомартова Ш.Б. Математическое моделирование социально-экономической ситуации в Республике Казахстан.....	452
Ермагамбетов Т.К. Численная реализация двумерной модели неравновесной фильтрации.....	455
Жанатауов С.У. Применение одной экстремальной совокупности в драйверах кс SAS/ABM.....	458
Жаумитов Б.Ж. Оценка предпочтительности объектов в виде линейных порядков.....	461
Жаумитов Б.Ж., Алиева А.М. Айқын емес бинарлық қатынастарды бағалау тәсілдері.....	463
Жубаев А.К. Сравнительный анализ формы резонансной линии мессбауэровского спектра.....	466
Жусипбек Б.К. Роль средств новых информационных технологий в современном образовании.....	469
Илипов М.М. Математическое моделирование и информационные технологии.....	472
Иргалиева И.С., Имангазин М.К., Косымова Г.М. Математическая модель прогноза травматизма в ферросплавном производстве Республики Казахстан.....	475
Исайнова А.Н. Риск инвестиционных проектов в применении теории нечетких множеств.....	478
Искаков А.Н. Применение спутниковой информации в расчетах коэффициента поглощения излучения в атмосфере.....	480
Исмаев Е.И., Цхай К.В., Амантаева А.Ш. Математические точности и методы суммирования рядов.....	481
Исмаев Е.И., Амантаева А.Ш. Математический модель рассеяния нейтронов ядрами.....	484
Исмаев Е.И., Тулепбергенов С.К., Торемурат А.Х. Математическое моделирование легких кластерных ядер.....	486
Исмаев Е.И., Торемурат А.Х., Суондукова Г.А., Сарсенбаев Б.О. Математическая модель исследования рассеяния легких кластерных ядер.....	490
Кайракбаев А.К. Об одной математической модели плазмохимической кинетики.....	492

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Джомартова Ш.А.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
jomartova@mail.ru

Методология математического моделирования завоевала прочные позиции в технологической и естественно-научной сферах, ее прогресс существенно заметен также и в применениях к экономическим системам [1-2].

В современных условиях несомненна актуальность математического моделирования социальных процессов и разработка информационно-аналитических систем, позволяющих осуществлять мониторинг показателей, характеризующих социально-экономическую ситуацию в разрезе регионов Республики Казахстан.

С целью разработки системы автоматизированного прогнозирования социально-экономической ситуации определен перечень социально-экономических параметров (показателей) $x = (x_1, \dots, x_n)$ (по каждому региону Республики Казахстан - 14 областям и двум городам: Алматы и Астана).

В данный перечень включены 40 демографических показателей, 225 социально-экономических показателей. Демографические показатели характеризуют численность городского и сельского населения региона, количество эмигрировавших и иммигрировавших, смертность, ожидаемую продолжительность жизни.

Социально-экономические показатели сгруппированы по блокам: 1) промышленность, сельское хозяйство, строительство, образование, здравоохранение, 2) жилищные условия, экологические условия, 3) криминал; 4) политическая активность населения (количество публикаций в СМИ, митинги и др. акты протеста).

Для обеспечения автоматизированного мониторинга социально-экономической ситуации и классификации регионов указанные показатели агрегированы в ряд индексов $y = (y_1, \dots, y_m)$:

- природно-экологический потенциал,
- промышленный потенциал,
- сельскохозяйственный потенциал,
- трудовой потенциал,
- уровень и условия жизни,
- индекс стоимости жизни,
- индекс развития человеческого потенциала,
- уровень образования,
- уровень криминогенности,
- уровень медицинского обеспечения,
- индекс скрытой социальной напряженности,
- индекс открытой социальной напряженности.

Численные данные параметров за предыдущие годы взяты из статистических сборников и ежегодников Агентства Республики Казахстан по статистике. В качестве управляющих параметров $u = (u_1, \dots, u_k)$ определены директивы, мероприятия республиканского и регионального уровня. В свою очередь управляющие параметры подразделены на социально-экономические, политические.

Используя особенности исследуемой задачи, построим модель в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{dx}{dt} = f(x, u, t) \quad (1)$$

$$y = g(x). \quad (2)$$

Вид функций $f(x, u, t)$ и $g(x, t)$ (с точностью до неизвестных постоянных ρ) строится с учетом «физики» исследуемых показателей. С помощью методов математической теории идентификации на основе ретроспективных знаний значений параметров $x = (x_1, \dots, x_n)$ и $u = (u_1, \dots, u_k)$ вычисляются значения параметров ρ .

Зная значения показателей δ в момент времени t_0

$$x(t_0) = x_0; \quad (3)$$

$$y(t_0) = g(x_0) \quad (4)$$

можно, решая полученную задачу Коши (1)-(4) численными методами (в частности методом Рунге-Кутты) при заданных внешних воздействиях u , найти значение параметров x, y в момент времени t_1 , т.е. таким образом, решить задачу прогнозирования на период $[t_0, t_1]$.

На управления даются ограничения

$$0 \leq u_i(t) \leq u_{\max}^i, \quad i = \overline{1, k}, \quad t \in [t_0, t_1]. \quad (5)$$

На параметры x накладываются фазовые ограничения

$$0 \leq x_i(t) \leq x_{\max}^i, \quad i = \overline{1, n}, \quad t \in [t_0, t_1]. \quad (6)$$

Желаемое состояние в конечный момент времени t_1 , должно удовлетворять некоторым условиям

$$y(t_1) = g(x(t_1)) \leq d_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (7)$$

при этом, момент времени t_1 считается заданным (фиксированным).

Для оценки качества работы системы используется следующий критерий (функционал):

$$J = \int_{t_0}^{t_1} [u^*(t) R_0 u(t) + (x(t) - z)^* R_1 (x(t) - z)] dt \quad (8)$$

где постоянный n -вектор $z = (z_1, \dots, z_n)$ определяется следующим образом:

$$z_i = \begin{cases} 0, & \text{если } \delta_i^0 \leq \delta_i^1 \\ \delta_{\max}^i, & \text{иначе} \end{cases}$$

В функционале (8) R_0 - положительно-определенная $m \times m$ -матрица, R_1 - неотрицательно-определенная $n \times n$ -матрица.

Составим множество допустимых управлений

$$U = \left\{ u \mid 0 \leq u_i(t) \leq u_{\max}^i, \quad i = \overline{1, k}, \quad t \in [t_0, t_1] \right\} \quad (9)$$

Это задача оптимального управления с фазовыми ограничениями (6), с закрепленным левым концом (3), подвижным правым концом (7) и ограничениями на управление (5).

Рассматривается задача минимизации функционала (3) при ограничениях (1)-(6). Момент времени t_1 считается фиксированным.

Для поставленной задачи оптимального управления составляется функция Гамильтона

$$H(x(t), u, \psi(t), \psi_0) = u^*(t) R_0 u(t) + (x(t) - z)^* R_1 (x(t) - z) + (f(x(t), u(t), t))^* \psi. \quad (10)$$

Составляется сопряженная система дифференциальных уравнений:

$$\dot{\psi}(t) = -\frac{\partial H}{\partial x}, \quad t \in [t_0, t_1] \quad (11)$$

Оптимальное управление определяется из условия (9) и максимума гамильтониана (10):

$$u = \begin{cases} 0, & \text{а́ннѐ} R_0^{-1} \frac{\partial f(x,u,t)}{\partial x} \psi < 0 \\ R_0^{-1} \frac{\partial f(x,u,t)}{\partial x} \psi, & \text{а́ннѐ} 0 \leq R_0^{-1} \frac{\partial f(x,u,t)}{\partial x} \psi < u_{\max} \\ u_{\max}, & \text{а́ннѐ} R_0^{-1} \frac{\partial f(x,u,t)}{\partial x} \psi > u_{\max} \end{cases}$$

Теорема. Пусть пара $(u(t), x(t))$, $t \in [t_0, t_1]$ – является решением поставленной задачи. Тогда необходимо существует вектор-функция $\psi(t)$, $t \in [t_0, t_1]$ и параметр такие, что

1) $\psi_0 \leq 0$, $|\psi_0| + |\psi(t)| \neq 0$, $t \in [t_0, t_1]$

2) $\psi(t)$, $t \in [t_0, t_1]$ – решение сопряженной системы дифференциальных уравнений (11)

удовлетворяющая условию: существуют числа β_1, \dots, β_k такие, что

$$\psi_i(t_1) = \sum_{j=1}^m \beta_j \frac{\partial g_j(x(t_1))}{\partial x_i}, \quad i = \overline{1, n},$$

$$\beta_i \left(\sum_{j=1}^n \frac{\partial g_j(x(t_1))}{\partial x_i} - d_i \right) = 0, \quad \beta_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}.$$

3) при каждом $t \in [t_0, t_1]$ функция $H(x(t), u, \psi(t), \psi_0)$ по переменной u достигает своей верхней грани на множестве U при $u = u(t)$, т.е.

$$\sup_{u \in U} H(x(t), u, \psi(t), \psi_0) = H(x(t), u(t), \psi(t), \psi_0).$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мальхин В.И. Социально-экономическая структура общества: математическое моделирование. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 175с.
2. Новая парадигма развития России в XXI веке. Комплексные исследования проблем устойчивого развития: идеи и результаты //Под ред. В.А.Коптюга, В.М.Матросова, В.К.Левашова – М.: Academia, 2000. – 416 с.

