

Numerical modeling of the propagation of elastic waves in stratified media with compliant interlayers

*Mariya Alexandrovna Pokhabova, graduate student
Institute of Computational Modeling SB RAS*

Developed computer algorithms that simulate the dynamic interaction of elastic blocks through thin viscoelastic layer in structurally inhomogeneous media such as rocks. On the basis of rheological models are constructed for the deformation of the material layers of different levels of complexity. In the numerical solution of one-dimensional problems of applied monotonous grid-characteristic schemes with a balanced number of time steps in the blocks and interlayers. The problems of software implementation of algorithms on multiprocessor systems with graphics cards. Numerical results demonstrate the qualitative features of the propagation of plane waves in materials with a layered microstructure.

Keywords: elastic waves, the block medium, microstructure, rheological scheme, the computational algorithm, mathematic modeling.

УДК 004.89

**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ИММУННОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКОВ
СЛОЖНЫХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

Галина Ахметовна Самигулина, д.т.н.

Тел.: 872722724617, e-mail: galinasamigulina@mail.ru

Зарина Ильдусовна Самигулина, PhD – докторант

Тел.: 8 7272 2724617, e-mail: galinasamigulina@mail.ru

лаборатория «Интеллектуальные системы управления и сети»

Институт проблем информатики и управления МОН РК,

<http://www.wipic.kz>

Работа посвящена проблеме построения оптимальной иммунносетевой модели для сложных инвестиционных проектов с целью прогнозирования рисков и возможности своевременной корректировки в процессе их реализации. Используется перспективный подход искусственных иммунных систем (ИИС), основанный на понятии формального пептида и процедуре молекулярного узнавания. Достоинствами применения ИИС при интеллектуальном анализе данных является возможность параллельной обработки большого количества мнений экспертов, прогнозирования рисков и своевременное управление ходом выполнения сложных проектов. Большое значение при реализации иммунносетевой технологии имеет процедура построения оптимальной модели на основе отбора наиболее информативных признаков. Для решения этой проблемы используется метод главных компонент.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, прогнозирование рисков, искусственные иммунные системы, сложные инвестиционные проекты, метод главных компонент.

Стремительное развитие в последнее время новейших компьютерных и интеллектуальных технологий способствует разработке интересных практических приложений. Проектный менеджмент является чрезвычайно актуальной сферой применения интеллектуальных систем и информационных технологий нового поколения. Разработка нетрадиционных интеллектуальных технологий управления сложными проектами и прогнозирование рисков их выполнения является очень значимым, как для государственного сектора экономики, так и для частных компаний.



З.И. Самигулина

Существуют разные подходы искусственного интеллекта, которые можно применять при решении данных задач. Наиболее распространенными являются нейронные сети и эволюционные алгоритмы. Разработано относительно новое биологическое направление, заимствующее у природы принципы иммунитета - искусственные иммунные системы (ИИС) [1]. Вводится математическая модель формального пептида [2], как математическая абстракция свободной энергии белковой молекулы от её пространственной формы, описанной в алгебре кватернионов. Решается задача распознавания образов, основанная на идеи взаимодействия между белками иммунной системы человека и чужеродными антигенами.



Г.А. Самигулина

Рассматриваемые системы предлагают мощные и робастные возможности обработки многомерной информации для решения сложных задач различной природы. ИИС могут обучаться новой информации, обладают памятью и способностью к распознаванию образов. Необходимо отметить междисциплинарный характер исследований, который требует широкого спектра знаний в области строения белка, иммунологии, искусственного интеллекта, теории распознавания образов и принятия решений, хемометрики, теории вероятности и математической статистики, технологии объектно-ориентированного программирования и многих других.

Постановка задачи формулируется следующим образом: необходимо разработать оптимальную иммунносетевую модель для интеллектуальной системы анализа многомерных данных и прогнозирования рисков выполнения сложных проектов на основе подхода искусственных иммунных систем с целью оперативной корректировки (управления) в ходе осуществления проекта. Критерием оптимальности является максимальное сохранение информации о проекте при минимальном количестве признаков. Данная работа является продолжением исследований [3, 4]. Технология иммунносетевого моделирования состоит из предварительной обработки данных, решения задачи распознавания образов, оценки энергетических погрешностей и прогноза. Особенностью рассматриваемых систем является необходимость быстрого анализа мнений различных экспертов для оценки эффективности выполнения основополагающих этапов при реализации проекта и выявление факторов риска, которые представляют угрозу планируемым результатам. Достоинством предлагаемой технологии является универсальность в отношении видов проектов и объемов финансирования.

На рисунке 1 представлена структурная схема интеллектуальной системы прогнозирования и управления на основе искусственных иммунных систем.



Рис.1. Интеллектуальная система прогнозирования рисков на основе ИИС

модели прогнозирования рисков сложных проектов.

Шаг 1. Формирование информационной базы данных экспертов, отражающей возможные риски при реализации проекта.

Шаг 2. Нормирование, центрирование, заполнение недостающих данных.

Шаг 3. Выделение наиболее значимых информативных признаков на основе метода главных компонент и стандартного пакета прикладных программ SPSS.

Здесь $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ - входные признаки, которые отражают риски, влияющие на сложный инвестиционный проект; y_1, y_2, \dots, y_m - выделенные информативные признаки, по которым строится оптимальная иммунносетевая модель.

Разработан следующий алгоритм для построения оптимальной иммунносетевого модели

Шаг 4. Редукция малоинформативных признаков.

Шаг 5. Построение оптимальной структуры иммунной сети.

Приведём пример.

Согласно алгоритму, приведенному выше, после формирования информационной базы данных экспертов (таблица 1) осуществляется предварительная обработка данных на основе метода главных компонент [5].

Таблица 1

Фрагмент базы данных экспертной оценки рисков

Год	Сумма денежных средств на ликвидацию последствий рисков, тыс. тенге									
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10
2007	3283	2402	3508	1005	506	4103	6706	5103	7532	2312
2008	3302	2437	3495	993	504	4204	6714	5205	7432	2431
2009	3204	2394	3504	1023	493	4405	6803	5194	7489	2345
2010	3212	2452	3518	1014	482	4506	6905	5143	7513	2004
2011	3391	2463	3524	985	474	4513	6916	5183	7345	2029
2012	3443	2412	3543	986	506	4525	6927	5154	7494	2303
2013	3291	2424	3482	1003	514	4536	6934	5115	7342	2900
Год	Сумма денежных средств на ликвидацию последствий рисков, тыс. тенге									
	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15	Z16	Z17	Z18	...	Zn
2007	6742	50	3562	563	108	225	55	245	...	607
2008	6842	49	3213	567	111	226	54	243	...	611
2009	6532	60	3496	563	112	219	53	240	...	609
2010	6732	66	3395	564	105	237	52	244	...	610
2011	6633	67	3423	565	112	228	51	245	...	612
2012	6565	68	3416	568	109	221	53	246	...	613
2013	6986	65	3497	569	113	223	54	247	...	606

Рассмотрены следующие риски, влияющие на инвестиционный проект:

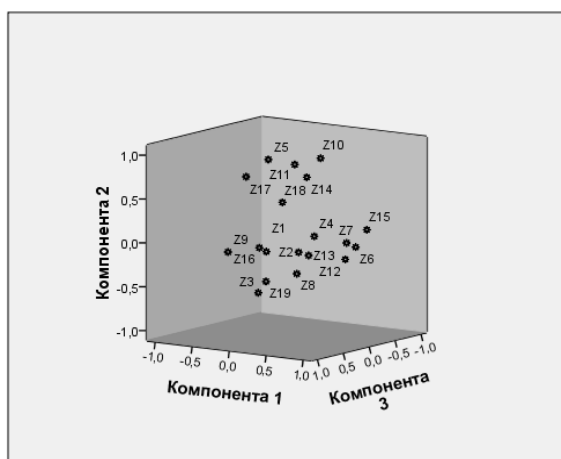
- низкая скорость поступления информации (Z1);
- неполный объем поступления информации (Z2);
- низкая надёжность технических средств (Z6);
- неблагоприятные законодательные изменения (Z7);
- ухудшение социально-экономической ситуации (Z8);
- вредность производства (Z9);
- непредвиденные аварии на производстве (Z10);
- задержка выполнения договоров партнерами (Z11);
- отказ от выполнения обязательств партнерами (Z12);

- риск колебания курса валют (Z13);
- плохая сохранность доставленных грузов (Z14);
- низкая эффективность технических ресурсов (Z15);
- техногенные аварии (Z16);
- несвоевременная доставка грузов (Z17);
- банковские риски (Z18);
- прочие риски (Zn).

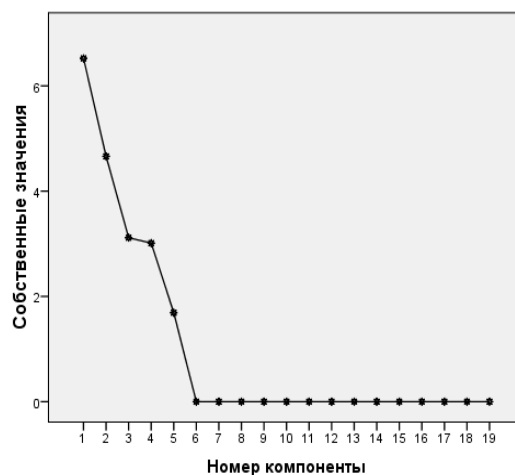
В качестве исходной матрицы Z возьмем фрагмент базы данных экспертной оценки рисков размерности (7×18) из таблицы 1.

В результате факторного анализа данных получен график компонент в повернутом пространстве (рисунок 2а), осуществлён анализ собственных значений, который выявил собственные векторы, расположенные в порядке убывания собственных значений (рисунок 2б).

В таблице 2 приведены данные по выделению главных компонент, показаны собственные значения, соответствующие каждому фактору, процент дисперсии и накопленный процент дисперсии.



а)



б)

Рис. 2. а) График компонент в повернутом пространстве;
б) График собственных значений

Таблица 2

Выделение главных компонент

№	Начальные собственные значения			Суммы квадратов нагрузок извлечения			Суммы квадратов нагрузок вращения		
	Итого	% Дисп.	Кум. %	Итого	% Дисп.	Кум. %	Итого	% Дисп.	Кум. %
1	6,522	34,328	34,32	6,522	34,328	34,32	4,794	25,230	25,230
2	4,661	24,532	58,86	4,661	24,532	58,86	4,071	21,425	46,655
3	3,115	16,395	75,25	3,115	16,395	75,25	3,906	20,555	67,210
4	3,013	15,858	91,11	3,013	15,858	91,11	3,530	18,578	85,788
5	1,689	8,887	100	1,689	8,887	100	2,700	14,212	100

В таблице 3 приведена матрица повернутых компонент.

Матрица повёрнутых компонент

№	Компоненты						
	1	2	3	4	5	6	7
Z6	0,994	-	-	-	-	0,994	-
Z7	0,961	-	0,218	-	0,128	0,961	-
Z12	0,958	-0,105	0,238	-	0,115	0,958	-0,105
Z17	-0,657	0,617	-0,154	-0,288	0,284	-0,657	0,617
Z5	-0,239	0,880	-	-0,365	0,186	-0,239	0,880
Z10	0,152	0,869	-0,435	-0,116	0,138	0,152	0,869
Z14	0,465	0,787	0,278	0,186	-0,228	0,465	0,787
Z11	-0,121	0,786	-0,327	0,491	0,139	-0,121	0,786
Z18	0,282	0,513	0,487	0,416	0,497	0,282	0,513
Z1	0,349	-	0,894	0,279	-	0,349	-
Z3	0,197	-0,477	0,833	-0,197	-	0,197	-0,477
Z4	-0,169	-0,101	-0,773	-0,576	0,180	-0,169	-0,101
Z19	0,190	-0,372	0,672	0	-0,610	0,190	-0,372
Z15	0,614	-	-0,668	0,283	-0,304	0,614	-
Z16	-0,258	-0,106	0,163	0,946	-	-0,258	-0,106
Z2	0,271	-0,104	0,159	0,898	-0,291	0,271	-0,104
Z9	-0,608	-0,175	0,267	-0,717	0,117	-0,608	-0,175
Z8	0	-0,407	-	-	-0,905	-	-0,407
Z13	0,158	-0,204	-0,196	-0,311	0,893	0,158	-0,204

В результате факторного анализа данных были выделены пять факторов, влияние остальных на систему не столь значительно, поэтому данные факторы можно не принимать во внимание.

В примере показан предварительный этап обработки данных на основе выделения факторов риска, которые наиболее опасны для выполнения проекта. Далее решается задача распознавания образов, оценка энергетических погрешностей, прогноз данных и принятие решений на основе ИИС [6, 7]. Актуально применять предложенный подход при выполнении очень сложных и больших проектов, где анализ рисков затруднён. Идея создания данного приложения возникла после экспертного участия в работе Аналитического центра при Правительстве РФ по идентификации рисков проектов по модернизации и технологическому развитию экономики России.

Литература

1. Дасгунта Д. Искусственные иммунные системы и их применение /А.А. Романюха. – М.: Физматлит, 2006. –344с.
2. O. Tarakanov. Formal peptide as a basic of agent of immune networks: from natural prototype to mathematical theory and applications // Proc. 1st Int. workshop of central and Eastern Europe on Multi-Agent Systems (CEEMAS'99). –St. Petersburg, 1999. P. 281-292.
3. G.A. Samigulina. Development of the decision support systems on the basis of the intellectual technology of the artificial immune systems // Automatic and remould control. – Springer, 2012. Vol. 74.№2.P.397-403.
4. Samigulina G. Realization of the complex projects on the basis of the artificial immune systems approach: intellectual system of risks estimation //American Journal of Economics and control systems Management. – Science Book Publishing House, LLC, USA, 2013.P. 3-6.
5. Иберла К. Факторный анализ. – М.: Статистика, 1980. С. 344.
6. Самигулина Г.А., Чебейко С.В., Ширяева О.И., Самигулина З.И. Разработка технологий иммунносетевого моделирования для решения различных прикладных задач: монография.– Алматы, 2011. С. 220.
7. Самигулина Г.А. Разработка интеллектуальных экспертных систем прогнозирования и управления на основе искусственных иммунных систем // Проблемы информатики. – Новосибирск, 2010. № 1. С. 15-22.

Development of the optimum immune net models for forecasting of the complex investment project risks

*Galina Ahmetovna Samigulina, Doctor of the technical science,
Zarina Il'dusovna Samigulina, PhD*

*Institute of informatics and control problems, laboratory «Intellectual control systems and networks»
Site: ipic.kz*

Work is devoted a problem of construction optimum immune net model for complex investment projects for the purpose of the risks forecasting and possibility of timely updating in the course of its realizations. The perspective approach of artificial immune systems (AIS), based on concept formal peptide and procedure of a molecular recognize is used. Advantages of application AIS at the intellectual analysis of the data is possibility of parallel processing of a considerable quantity of the experts opinions, forecasting of risks and timely control of the course of the complex projects performance. At realizations immune net technologies the procedure of optimum model construction on the basis of selection of the most informative attributes has great value. For the decision of this problem it is used the method of principal components.

Keywords: intellectual systems, forecasting of the risks, artificial immune systems, complex investment projects, method of principal components.

УДК 539.374

**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ
УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ**

Кристина Сергеевна Свободина, аспирант

Тел.: 8923 2752545, e-mail: mks88@mail.ru

Институт вычислительного моделирования СО РАН

<http://icm.krasn.ru>

Рассматриваются вопросы, связанные с построением и численной реализацией математической модели упругопластического деформирования материалов под действием интенсивных внешних возмущений. Предлагается упрощенная термодинамически корректная модель упруго сжимаемой пластической среды. Строится экономичный вычислительный алгоритм, реализующий геометрически линейный вариант модели на основе метода расщепления по физическим процессам и по пространственным переменным

Ключевые слова: упругость, пластичность, термодинамика, конечные деформации, ударная волна, метод расщепления.

Работа выполнена при финансовой поддержке Комплексной программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 18 «Алгоритмы и математическое обеспечение для вычислительных систем сверхвысокой производительности» и Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-01-00053).

Введение

Численное моделирование динамических процессов, протекающих под действием интенсивных механических и температурных возмущений, в грунтах, сыпучих средах,