

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік  
университетінің ғылыми журналы  
Научный журнал Павлодарского государственного  
университета им. С. Торайғырова

---

1997 жылы құрылған  
Основан в 1997 г.



İ Ì Ó  
Õ Ä Å Æ Ø Ù Ñ Û

Â Ã Ñ Ò Ó È Ê Ì Ñ

ФИЗИКО - МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СЕРИЯ

**3-4<sup>2012</sup>**

---

---

---

Научный журнал Павлодарского государственного университета  
имени С. Торайгырова

### **СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на учет средства массовой информации

№ 4533-Ж

выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия

Республики Казахстан

31 декабря 2003 года

#### **Редакционная коллегия:**

Тлеукунов С.К., д.ф.-м.н., профессор (главный редактор);  
Испулов Н.А., к.ф.-м.н., доцент (заместитель главного редактора);  
Жукенов М.К., к.ф.-м.н., (ответственный секретарь);

#### **Редакционная коллегия:**

Бахтыбаев К.Б., д.ф.-м.н., профессор;  
Данаев Н.Т., д.ф.-м.н., академик НИА РК;  
Кумеков С.Е., д.ф.-м.н., профессор;  
Куралбаев З., д.ф.-м.н., профессор;  
Абдул Хадыр Рахмон, доктор PhD (Пакистан);  
Оспанов К.Н., д.ф.-м.н., профессор;  
Отельбаев М.О., д.ф.-м.н., академик НАН РК;  
Уалиев Г.У. д.ф.-м.н., профессор, академик НАН РК;  
Альжанова М.К. (тех. редактор).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов публикаций не всегда совпадает с мнением редакции.

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов.

Рукописи и дискиеты не возвращаются.

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник ПГУ» обязательна.

**МАЗМҰНЫ**

<b>Абдрахманов Б. Т.</b>	
Информатикада сызықтық бағдарламалау .....	10
<b>Абдрахманов Б. Т.</b>	
Көлік есебін компьютерлік модельдеу.....	14
<b>Кадыр А., Саид Ахмед Хан, Испулов Н. А.</b>	
Бункер геометриясында шектелген орта тәртіпсіздігі арқылы күш беру .....	20
<b>Алинова М. Ш., Байгулова Г. С.</b>	
Жоғары оқу орнындағы техникалық мамандықтағы студенттерге физиканы оқытудың мәселелері .....	28
<b>Аскар А. Р., Павлюк И. И.</b>	
Топ элементтеріндегі орталық эквиваленттің теориясына қарай.....	33
<b>Волошин В. О., Вировец В. В., Гутенко А. Д., Игонин С. И.</b>	
Нейтронды бақылау құралдарындағы фотодетекторлық құрылғылар.....	48
<b>Волошин В. О., Вировец В. В., Гутенко А. Д., Игонин С. И.</b>	
Өртүрлі орталармен шашыраған нейтрондардың қалған энергияларын анықтау .....	51
<b>Гергет О. М., Амиров А. Ж., Сакбасынова Г. А.</b>	
Екі қабат әйел мен балалардың денсаулық жағдайын бағалауда адаптациялық тәсілі.....	55
<b>Гергет О. М., Амиров А. Ж., Сакбасынова Г. А.</b>	
Балалардың денсаулық жағдайын бағалауда интеллектуалды жүйесі.....	64
<b>Даутова А. З., Рахимбаева Б. А., Рахимбаев М. М., Олейник С. А.</b>	
«Материалдар кедергісі» виртуалды зертханалар кешенінің жақын интерфейстің коллаборативті әдістері.....	69
<b>Дроботун Б. Н., Мухамедзянова Н. И., Оралов Е. Ш.</b>	
Алгебралық жүйенің абстрактілік құрылымын және изоморфизма қатынасын пропедевтикалық зерттеу мәселесі.....	74
<b>Ельмуратов С. К.</b>	
Қисық сызықты торлар әдісімен ортотропты қабықшалар мен пластиналарды есептеу .....	84
<b>Жукенов М. К., Совет Е. Б.</b>	
Магнитэлектрлік анизотропты орталар үшін электромагниттік толқындардың таралуын сипаттайтын коэффициенттер матрицалары.....	94
<b>Испулов Н. А., Стасевская А. И.</b>	
Спектрлік сигнал мен анализді зерттеу үшін СМЖ «Mathematica 5» қолдану.....	100

<b>Испулов Н. А., Сейтхаиова А. Қ., Мұғраж М.</b>	
Тригоналды сингонияның 32 және 3 кластары үшін бірінші ретгі дифференциалды теңдеулер мен коэффициенттер матрицасының жүйесін құру .....	110
<b>Казанганова М. С., Казанганова Л. К., Мусабекова Д. С.</b>	
Қазіргі кезеңде дистанциялық тәлім-тәрбиенің тұжырымдамасының дамуы .....	121
<b>Керімбаева Ж. А., Құдайқұлов А. Қ., Жумадилаева А. К.</b>	
Жылу ағыны мен жылу алмасу әсеріндегі екі шеті мықтап бекітілген стерженнің термо-кернеулік күйін зерттеу.....	125
<b>Кудайберген М., Сыздыкова А. Т., Павлюк И. И.</b>	
Шекті топтың түйіндес элементтер кластарының графтарын құрастыру алгоритмі.....	135
<b>Маширапов Н. К., Маширапова Г. Н.</b>	
Тұйық облыста бір параболалық жүйе үшін аралас есепті шешу туралы .....	142
<b>Потапенко А. О., Потапенко О. Г.</b>	
Үстелге қоятын ДК өніміне кететін қуатты тұтыну әсерін зерттеу .....	147
<b>Потапенко А. О., Абильдинова Г. М.</b>	
Қоршаған орта жағдайында мониторингтің автоматтандырылған жүйесінің болуы және оның құрылыуының үлгі концепциясы.....	158
<b>Потапенко О. Г., Потапенко А. О.</b>	
Қоршаған орта мониторинг күйінің автоматтандырылған жүйелердің болуы және оларды құрастырудың қалыпты концепциясы .....	165
<b>Саденов А. Е.</b>	
Дифондар сөздігін пайдалана отырып сөйлеу синтезін ұйымдастыру әдісі .....	170
<b>Сатыбаев А. Т., Сеитов Б. М.</b>	
Оның формасын өзгерту үшін таспен іргетасын орасан күрделі қылып салу басты шиелініскен жағдайының әсерін зерттеу.....	175
<b>Тлеуқенов С. К., Досанов Т. С., Саматова А. Ж., Ертай Е.</b>	
Класстары 422, 4mm, 4/mmm тетрагоналды сингониялы пьезомагниттік орталардағы көлденең беттік толқындардың таралуы туралы .....	181
<b>Троян Д. А., Павлюк И. И.</b>	
Топтар графтарының псевдо төбелері туралы .....	187
<b>Украинец В. Н., Гирнис С. Р., Алигожина Д. А.</b>	
Жүктемнің кезеңдік қозғалуына жер астындағы құбырдың реакциясы .....	192
<b>Пфейфер Н. Э., Шелометцев П. Ю., Чичилко Е. С.</b>	
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің мысалы ретінде университеттегі «антиплагиат» жүйесінің мәселелері мен жетілдіру келешегі .....	200

<del>Аннотация</del>	
<b>Трончек З.</b>	
API ескірген миграциясынан .....	203
<b>Швацкий К. А., Павлюк И. И.</b>	
Web-сайттың семантикалық ядросы туралы.....	215
Біздің авторлар.....	220
Авторлар үшін ереже.....	224

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Кадыр А., Саид Ахмед хан, Испулов Н.А.</b> Передача напряжения через беспорядочные среды, ограниченные в геометрии бункера.....	10
<b>Абдрахманов Б. Т.</b> Линейное программирование в информатике .....	14
<b>Абдрахманов Б. Т.</b> Компьютерное моделирование транспортной задачи .....	20
<b>Алинова, М. Ш., Байгулова Г. С.</b> Вопросы преподавания физики студентам технических специальностей высших учебных заведений.....	28
<b>Аскар А. Р., Павлюк И. И.</b> К теории центральной эквивалентности на элементах групп.....	33
<b>Волошин В. О., Вировец В. В., Гутенко А. Д., Игонин С. И.</b> Фотодетекторные устройства в нейтронных приборах контроля.....	48
<b>Волошин В. О., Вировец В. В., Гутенко А. Д., Игонин С. И.</b> Определение конечной энергии нейтронов рассеянных различными средами.....	51
<b>Герсет О. М., Амиров А. Ж., Сакбасынова Г. А.</b> Адаптационный подход в оценке состояния здоровья беременных женщин и детей .....	55
<b>Герсет О. М., Амиров А. Ж., Сакбасынова Г. А.</b> Интеллектуальная система оценки состояния здоровья детей.....	64
<b>Даутова А. З., Рахимбаева Б. А., Рахимбаев М. М., Олейник С. А.</b> Коллаборативные методы дружественного интерфейса комплекса виртуальных лабораторий «сопротивление материалов».....	69
<b>Дроботун Б. Н., Мухамедзянова Н. И., Оралов Е. Ш.</b> К вопросу пропедевтического изучения отношения изоморфизма и абстрактных свойств алгебраических систем (I).....	74
<b>Ельмуратов С. К.</b> Расчет ортотропных оболочек и пластин методом криволинейных сеток .....	84
<b>Жукенов М. К., Совет Е. Б.</b> Матрицы коэффициентов, характеризующие распространение электромагнитных волн в анизотропных магнитоэлектрических сред .....	94
<b>Испулов Н. А., Стасевская А. И.</b> Применение СКМ «Mathematica 5» для изучения спектрального анализа и сигналов.....	100
<b>Испулов Н. А., Сейтханова А. К., Муграж М.</b> Построение системы дифференциальных уравнений первого порядка и матрицы коэффициентов для классов 32 и 3 тригональной сингонии.....	110
<b>Казанганова М. С., Казанганова Л. К., Мусабекова Д. С.</b> Развитие концепции дистанционного обучения.....	121

<del>Исследование термо-напряженного состояния стержня</del>	
<del>ограниченной длины при наличии теплового потока и теплообмена .....</del>	
<del><b>Керимбаева Ж. А., Кудайкулов А. К., Жумадиллаева А. К.</b></del>	
<b>Исследование термо-напряженного состояния стержня</b>	
<b>ограниченной длины при наличии теплового потока и теплообмена .....</b>	<b>125</b>
<b>Кудайберген М., Сыздыкова А. Т., Павлюк И. И.</b>	
<b>Об одном алгоритме построения графов классов сопряженных</b>	
<b>элементов конечных групп.....</b>	<b>135</b>
<b>Маширапов Н. К., Маширапова Г. Н.</b>	
<b>О решении смешанной задачи для одной параболической системы</b>	
<b>в замкнутой области.....</b>	<b>142</b>
<b>Потапенко А. О., Потапенко О. Г.</b>	
<b>Исследование влияния производительности настольных</b>	
<b>ПК на их энергопотребление.....</b>	<b>147</b>
<b>Потапенко А. О., Абильдинова Г. М.</b>	
<b>Существующие автоматизированные системы мониторинга состояния</b>	
<b>окружающей среды и типовая концепция их построения.....</b>	<b>158</b>
<b>Потапенко О. Г., Потапенко А. О.</b>	
<b>Философский аспект создания автоматизированных систем мониторинга</b>	
<b>состояния окружающей среды.....</b>	<b>165</b>
<b>Садепов А. Е.</b>	
<b>Метод реализации синтеза речи с использованием словаря дифонов.....</b>	<b>170</b>
<b>Сатыбаев А. Т., Сеитов Б. М.</b>	
<b>Исследование влияния начального напряжённого состояния скальных</b>	
<b>оснований грандиозных сооружений на её деформируемость.....</b>	<b>175</b>
<b>Тлеукинов С. К., Досанов Т. С., Саматова А. Ж., Ертай Е.</b>	
<b>О распространении поперечных поверхностных волн в пьезомагнитных</b>	
<b>средах тетрагональной сингонии классов 422, 4mm, 4/mmm .....</b>	<b>181</b>
<b>Троян Д. А., Павлюк И. И.</b>	
<b>О псевдовершинах графов групп.....</b>	<b>187</b>
<b>Украинец В. Н., Гирнис С. Р., Алигожина Д. А.</b>	
<b>Реакция подземного трубопровода на движущуюся</b>	
<b>периодическую нагрузку.....</b>	<b>192</b>
<b>Пфейфер Н. Э., Шеломещев П. Ю., Чичиленко Е. С.</b>	
<b>Проблемы и перспективы развития системы «Антиплагиат» в университете на</b>	
<b>примере Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова.....</b>	<b>200</b>
<b>Трончек З.</b>	
<b>Устаревшие API миграции.....</b>	<b>203</b>
<b>Швацкий К. А., Павлюк И. И.</b>	
<b>О семантическом ядре web-сайта.....</b>	<b>215</b>
<b>Наши авторы.....</b>	<b>220</b>
<b>Правила для авторов .....</b>	<b>224</b>

---

 CONTENT
 

---

<b><i>Abdul Qadir, Saeed Ahmed Khan, N. A. Ispulov</i></b> Stress Transmission through Disordered Media Confined in Silo Geometry .....	10
<b><i>Abdrakhmanov B. T.</i></b> Linear programming in informatics .....	14
<b><i>Abdrakhmanov B. T.</i></b> Computer modeling of transport task .....	20
<b><i>M. Sh. Alinova, G. S. Baigulova</i></b> Questions of teaching of physics to students of technical specialities of higher educational institutions .....	28
<b><i>Askar Assel, I. I. Pavlyuk</i></b> To the theory of central equivalency on the elements of groups.....	33
<b><i>Voloshin V. O., Virovets V. V., Gutenko A. D., Igonin S. I.</i></b> Photosensor equipment in neutron devices of control .....	48
<b><i>Voloshin V. O., Virovets V. V., Gutenko A. D., Igonin S. I.</i></b> Finding final energies of neutrons scattered on different mediums.....	51
<b><i>Gerget O. M., Amirov A. Zh., Sakbasynova G. A.</i></b> Adaptation approach is in estimation of the state of health of expectant mothers and children.....	55
<b><i>Gerget O. M., Amirov A. Zh., Sakbasynova G. A.</i></b> Intellectual system estimations is the states of health of children .....	64
<b><i>Dautova A. Z., Rakhimbayeva B.A., Rakhimbayev M. M., Oleynik S. A.</i></b> Collaborative methods of a friendly interface of the complex of virtual laboratories «Resistance of materials».....	69
<b><i>Drobotun B. N., Mukhamedzhanova N. I., Oralov E. Sh.</i></b> On propaedeutic study of the relations of isomorphism and abstract properties of algebraic systems .....	74
<b><i>Elmuratov S. K.</i></b> Calculation orthotropic shells and plates by curvilinear grids.....	84
<b><i>Zhukenov M. K., Sovet E. B.</i></b> Matrixes of factors characterizing distribution of electromagnetic waves in anisotropic magnetoelectric mediums.....	94
<b><i>Ispulov N. A.</i></b> Application of SCM “Mathematics 5” for study of the spectral analysis and signal.....	100
<b><i>Ispulov N. A., Seythanova A. K., Mugrazh M.</i></b> Creation of system of differential equations of first order and matrix of coefficients for classes 32 and 3 of trigonal singony .....	110
<b><i>Kazangapova M. S., Kazangapova L. K., Musabekova D. S.</i></b> Development of the concept of distance learning at the modern stage.....	121



<b>Kerimbayeva Zh. A., Kudaykulov, A. K., Zhumadillaeva A. K.</b> Study of thermal-stress state of rod with limited length if heat flow and heat exchange.....	125
<b>Kudaibergen M., Syzdykova A. T., Pavlyuk I. I.</b> On an algorithm of graphs construction the classes of conjugate elements of a finite group.....	135
<b>Mashrapov N. K. , Mashrapova G. N.</b> On solutions of mixed problem for a parabolic system in a closed domain.....	142
<b>Potapenko A. O., Potapenko O. G.</b> Study of the influence of desktop PCs productivity on their power consumption.....	147
<b>Potapenko A. O., Abildinova G. M.</b> Current automated systems of environmental conditions monitoring and typical concept of their building.....	158
<b>Potapenko O. G., Potapenko A. O.</b> Philosophical aspect of creation of the automated systems for environmental conditions monitoring.....	165
<b>Sadenov A. E.</b> Implementation method of speech synthesis using diphone's dictionary.....	170
<b>Satibaev A. T., Seitov B. M.</b> To the question of influence of the initial testion of the rocky bases of grand buldings on their deformability.....	175
<b>Tleukenov S. K., Dosanov T. S., Samatova A. ZH., Ertai E.</b> On the shear surface waves in piezomagnetic medium of tetragonal syngony classes 422, 4mm, 4/mmm.....	181
<b>Troyan D. A., Pavlyuk I. I.</b> On pseudo tops of group graphs.....	187
<b>Ukrainets V. N., Girnys S. R., Aligozhina D. A.</b> The response of an un derground pipeline on the running periodic load.....	192
<b>Pfeifer N. E., Chichilenko E. S. , Shelomentsev P. Y.</b> Problems and prospects of the development of "Anti-plagiarism" system at university on the example of Pavlodar State University named after S.Toraighyrov.....	200
<b>Tronhuk Zh.</b> Migration from deprecated api.....	203
<b>Shvatsky, Pavlyuk In. I.</b> About a semantic core of a web-site.....	215
Our authors.....	220
Rules for authors.....	224

УДК 004.94

**Б. Т. Абдрахманов**

## **ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ В ИНФОРМАТИКЕ**

*В данной статье рассматривается компьютерное решение задач линейного программирования с помощью пакета MS EXCEL.*

Линейное программирование является важным и весьма интересным разделом курса высшей математики. Оно является в основном фундаментом для исследовательской работы студентов – экономистов, ученых экономических и математических наук. Студенты первого курса изучают информатику, как предмет, входящий в обязательный компонент стандарта Республики Казахстан. Информатика помимо базовых понятий изучает программу MS OFFICE, которая затрагивает многие прикладные вопросы. В частности, одним из специальных средств, расширяющих возможности программы EXCEL являются надстройки. Необходимая нам надстройка Поиск решения используется для решения задач оптимизации. Ячейки, для которых подбираются оптимальные значения и задаются ограничения, выбираются в диалоговом окне Поиск решения, которое открывают при помощи команды Сервис→Поиск решения. С примерами решения некоторых задач с использованием надстройки Поиск решения мы уже знакомы (см [6]). Приведем примеры для дальнейшего анализа.

Пример 1. Решим задачу линейного программирования.

$$f(x) = -7x_1 - 7x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 8x_2 + x_3 = 24, \\ 24x_1 + 6x_2 + x_4 = 96, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4. \end{cases}$$

Эта задача была решена симплексным методом в MS EXCEL (см [6]). Теперь представим, что идет лабораторная работа на первом курсе по дисциплине информатика, и решим её как обычную задачу оптимизации с использованием надстройки Поиск решения.

1. Поскольку ищем четыре переменные, то решения будут в ячейках A1, A2, A3, A4;

2. В ячейке B3 введём целевую функцию:  $=-7*A1-7*A2$  (в ячейке значение будет равно нулю);

3. В B1, B2 вводим левые части ограничений:  $=3*A1+8*A2+A3$ ;  $=24*A1+6*A2+A4$  (в ячейках их значения будут равны нулю);

~~анализируйте содержание задания и выполните задание, используя полученные знания~~

4. В правке Сервис находим поиск решения и выполняем команду: Сервис→ поиск решения;

5. Установить целевую функцию В3 равной минимальному значению, изменяя ячейки А1:А4 и нажать кнопку добавить. Заходим в добавление ограничения;

6. Ссылка на ячейку  $A1 \geq 0$  и нажать кнопку добавить;

7. Ссылка на ячейку  $A2 \geq 0$  и нажать кнопку добавить;

8. Ссылка на ячейку  $A3 \geq 0$  и нажать кнопку добавить;

9. Ссылка на ячейку  $A4 \geq 0$  и нажать кнопку добавить;

10. Ссылка на ячейку  $B1=24$  и нажать кнопку добавить;

11. Ссылка на ячейку  $B2=96$  и нажать кнопку добавить;

12. Закроем добавление ограничения нажатием на крестик и снова заходим в поиск решения;

13. Нажимаем кнопку выполнить, и заходим в результаты поиска решений;

14. Точка стоит в пункте: Сохранить найденное решение. Нажимаем кнопку ОК.

Итоговая таблица будет выглядеть следующим образом:

	A	B
1	3,586207	24
2	1,655172	96
3	0	-36,6897
4	0	

В материалах Торайгыровских чтений (см [6]) аналитически решенная задача смоделирована в MS EXCEL и MATHCAD. Она предназначена для студентов, ознакомленных с теоретическим курсом линейного программирования. В данном случае достаточно знать надстройку Поиск решения. Теперь таким же способом решим задачу целочисленного программирования.

**Пример 2.** Найти полностью целочисленное решение

$$f(x) = 6x_1 - 3x_2 - 3x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_3 \leq 7 \\ 4x_1 - 3x_3 \leq 15 \\ 2x_1 + x_2 - 3x_3 = 5 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

1. Поскольку ищем три переменные то решения будут в ячейках А1, А2, А3;

2. В ячейке В4 введём целевую функцию:  $=6*A1-3*A2-3*A3$  (В ячейке значение будет равно нулю);

3. В ячейках В1, В2, В3 вводим левые части ограничений:  $=3*A1-2*A3$ ,  $=4*A1-3*A3$ ,  $=2*A1+A2-3*A3$  (В ячейках их значения будут равны нулю);

4. В правке Сервис находим поиск решения и выполняем команду: Сервис → поиск решения

5. Установить целевую функцию В4 равной максимальному значению, изменяя ячейки А1:А3 и нажать кнопку добавить. Заходим в добавление ограничения;

6. Ссылка на ячейку А1 $\geq$ 0 и нажать кнопку добавить;

7. Ссылка на ячейку А2 $\geq$ 0 и нажать кнопку добавить;

8. Ссылка на ячейку А3 $\geq$ 0 и нажать кнопку добавить;

9. Ссылка на ячейку А1цел целое и нажать кнопку добавить;

10. Ссылка на ячейку А2цел целое и нажать кнопку добавить;

11. Ссылка на ячейку А3цел целое и нажать кнопку добавить;

12. Ссылка на ячейку В1 $\leq$ 7 и нажать кнопку добавить;

13. Ссылка на ячейку В2 $\leq$ 15 и нажать кнопку добавить;

14. Ссылка на ячейку В3=5 и нажать кнопку добавить;

15. Закроем добавление ограничения нажатием на крестик и снова заходим в поиск решения;

16. Нажимаем кнопку выполнить, и заходим в результаты поиска решений;

17. Точка стоит в пункте: Сохранить найденное решение. Нажимаем кнопку ОК.

	А	В
1	3	7
2	2	9
3	1	5
4		9

F max = 9

Метод решения точно такой же, как и в предыдущей задаче. Только добавляются ограничения, что переменные А1, А2, А3 – целые числа. Таким образом, весьма просто решаются очень серьёзные математические задачи, используемые в экономике. Студент первого курса заведомо может не знать даже вводной теории линейного программирования. Но при этом, используя надстройку Поиск решения может создать компьютерную модель экономической задачи. В дальнейшем, если деятельность обучаемого будет в какой-то мере связана с экономикой, то полученные первоначальные навыки из курса информатики могут оказать неоценимую услугу. Линейное программирование, кроме гуманитарной сферы почти везде имеет широкое применение. Отсюда очевидна необходимость изучения на практических занятиях по информатике встроённых возможностей программы MS EXCEL.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 **Сапарбаев А. Д., Макулова, А. Т.** Экономико-математические методы и модели. Учебник. – Алматы : Бастау, 2007. – 228 с.
- 2 **Ашманов, С. А.** Линейное программирование. – М. : Наука, 1981.
- 3 Информатика. Базовый курс. 2-е издание / Под. ред. Симоновича. – СПб. : Питер, 2005. – 640 с. : ил.
- 4 **Акулич, И. Л.** Математическое программирование в примерах и задачах. – М. : Высш.шк., 1986. – 319 с.
- 5 **Карасев, А. И., Аксютин З. М., Савельева, Т. И.** Курс высшей математики для экономических вузов. Ч.II. Теория вероятностей и математическая статистика. Линейное программирование: Учеб. пособие для студентов вузов. – М. : Высш. школа, 1982. – 320 с., ил.
- 6 «V Торайғыров окулары» атты халықаралық ғылыми–теориялық конференция материалдары – Павлодар : С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2012. – 360 б.

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайғырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 29.11.12.

*Абдрахманов Б. Т.*

**Информатикада сызықтық бағдарламалау**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 29.12.12 редакцияға түсті.

*Abdrakhmanov B. T.*

**Linear programming in informatics**

S. Toraiyrov Pavlodar state university, Pavlodar.  
Material received on 29.12.12.

*Бұл мақалада автор сызықтық бағдарламалаудың информатика курсындағы оқыту әдістемесін көрсетеді. Есенлер MS EXCEL пакетінің көмегімен шешіледі.*

*In this article the author shows strategy of study of linear programming in the course of informatics. The tasks are solved by means of MS EXCEL program.*

УДК 004.94

**Б. Т. Абдрахманов**

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ**

*В этой статье автор указывает методику обучения линейного программирования на курсах информатики. Примеры решаются с помощью пакета MS EXCEL.*

В курсе экономико-математического моделирования особое место занимает транспортная задача. Она относится к линейному программированию, которая является важным разделом математического программирования. Её решение в основном осуществляется с применением возможностей MS EXCEL и программного средства математических расчетов MATHCAD. Пример. Научно-производственная фирма (НПФ), состоящая из трех отделов обслуживает четыре частных предприятия. Продукт НПФ доставляется в предприятия из всех трех отделов. Как нужно спланировать перевозки так, чтобы их общая стоимость была минимальной?

Решение. Проведём полный математико-экономический анализ. Зададим исходные данные. Ежедневно из первого отдела вывозится 12 комплектов продукта, из второго 16 комплектов, с третьего 17 комплектов. В первое предприятие завозится 12 комплектов, во второе 9 комплектов, в третье 10 комплектов, в четвертое 14 комплектов. Стоимость перевозки одного комплекта продукта ( в у. е.) с отделов в предприятия даётся в таблице:

Таблица 1

Отдел НПФ	Предприятия			
	первое	второе	третье	четвертое
Первый	9	10	9	8
второй	10	7	12	13
третий	9	8	10	9

Введем соответствующие проектные параметры.  
 $x_1, x_2, x_3, x_4$  – количество комплектов, который нужно доставить с первого отдела НПФ соответственно в первый, второй, третий, четвертый предприятия.  $x_5, x_6, x_7, x_8$  – количество комплектов, который нужно доставить со второго отдела НПФ соответственно в первый, второй, третий,

четвертый предприятия.  $x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$  – количество комплектов, который нужно доставить с третьего отдела в первый, второй, третий, четвертый предприятия. Первые три уравнения этой системы показывают количество комплектов продуктов, которые необходимо вывести с первого, второго и третьего отделов НПФ, а три последних – сколько нужно завести в каждое предприятие.

$$\begin{aligned}x_1 + x_2 + x_3 + x_4 &= 12 \\x_5 + x_6 + x_7 + x_8 &= 16 \\x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} &= 17 \\x_1 + x_5 + x_9 &= 12 \\x_2 + x_6 + x_{10} &= 9 \\x_3 + x_7 + x_{11} &= 10 \\x_4 + x_8 + x_{12} &= 14\end{aligned}\tag{1}$$

К данной системе уравнений нужно добавить систему неравенств  $x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, 12$  (2), которая означает, что продукт с предприятий на отделы фирмы не вывозится.

Общая стоимость перевозок с учетом приведенных в таблице расценок выразится следующей формулой:

$$F = 9x_1 + 10x_2 + 9x_3 + 8x_4 + 10x_5 + 7x_6 + 12x_7 + 13x_8 + 9x_9 + 8x_{10} + 10x_{11} + 9x_{12} \cdot (3)\tag{3}$$

Таким образом, мы пришли к типичной задаче линейного программирования: найти оптимальные значения проектных параметров  $x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, 12$  (2), удовлетворяющих условиям (1) и (2) и минимизирующих общую стоимость перевозок (3). Из анализа системы уравнений (1) следует, что только первые шесть уравнений являются независимыми, а последнее можно получить из них. Поэтому имеем следующую систему:

$$\begin{aligned}x_1 + x_2 + x_3 + x_4 &= 12 \\x_5 + x_6 + x_7 + x_8 &= 16 \\x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} &= 17 \\x_1 + x_5 + x_9 &= 12 \\x_2 + x_6 + x_{10} &= 9 \\x_3 + x_7 + x_{11} &= 10\end{aligned}\tag{4}$$

Решим задачу в MS EXCEL.

1. Поскольку ищем переменные  $x_1, x_2, \dots, x_{12}$ , то решения будут в диапазоне A1:D3;

2. В ячейке A7 введём целевую функцию: = СУММПРОИЗВ (A1:D3; A4:D6) (в ячейке значение будет равно нулю);

3. Заполняем стоимость перевозки одного комплекта в A4:D6;

4. В E1, E2, E3 вводим левые части ограничений:  $=A1+B1+C1+D1$ ;  
 $=A2+B2+C2+D2$ ;  $=A3+B3+C3+D3$  (в ячейках их значения будут равны нулю);
5. В F1, F2, F3 вводим левые части ограничений:  $=A1+A2+A3$ ;  
 $=B1+B2+B3$ ;  $=C1+C2+C3$  (в ячейках их значения будут равны нулю);

Таблица 2 – первоначальная таблица.

	A	B	C	D	E	F
1					0	0
2					0	0
3					0	0
4	9	10	9	8		
5	10	7	12	13		
6	9	8	10	9		
7	0					

6. В правке Сервис находим поиск решения и выполняем команду:  
 Сервис→ поиск решения

6. В правке Сервис находим поиск решения и выполняем команду:  
 Сервис→поиск решения;

7. Установить целевую функцию A7 равной минимальному значению, изменяя ячейки A1:D3 и нажать кнопку добавить. Заходим в добавление ограничения;

8. Ссылка на ячейку A1  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
9. Ссылка на ячейку A2  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
10. Ссылка на ячейку A3  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
11. Ссылка на ячейку B1  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
12. Ссылка на ячейку B2  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
13. Ссылка на ячейку B3  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
14. Ссылка на ячейку C1  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
15. Ссылка на ячейку C2  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
16. Ссылка на ячейку C3  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
17. Ссылка на ячейку D1  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
18. Ссылка на ячейку D2  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
19. Ссылка на ячейку D3  $\geq 0$  и нажать кнопку добавить;
20. Ссылка на ячейку E1=12 и нажать кнопку добавить;
21. Ссылка на ячейку E2=16 и нажать кнопку добавить;
22. Ссылка на ячейку E3=17 и нажать кнопку добавить;
23. Ссылка на ячейку F1=12 и нажать кнопку добавить;
24. Ссылка на ячейку F2=9 и нажать кнопку добавить;
25. Ссылка на ячейку F3=10 и нажать кнопку добавить;

26. Закроем добавление ограничения нажатием на крестик и снова заходим в поиск решения;



27. Нажимаем кнопку выполнить и заходим в результаты поиска решений;  
 28. Точка стоит в пункте: Сохранить найденное решение. Нажимаем кнопку ОК.

Таблица 3 – итоговая таблица.

	A	B	C	D	E	F
1	0	0	3,252137	8,747863	12	12
2	7	9	0	0	16	9
3	5	0	6,747863	5,252137	17	10
4	9	10	9	8		
5	10	7	12	13		
6	9	8	10	9		
7	392					

Диапазон A1:D3 заполнился. Минимальное значение целевой функции равно 392. В программе EXCEL очень просто можно построить диаграмму для этой таблицы.

### Теперь решим задачу в пакете MATHCAD.

ORIGIN: =1

$$F(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}) = 9x_1 + 10x_2 + 9x_3 + 8x_4 + 10x_5 + 7x_6 + 12x_7 + 13x_8 + 9x_9 + 8x_{10} + 10x_{11} + 9x_{12}$$

$$x_1 := 1 \quad x_2 := 1 \quad x_3 := 1 \quad x_4 := 1 \quad x_5 := 1$$

$$x_6 := 1 \quad x_7 := 1 \quad x_8 := 1 \quad x_9 := 1 \quad x_{10} := 1 \quad \text{Произвольные начальные значения}$$

$$x_{11} := 1 \quad x_{12} := 1$$

Given

Блок решения Given

$$x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0 \quad x_3 \geq 0 \quad x_4 \geq 0 \quad x_5 \geq 0 \quad x_6 \geq 0 \quad x_7 \geq 0$$

$$x_8 \geq 0 \quad x_9 \geq 0 \quad x_{10} \geq 0 \quad x_{11} \geq 0 \quad x_{12} \geq 0$$

Ограничивающие

условия

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 12$$

$$x_5 + x_6 + x_7 + x_8 = 16$$

$$x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} = 17$$

$$x_1 + x_5 + x_9 = 12$$

$$x_2 + x_6 + x_{10} = 9$$

$$x_3 + x_7 + x_{11} = 10$$

$$x_4 + x_8 + x_{12} = 14$$

$$R := \text{Minimize} (F, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12})$$

	1	
1	0	
2	0	
3	10	
4	2	
5	7	
R =	6	9
	7	0
	8	0
	9	5
	10	0
	11	0
	12	12

$$F_{\min} = 9 \cdot 0 + 10 \cdot 0 + 9 \cdot 10 + 8 \cdot 2 + 10 \cdot 7 + 7 \cdot 9 + 12 \cdot 0 + 13 \cdot 0 + 9 \cdot 5 + 8 \cdot 0 + 10 \cdot 0 + 9 \cdot 12$$

$$F_{\min} = 392$$

Итак, минимальное значение функции в MATHCAD тоже равно 392.

Проведём короткое пояснение по сравнению решений задачи с помощью MS EXCEL и MATHCAD в виде таблиц.

0	0	3,252137	8,747863	12
7	9	0	0	
5	0	6,747863	5,252137	12
		10	14	

Эти вычисления сумм по строкам и столбцам были сделаны в WORD, с данными, взятыми из таблицы в EXCEL.

0	0	10	2	12
7	9	0	0	
5	0	0	12	12
		10	14	

Эти вычисления сумм по строкам и столбцам были сделаны в WORD, с данными, взятыми из таблицы в MATHCAD.

0	0	3	9	12
7	9	0	0	
5	0	7	5	12
		10	14	

В последней таблице вычисления сумм по строкам и столбцам были сделаны в WORD, с данными, взятыми из таблицы в EXCEL. Только ставили ограничение о целостности диапазона A1:D3.

Транспортная задача решается аналогично как и любая другая простая задача линейного программирования (см [7]).

При работе с программой MS EXCEL идёт более творческий подход, так как вычислительный процесс с ячейками довольно трудоёмкий. В MATHCAD важно правильно ввести данные, произвольные начальные значения, ограничивающие условия. При обработке транспортной задачи MS EXCEL и MATHCAD удобны и просты, поэтому незаменимы. Не нужны языки программирования, и даже такая программа как MATLAB. MATLAB можно эффективно использовать при имитационном моделировании сложных систем. Компьютерные решения других транспортных задач есть в Интернете. Просто в данной статье помимо компьютерного решения есть математико-экономический анализ для глубокого осмысливания транспортных задач. Он также входит в математическое моделирование транспортной задачи. На основе чего создаются все компьютерные модели.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Сапарбаев, А. Д., Макулова, А. Т.** Экономико-математические методы и модели. Учебник. – Алматы : Бастау, 2007. – 228 с.
- 2 **Ашманов, С. А.** Линейное программирование. – М. : Наука, 1981.
- 3 Информатика. Базовый курс. 2-е издание / Под. ред. Симоновича. – СПб.: Питер, 2005. – 640 с. : ил.
- 4 **Акулич, И. Л.** Математическое программирование в примерах и задачах. – М. : Высш.шк., 1986. – 319 с.
- 5 **Карасев, А. И., Аксюткина, З. М., Савельева, Т. И.** Курс высшей математики для экономических вузов. Ч.II. Теория вероятностей и математическая статистика. Линейное программирование: Учеб. пособие для студентов вузов. – М. : Высш. школа, 1982. – 320 с., ил.
- 6 **Данко П.Е.** Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2 ч. Ч. 1 : Учеб. пособие для вузов / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова, С. П. Данко – 6-е изд. – М. : ООО «Издательство Оникс» : ООО «Издательство Мир и образование», 2006. – 304 с. : ил.
- 7 «V Торайғыров окулары» атты халықаралық ғылыми–теориялық конференция материалдары. – Павлодар : С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2012. – 360 б.

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 22.11.12.

*Б. Т. Абдрахманов*

**Көлік есебін компьютерлік модельдеу**

С. Торайгыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 22.11.12 редакцияға түсті.

*B. T. Abdrakhmanov*

**Computer modeling of transport task**

S. Toraygirov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 22.11.12.

*Бұл мақалада автор көлік есебін ақпараттық технологиялардың MS EXCEL және MATHCAD қолданбалы программаларымен шешеді.*

*In this article the author solves transport task by applied programs of information technologies MS EXCEL and MATHCAD.*

UDC 53. 083.7

**Abdul Qadir\*, Saeed Ahmed Khan\*, N. A. Ispulov\*\***

**STRESS TRANSMISSION THROUGH DISORDERED MEDIA CONFINED IN SILO GEOMETRY**

*Granular materials are found everywhere around us. A fundamental understanding of the behaviour of these materials is bound to have profound economic benefits. To understand the macroscopic behaviour of granular media and its relationship with the microscopic properties are major objectives of granular mechanics. However, presently macroscopic equations are empiric because of the complexities at the microscopic level. Granular media exhibit properties that are different from those of solids, liquids and gas and much of their behavior has not been fully understood. In this paper a brief survey of Physics of confined granular media has been presented. This is accomplished by reviewing the experimental and theoretical work done to determine the properties of static granular media and concerning theories presented to explain the properties.*

## 1. INTRODUCTION:

A system composed of many macroscopic grains having diameter larger than one micron is known as granular matter. For instance, sand, wheat, seed, rice, concrete, drug compound, coal, lava flows. These seemingly simple materials display quite complex behavior much of which has not yet been satisfactorily explained. For instance, in segregation phenomenon (segregation particles with material properties separate into different regions) it is shown that increase in entropy does not play an important role here. While thermodynamics predict that jostling would lead to mixing [1]. Another example of counterintuitive behavior exhibited by granular media is in case of silo and sand pile problem. In case of silo the bottom pressure does not increase indefinitely with the increase in height of packing but saturates after certain height [2]. Similarly in sand pile the maximum weight is not found at the centre of pile rather it is distributed in cone shape.

The importance of research in granular materials lies in the fact that they are second most manipulated materials after water, if measured in tons, and have enormous industrial and geophysical applications. So any improvement in body of knowledge would obviously lead to many economic benefits. Due to the numerous engineering applications involving granular matter, research in this field has been continually performed by engineers [3]. However, the subject has found renewed interest in the physics community (as well as other communities) in the past two decades [4]. Two main subfields have been developed that of granular gases and statics or quasi-static dense granular media.

The behavior of dense granular matter, which is dominated by prolonged inter-particle contacts, has proven more difficult for modeling. Quasi-static properties of granular materials are commonly modeled by using elasto-plastic models [5].

### 1. Macroscopic properties of static granular media

Much of early interest to investigate the static properties of granular media was sparked by the sandpile model of self-organized criticality [5], which describes the avalanching process. Below we will discuss the static properties of cohesion less grains. For example, we would like to be able to describe how forces or stresses are distributed in these systems. As a matter of fact, this is not a simple issue as, for instance, two apparently identical sandpiles but prepared in different ways can show rather contrasted bottom pressure profiles.

#### 1.1.1. Sand pile

When grains are poured on the surface of sandpile the slope increases until it attains some threshold value. After that the additional grains are roll down by inclined surface, reducing the slope to the angle of repose. Thus angle of repose can be interpreted as it is an angle between the surface of pile and the horizontal surface. It depends on many factors such as density, surface area and shapes of the particles, and the coefficient of friction of the material. The angle of repose is

a macroscopic parameter. When sand is stacked on the top of sand heap two phenomena are observed. An exceptional property is the observation, that a pressure dip is found at the centre or apex of sand pile. This has generated great controversy, because otherwise the traditional description would predict maximum pressure at the apex. The phenomena depend strongly on the construction procedure. It is reported by vanel et al [6] that if a sand pile prepared from a point source then pressure dip is observed, while the one constructed by constant raining results to close to common observation a pressure maximum.

### 1.1.2. The silo

The silo is a storage device. The principle of a typical experiment set up used for investigation of granular material confined in a silo is depicted in figure 1. Consider a column filled with a certain mass of grains  $M_{fill}$ . If one measures the weight felt by the bottom plate of this silo, then a naive guess would be the pressure would increase with the height of filling. On the contrary the careful experiments have revealed that this weight at the bottom of silo is only a fraction of total filled

mass known as apparent mass  $M_{app}$  [6,7]. In other words, the confining walls of the silo support a substantial part of the total mass of the grains.

Janssen presented a theory regarding the stress distribution in a silo [2]. It was assumed in the theory that (a) The horizontal stresses in the granular medium are proportional the vertical stresses,  $\sigma_x = K \sigma_z$  where  $K$  is redirection parameter. (b) Another simplification was made concerning friction. It was assumed that friction between the walls of silo and grains have reached at the maximum and are in yield criterion. (c) The density of material is also considered constant over all depths.

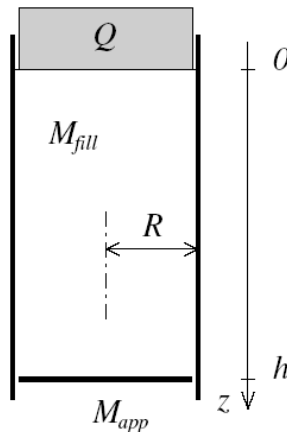


Figure 1 The sketch of a typical experimental set up of silo [8]

The mass measured at the bottom of cylinder is less than the filling mass called effective mass given by the equation

$$M_e = M_s (1 - e^{-M_f/M_s}) \quad (1)$$

Where saturation mass is given by,

$$M_s = \rho \pi (D/2)^3 / 2\mu K \quad (2)$$

Here  $\rho$  represents the density of the material,  $D$  is the diameter of cylinder,  $\mu$  is the coefficient of friction between the grains and the confining wall and  $\lambda$  is a central parameter in the theory known as characteristic length.

Ovarlez et al. [9] performed the same experiment with overload and no load conditions. The un-overloaded ( $Q = 0$ ) data of Ovarlez et al. [9] are very well fitted by a relation like Eq. (1). Of course, the quality of such a comparison is crucially dependent on the experimental control of the packing density and the preparation procedure (which both govern the redistribution effect, i.e. the value of  $K$ ), as well

as the mobilization of the friction at the wall (i.e. the value of  $\mu_w$ ). In contrast, the presence of a finite overload  $Q$  is badly reproduced by the model. In particular,

it predicts that  $M_{app}$  becomes independent of depth if this overload is precisely

chosen such that  $Q = M_{sat}$ . This is not what is measured experimentally where an ‘overshoot’ is observed [7]. Finally, it must be noted that no real ‘granular features’ are included in this approach. It is rather a model of screening effect. As a matter of fact, an elastic material confined into a rough rigid column would also show a saturation curve due to the Poisson effect which couples vertical and horizontal normal stresses. One can in particular compute the large-scale effective Janssen coefficient  $K$  in the framework of the linear isotropic elasticity. One gets

$$K = \nu \text{ and } K = \frac{\nu}{(1 - \nu)}$$

in two and three dimensions respectively ( $\nu$  is as usual the Poisson ratio).

## 2. Microscopic Properties of Static Granular Media

The stresses inside a tall silo are transmitted via force chains. This network of force chains is highly heterogeneous and anisotropic. The force chains are intense particularly along which the stresses are propagated [10]. It has been investigated by a robust experiment where a piece of carbon paper was placed at the bottom of pile. The size of mark left by each grains on the carbon paper was measured [10],

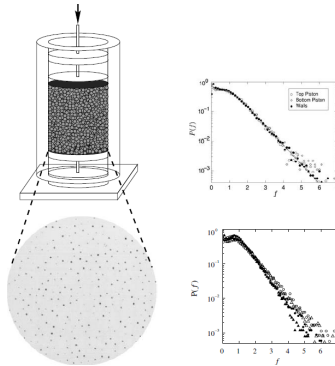


Figure 2 – shows the experimental set-up of the carbon paper.

Right: force distribution function  $P(f)$  [8].

The experimental data can be well fitted in functional form of  $P(f)$  as

$$P(f) \propto f^{-\alpha}, \text{ for } f < \bar{f}, \tag{3}$$

$$P(f) \propto e^{-\beta f/\bar{f}}, \text{ for } f > \bar{f} \tag{4}$$

Where  $\bar{f}$  is mean value of contact force and  $\alpha$  stays very close to zero. It is also found to positive and negative in experiments and simulation respectively, whereas the coefficient beta varies between one and two.

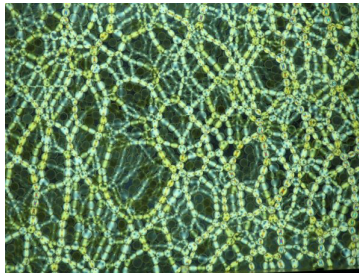


Figure 3 – shows how forces are propagated in granular materials [19].

Such behavior has been explained by a model known as the q-model. It predicts the propagation of stresses is distributed unevenly and randomly to the beads lying immediate below. This model is in good agreement with the



experimental observed exponential distribution of large force chains [11]. The q model has some discrepancies, firstly being a scalar in nature only one component of stress has been taken care of. P. G. de Gennes solved this problem by introducing vectorial model, resulting in better prediction for force transmission. [20]. Secondly q model do not predict the minimum of pressure at the centre of sand pile as observed in experiments. Similarly Janssen law is not reproduced here. (4) it appears that diffusive nature of the model is the main cause for these

discrepancies. the saturation depth  $D_s$  where the stress distribution becomes independent of depth scales with the silo width  $R$  as  $D_s \propto R^2$ , at odds with the Janssen observation that predicts  $D_s \propto A \propto R$ .

Therefore, Bouchaud et al. [12] put forwarded a more refined version of Janssen law. By introducing the assumption on the proportionality between horizontal and vertical stresses:

$$\sigma_{xx} = K \sigma_{zz} \quad (5)$$

$$\sigma_{yy} = K \sigma_{zz} \quad (6)$$

$$\sigma_{xy} = 0 \quad (7)$$

which lead to the linear equation:

$$\frac{\partial^2 \sigma_{zz}}{\partial z^2} - k \left( \frac{\partial^2 \sigma_{zz}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \sigma_{zz}}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (8)$$

The above equations being hyperbolic for vertical stresses differ from the elliptical equations for elastic medium [13]. From the q-model equation that is parabolic: it is equivalent to the equation for the wave propagation with  $Z$  as the "time" variable and  $K$  as the inverse of the propagation velocity. Using this model the minimum pressure measured experimentally at the bottom of sand pile has been reproduced [14]. In this connection another model introduced by Hemmingsson [15] also reproduces the minimum pressure at centre of heap and the correct Janssen model with the linear scaling.

### Orientation of contacts

Another important microscopic quantity is the statistical orientation of the contacts. Getting insight into the how the contacts are oriented is a tedious job, because they are greatly influenced by gravity and external applied stress. In such cases a vivid anisotropy in contact orientation is observed. In two dimensional simulations carried out by Radjai et al [16] they created a layer of grains by allowing the grains to fall uniformly. In such configuration a compact packing has been achieved. It implies that contacts along the diagonal are more numerous

than along horizontal and vertical ones. This is also attained in experiments [17, 18]. It is illustrated that large force are orientated along the main external stress while the smaller ones are distributed in more isotropic manner.

Another important finding was that although the large forces were less than 40%, however all the external stress was supported by them. The significant difference between the force probability distribution  $P(f)$  and the angular histogram of contact orientation  $Q(\theta)$  is that the latter is very sensitive to the preparation of system. The contact orientation function is also called the “texture” and it provides the good representation of internal structure of the system.

### 3. Conclusion

In this paper only the distinctive properties of disordered media have been focused on. It is shown that the Physics of these media is still in infancy. However the Physics of granular materials include a wide variety of phenomenon having broad applications, ranging from powder to celestial objects. Consequently the experimental methods employed in this field are also diverse, ranging from carbon paper to positron emission tomography. Many of ideas devolved for these systems can be applied to various metastable systems where energy  $KT$  is unimportant, such as foams and superconducting vortex. It is expected that recent interest in research on granular media will lead to unravel new theories and experimental methods that would be helpful in technological processes but also augmenting knowledge regarding macroscopic and microscopic features of granular physics.

## LIST OF REFERENCES

- 1 **Duran, J., Sand, Powder, and Grains.** (Springer, New York, 2000).
- 2 **Janssen, H. A. Vereins, Z. Deutsch Ing.,** 39(35), 1045 (1895).
- 3 **Kadanoff, L. P.** “Built upon sand: Theoretical ideas inspired by granular flows”, *Rev. Mod. Phys.* 71, 435 (1999).
- 4 **Nedderman, R. M.** “Statics and Kinematics of Granular Materials” (Cambridge University Press, 1992).
- 5 **Bak, P., Tang, C. and Wiesenfeld, K.** “Self-Organized Criticality: An Explanation of  $1/f$  Noise” *Phys. Rev. Lett.*, 59, 381 (1987).
- 6 **Vanel, L. and Clement, E.** “Pressure Screening and fluctuations at the bottom of a granular column”, *Eur. Phys. J. B* 11, 525-533 (1999).
- 7 **Vanel, L., Claudin, Ph., Bouchaud, J.-Ph., Cates, M. E., Clement E., and Wittmer, J. P.** “Stresses in Silos: Comparison between Theoretical Models and New Experiments”, *Phys. Rev. Lett.* 84, 1439 (2000).
- 8 **Anita Mehta.** P 247-248 (2007) “Granular Physics”, Cambridge University press, Cambridge.
- 9 **Ovarlez, G., Fond, C., and Clément, E.** 2003. “Overshoot effect in the Janssen granular column: a crucial test for granular mechanics”. *Phys. Rev. E* 67 060302(R).

- 10 Liu, C., Jaeger, H. M. and Nagel, S. R. "Finite Size Effects in a Sandpile" *Phys. Rev. E*, 43, 7091 (1991).
- 11 Radjai, F., Roux, S., and Moreau, J. J. 1999. "Contact forces in a granular packing". *Chaos* 9 544.
- 12 Bouchaud et al., J.-P., *C. R. Physique* 3 (2002) 141–151
- 13 Landau L. and Lifschitz, E. M. "Theory of elasticity". MIR, Moscow, 1967.
- 14 Šmid, J. and Novosad, J. "Pressure distribution under heaped bulk solids". *I. Chem. E. Symposium Series*, 63:D3/V/1-12, 1981.
- 15 Hemmingsson, J. "A sandpile model with dip". *Physica A*, 230:329-335, 1995.
- 16 Radjai, F., Wolf, D., Jean, M., and Moreau, J. J. 1998. "Bimodal character of stress transmission in granular packings". *Phys. Rev. Lett.* 80 225.
- 17 Calvetti, F., Combe, G., and Lanier, J. 1997. "Experimental micromechanical analysis of a 2D granular material: relation between structure evolution and loading path". *Mech. Coh. Frict. Materials* 2 121.
- 18 Mueth, D. M., Jaeger, H. M., and Nagel, S. R. 1998. "Force distribution in a granular medium". *Phys. Rev. E* 57 3164–3169.
- 19 Robert Paul Behringer, Behringer's Nonlinear Flow Group Page, <<http://www.phy.duke.edu/research/lfb/lfbgroup.html>>, accessed 12 May 2012.
- 20 de Gennes, P. G. "Introduction a la physique des poudres, Course au Collège de France". 1995.

\*Department of Electrical Engineering, Sukkur Institute of Business Administration, Pakistan;

\*\*S. Toraygirov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 15.12.12.

*Абдул Кадыр\*, Саид Ахмед Хан\*, Н. А. Испулов\*\**

**Бункер геометриясында шектелген орта тәртіпсіздігі арқылы күш беру**  
Әкімшілік бизнес институты, Электрэнергетика кафедрасы,  
Пакистан, Сургут қ.

\*\*С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 15.12.12 редакцияға түсті.

*Абдул Кадыр\*, Саид Ахмед Хан\*, Н. А. Испулов\*\**

**Передача напряжения через беспорядочные среды, ограниченные в геометрии бункера**

\*Институт бизнес администрирования, г. Сургут, Пакистан;

\*\*Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 15.12.12.

Біздің айналымызда сусымалы заттарды көруге болады. Бұл материалдар қылығының фундаменталды түсінігінің экономикалық пайдасы бар. Ұсақталған ортаның макроскопиялық мінезін және оның микроскопиялық қасиеттерімен байланысын түсіну үшін сусымалы орта механикасының мақсатын білу қажет. Бірақ та, қазіргі уақытта макроскопиялық теңдеулер микроскопиялық деңгейдегі қиындықтардың әсерінен эмпирикалық болып келеді. Сусымалы заттар газ, сұйық және қатты заттарда қарағанда өзге қасиеттерге ие және олардың көбінің қылығы әлі зерттелмеген. Бұл мақалада шектелген сусымалы орта физикасына қысқа шолу берілген. Оған статикалық сусымалы орталардың қасиеттерін анықтауда эксперименталдық және теориялық талдау жасау бойынша жетеді.

*Сыпучие материалы можно найти повсюду вокруг нас. Фундаментальное понимание поведения этих материалов, имеет большую экономическую выгоду. Чтобы понять, макроскопическое поведение гранулированных сред и его связь с микроскопическими свойствами необходимо знать основные цели механики сыпучих сред. Однако, в настоящее время макроскопические уравнения являются эмпирическими из-за сложностей на микроскопическом уровне. Сыпучие среды обладают свойствами, которые отличаются от твердых тел, жидкостей и газов, и большая часть их поведения не была полностью изучена. В данной статье представлен краткий обзор физики ограниченных сыпучих сред. Это достигается путем анализа экспериментальных и теоретических работ по определению свойств статических сыпучих сред.*

ӨОЖ 372.853

**М. Ш. Алинова, Г. С. Байгулова**

## **ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРНЫНДАҒЫ ТЕХНИКАЛЫҚ МАМАНДЫҚТАҒЫ СТУДЕНТТЕРГЕ ФИЗИКАНЫ ОҚЫТУДЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

*Ұсынылған мақалада жоғары оқу орнының техникалық мамандықтағы студенттеріне физиканы оқытудың жалпы мәселелері қарастырылған. Авторлар бұл мәселелердің шешілуін Елбасының Қазақстан халқына жасаған жолдаулары аясында зерттейді.*

анықталған және оған сәйкесінше бағдарламалар әзірленген.

Еліміздің даму стратегиясын, басым бағыттары мен болашағын айқындайтын басты құжат – Президентіміздің қазақстандықтарға арналған жыл сайынғы Жолдаулары. Елбасымыз әрбір Жолдауында білім мен ғылымды дамыту мәселелеріне ерекше назар аударып отырады. 2011 жылғы Жолдауында «Біз білім беруді жаңғыртуды одан әрі жалғастыруға тиіспіз» десе, биылғы 2012 жылғы Жолдауында жастарға сапалы білім берумен қатар, сол білімін қоғамдық-әлеуметтік ортада пайдалануға икемдеу, олардың функционалдық сауаттылығын арттыру арқылы еліміздегі білім мен ғылымды дамыту мәселелеріне басымдық берді [1].

Осыған байланысты, Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2011 жылғы 14 қаңтардағы №12 бұйрығымен типтік оқу бағдарламаларының сапасын анықтау, мемлекеттік білім беру стандарттарымен сәйкестігі, жетілдірудің жолдарын іздестіру үшін олардың мазмұнына толық талдау жасалынды [2]. Мұнда базалық ұйым ретінде анықталған 50 жоғары оқу орындарында әзірлеген 132 мамандықтың типтік оқу бағдарламалары талданды.

Талдау жұмысы барысында төмендегі кемшіліктер анықталды:

→ жалпыға міндетті білім стандарттары мен пәндердің типтік оқу бағдарламалары атаулары мен мазмұнында кездесетін сәйкессіздіктер;

→ мазмұн сабақтастығы мен пәнаралық байланыс ұстанымдарының сақталмауы;

→ типтік оқу бағдарламалары мазмұнында маман тұлғасын қалыптастыру үшін қажетті білім мен біліктің, құзыреттіліктің толық қамтылмауы;

→ бағдарламалары құрылымында көрсетілген кредит сандарының жалпыға міндетті білім стандарттарына сәйкес келмеуі;

→ қазақ және орыс тілдеріндегі бағдарламалар мазмұнының сәйкессіздігі.

Осы кемшіліктерді жою бағытында алдағы уақытта мемлекеттік жалпыға міндетті білім стандарты мен типтік оқу бағдарламаларын әзірлеушілер үшін ғылыми-әдістемелік семинар өткізу, оқу-әдістемелік секцияда мамандықтар бойынша дайындалған білім стандарты мен типтік оқу бағдарламалары сапасына жүйелі талдау мен мониторинг жүргізу жоспарлады.

Білімді дамытудың Мемлекеттік бағдарламасы жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім беруді төмендегідей әдіснамалық негіздерде дамыту белгіленген [3]:

– Еуропалық жоғары білім кеңістігіне ену аясында Болон процессінің параметрлерін ендіру;

– оқу бағдарламаларының таңдау компонентін кеңейту арқылы жоғары оқу орындарының академиялық еркіндігін ұлғайту;

– кредиттік технология негізінде оқытушылар мен студенттердің академиялық мобильділігін қамтамасыз ету;

– оқу бағдарламаларын Дублин дескрипторларына және нарық талаптарына сай қалыптастыру.

Осы аталған әдіснамалық ұстанымдарды және мемлекеттік стандарттың Білім және ғылым министрлігінде бекітілген Жалпы ережелерін басшылыққа ала отырып жоғары білім берудің 103 мамандығы бойынша мемлекеттік стандарттарын әзірлеу жұмысы жүргізуде. Жұмыс барысында Республикалық оқу-әдістемелік кеңесі мен оның құрамына кіретін 21 жоғары оқу орындарының жұмысын үйлестіріп, осы жұмысқа әдістемелік жетекшілік жасауда.

Қазір елімізде 5 жоғары оқу орнымен бірлесе отырып, «Білім» бағытындағы 22 мамандық бойынша даярланған мемлекеттік стандарттарды жетілдіру жұмыстарын жүргізуде.

Елімізде білім сапасын арттыру үшін жоғары білікті техникалық саланың мамандарын даярлаудың маңызы ерекше екені белгілі.

Елбасының жоғары техникалық оқу орындарының алдына қойған міндеттердің бірі «кіргелі білімді кеңінен меңгерген, бастамашыл, еңбек рыногы мен технологиялардың ауысып тұратын талаптарына бейімделген командада жұмыс істей білетін жаңа тұрпатты маман даярлау» [1].

Болашақ инженерлердің кәсіби даярлығын жалпы және арнаулы-техникалық білімдердің физикамен пәнаралық интеграциялау негізінде түбірлі жетілдіруге болады. ЖОО-ның студенттері жалпы және техникалық білімдердің жүйелері бойынша даярлықтан өтуі тиіс. Қазіргі уақытта осы қатынаста физика пәнінің орны ерекше болды. Бұл жүйелер өзара жеткіліксіз байланысқан және параллель әрекет етуде. Жоғары техникалық оқу орындарында маман даярлауды жетілдіру проблемасын оңды шешу үшін білім берудің алдыңғы аталған екі жүйесін пәнаралық интеграциялау жолдарын одан әрі зерттеу керек.

Берілген мәселенің өзектілігі физика және арнаулы техника пәндері тарихи ғылым мен өндіріс бірмезгілде мамандану мен интеграциялану бағытында дамиды. Кәсібімен байланысты іс-әрекет түрінде физика ғылым салаларынан алған білімдерін жұмылдыра пайдалана алуға қабілетті кең салалы мамандарға қажетсіну артады. Мұндай мамандарды даярлауда жүйелі ойлауды, объектіні көпжақты байланыстар мен қатынастардың бірлігінде көре білу іскерлігін дамыту бірінші дәрежелі мәнге ие болады.

Болашақ техникалық мамандар даярлауда физика саласында білім берудің әдістемелік жүйесін дамытудың негізгі бағыттары мыналар болып табылады:

→ физиканы оқытудың қазіргі заманғы, оның ішінде заманауи технологияларды пайдалану;

→ физиканы дифференциалдап оқыту формалары, түрлі салалардағы сыныптарда физиканы оқыту ерекшеліктері.

Физика саласында білім берудің әдістемелік жүйесін дамытудың басты бағыттары:

→ физикалық білім беруді заманауи ғылыми-әдістемелік негізіндерін зерттеп-зерделеу;

→ оқытудың жаңа заманауи технологияларын қалыптастыру және дамытуға қажетті шарт ретінде педагогикалық бағдарламалық қамтамасыз етуді жүйелендіру және жасау;

→ физиканы оқытудың әдістемелік жүйесін теориялық модельдеу және заманауи ортаны қалыптастыру үдерісі;

→ оқыту сапасын жетілдіруде физикалық білім беруді заманауи қағидалар мәселелерінің жайын талдау;

→ физиканы оқытуда технологиялық бағытты дамыту тенденцияларын зерттеу;

→ жеке тұлғаға бағытталған оқытудың қазіргі заманғы білім беру парадигмалары жағдайында бұл мәселені шешу шарттарын және мүмкіндіктерін анықтау;

→ жаңа заманауи технологияларды пайдалана отырып, студенттердің өзіндік іздену-ғылыми жұмыстарын басқару ерекшеліктерін анықтау;

→ физиканы заманауи оқыту әдістемесінің мазмұнын анықтау;

→ студенттердің оқу-зерттеу жұмыстарын ұйымдастыруда физика әдістерін жүзеге асырудың әдістемелік тәсілдерін жасау;

→ оқу есептеу тәжірибесінің әдіснамасын қолдана отырып, компьютерде физикалық есептерді шешуді оқытудың әдістемелік тәсілдерін жүйелендіру және жалпылау;

→ оқытудың заманауи технологияларының білім алушылардың білімі мен құзыреттілігін қалыптастыру деңгейіне ықпалын анықтау.

Физика саласында білім берудің үдерісіне бағытталған әдістемелік жүйенің негізгі компоненттерін дамыту:

→ оқытудың тұтас үдерісін қазіргі талаптарға сай келтіру;

→ оқыту үдерісінің ұйымдастыру формаларын өзгертетін заманауи құралдарды өндіру.

Заманауи білім берудің студенттерге пән бойынша түрлі білімдерді ұсынатын, білім алушының шығармашылық мүмкіндігін, зерттеу жүргізуге, оқытудың белсенді және жекеленген стратегияларын қалыптастырудың негізгі құралы.

Физиканы оқыту болашақ техникалық мамандарға қазіргі заман қоғамында белсенді қызмет етуге мүмкіндік беретін ғылыми және тәжірибелік білім мен біліктілік жүйесін қалыптастырудың, тәртіп пен қызметтің құнды бағытына бағытталған жеке тұлғаны дамыту жағдайын жасаудың үздіксіз үдерісін құрайды.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. «Әлеуметтік-экономикалық жаңғырту - Қазақстан дамуының басты бағыты». Қазақстан Республикасының Президенті – Ұлт Көшбасшысы Н. Ә. Назарбаевтың Қазақстан халқына Жолдауы // Егемен Қазақстан. – 28.01.2012.
2. **Бейсенұлы, Б.** Ұлттық тағылым бүгінгі білім мазмұнының өзегі болуы тиіс. // Айқын. – 08.11.2011 – Б. 3.
3. Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың 2011 - 2020 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы. // Егемен Қазақстан. – 14.12.2010. – №529-532 (26375).
4. Қазақстан Республикасының мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты. Мамандығы 050732 «Стандарттау, метрология және сертификаттау». – Астана, 2006.
5. **Абдурахитова, О.** Орта мектепте және жоғары оқу орындарында физикалық білім беру үрдісіндегі сабақтастық. // Математика және физика. 2006. - №2 (26). – Б. 13-14.

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 22.11.12 редакцияға түсті.

*М. Ш. Алинова, Г. С. Байгулова*

### **Вопросы преподавания физики студентам технических специальностей высших учебных заведений**

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 22.11.12.

*M. Sh. Alinova, G. S. Baigulova*

### **Questions of teaching of physics to students of technical specialities of higher educational institutions**

S. Toraiyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 22.11.12.

*В данной статье рассматриваются общие вопросы преподавания физики для студентов технических специальностей вузов. Авторы акцентируют проблемы в свете посланий Президента народу Казахстана.*

*In given article the general questions of teaching of physics for students of technical specialities of high schools are considered. Authors accent problems in the light of messages of the President to the people of Kazakhstan.*



УДК 512.54

**А. Р. Аскар , И. И. Павлюк****К ТЕОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ  
НА ЭЛЕМЕНТАХ ГРУПП**

*В работе дана количественная характеристика класса центральной эквивалентности и построен граф отношения центральной эквивалентности конечных групп.*

В данной работе рассмотрены основные свойства бинарного отношения центральной сравнимости и центральной эквивалентности элементов группы. Основные понятия введены И. И. Павлюком. Здесь рассмотрено понятие центрального модулятора элемента группы и его групповые свойства. В работе приводится уточненное понятие центра, как пересечение централизаторов элементов группы. Также рассмотрено понятие центрального ядра элемента группы. Установлено, что  $E(a)$  – подгруппа группы, и другие его свойства. Новыми результатами являются исследования мощности центра группы при помощи отношения центральной эквивалентности. С основными понятиями теории групп можно ознакомиться в [2].

**1.1 Определение** [Павлюк И. И. [1]]. Пусть элементы  $a, b \in G$ , где  $G$  – группа. Элемент  $a$  центрально сравним с элементом  $b$  ( $a_1 : b$ ) в группе  $G$ , если  $|C(b) : C(b) \cap C(a)| = 1$ , т.е.  $C(a)_1 : C(b)$ . Таким образом, бинарное отношение сравнимости элемента  $a$  с элементом  $b$  определяется формулой

$$(a_1 : b) \stackrel{\text{def}}{=} (C(a)_1 : C(b)). \quad (1.1)$$

**1.2 Определение** [Павлюк И.И.[1]]. Множество  ${}_1 M_G(a)$  элементов  $x$  группы  $G$ , удовлетворяющих сравнению  $x_1 : a$  ( $a \in G$ ) назовем центральным модулятором элемента  $a$  в группе  $G$  (по отношению “ $_1 :$ ”), т.е. центральный модулятор элемента  $a$  в группе  $G$  задается формулой

$${}_1 M_G(a) \stackrel{\text{def}}{=} \{x \in G / x_1 : a\}. \quad (1.2)$$

**1.3 Лемма.**  $M_G(a)$  - подгруппа группы  $G$ .

**Доказательство.**

Очевидно,  $|C(a)C(a) \cap G| = 1$ . Так как  $C(e) = G$ , то отсюда следует, что  $e_1 : a$  и  $e_1 M_G(a)$ . Далее очевидно также, что  $(g \in G) \Rightarrow (g^{-1} \in G)$ . Отсюда следует, что  $(g \in M_G(a)) \Rightarrow (g^{-1} \in M_G(a))$ . Пусть теперь  $x, y \in G$ . Докажем, что  $xy \in M_G(a)$ . Действительно, так как  $C(x) \subseteq C(a)$  и  $C(y) \subseteq C(a)$ , а  $C(x) \cap C(y) \subseteq C(xy)$ , что очевидно, из сравнений  $C(x) \subseteq C(a)$ ,  $C(y) \subseteq C(a)$  следует, что  $C(a) \subseteq C(x) \cup C(y) \subseteq C(xy)$ . Отсюда очевидно,  $C(a) \subseteq C(xy)$  и  $|C(a) : C(a) \cap C(xy)| = 1$ . Таким образом,  $xy \in M_G(a)$ .

Лемма доказана.

**1.4 Определение** [Павлюк И.И.]. Элементы  $a, b$  группы  $G$  центрально эквивалентны в группе  $G$  ( $a_1 \sim b$ ) тогда и только тогда, когда  $C(a)_1 : C(b)$  и  $C(b)_1 : C(a)$ , т.е. отношение " $_1$ " элементов  $a$  и  $b$  в группе  $G$  определяется формулой

$$(a_1 \sim b) \stackrel{def}{=} (C(a)_1 : C(b)) \& (C(b)_1 : C(a)). \tag{1.3}$$

**1.5 Лемма.** В группе  $G$  верна формула

$$(a, b \in G) \Rightarrow (a_1 \sim b) \Leftrightarrow (M(a)_1 \sim M(b)). \tag{1.4}$$

**Доказательство.** Необходимость. Так как  $a_1 \sim b$ , то  $C(a) \subseteq C(b)$  и  $C(b) \subseteq C(a)$ . Отсюда, очевидно,  $C(b) = C(a)$ . Теперь нетрудно видеть (см. определение 1.3.2), что  $M(a)_1 = M(b)$ .

Достаточность. Пусть

$x \in M(a)_1, y \in M(b)$ . Тогда  $(x \in M(a)) \Rightarrow (x_1 : b)$  и  $a_1 : b$ . Аналогично  $(y \in M(b)) \Rightarrow (y_1 : a)$ . Таким образом,  $b_1 : a$ . Сравнения  $a_1 : b$  и

$b_1 : a$  имплицируют  $a_1 b$ . Если же  $C(b) = C(a)$ , то, очевидно,  $M(a) = M(b)$  и, как установлено,  $a_1 b$ .

Лемма доказана.

**1.6 Следствие.** Центральные эквивалентные элементы группы перестановочны.

**Доказательство** вытекает из формулы (1.4).

**1.7 Лемма.** Бинарное отношение " $\sim_1$ ", заданное на элементах группы  $G$  является отношением эквивалентности.

**Доказательство.** Очевидно,  $(a \sim_1 a)$  и отношение " $\sim_1$ " рефлексивно. Так как  $C(a) = C(b) \Leftrightarrow C(b) = C(a)$  (формула (1.4)), то  $b_1 a$  и отношение " $\sim_1$ " симметрично. Далее пусть  $a_1 b$  и  $b_1 c$ . Поскольку  $C(b) = C(c)$ , а  $C(a) = C(b)$ , то  $C(a) = C(c)$  и  $a_1 c$  (формула (1.4)). Таким образом, отношение " $\sim_1$ " транзитивно.

Лемма доказана.

Таким образом, группа  $G$  разбивается на непересекающиеся классы центрально эквивалентных элементов.

**1.8 Теорема.** Класс центрально эквивалентных элементов группы  $G$ , содержащий ее нейтральный элемент  $e$ , является нормальным делителем в  $G$ , совпадающим с центром  $Z(G)$  группы  $G$ .

**Доказательство.** Пусть  $a$  - класс центрально эквивалентных элементов группы  $G$  такой, что  $e \in a$ . Очевидно,  $a_1 e$  и  $C(a) = C(e) = G$  и  $(g \in G) (M(a) \cap M(g))$ . Поскольку  $M(a)$  - подгруппа (лемма 1.3), то  $a \cap M(a) = M(a)$  и  $a \cap M(g) = M(g)$ . Отсюда следует формула

$$(g \in G) a \cap \bigcap_{g \in G} M(g) = Z \div. \quad (1.5)$$

Нетрудно видеть, что  $Z$  - подгруппа  $G$ . Пусть  $x \in Z$ . Так как  $g$  - произвольный элемент группы  $G$ , то при  $g=e$  имеем  $Z \cap M(e)$

Далее, поскольку  $e \in a$ , а  $M(e) = M(a)$  (формула (1.4)), то

$(x \in M(a) = M(e)) \Rightarrow (x \in e)$ . Таким образом,  $(x \in Z)$   
 $(x \in a)$  и  $Z \subseteq a$ . По формуле (1.5)  $a \subseteq Z$ . Отсюда следует, что  $Z = a$ .  
 Таким образом, установлено, что  $a$  - подгруппа группы  $G$ . Так как  
 $(g \in G) \Rightarrow (M(e) \subseteq M(g))$ , то  $Z \subseteq M(e)$ . Далее,  
 поскольку  $a \subseteq M(e)$ , то  $(a \subseteq a) \Rightarrow (|G : C(a)| = 1)$ . Так как  
 $|C(a)| = |C(a^g)|$ , то отсюда следует, что  
 $(g \in G) \Rightarrow a^g \subseteq M(e) = a = \bigcap_{g \in G} M(g) = Z = Z(G) \div$ . (1.6)

Теорема доказана.

**1.9 Следствие.** Для произвольной группы  $G$  справедлива формула

$$(g \in G) \Rightarrow M(e) = Z(G) = \bigcap_{g \in G} M(g) = \bigcap_{g \in G} C(g) \div. \quad (1.7)$$

Доказательство следует из формулы (1.6).

**1.10 Лемма.** Элементы смежного класса группы  $G$  по ее центру  $Z(G)$  центрально эквивалентны, т.е.

$$(\forall a, b \in G)((aZ(G) = bZ(G) \Rightarrow (a \equiv b))).$$

Доказательство. Пусть  $aZ(G) = bZ(G)$ . Тогда  $a^{-1}b \in Z(G)$ .  
 Так как  $(g \in G) \Rightarrow (Z(G) \subseteq M(g))$ , то  $a^{-1}b \in M(a)$ . Поскольку  
 $M(a)$  - подгруппа  $G$  (лемма 1.4.3), то  $b \in M(a)$  и  $b^{-1} \in a$ . Аналогично,  
 $a^{-1}b \in M(b)$  и  $a \in M(b)$ ,  $a^{-1} \in b$ . Из двух сравнений  $b^{-1} \in a$  и  $a^{-1} \in b$   
 следует, что  $a^{-1} \in b$  (формула (1.3)), т.е. элементы одного смежного класса  
 группы  $G$  по ее центру центрально эквивалентны.

Лемма доказана.

**1.11 Следствие.** Если элементы  $a, b$  группы  $G$  принадлежат одному смежному классу группы  $G$  по ее центру  $Z(G)$ , то  $C(a) = C(b)$ , т.е.  $(\forall a, b \in G)((aZ(G) = bZ(G) \Rightarrow (C(a) = C(b)))$ .

**Доказательство.** Пусть  $a, b \in aZ(G)$ . Тогда по лемме 1.10  $a_1 \ b$ , а по лемме 1.5  $C(a) = C(b)$ .

Следствие доказано.

**1.12 Теорема.** В группе  $G$  конечной над своим центром конечное множество классов центрально эквивалентных элементов.

**Доказательство.** Пусть  $Z(G)$  – центр группы  $G$ . По лемме 1.10 элементы отдельного смежного класса центрально эквивалентны. Очевидно,

$g_1Z(G) \cap g_2Z(G) = \emptyset$ , где  $g_1 \neq g_2$  и  $g_1, g_2 \in G$ ,  $g_1 \neq g_1^{-1}$ , а так как индекс  $|G : Z(G)|$  конечен, то в группе  $G$  конечное множество смежных классов по центру  $Z(G)$  и, следовательно, в  $G$  конечное множество классов единично эквивалентных элементов (лемма 1.10).

Теорема доказана.

**1.13 Теорема.** Пусть  $a$  – класс центрально эквивалентных элементов группы  $G$ ,  $Z(G)$  – центр группы  $G$ . Тогда  $L = a \cup Z(G)$  – подгруппа группы  $G$ .

**Доказательство.** Поскольку  $Z(G)$  – группа то достаточно рассмотреть случай, когда  $a \cap Z(G) = \emptyset$  и очевидно  $a \neq e$ . Докажем, что  $L = Z(C(a))$ , где  $Z(C(a))$  – центр централизатора  $C(a)$ .

Рассмотрим модулятор  $M(a) = \{x \in G : x \in a\}$ . Так как  $|C(a) : C(a) \cap C(x)| = 1$ , то  $C(a) \subseteq C(x)$ . Таким образом,  $(x \in M(a) \iff x \in Z(C(a)))$  и  $M(a) \subseteq Z(C(a))$ . Пусть теперь  $x \in Z(C(a))$ . Отсюда следует, что  $C(a) \subseteq C(x)$  и  $x \in a$ , а также  $Z(C(a)) \subseteq M(a)$ . Таким образом,  $M(a) = Z(C(a))$ .

Далее докажем, что в произвольной группе  $G$  верно равенство

$$(a \in G) \ a \cup Z(G) = M(a) = Z(C(a)) \quad (1.8)$$

Пусть  $x \in L$ . Если  $x \in Z(G)$ , то  $x \in Z(C(a))$ . Пусть теперь  $x \in a$ . Тогда  $x \in a$  и  $x \in M(a) = Z(C(a))$ . Таким образом,

в обоих случаях  $L \subseteq Z(C(a))$ . Обратно, пусть  $x \in Z(C(a))$ . Если  $x \in a$ , то  $x \in L$  и  $Z(C(a)) \subseteq L$ . Если же  $x \in Z(G)$ , то также  $x \in L$  и  $Z(C(a)) \subseteq L$ . Из полученных включений следует, что  $L = Z(C(a))$ . Пусть теперь  $x = yz$ , где  $y \in a$ ,  $az \in Z(G)$ . Так как  $a \in Z(G) \subseteq Z(C(a))$ , то  $x = yz \in Z(C(a))$ . Очевидно,  $y_1 \in a$  и  $z_1 \in a$ . Так как  $C(y) \cap C(z) \subseteq C(yz)$  и  $C(y) \subseteq C(z)$ , то  $C(y) \subseteq C(yz)$  и  $zy_1 \in y$ . Поскольку  $y_1 \in a$ , то  $zy_1 \in a$  и  $zy \in M(a)$ . Но  $M(a) = Z(C(a))$ . Очевидно,  $C(y) = C(yz)$  и  $y_1 \in yz$ . Тогда  $zy \in a$ . Если  $zy \in Z(G)$ , то  $y \in Z(G)$  и все доказано. Поэтому  $zy \in L \setminus Z(G)$ . Тогда  $zy \in a$ . Таким образом,  $x \in L$  и  $Z(C(a)) \subseteq L$ . И в этом случае  $Z(C(a)) = L$ .

Теорема доказана.

1.14 Следствие. Элементы класса  $a$  центрально эквивалентных элементов группы  $G$  вместе с элементами центра  $Z(G)$  группы  $G$  порождают абелевую подгруппу группы  $G$ .

**Доказательство**, очевидно, следует из формулы (1.8).

**1.15 Теорема.** *Бесконечная группа  $G$  с конечным классом центрально эквивалентных элементов обладает конечным центром.*

**Доказательство.** Предположим, что в группе  $G$  центр  $Z(G)$  – бесконечная группа. По лемме 1.4.10  $(\forall a, b \in aZ(G)) (a_1 \equiv b)$ .  $(a_1 \in b)$ . Так как  $Z(G)$  бесконечен, то мощность класса  $|a|$  бесконечна (лемма 1.17). Противоречие.

Теорема доказана.

**1.16 Теорема.** *Группа  $G$  с конечными классами центрально эквивалентных элементов – периодическая.*

**Доказательство.** По теореме 1.4.15 в группе  $G$  центр  $|Z(G)| < \infty$

По формуле (1.8)  $(a \in G) \quad a \in Z(C(a)) = a \cup Z(G) \div$

и  $a \cup Z(G)$  - конечное множество. Отсюда  $Z(C(a))$  – конечная группа. Так как  $a \in Z(C(a))$ , то существует такое число  $n > 0$ , что  $a^n = e$ .

Теорема доказана.

**1.17 Лемма.** Если  $Z(G) = e$ , то для любого элемента  $a$  группы  $G$

$$|a| = |Z(G)|.$$

**Доказательство.** Если  $a \in Z(G)$ , то, поскольку элементы  $Z(G)$

центрально эквивалентны (лемма 1.10), то  $|a| = |Z(G)|$ . Пусть  $a \notin Z(G)$

Тогда  $a \in aZ(G)$  и  $(\forall z \in Z(G))(a_1 \equiv az)$ ,  $az \in a^{-1}$  (лемма 1.10).

Поскольку  $|aZ(G)| = |Z(G)|$ , то  $|a| = |Z(G)|$ .

Лемма доказана.

**1.18 Теорема.** Пусть  $a \in G$ . Тогда верна формула  $(|a| = |Z(G)| \iff Z(C(a)) = Z(G) \iff (a \in Z(G)))$ .

**Доказательство.** Необходимость. Очевидно, если  $Z(C(a)) = Z(G)$ , то, поскольку  $a \in Z(C(a))$ , будем иметь  $a \in Z(G)$ .

Достаточность. Предположим, что существует элемент  $x \in Z(C(a))$  и  $x \notin Z(G)$ . Поскольку  $x \in Z(C(a))$ , то  $x_1 = a$  (лемма 1.5 и формула (1.8)). По условию  $a \notin Z(G)$ . Отсюда следует, что  $a_1 = e$ . Таким образом,  $x_1 = e$  (лемма 1.6). По лемме 1.7  $x \in Z(G)$ . Противоречие.

Теорема доказана.

**1.19 Теорема.** Если группа  $G$  обладает классами  $a^{-1}, b^{-1}$  центрально эквивалентных элементов, такими, что  $|a^{-1}| = |b^{-1}|$ , то  $Z(G) = e$ .

**Доказательство.** Предположим, что в группе  $G$  центр  $Z(G) \neq e$ . Тогда

по лемме 1.17  $|a^{-1}| = |Z(G)| = |b^{-1}|$  и  $|a^{-1}| = |b^{-1}|$ . Противоречие.

Теорема доказана.

**1.20 Теорема.** Для произвольной конечной нетривиальной группы  $G$  справедлива формула

$$(|G| - |Z(G)|) |a| = |Z(G)| \cdot |a| \quad \forall a \in Z(G) \quad (1.9)$$

**Доказательство.** Пусть  $a \in Z(G)$ . Тогда  $(x \in Z(C(a)))$   $(x \in a)$  и  $|a| = |Z(C(a))|$ . Но  $a \in Z(G)$  и  $(x \in a) \Rightarrow (x_1 = a_1 = e)$ . Отсюда следует, что  $x_1 = e$ . Таким образом,  $Z(C(a)) = Z(G)$  и  $|a| = |e| = |Z(G)|$ .

Пусть теперь  $a \notin Z(G)$ . Так как  $Z(C(a)) = a \cup Z(G)$  (формула (1.8)) и  $a \notin Z(G)$ , то  $Z(C(a)) = a \cup e$  и  $|a| = |e| = |Z(G)|$ . Отсюда следует, что  $|Z(C(a))| = |a| + |e|$  и  $|a| = |Z(C(a))| - |Z(G)|$ .

Теорема доказана.

**1.21 Теорема.** Для произвольной группы  $G$  выполнена формула

$$(|G| - |Z(G)|) |Z(G)| = \sum_{g \in G} |Z(C(g))|. \quad (1.10)$$

**Доказательство.** Очевидно

$$(|G| - |Z(G)|) |Z(G)| = \sum_{g \in G} |Z(C(g))|. \quad \text{С другой стороны}$$

$$(|G| - |Z(G)|) \sum_{g \in G} |Z(C(g))| = \sum_{g \in G} |Z(C(g))| \cdot |Z(G)| = |Z(G)| \cdot \sum_{g \in G} |Z(C(g))|.$$

Таким образом,  $|Z(G)| = \sum_{g \in G} |Z(C(g))|$ .

Теорема доказана.

#### 1.4 Примеры конечных групп

Проверим на примере нескольких конечных групп выполнение теоремы 1.20. Рассмотрим симметрическую группу третьей степени  $S_3$ . Ее элементами являются:  $e, a, a^2, b, ab, a^2b$ . Генетический код группы следующий:  $a^3=e, b^2=e, ba=a^2b$ .



Таблица 1 – Таблица Кэли симитрической группы третьей степени S<sub>3</sub>.

·	e	a	a <sup>2</sup>	b	ab	a <sup>2</sup> b
e	e	a	a <sup>2</sup>	b	ab	a <sup>2</sup> b
a	a	a <sup>2</sup>	e	ab	a <sup>2</sup> b	b
a <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>	e	a	a <sup>2</sup> b	b	ab
b	b	a <sup>2</sup> b	ab	e	a <sup>2</sup>	a
ab	ab	b	a <sup>2</sup> b	a	e	a <sup>2</sup>
a <sup>2</sup> b	a <sup>2</sup> b	ab	b	a <sup>2</sup>	a	e

Докажем, что это группа. Для этого проверим, выполняются ли следующие условия:

**Замкнутость.** Как видно из таблицы Кэли (таблица 1), для любых элементов группы элемент, получаемый после выполнения операции «·» также принадлежит этой группе.

**Ассоциативность.**  $(a \cdot b) \cdot ab = a \cdot (b \cdot ab)$ . Действительно,  $(a \cdot b) \cdot ab = ab \cdot ab = e$ .  
 $a \cdot (b \cdot ab) = a \cdot a^2 = a^3 = e$ .

**Наличие нейтрального элемента.** Такой элемент существует, это – e.

Таблица 2 – Таблица сопряжения элементов группы S<sub>3</sub> (Таблица И. И. Павлука.)

*	e	a <sup>2</sup>	a	b	ab	a <sup>2</sup> b
e	e	e	e	e	e	e
a	a	a	a	a <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>
a <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>	a <sup>2</sup>	a	a	a
b	b	a <sup>2</sup> b	ab	b	a <sup>2</sup> b	a <sup>2</sup>
ab	ab	b	a <sup>2</sup> b	a <sup>2</sup> b	ab	b
a <sup>2</sup> b	a <sup>2</sup> b	ab	b	ab	b	a <sup>2</sup> b

**Обратные элементы:**

$$e^{-1} = e$$

$$a^{-1} = a^2$$

$$(a^2)^{-1} = a$$

$$b^{-1} = b$$

$$(ab)^{-1} = ab$$

$$(a^2b)^{-1} = a^2b$$

**Централизаторы и центр группы.**

$C(a) = \{e, a, a^2\}$ ,  $C(a^2) = \{e, a, a^2\}$ ,  $C(b) = \{e, b\}$ ,  $C(ab) = \{e, ab\}$ ,  $C(a^2b) = \{e, a^2b\}$ .

$$Z(S_3) = \{e\}.$$

**Классы центрально-эквивалентных элементов.**

$${}^1a = \{a, a^2\}, \quad {}^1b = \{a, a^2\}, \quad {}^{1\equiv}ab = \{ab\}, \quad {}^{1\equiv}a^2b = \{a^2b\}$$

График отношения сопряженности элементов группы  $S_3$ .

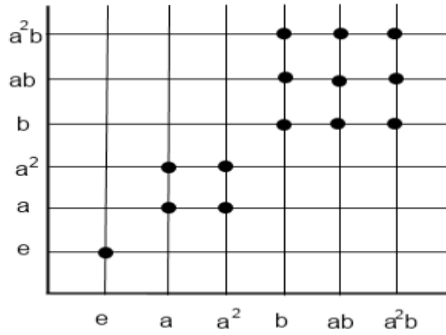
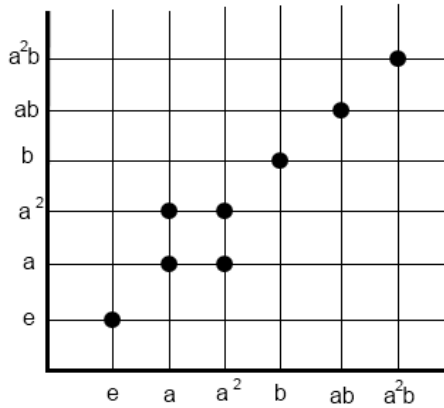
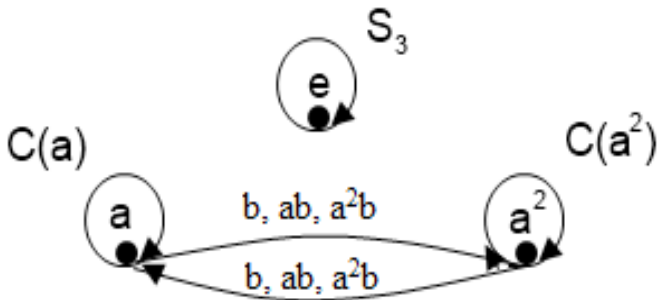
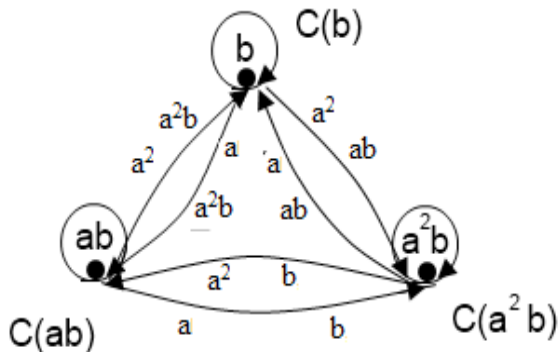


График отношения центральной эквивалентности элементов группы  $S_3$ .

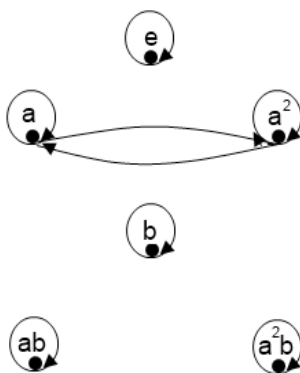


Граф классов сопряженных элементов группы  $S_3$ .





Граф классов центрально эквивалентных элементов группы  $S_3$ .



Теперь согласно теореме 1.20 определим мощность полученных классов центрально-эквивалентных элементов.

В данном случае центр группы нетривиален и содержит элемент:  $e$ .

Поэтому  $|a^2| = |Z(G)| = 2$ . Для остальных классов мощность

высчитывается по формуле  $|a| = |Z(C(a))| \cdot |Z(S)| \cdot |Z(S)| = 1$ .  
 Таким образом,

$$|a| = 2, \text{ т.к. } |Z(C(a))| = 3;$$

$$\left| b \right|^1 = 1, \quad |Z(C(b))| = 2;$$

$$\left| ab \right|^{1=1} = 1, \quad |Z(C(ab))| = 2.$$

Далее рассмотрим группу восьмого порядка  $G_8$ .

Ее элементы:  $e, a, a^2, a^3, b, ab, a^2b, a^3b$ .

Генетический код:  $a^4=e, b^2=e, ba=a^3b$ .

Таблица 3 – таблица Кэли группы диэдра восьмого порядка  $G_8$ .

$\cdot$	$e$	$a^3$	$a^2$	$a$	$b$	$ab$	$a^2b$	$a^3b$
$e$	$e$	$a^3$	$a^2$	$a$	$b$	$ab$	$a^2b$	$a^3b$
$a$	$a$	$e$	$a^3$	$a^2$	$ab$	$a^2b$	$a^3b$	$b$
$a^2$	$a^2$	$a$	$e$	$a^3$	$a^2b$	$a^3b$	$b$	$ab$
$a^3$	$a^3$	$a^2$	$a$	$e$	$a^3b$	$b$	$ab$	$a^2b$
$b$	$b$	$ab$	$a^2b$	$a^3b$	$e$	$a^3$	$a^2$	$a$
$ab$	$ab$	$b$	$a^3b$	$b$	$a$	$e$	$a^3$	$a^2$
$a^2b$	$a^2b$	$a^3b$	$b$	$ab$	$a^2$	$a$	$e$	$a^3$
$a^3b$	$a^3b$	$a^2b$	$ab$	$a^2b$	$a^3$	$a^2$	$a$	$e$

Обратные элементы:

$$e^{-1} = e$$

$$b^{-1} = b$$

$$a^{-1} = a^3$$

$$(ab)^{-1} = ab$$

$$(a^2)^{-1} = a^2$$

$$(a^2b)^{-1} = a^2b$$

$$(a^3)^{-1} = a$$

$$(a^3b)^{-1} = a^3b$$

Таблица 4 – Таблица сопряжения элементов группы восьмого порядка.

(Таблица И. И. Павлюка.)

*	$e$	$a^2$	$a^3$	$a$	$b$	$a^2b$	$ab$	$a^3b$
$e$	$e$	$e$	$e$	$e$	$e$	$e$	$e$	$e$
$a^2$	$a^2$	$a^2$	$a^2$	$a^2$	$a^2$	$a^2$	$a^2$	$a^2$
$a$	$a$	$a$	$a$	$a$	$a^3$	$a^3$	$a^3$	$a^3$
$a^3$	$a^3$	$a^3$	$a^3$	$a^3$	$a$	$a$	$a$	$a$
$b$	$b$	$b$	$a^2b$	$a^2b$	$b$	$b$	$a^2b$	$a^2b$
$a^2b$	$a^2b$	$a^2b$	$b$	$b$	$a^2b$	$a^2b$	$b$	$b$
$ab$	$ab$	$ab$	$a^3b$	$a^3b$	$ab$	$ab$	$a^3b$	$a^3b$
$a^3b$	$a^3b$	$a^3b$	$ab$	$ab$	$ab$	$ab$	$a^3b$	$a^3b$

Централизаторы и центр группы.

$$C(a) = \{e, a, a^2, a^3\}, C(a^2) = \{e, a, a^2, a^3, b, ab, a^2b, a^3b\}, C(a^3) = \{e, a, a^2, a^3\},$$

$$C(b) = \{e, a^2, b, a^2b\}, C(ab) = \{e, a^2, ab, a^3b\}, C(a^2b) = \{e, a^2, b, a^2b\},$$

$$C(a^3b) = \{e, a^2, ab, a^3b\}.$$

$$Z(G_8) = \{e, a^2\}.$$

Классы центрально-эквивалентных элементов.

$${}^1a = \{a, a^3\}, {}^1a^2 = \{a^2, a^2\}, {}^1b = \{b, a^2b\}, {}^1ab = \{ab, a^3b\}.$$

График отношения центральной эквивалентности группы  $G_8$ :

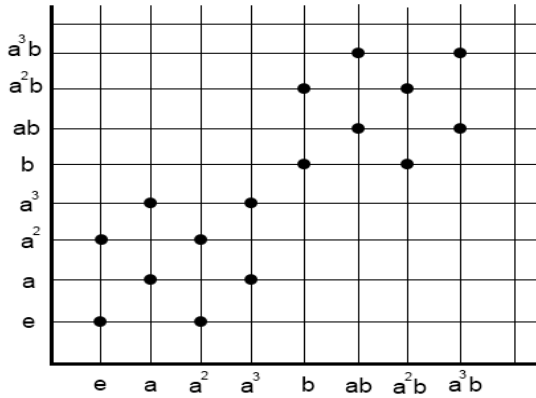
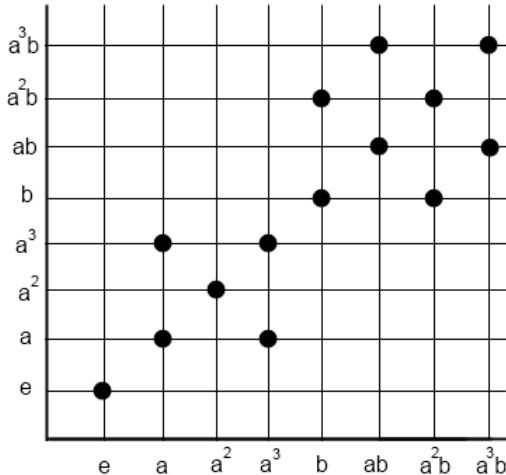
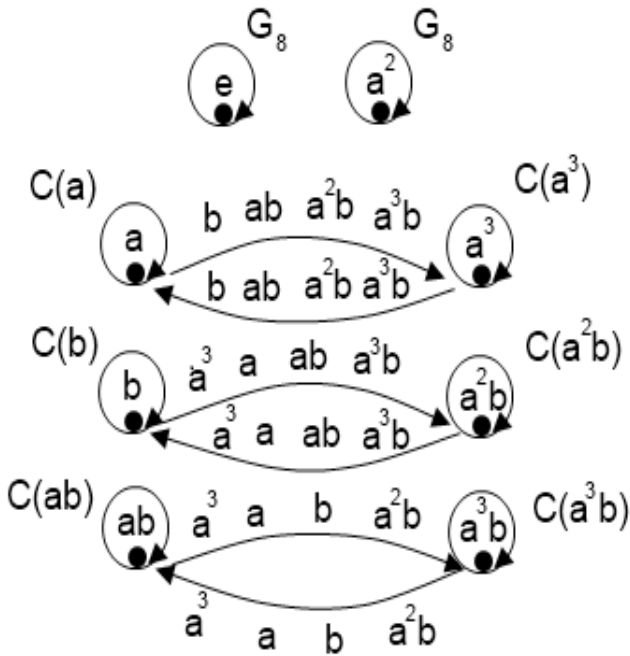


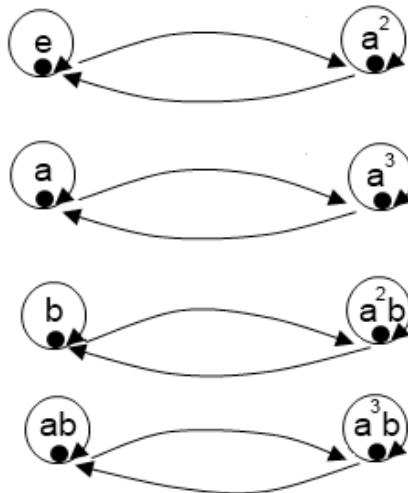
График отношения сопряженности элементов группы  $G_8$ .



Граф классов сопряженных элементов группы  $G_8$ .



Граф отношения центрально эквивалентных элементов группы  $G_8$ .



Теперь согласно теореме 1.20 определим мощность полученных классов центрально-эквивалентных элементов.

В данном случае центр группы нетривиален и содержит два элемента:  $e$

и  $a^2$ . Поэтому  $|a^2| = |Z(G)| = 2$ . Для остальных классов мощность

высчитывается по формуле  $|a| = |Z(C(a))| \cdot |Z(G)|$ .  $|Z(G)| = 2$ .

Таким образом,

$$|a| = 2, \text{ т.к. } |Z(C(a))| = 4;$$

$$|b| = 2, |Z(C(b))| = 4;$$

$$|ab| = 2, |Z(C(ab))| = 4.$$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Павлюк, И. И., Теняева Л. И.** О единичных сравнениях в группе // Материалы Республиканской научной конференции «IV Сатпаевские чтения». - Павлодар, 2004. - Т. 6. – С.141-143.

2 **Каргополов, К. И., Мерзляков Ю.И.** Основы теории групп. - М : Наука, 1982. - 288 с.

\*Школа-лицей №20;

\*\*Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 25.12.12.

\* *Ә. Р. Асқар*, \*\* *И. И. Павлюк*

**Топ элементтеріндегі орталық эквиваленттің теориясына қарай**

\*№ 20 лицей – мектебі;

\*\*С. Торайгыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 25.12.12 редакцияға түсті.

\* *A. R. Askar*, \*\* *I. I. Pavlyuk*

**To the theory of central equivalency on the elements of groups**

\*School lyceum № 20;

\*\*S. Toraigyrov Pavlodar State University; Pavlodar.

Material received on 25.12.12.

*Бұл жұмыста орталық эквивалент классының сапалы мінездемесі көрсетілген және соңғы топтардағы орталық эквиваленттің қатысты графы құрылған.*

*In the work a characteristic of a class of central equivalency is given and a graph of relation of central equivalence of final group is built.*

УДК 53.08

**В. О. Волошин\*, В. В. Вировец\*\*, А. Д. Гутенко, С. И. Игонин \***

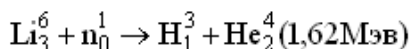
### **ФОТОДЕТЕКТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА В НЕЙТРОННЫХ ПРИБОРАХ КОНТРОЛЯ**

*Рассмотрены особенности конструкции фотодетекторных устройств, применяемых в датчиках нейтронных приборов одностороннего действия.*

В большинстве выпускаемых промышленностью радиоизотопных нейтронных приборах контроля применяются газоразрядные детекторы медленных нейтронов, имеющие низкую эффективность (несколько процентов) и большое время формирования импульса (~ 100 мкс), затрудняющие их использование при решении практических задач.

Появившиеся сцинтилляционные фотодетекторы LiI(Tl), LiI(Eu), ЛДНМ позволили регистрировать медленные нейтроны с достаточно высокой эффективностью (50% - 80%). К тому же длительность светового импульса (время высвечивания сцинтиллятора) составляет ~ 0,3 мкс в фотодетекторах на основе лития и 3 мкс в фотодетекторах на основе светосостава  $B_2O_3 + ZnS(Ag)$ .

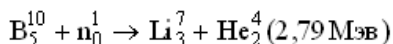
В фотодетекторах на основе лития регистрация нейтронов осуществляется в результате поглощения нейтрона ядром лития с последующим испусканием альфа-частицы, кинетическая энергия которой в активированном кристалле LiI преобразуется в световой импульс интенсивностью пропорциональной энергии альфа-частицы, и который затем регистрируется с помощью фотоэлектронного умножителя (ФЭУ):



В фотодетекторах на основе бора – 10 поглощенный нейтрон ядром бора превращает последний в литий – 7 с испусканием при этом альфа –



частицы, взаимодействующей (тормозящейся) со сцинтиллятором ZnS(Ag) и производящей световую вспышку, пропорциональную энергии 2,79 МэВ:



Известно, что в литиевых и борсодержащих веществах сечения поглощения нейтронов са подчинено закону  $1/v$ , т.е. обратно пропорционально корню квадратному энергии поглощаемого нейтрона. Поэтому в кристаллических фотодетекторах с литием эффективность регистрации медленных нейтронов с энергетическим спектром от 0,025 эВ до нескольких электрон-вольт, а именно такой энергетический интервал спектра нейтронов, обратно рассеянных различными средами, будет также уменьшаться обратно пропорционально корню квадратному энергии нейтронов. Последнее вызывает неоднозначность при анализе полученных расчетных данных и порождает трудности при разработке методов и приборов контроля с использованием источников нейтронов.

Сцинтилляционные фотодетекторы ЛДНМ (люминесцентные детекторы нейтронов медленных) на основе светосостава  $\text{T}_2(\text{ZnS}(\text{Ag}) + \text{B}_2^{10}\text{O}_3)$  обладают высокой и практически постоянной эффективностью (около 75%) при регистрации нейтронов в диапазоне энергий от 0,025 эВ до  $3 \div 5$  эВ вследствие замедления нейтронов в органике фотодетектора. Фотодетекторы ЛДНМ одинаково эффективны в нейтронных приборах контроля как двухстороннего действия (на просвет), так и одностороннего действия (на основе обратного рассеяния), а также при их комбинированном использовании.

Так как наибольший практический интерес представляют нейтронные приборы контроля одностороннего действия, рассмотрим более подробно особенности конструкции фотодетекторных устройств, применяемых в нейтронных датчиках этих приборов. В нейтронных датчиках источник быстрых нейтронов (**Pu- $\alpha$ -Be**) должен монтироваться вплотную с фотодетектором ЛДНМ, основания которых располагаются в одной плоскости и контактируют с контролируемой средой.

Выполненные теоретические расчеты позволили определить оптимальный вариант конструкции такого фотодетекторного устройства. В цилиндре из особенно прозрачного оргстекла диаметром 25 мм и высотой 25 мм прорезается 12 узких симметрично расположенных радиальных пазов, в которые впрессовывается светосостав Т2. Ширина паза от стенки к центру кругового цилиндра составляет 7,5 мм, длина равна высоте цилиндра. Между стенкой и тонкой дюралевой оболочкой впрессовывается светосостав Т2, служащий одновременно сцинтиллятором при поглощении нейтронов и отражателем световых фотонов, собираемых фотокатодом ФЭУ. Конструкция в металлической (дюралюминиевой) оправе с открытым верхним окном помещается в цилиндрическую втулку из оргстекла, толщина стенки которой 8-10 мм. Втулка выполняет роль отражателя нейтронов, попадающих в фотодетектор от контролируемой среды, и служит фиксатором

уплотнителем для фотодетектора и ФЭУ, обеспечивая их надежную стыковку. Вся конструкция вместе с эмиттерным повторителем и резисторным делителем напряжения для ФЭУ помещается в цилиндр из нержавеющей стали с дюралюминиевыми крышками на его торцах (внутренний диаметр цилиндра –  $45 \pm 50$  мм). Пространство между внутренней поверхностью цилиндра и внешней стеклянной поверхностью ФЭУ заливается 15% раствором буры в парафине. Образованный слой выполняет роль радиационной защиты и увеличивает вибростойкость конструкции.

В качестве фотоэлектронного умножителя используется ФЭУ – 35, диаметр фотокатода которого равен диаметру фотодетектора ЛДНМ, а сурьмяно – цезиевый фотокатод имеет максимум чувствительности  $\lambda_{\max} = 4400$  Е, совпадающий с максимумом люминесцентного спектра излучения ZnS(Ag). Кроме сравнительно низкого напряжения питания ФЭУ, около 1000 В, счетная характеристика его (с фотодетектором ЛДНМ) имеет небольшой наклон и сохраняет стабильность в течение длительного времени и при больших температурных перепадах (от – 40о С до + 40о С) эксплуатации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гордеев, И. В., Кардашев, Д. А., Малышев, А. В. Ядерно – физические константы. Справочник. – М. : Госатомиздат, 1963. – 505 с.
- 2 Лебедева, Н. С., Морозов, В. И. Об аномальном рассеянии нейтронов. – М. : Атомная энергия. Вып.4. Т.28. 1970. – С.310 – 316.
- 3 Сцинтилляторы и сцинтилляционные материалы. Сборник статей. – Харьков : Изд-во ХГУ. 1963. – 285 с.

\*Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова;

\*\*АО «Алюминий Казахстана», г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 26.12.12.

*В. О. Волошин\**, *В. В. Вировец\*\**, *А. Д. Гутенко\**, *С. И. Игонин\**

Нейтронды бақылау құралдарындағы фотодетекторлық құрылғылар

\*С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті;

\*\*АҚ «Аллюминий Казахстан», Павлодар қ.

Материал 26.12.12 редакцияға түсті.

*V. O. Voloshin\**, *V. V. Virovets\*\**, *A. D. Gutenko\**, *S. I. Igonin\**

**Photosensor equipment in neutron devices of control**

\*S. Toraigyrov Pavlodar State University, ;

\*\*JSC «Aluminium of Kazakhstan», Pavlodar.

Material received on 26.12.12.

*Біржақты әрекет ететін нейтронды аспаптардың датчиктерінде қолданылатын фотодетекторлық құрылғылардың құрылысының ерекшеліктері қарастырылды.*

*The peculiarities of photosensor equipment structure used in sensors of neutron devices of unilateral act were considered.*

УДК 621.039.84

**В. О. Волошин\*, В. В. Вировец\*\*, А. Д. Гутенко\*, С. И. Игонин\***

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ НЕЙТРОНОВ РАССЕЯННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ СРЕДАМИ**

*Получено аналитическое выражение, определяющее скорость счета медленных нейтронов обратно рассеянных средой. По экспериментальным данным определена зависимость конечной энергии нейтронов от замедляющей способности среды.*

В конце пятидесятых годов были созданы промышленные нейтронные радиоизотопные приборы, позволяющие определять границы залегания водоносных и нефтеносных слоев при глубоком бурении скважин. Действие этих приборов основано на регистрации обратно рассеянных медленных нейтронов водородосодержащими средами. Источником быстрых нейтронов, взаимодействующих со средой, служил  $\text{Po-}\alpha$ - $\text{Be}$  источник ( $E_{\text{ср}} \approx 5$  МэВ), приемником – газоразрядный боросодержащий счетчик медленных нейтронов. Эффективность регистрации этих счетчиков составляла несколько процентов для тепловых нейтронов и уменьшалась обратно пропорционально корню квадратному с увеличением энергии медленных нейтронов, а полоний – альфа – бериллиевый источник нейтронов с периодом полураспада полония в 138 дней, неудобный при длительной эксплуатации, создавал дополнительные трудности при анализе полученных результатов.

В конце шестидесятых годов промышленность начала выпускать фотодетекторы ЛДНМ (люминесцентные детекторы нейтронов медленных) с эффективностью регистрации порядка 70 % и практически «вечные»  $\text{Pu-}\alpha$ - $\text{Be}$  источники быстрых нейтронов ( $E_{\text{ср}} \approx 5$  МэВ), период полураспада  $\text{Pu-239}$  составляет  $\sim 24$  тыс. лет. Появилась реальная возможность проведения экспериментальных и теоретических исследований по использованию метода обратного рассеяния нейтронов, направленные на

создание приборов контроля физико-химических параметров различных сред, веществ и материалов (влажности сыпучих материалов, влажности кокса, зольности каменных углей, концентрации веществ в растворах, толщины органических материалов, плотности и температуры сжиженных газов и др.).

На основе физической модели с использованием формулы Ферми (теории замедления нейтронов) и уравнения диффузии медленных нейтронов получено аналитическое выражение (1), определяющее скорость счета медленных нейтронов детектором, обратно рассеянных контролируемой средой:

$$N_b (c^{-1}) = \frac{aN_0 S \Sigma_s \Sigma_{st}}{4\pi} \cdot \sqrt{\frac{27 \xi_e \left(1 - \frac{2}{3A_e}\right)}{\ln \frac{E_e}{E_f}}} \cdot \exp \left( - \sqrt{\frac{\ln \frac{E_e}{E_f} (\Sigma_{st} \Sigma_{at} + \Sigma_a)}{\xi_e (\Sigma_s^2 + \Sigma_s + \Sigma_a)}} \right), \quad (1)$$

где  $N_0$  – количество быстрых нейтронов в секунду, взаимодействующих со средой;

$a$  – граничный коэффициент «среда – фотодетектор»;

$S$  – площадь сечения фотодетекторов;

$A_e$  – эффективный атомный вес среды;

$\xi_e$  – эффективный логарифмический декремент энергии;

$\Sigma_s$  и  $\Sigma_{st}$  – макроскопическое сечение упругого рассеяния быстрых и медленных нейтронов соответственно;

$\Sigma_a$  и  $\Sigma_{at}$  – макроскопическое сечение поглощения быстрых и медленных нейтронов соответственно;

$E_e$  – эффективная (средняя) энергия быстрых нейтронов источника;

$E_f$  – конечная энергия обратно рассеянных медленных нейтронов.

Не вдаваясь в подробности анализа всех величин, входящих в формулу (1), отметим, что их численное определение не представляет большой сложности, за исключением конечной энергии  $E_f$  медленных нейтронов. Для определения  $E_f$  использовались различные резонансные фильтры (поглотители) нейтронов, сечение поглощения которых во много раз превышает сечение упругого рассеяния ( $\sigma_a \gg \sigma_s$ ): гадолиний – 157 ( $\sigma_a = 20000$  барн,  $E_f = 0,1$  эВ); самарий – 150 ( $\sigma_a = 3500$  барн,  $\sigma_s = 2$  барна,  $E_f = 0,2$  эВ); кадмий – 112 ( $\sigma_a = 2540$  барн,  $\sigma_s = 7$  барн,  $E_f = 0,4$  эВ); европий – 152 ( $\sigma_a = 4000$  барн,  $\sigma_s = 8$  барн,  $E_f = 0,6$  эВ); индий – 115 ( $\sigma_a = 195$  барн,  $\sigma_s = 2,2$  барна,  $E_f = 1,1$  эВ); Эффективных резонансных фильтров с энергией  $E_f$  ниже 0,1 эВ и выше 1,1 эВ не существует в природе. Применение же других способов определения энергии обратно рассеянных медленных нейтронов на практике неосуществимо по техническим сложностям.

Проведенные многочисленные эксперименты с использованием перечисленных резонансных поглотителей на разных средах (кокс, каменный уголь, соляной раствор, смесь бор-парафин, тефлон, графит) указывали на наличие определенной зависимости  $E_f$  от замедляющей способности среды

$$\xi_e^f \frac{\Sigma_s}{\Sigma_a}$$

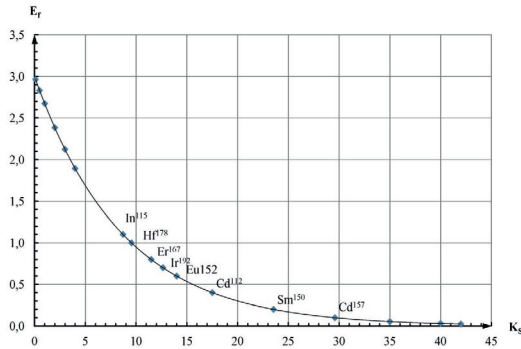


Рисунок 1 – Зависимость конечной энергии нейтронов от замедляющей способности среды

Выяснилось, что существует между этими величинами физическая закономерность, имеющая явно выраженный экспоненциальный характер:

$$E_f = E_0 \exp\left(-\beta \xi_e^f \frac{\Sigma_s}{\Sigma_a}\right), \quad (2)$$

где  $E_0$  – энергия, при которой  $\xi_e^f \frac{\Sigma_s}{\Sigma_a} = K_s$  стремится к нулю (полное поглощение);

$\beta$  – коэффициент, постоянный для всех сред;

$\xi_e^f$  – логарифмический декремент энергии;

$\Sigma_s$  и  $\Sigma_a$  – макроскопические сечения упругого рассеяния и поглощения.

Экстраполируя экспериментально полученную кривую к оси  $E_f$ , определяем значение  $E_0 = 3,0$  эВ, и получаем уравнение с одним неизвестным  $\beta$ :

$$E_f = 3 \exp(-\beta K_s), \quad (3)$$

Из графика определяем значение  $\beta$  и уравнение (3) принимает вид:

$$E_f = 3 \exp\left(-0,115 \frac{\xi_e^f \Sigma_s}{\Sigma_a}\right), \quad (4)$$

Только после определения зависимости удалось рассчитать по выражению (1) пригодность нейтронных методов для определения зольности каменных углей, влажности кокса, при этом полученные расчетные результаты достаточно хорошо согласуются с экспериментальными данными в пределах суммарной методической, аппаратурной и статистической погрешностей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гордеев, И. В., Кардашев, Д. А., Малышев, А. В. Ядерно – физические константы. Справочник. – М.: Госатомиздат, 1963. – 505 с.
- 2 Лебедева, Н. С., Морозов, В. И. Об аномальном рассеянии нейтронов. – М. : Атомная энергия. Вып.4. т.28. 1970. – С. 310 – 316.
- 3 Сцинтилляторы и сцинтилляционные материалы. Сборник статей. – Харьков: Изд-во ХГУ. 1963. – 285 с.

\*Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова;  
 \*\*АО «Алюминий Казахстана», г. Павлодар.  
 Материал поступил в редакцию 24.12.12.

*В. О. Волошин\**, *В. В. Вировец\*\**, *А. Д. Гутенко\**, *С. И. Игонин\**

**Әртүрлі орталармен шашыраған нейтрондардың қалған энергияларын анықтау**

\*С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті;  
 \*\*АҚ «Аллюминий Казахстан», Павлодар қ.  
 Материал 24.12.12 редакцияға түсті.

*V. O. Voloshin*, \* *V. V. Virovets*, \*\* *A. D. Gutenko*, \* *S. I. Igonin*\*

**Finding final energies of neutrons scattered on different mediums**

\*S. Toraigyrov Pavlodar State University;  
 \*\*JSC «Aluminium of Kazakhstan», Pavlodar.  
 Material received on 24.12.12.

*Ортамен кері шашыраған баяу нейтрондардың жылдамдығын анықтайтын аналитикалық өрнек алынды. Эксперименттік мәліметтер бойынша нейтрондардың қалған энергиясының ортаның баяулату қабілетінен тәуелділігі анықталды.*

*An analytical expression was obtained that determines the rate of counting of slow neutrons scattered back by medium. According to experimental data dependence of neutron's final energies on slowing-down power of medium was determined.*

УДК 613.952:681.3.01

**О. М. Гергет\***, **А. Ж. Амиров\*\***, **Г. А. Сакбасынова\*\*\***

## **АДАПТАЦИОННЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН И ДЕТЕЙ**

*В статье представлен подход к оценке состояния здоровья беременных женщин и их детей, основанный на информационном критерии, который является универсальным и позволяет выявить общие для различных стрессирующих факторов закономерности формирования адаптивного состояния.*

Состояние здоровья ребёнка в период внутриутробного развития самым тесным образом связано со здоровьем и психологическим комфортом его матери, который в свою очередь определяется благополучным состоянием женщины во время беременности и родов. В связи с этим все большее развитие приобретает направление в области разработки методов и систем для выявления отклонений в состоянии здоровья матери в период протекания беременности и своевременному принятию профилактических и организационных решений.

В большинстве известных из литературы системах оценка состояния здоровья основана на усредненных характеристиках (норма, патология, степень развития). Однако при этом, оказываются скрытыми индивидуальные особенности, выявление которых особенно важно в те периоды, когда сама жизнь представляет собой адаптационный процесс, заключающийся в тенденции к динамическому равновесию с условиями существования. В этот момент необходимо отследить динамику адаптационных процессов ребенка с учетом индивидуальных особенностей. Таким образом, несмотря на достигнутые результаты, остается необходимость в комплексном изучении состояния здоровья матерей, их детей и исследовании влияния различных комплексов оздоровительных мероприятий на клинико-лабораторные показатели беременных женщин и их детей с целью разработки динамической модели оценки состояния беременных женщин и прогнозирования заболеваний у детей на основе анализа адаптивных процессов.

### *Материалы и методы*

1. Клинико-анамнестические: оценка особенностей биологического, акушерско-гинекологического анамнеза у матерей, данных течения беременности и родов.

2. Лабораторное исследование гормонального профиля. Для характеристики гормонального статуса обследуемых беременных женщин и

их детей использовано радиолигандное определение уровня тиреотропного гормона (ТТГ), тироксина (Т4), трийодтиронина (Т3), кортизола и инсулина в сыворотке крови. 3. Биохимические методы исследования перекисного окисления липидов.

Перекисное окисление липидов оценивали по содержанию малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови. Определение МДА в сыворотке крови определяли с помощью метода Владимирова Ю. А., Арчакова А. К., основанного на реакции взаимодействия между МДА и ТБК, которая при высокой температуре и кислом рН протекает с образованием окрашенного триметинового комплекса. На основе полученных результатов содержание МДА в сыворотке крови вычисляли по формуле:

$$\text{Концентрация МДА} = \frac{E}{1,56} \cdot 105 \cdot V \text{ (моль/л)},$$

где E – экстинкция опытной пробы,  
V – объем вносимой сыворотки в литрах,  
1,56 \* 105 – коэффициент пересчета.

4. Методы статистического анализа данных проводились при помощи пакета STATISTICA 6.0, Microsoft Excel. Для количественных переменных были вычислены показатели среднего значения + среднее абсолютных значений отклонений точек данных от среднего (M+m), 95% доверительный интервалы (95% ДИ). Для качественных переменных были оценены частоты встречаемости данных показателей во всех сравниваемых группах. Для принятия статистически значимых решений уровень достоверности p принимал значение меньше 0,05 (p<0,05).

Оценка различий в частоте встречаемости признаков в сравниваемых группах проводилась по критерию Фишера, также применялся критерий согласия Пирсона. Оценка информативности значимых признаков проводилась с использованием модификации информационной меры Кульбака.

Для оценки различий средних исследуемых показателей независимых групп использовался непараметрический критерий Манна-Уитни, для зависимых – непараметрический критерий Вилкоксона. Для изучения взаимосвязи между двумя признаками использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Были изучены данные о состоянии здоровья 298 беременных женщин в возрасте от 18 до 44 лет, наблюдавшихся в первой женской консультации г. Томска. Выборка женщин включала данные анамнеза: сведения о развитии болезней, условиях жизни, перенесенных заболеваниях, беременностях и другие. Обследованные женщины были ранжированы на три группы в зависимости от результатов первичного обследования:



1. Контрольную группу (К) составили 53 (17,8%) практически здоровых беременных женщин, не получавших оздоровительных мероприятий и их дети от рождения до 7 лет.

2. Группу сравнения (С) составили 60 (20,1%) беременных женщин, имевших соматические заболевания, не получавших комплекса оздоровительных мероприятий, а также их дети от рождения до 7 лет.

3. Основную группу (О) составили 185 (62,1%) беременных женщин, имевших соматические заболевания, которым проводился различный комплекс оздоровительных мероприятий (физические упражнения, дыхательная гимнастика, аквагимнастика, музыкальная релаксация) и их дети от рождения до 7 лет.

В каждой группе была проведена оценка распределения беременных женщин по следующим показателям:

- степень тяжести соматических заболеваний,
- факторы риска в I и III триместрах,
- перинатальные факторы риска в I и III триместрах,
- интранатальные факторы риска,
- посещение комплекса оздоровительных мероприятий (с I или II триместра),
- по оценке длительности задержки дыхания проб Штанге (на вдохе) и Генча (на выдохе) в начальный период, 11-19, 21- 29, 31-39 недель беременности.

Нормы длительности задержки дыхания проб для беременных отображены в таблице 1.

Таблица 1 – Нормы длительности задержки дыхания проб для беременных

Проба Штанге	Проба Генча
< 20 сек – неудовлетворительно	< 15 сек – неудовлетворительно
20-40сек – удовлетворительно	15-25 сек – удовлетворительно
> 40 сек – хорошо	> 25 сек – хорошо

Для оценки адаптационных возможностей беременных женщин применялись функциональные дыхательные нагрузочные тесты, для детей – исследование показателей сердечно-сосудистой системы. При этом использовался подход, предложенный Я. С. Пеккером, О. Г. Берестневой, а именно, рассмотрение информационной меры как меры предпочтительности поведения биообъекта:

$$I = \sum_{j=1}^n P_0(x_j) \ln \frac{P_0(x_j)}{P_1(x_j)}, \quad (1.1)$$

где n – количество информативных признаков;

$P_0(x_j)$  – вероятность, характеризующая «предпочтительную» вероятность состояния биообъекта, т.е. случай, когда отклонения  $j$  переменной от «нормы» равно 0. Под состоянием биообъекта будем понимать состояние беременных женщин и детей. В статье при оценке адаптационных возможностей биообъекта за «норму» («эталонное» состояние) принято считать состояние, при котором значения всех переменных равны среднестатистическим значениям (для однородных групп обследуемых).

$P_1(x_j)$  – вероятность того, что значение признака  $x_j$  соответствует «норме». Вероятность  $P_1(x_j)$  вычисляется по следующей формуле:

$$P_1(x_j) = P(|x_j - \bar{x}| < \delta) = 2\Phi\left(\frac{\delta}{\sigma}\right) - 1, \quad (1.2)$$

где  $\bar{x}$  – среднее значение признака  $x_j$ ;

$\delta$  – величина некоторого заданного отклонения;

$\sigma$  – среднее квадратическое отклонение признака  $x_j$ ;

$\Phi$  – функция Лапласа.

В выражении (1.1) вероятность  $P_0(x_j)=1$ , поскольку, в качестве «предпочтительного» состояния биообъекта принимается состояние, при котором отклонение  $\delta = 0$ . Следовательно, выражение (1.1) преобразуется к виду:

$$I_{\text{адапт}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \ln \frac{1}{P_1(x_j)}, \quad (1.3)$$

где  $n$  – количество учитываемых признаков;

$P_1(x_j)$  – вероятность отклонения признака  $x_j$  от «предпочтительного» состояния.

Данный критерий позволяет оценить степень отклонения текущего состояния биообъекта от «предпочтительного». Таким образом, имеем интегральную оценку адаптационных возможностей организма, которая дает возможность выявить закономерности в сложных процессах, обусловленные влиянием внешних факторов на функциональное состояние организма. При этом мы исходим из следующих положений: если измеряемые параметры изменяются случайно, причем не наблюдается никакой закономерной тенденции, то система практически не изменяет своего состояния, и информационные показатели не превышают заданного уровня. Если влияние внешней среды или условий пребывания организма приводят к изменению состояния, информационные показатели превысят принятый исходный уровень тем больше, чем сильнее изменения состояния биосистемы.

Очевидно, что применение информационного критерия для оценки состояния биообъекта предполагает существование пороговых значений,

превышение которых соответствует переходу в новое состояние. В работе был использован принятый в биокибернетике способ выделения градаций:

- отсутствие достоверных изменений:  $|x - \bar{x}| < \pm 0,5$  ;
- легкая степень уменьшения (увеличения)  $x$ :  $|x - \bar{x}| < \pm 1$  ;
- умеренная степень изменения:  $|x - \bar{x}| < \pm 1,5$  ;
- выраженная степень изменения:  $|x - \bar{x}| < \pm 2$  ;
- резко выраженная степень изменения:  $|x - \bar{x}| < \pm 2,5$  ;

В соответствии с этими градациями выделено 4 условных состояния биообъекта и получены пороговые значения для критерия Гадапт, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Пороговые значения и состояния биообъекта

Пороговые значения	Состояние биообъекта
$I_{кр} = 0,507$	Состояние удовлетворительной адаптации
$I_{ут} = 2,01$	Состояние, соответствующее легкой степени напряжения функциональных систем
$I_{н} = 3,09$	Напряжение функциональных систем
$I_{с} = 4,39$	Срыв адаптации

Для количественной оценки отклонения признака  $x_j$  ( $j \in [1, \dots, n]$ ) от нормального уровня функционирования биообъекта был введен интегральный показатель вида:

$$S = S_1 / S_0,$$

$$\text{где } S_0 = \int I_{адапт}(t) dt; \quad S_1 = \int I_{адапт}(t) dt, \text{ для } I_{адапт}(t) > I_{кр}.$$

Интегральный показатель S может быть использован в качестве оценки степени напряжения биообъекта.

По мнению ряда авторов, для оценки адаптационного потенциала какой-либо подсистемы организма целесообразно использовать соотношение уровня функционирования (УФ) этой системы, ее функционального резерва (ФР) и степени напряжения (СН) механизмов регуляции.

Примем в качестве УФ биосистемы значения функции  $I_{адапт}(t)$ , а в качестве СН – интегральный показатель S. При этом,  $\Phi P = \frac{УФ}{СН}$ .

На основе анализа экспериментальных данных были введены следующие градации для изменения СН и ФР, таблица 3.

Таблица 3 – Градация для изменения СН и ФР

Для степени напряжения	Для функционального резерва
$СН < 0,2$ – "напряжение" отсутствует	$ФР > 6$ – высокий
$0,2 < СН \leq 0,4$ – низкая степень напряжения	$3 \leq ФР \leq 6$ – средний
$0,4 < СН \leq 0,6$ – средняя степень напряжения	$ФР < 3$ – низкий
$СН > 0,6$ – высокая степень напряжения	

### *Обсуждение результатов*

При проведении оздоровительных мероприятий проводилась оценка адаптационных возможностей организма беременных женщин и их детей, которым определяли функциональные резервы и степень напряжения регуляторной системы дыхания. У женщин основной группы в начальный период беременности отмечались низкие ФР, под влиянием оздоровительных мероприятий к концу беременности ФР были высокими, тогда как у женщин, не получавших оздоровительных мероприятий ФР оставались низкими на протяжении всей беременности ( $p < 0,001$ ). Степень напряжения у женщин основной группы были на низком уровне, по сравнению с женщинами группы сравнения ( $p < 0,001$ ). Определение ФР и СН является важным, диагностическим и прогностическим признаком адаптивной способности организма беременных женщин к факторам внешней и внутренней среды.

Проведение комплексных оздоровительных мероприятий у женщин основной группы способствовало повышению функциональных резервов и формированию хорошей адаптации к различным факторам внешней и внутренней среды, на что указывает полученный в 64% случаях **адаптивный** тип. У беременных женщин, имевших соматическую заболеваемость и не получавших оздоровительные мероприятия, отмечалось постепенное снижение функциональных резервов, что указывало на возможное обострение соматической патологии. В последующем у этих женщин обострения соматической патологии способствовало дальнейшему снижению функциональных резервов, что привело к **срыву адаптации** в 35% случаях. На рисунке 1 отображено распределение типов реакции у беременных.

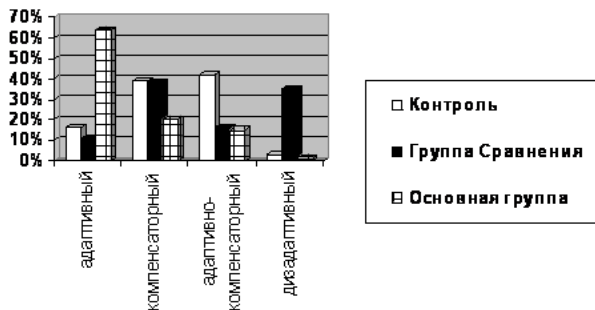


Рисунок 1 – Распределение адаптационных типов реакций у беременных женщин

Таблица 4 – Распределение типов адаптации детей и их матерей разных групп наблюдения

Группы женщин	Типы адаптационных реакций детей			
	Адаптивный	Адаптивно-компенсаторный	Компенсаторный	Дизадаптивный
Контроль	16%	9%	48%	27%
Сравнения	3,2%	6,5%	67,7%	22,6%
Основная	31%	23,8%	53,0%	17,9%

Необходимо отметить тот факт, что по результатам исследования 123 детей основной группы, чьи матери получали комплекс оздоровительных мероприятий на протяжении всего гестационного периода формировались компенсаторные (53%) и адаптивные (41%) типы адаптационных кривых, функциональные резервы этих детей были высокими (100%) при достаточно низкой степени напряжения (73%). Тогда как у 40 детей, матери которых не получали оздоровительных мероприятий имели место компенсаторные (48%) и дизадаптивные (40%) типы при низких функциональных резервах (63%) и 100% степени напряжения функциональных систем организма. В результате чего установлено, что на адаптационные типы детей оказывает влияние состояние здоровья матери. В группах детей, имеющих дизадаптивные типы заболевания матерей на фоне беременности встречались чаще, чем в группе с адаптивными и компенсаторными типами.

Приведем данные о распределении типов адаптации матерей и их детей (таблица 5).

Таблица 5 – Данные о распределении типов адаптации матерей и их детей

Типы адаптации женщин	Типы адаптации детей			
	Адаптивный	Адаптивно-компенсатор.	Компенсатор	Дизадаптив.
Адаптивный	13,2%	21,1%	47,4%	18,4%
Адаптивно-компенсаторный	2,6%	15,8%	55,3%	26,3%
Компенсаторный	8,2%	20,4%	57,1%	14,3%
Дизадаптивный	0,0%	16,7%	58,3%	25,0%

Оценив адаптационные возможности беременных женщин и новорожденных детей в разных исследуемых группах, можно сделать вывод о том, что женщины, имеющие высокие функциональные резервы и адаптационные возможности из контрольной группы, не всегда дают возможность рождению детей с высокими показателями адаптационных возможностей и функциональных резервов организма. Только 13,2% женщин с адаптивным типом адаптации имеют детей с таким же типом, и 21,1% – с адаптивно-компенсаторным типом. Таким образом, из всех беременных женщин, имеющих адаптивный и адаптивно-компенсаторный типы реакций, только 30% женщин имеют детей с такими же типами реакций.

Отметим, что у детей основной группы в периоде новорожденности, в возрасте 6-ти месяцев и 1 года на фоне проведения специального комплекса гимнастики, дыхательной гимнастики и аквагимнастики, музыкальной релаксации отмечалось понижение показателей МДА, повышение витамина Е и кортизола, по сравнению с детьми, которые не получали комплекса оздоровительных мероприятий.

Примечательно, что только у детей в возрасте 1 месяца, родившихся от матерей, получавших оздоровительные мероприятия, выявлялось статистически значимое повышение уровня ТЗ в 2 раза по сравнению с детьми, матери которых не получали оздоровительных мероприятий ( $p < 0,001$ ). Статистически значимое повышение сохранялось у этих детей в возрасте 6-ти месяцев и 1 года ( $p < 0,01$ ).

Не менее важными показателями явились данные последствий перинатальной заболеваемости. Так, если показатели перинатальной заболеваемости детей сравниваемой группы составили 80%, то у детей на фоне оздоровительных мероприятий показатели заболеваемости были

намного ниже и составили соответственно 13,3%. Снижение адаптационных возможностей в большинстве случаев происходило на фоне дисгармоничного физического развития у детей, не получавших реабилитационных мероприятий. Таким образом, использование в комплексе лечебной физической культуры, дыхательной гимнастики, аквагимнастики и музыкальной релаксации повышает адаптационные возможности организма матери. Вследствие этого в плоде создаются благоприятные условия для развития саногенетических реакций, направленных на самовосстановление организма без дополнительного медикаментозного воздействия.

\*Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда;

\*\*Карагандинский коммерческий колледж г. Караганда;

\*\*\*Томский политехнический университет, г. Томск.

Материал поступил в редакцию 28.12.12.

*О. М. Гергет, А. Ж. Амиров, Г. А. Сакбасынова*

**Екі қабат әйел мен балалардың денсаулық жағдайын бағалауда адаптациялық тәсілі**

\*Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ.;

\*\*Қарағанды коммерциялық колледжі, Қарағанды қ.;

\*\*\*Томск политехникалық университеті, Томск қ.

Материал 28.12.12 редакцияға түсті.

*О. М. Gerget, \* A. Zh. Amirov, \*\* G. A. Sakbasynova\*\*\**

**Adaptation approach is in estimation of the state of health of expectant mothers and children**

\*Karaganda State Technical University, Karaganda;

\*\*Karaganda Commercial College, Karaganda;

\*\*\*Tomsk Polytechnical University, Tomsk.

Material received on 28.12.12.

*Мақалада екі қабат әйел мен балалардың денсаулық жағдайын бағалауда бағдарланған белгіге негізделген тәсілдері көрсетілген, бейімделген күйде қалыптасқан заңдылықтың әр түрлі стресстік факторлар үшін әмбебап және жалпы қорытынды шығарады.*

*In the article, an approach to estimation of the state of health of expectant mothers and their children, es presented based on an informative criterion that is universal and allows to educe general for different stressful factors patterns of forming of the adaptive state.*

УДК 613.952:681.3.01

**О. М. Гергет\***, **А. Ж. Амиров\*\***, **Г. А. Сакбасынова\*\*\***

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ**

*В статье приведено описание интеллектуальной системы, позволяющей получить качественно новые научные и практические выводы, существенно ускоряющие и облегчающие работу медицинского персонала в оценке состояния здоровья детей.*

*Ключевые слова: интеллектуальная система, здоровье, типы адаптационных кривых.*

Актуальность задачи создания интеллектуальных систем для оперативной оценки состояния здоровья детей обусловлена тем, что за последние 5 лет заболеваемость детей, как периода новорожденности, так и дошкольного возраста увеличилась на 27,6%. Состояние здоровья ребёнка самым тесным образом связано со здоровьем и психологическим комфортом его матери. В связи с этим все большее развитие приобретает направление в области разработки алгоритмов, методов и систем для выявления отклонений в состоянии здоровья матери и более раннего выявления и профилактики функциональных отклонений у детей.

При разработке математического аппарата интеллектуальной системы, необходимо учитывать специфику медицинских задач (наличие таких факторов, как нечеткость и неполнота в описании исследуемого объекта), поэтому в основе разработанной нами интеллектуальной системы лежат алгоритмы логического вывода и интегральные критерии оценки динамики адаптационных характеристик человека.

Проектирование системы осуществлялось с использованием языка UML. UML обеспечивает поддержку всех этапов жизненного цикла информационной системы и предоставляет для этих целей ряд графических средств – диаграмм.

К интеллектуальной системе были предъявлены требования экспертов, которые отражены в диаграмме прецедентов (или вариантов использования) – обобщенная модель функционирования системы в окружающей среде (рисунок 1).



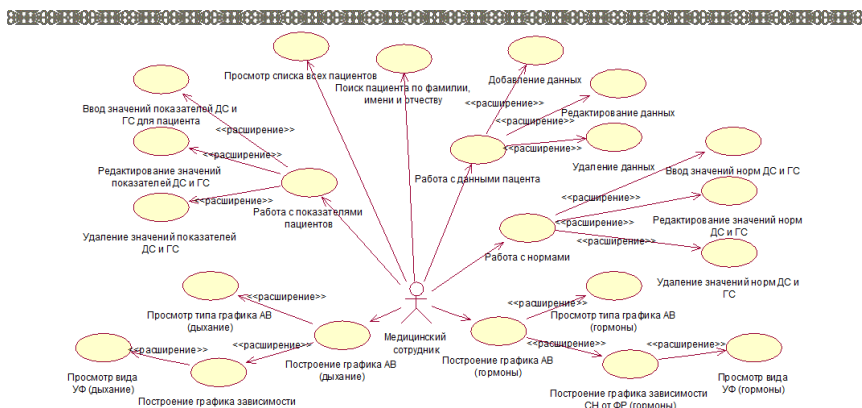


Рисунок 1 – Диаграмма прецедентов

Система состоит из целого комплекса программных компонент (модулей). Приведем описание системы:

- модуль формирования базы данных интеллектуальной системы;
- модуль оценки степени адаптации организма: женщины на основе математического анализа динамики показателей дыхательной системы (дыхательные нагрузочные тесты – задержка дыхания на вдохе и выдохе) и показателей гормонального статуса крови; детей на основе математического анализа показателей сердечно-сосудистой системы. При этом использовался подход, предложенный Я. С. Пеккером, А. В. Ротовым, а именно, рассмотрение информационной меры как меры предпочтительности поведения биообъекта [1];
- модуль визуализации результатов исследования: построение адаптационных стратегий, аппроксимирующих кривых, отображение на плоскости зависимости функциональных резервов от степени напряжения организма;
- модуль, в основе которого лежат алгоритмы аппроксимации, интерполяции, численного интегрирования, решения систем линейных уравнений;
- модуль, реализующий алгоритм нечеткого принятия решения, включающий в себя 4 отдельных блока, реализующих функции: ортогонализация, вычисление вероятности, вычисление уточненной вероятности и принятие решения [2-4].

*Модуль формирования базы данных интеллектуальной системы.* База данных системы спроектирована с использованием СУБД Microsoft Access. Для моделирования структуры данных использовалась ER-диаграмма (диаграмма «сущность-связь»), выполненная в соответствии со стандартом IDEF1X, который применяется в CASE-системе ERWin. Женщина и Ребенок, связанные между собой неидентифицирующей связью 1:М, являются основными, а все остальные сущности – зависящие от них. Заболевания, группа риска, нормы и показатели дыхательной системы и гормонального статуса

кислоты крови непосредственно связаны с сущностью Женщина; а распределение R-R интервалов при проведении клиноортостатической пробы [5], нормы и показатели крови ребенка – с сущностью Ребенок.

*Модуль оценки степени адаптации.* Реализован с помощью подпрограммы *AdaptationEval*, которая включает в себя четыре блока: обработка информации, графическое представление данных, определение типа адаптационной кривой, вывод промежуточного результата диагностики.

Первый блок позволяет осуществить обработку поступающих в подпрограмму данных. С помощью интегральных критериев оценивается степень отклонения текущего состояния объекта исследования (беременной женщины или ребенка) от «предпочтительного». «Предпочтительное» состояние – это состояние, при котором отклонение признаков от их физиологических норм равно нулю. Полученные данные сохраняются и записываются в базе данных системы.

Второй блок подпрограммы позволяет вывести на экран график адаптационной функции, где на оси абсцисс откладывается срок беременности, в течение которого проводились измерения, а на оси ординат – значения адаптационной функции.

Третий блок позволяет осуществить аппроксимацию построенных функций при помощи полиномиальной функции  $at^2 + bt + c$ , интерполяцию используя метод кубических сплайнов и типизацию степени адаптации биообъекта. С этой целью реализован метод наименьших квадратов и кубических сплайнов.

За выходную информацию подпрограммы *AdaptationEval* отвечает четвертый блок. Выходная информация представлена в графическом виде.

*Модуль нечеткого принятия решения.* Первый блок предназначен для декомпозиции булевых функций и ортогонализации функции  $\hat{h}_i$ . Второй блок предназначен для вычисления вероятности принятия решения (постановки i-ого диагноза) по объекту исследования на границах интервала по каждой нечетко заданной переменной и отнесение объекта к образам. Если исследуемый объект относится к одному образу, то вызывается процедура First, иначе – Second. Процедура First производит разбиение путем деления пополам интервалов нечетко заданных переменных на подинтервалы и вычисляет частичную импликацию. Процедура Second определяет значения нечетко заданных переменных, при которых объект равновероятно принадлежит разным образам, и вычисляет частичную импликацию в точках, равноотдаленных от границ интервалов и точки, в которой объект одинаково принадлежит разным образам. Третий блок предназначен для вычисления уточненной вероятности с применением операции логико-вероятностного распознавания с размытием образов, осуществляемой при невозможности отнесения объекта к образу. Четвертый блок позволяет провести голосование на множестве решающих

правил и формирование итогового решения в виде списка. Он включает в себя следующую последовательность функций: построение решающих правил на основе процедуры голосования, непосредственное принятие решения и, если вероятность принятия решения ниже указанного пользователем уровня, то выводится информация о необходимости выявления значений дополнительных характеристических признаков и последовательность мероприятий по проведению дополнительного обследования. По результатам дополнительного исследования производится уточнение результатов принятия решения (диагноза).

Интеллектуальная система разработана таким образом, что каждый функциональный модуль имеет возможность работы в двух режимах: автономном (отдельное приложение для решения конкретной задачи); в составе интегрированной программной среды (для комплексной диагностики здоровья биообъекта).

### **Заключение**

Апробация интеллектуальной системы на реальных данных показала, что качество решения по вышеизложенным алгоритмам удовлетворяет потребности практического врача.

Разработанная система дает возможность: оценивать адаптационный потенциал, степень напряжения и функциональные резервы беременных женщин и детей; оперативно оценивать текущее состояние и принимать решения по проведению дополнительного обследования и коррекции состояния.

Дальнейшие исследования связаны с совершенствованием способов задания описания объектов, нечеткого принятия решения, неоднородной последовательной процедуры распознавания и включение в состав коллектива новых алгоритмов.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 **Ротов, А.В., Пеккер, Я. С., Медведев, М. А., Берестнева, О. Г.** Адаптационные характеристики человека (Оценка и прогнозирование). – Томск : Изд-во Томского университета, 1997.

2 **Горелик, А. Л., Скрипник, В. А.** Методы распознавания. – М. : Высшая школа, 1984.

3 **Янковская, А. Е.** Степень импликации и частичная ортогонализация дизъюнктивных нормальных булевых функций в связи с проблемой принятия решения// Всесибирские чтения по математике и механике. – Томск, 1997. – С. 225-231.

4 **Гергет, О. М., Янковская, А. Е.** Подсистема принятия решения, основанная на логико-вероятностном распознавании образов// 7-ая

национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. – Москва, 2000. – С. 663-672.

5 Гергет, О. М., Кочегуров, В. А. Математическое моделирование нестабильных состояний однородных объектов в интеллектуальной медицинской системе// Тр. междунар. конф. AIS'05 и CAD-2005. – М. : Физматлит, 2005. – С. 262-269.

Карагандинский государственный технический университет;  
Карагандинский коммерческий колледж, г. Караганда;  
Томский политехнический университет, г. Томск.  
Материал поступил в редакцию 28.12.12.

*О. М. Гергет, А. Ж. Амиров, Г. А. Сакбасынова*

### **Зияткерлік жүйе сарапшылықтар бала-шаға ауру-сауылар**

\*Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ.;

\*\*Қарағанды коммерциялық колледжі, Қарағанды қ.;

\*\*\*Томск политехникалық университеті, Томск қ.

Материал 28.12.12 редакцияға түсті.

*О. М. Gerget, \* A. Zh. Amirov, \*\* G. A. Sakbasynova\*\*\**

### **Intellectual system estimations is the states of health of children**

\*Karaganda State Technical University, Karaganda;

\*\*Karaganda Commercial College, Karaganda;

\*\*\*Tomsk Polytechnical University, Tomsk.

Material received on 28.12.12.

*Мақалада зияткерлік жүйенің сипаттамасы нарықты жаңа медициналық персоналдың жұмысын арада сарапшылықта ауру-сауы бала-шаға байыпты тездет- және жеңілдет ғылыми және практикалық тұжырымдарды келтір алу қой.*

*Бұлақты сөздер: зияткерлік жүйе, денсаулық, бейімделудің қисқының үлгілері.*

*In the article a description is given of the intellectual system, allowing to get new scientific and practical conclusions substantially accelerating and facilitating the work of medical personnel in the estimation of the state of health of children.*

*Keywords: intellectual system, health, types of adaptation curves.*

УДК 004.94

**А. З. Даутова, Б. А. Рахимбаева,  
М. М. Рахимбаев, С. А. Олейник**

## **КОЛЛАБОРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДРУЖЕСТВЕННОГО ИНТЕРФЕЙСА КОМПЛЕКСА ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

*В данной статье рассматривается опыт применения коллаборативных методов дружественного интерфейса при создании комплекса виртуальных лабораторий «сопротивление материалов» предназначенного для подготовки специалистов по направлению машиностроения, металлургии и строительства.*

На современном этапе перспективным направлением развития современного образования является, возможность создания комфортных условий, с точки зрения обеспечения организации учебной деятельности, за счет создания информационно-коммуникационной образовательной среды. Основными составляющими этой среды должны стать достижения качества образования, диктуемые обновляющимися стандартами образования нового поколения и дидактическими возможностями средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и интернет-технологий. В настоящее время всемирная сеть Интернет и корпоративные сети интранет рассматриваются многими как «единое рабочее поле», «единое рабочее пространство» или «единое рабочее место». Это предполагает активное коллаборирование (сотрудничество, взаимодействие) многих пользователей и всевозможных программ и сервисов, доступных в сетях Интернет и интранет.

Коллаборативные системы представляют собой совокупность информационных и коммуникационных технологий, направленных на взаимодействие людей, работающих в рамках одного проекта, как правило, территориально удаленных друг от друга.

Коллаборативное обучение. В переводе с английского «collaborative» - общий, объединенный, совместный. Основным признаком коллаборативности является коллективность действий, совместный характер групповой работы, коллегиальность, соавторство, кооперация, взаимодействие, сотрудничество. Сотрудничество определяет преимущественную организационную модель не только во взаимодействии студентов, решающих проектные задания не индивидуально, а в группе, но и современный характер взаимодействия в обучении между

преподавателем и студентами. В условиях отечественной образовательной системы образования обучающиеся с готовностью воспринимают системы обеспечения совместной работы. Более того, они сами по мере сил и возможностей способствуют развитию и распространению таких систем. В условиях совместной работы над проектными заданиями позитивный оттенок приобретает даже склонность отечественных студентов к списыванию и подсказкам. При этом необходимым условием организации процесса обучения является комплексное целеполагание, ориентированное на овладение способами разрешения проблемных ситуаций, которые включают в себя критическое отношение к новым идеям и их теоретическому обоснованию с учетом экспериментальных данных [1,2].

В данной статье мы рассмотрим комплекс виртуальных лабораторий «сопротивление материалов» ориентированных на коллаборативные технологии обучения. Данный предмет был выбран для реализации в виртуальности, так как в студенческой среде сопротивление материалов считается одной из наиболее сложных для усвоения общепрофессиональных дисциплин.

Сопротивление материалов (в обиходе - сопромат) – часть механики деформируемого твёрдого тела, которая рассматривает методы инженерных расчётов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при одновременном удовлетворении требований надежности, экономичности и долговечности. Сопротивление материалов относится к фундаментальным дисциплинам общеинженерной подготовки специалистов с высшим техническим образованием. Методы сопротивления материалов широко используются при расчете несущих конструкций зданий и сооружений, в дисциплинах связанных с проектированием деталей машин и механизмов. Как правило, именно из-за оценочного характера результатов, получаемых с помощью математических моделей этой дисциплины, при проектировании реальных конструкций все прочностные характеристики материалов и изделий выбираются с существенным запасом (в несколько раз относительно результата, полученного при расчетах) [3].

Комплекс виртуальных лабораторий предназначен для организации и технической реализации учебного процесса дисциплине «Сопротивление материалов» является достаточным для автономной и сетевой самостоятельной работы и подготовки к аттестации обучающихся.

Комплекс виртуальных лабораторий обладает дружественным интерфейсом, предельной простотой освоения и эксплуатации.

Обучаемому предлагается перечень лабораторных работ:

Работа № 1 Испытание на растяжение образца из малоуглеродистой стали.

Работа № 2 Определение упругих постоянных материалов при растяжении.

Работа № 3 Испытание образцов на сжатие.

Работа № 4 Испытание стального образца на срез.

Работа № 5 Испытание стального образца на кручение.

Работа № 6 Опытная проверка теории изгиба.

Работа № 7 Определение перемещений балки при изгибе.

Работа № 8 Опытная проверка теоремы о взаимности работ и перемещений.

Работа № 9 Опытная проверка теории продольного изгиба.

Для программной реализации виртуальных лабораторных работ (далее – ВЛР) использованы современные объектно-ориентированные технологии программирования, что подтверждают научно-технический уровень проекта.

ВЛР позволяет повысить уровень подготовки специалистов по направлению машиностроения, металлургии и строительства на государственном и русском языке и существенно улучшит процессы организации образовательного процесса на государственном языке, интеграцию и эксплуатацию информационных сервисов и систем образовательного учреждения.

При запуске программы пользователя ожидает титульный экран (рисунок 1), где ему предложен выбор лабораторной работы и языка, на котором будет проводиться работа.



Рисунок 1 – Титульный экран

По нажатию на кнопки «Список литературы» и «Авторский коллектив» выводится соответствующая информация (рисунок 2)

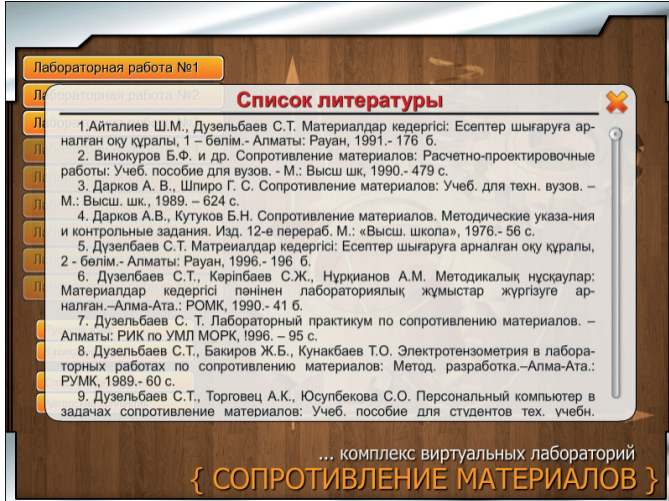


Рисунок 2 – Список литературы и авторский коллектив

Все лабораторные работы реализованы в едином визуальном стиле. Ниже представлены основные элементы виртуальной лаборатории (рисунок 3)

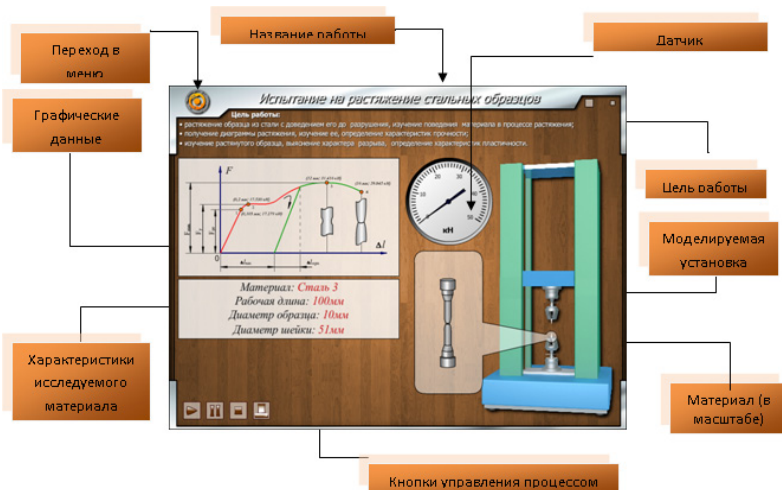


Рисунок 3 – Основные элементы

Сверху указано название текущей лабораторной работы и цели, которые предполагается достичь в ходе её выполнения.



Кнопка перехода в меню уводит пользователя к списку доступных лабораторных работ.

Поле графических данных отображает необходимые для выполнения работы данные (графики или таблицы), необходимые для выполнения работы.

Поле отображения характеристик исследуемого материала содержит физические параметры исследуемого материала, что необходимо для проведения расчётов.

Кнопки управления процессом выполнения лабораторной работы: кнопка запуска (даёт старт симуляции рабочего процесса), кнопка паузы (временно приостанавливает симуляцию рабочего процесса, это бывает необходимо при снятии показаний датчиков, либо просто для лучшего понимания и рассмотрения, происходящих в течение выполнения работы процессов), кнопка сброса (полностью возвращает симуляцию процесса в исходную точку) и кнопка распечатки графических данных, сопутствующих данной работе).

Материал представлен в крупном масштабе, чтобы были видны происходящие с ним изменения.

Датчики отображают показания приборов, приборы в режиме реального времени изображают анимацию происходящих процессов.

Таким образом, применение коллаборативных методов дружественного интерфейса в виртуальных лабораториях способно значительно повысить эффективность электронного обучения. Простой, дружественный и привлекательный интерфейс делает виртуальные лаборатории незаменимыми при коллективном и совместном обучении студента, в значительной степени расширило бы спектр реальных коммуникативных ситуаций, повысило бы мотивацию обучаемых, позволило бы эффективнее применять полученные знания, сформированные навыки, умения для решения реальных коммуникативных задач, и найдет широкое применение в системе дистанционного образования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Кесселс, Й., Малдер, И., Сваак, Д.** Коллаборативные технологии: оценка группового обучения и взаимопонимания. E-Learning World № 4, 2004.

2 **Голышков, В. В., Тарасов, В. Б., Елисеєва, О. Е.** и др. Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации. - Минск : БГУИР, 2001.

3 [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%EE%EF%F0%EE%F2%E8%E2%EB%E5%ED%E8%E5\\_%EC%E0%F2%E5%F0%E8%E0%EB%EE%E2](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%EE%EF%F0%EE%F2%E8%E2%EB%E5%ED%E8%E5_%EC%E0%F2%E5%F0%E8%E0%EB%EE%E2)

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 27.12.12.

А. З. Даутова, Б. А. Рахимбаева, М. М. Рахимбаев, С. А. Олейник

**«Материалдар кедергісі» виртуалды зертханалар кешенінің жақын интерфейстің коллаборативті әдістері**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 27.12.12 редакцияға түсті.

A. Z. Dautova, B. A. Rakhimbayeva, M. M. Rakhimbayev, S. A. Oleynik

**Collaborative methods of a friendly interface of the complex of virtual laboratories «Resistance of materials»**

S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 27.12.12.

*Машина жасау, металлургия және құрылыс бағыты бойынша мамандарды әзірлеуге арналған “материалдар кедергісі” виртуалды зертханалар кешенін жасау барысында жақын интерфейстің коллаборативті әдістерін қолдану тәжірибесі осы мақалада қарастырылады.*

*This article examines the experience of collaborative methods of a friendly interface to create complex virtual laboratories «Resistance of materials» designed to train specialists in the field of engineering, metallurgy and construction.*

УДК 512.774.3

**Б. Н. ДРОБОТУН, Н. И. МУХАМЕДЗЯНОВА, Е. Ш. ОРАЛОВ**

**К ВОПРОСУ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ОТНОШЕНИЯ ИЗОМОРФИЗМА И АБСТРАКТНЫХ СВОЙСТВ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СИСТЕМ (I)**

*В работе, с использованием изоморфизма между алгебраическими системами  $[B(M)^2]$  и  $M(n; E)$  реализуется (на конкретных примерах) возможность когнитивной схемы представления фактор-множеств с точностью до биективности и технологий композиционного представления отображений посредством описания первичных свойств бинарных отношений в понятийно-терминологической базе теории матриц.*

В работе [1] авторами: были определены алгебраические системы  $\llbracket \mathbf{B}(M) \rrbracket^2$  бинарных отношений, заданных на конечном  $n$  - элементном множестве, и  $M(n; E)$  – характеристических матриц размерности  $n \times n$ ; было доказано, что система  $\llbracket \mathbf{B}(M) \rrbracket^2$  изоморфна системе  $M(n; E)$ ; на основе этого изоморфизма была получена характеристика первичных свойств бинарных отношений в понятийно-терминологической базе теории матриц и намечена программа использования этой характеристики в прикладном аспекте.

Предлагаемая работа является первой из двух статей, в которых авторы предпринимают опыт реализации намеченной в [1] программы посредством разработки и анализа нетрадиционных примеров демонстрационного характера. Приведенные в работе примеры, технологии и схемы их построения могут служить основой разработки инновационных материалов методического обеспечения базовых вузовских дисциплин логико-алгебраической и теоретико-множественной направленности, а также могут быть использованы в процессе подготовки дипломных работ и магистерских диссертаций.

В работе используется общепринятая логико-алгебраическая терминология и символика (смотри, к примеру, [2,3]).

Приведем для полноты изложения, так называемую теорему о композиционном представлении отображений [4], на которую авторы наиболее часто ссылаются в данной статье.

Теорема 1. Пусть  $\varphi : M_1 \rightarrow M_2$  – произвольное отображение множества  $M_1$  в множество  $M_2$ , тогда для  $\varphi$  существует представление в виде

$$\varphi = \varepsilon_{P_\varphi} \circ \tau \circ l_{\text{Im } \varphi}$$

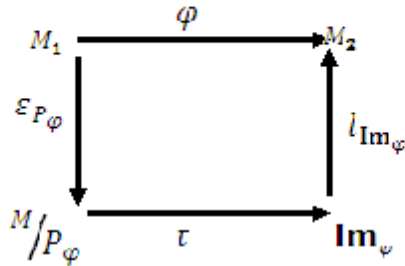
– композиции трех отображений сюръекции  $\varepsilon_{P_\varphi}$ ; биекции  $\tau$  и инъекции  $l_{\text{Im } \varphi}$  (смотри диаграмму 1), где отображения  $\varepsilon_{P_\varphi}$ ,  $\tau$ , и  $l_{\text{Im } \varphi}$  определены по следующим правилам:

$$(\forall a \in A) (\varepsilon_{P_\varphi}(a) = [a]_{P_\varphi}); \quad (1)$$

$$\left( \forall [a]_{P_\varphi} \in A/P_\varphi \right) \left( \tau([a]_{P_\varphi}) = \varphi(a) \right); \quad (2)$$

$$(\forall b \in \text{Im } \varphi) (l_{\text{Im } \varphi}(b) = b). \quad (3)$$

### Композиционное представление отображения $\varphi$



Приведем также общую схему представления фактор-множества  $M/P$ , где  $P$  – произвольное отображение, определенное на множестве  $M$ , с точностью до биективности [4]:

1) найти, исходя из определения эквивалентности  $P$  на множестве  $M$ , характерный признак принадлежности элементов этого множества одному и тому же классу эквивалентности;

2) основываясь на этом признаке, дать описание конкретного класса эквивалентности в терминах подходящей системы новых понятий, характеризующее любого представителя этого класса и не зависящее от выбора этих представителей;

3) исходя из описания конкретных классов, получить описание фактор-множества в целом с точностью «до биективности».

Освоение этой схемы посредством разработки и анализа конкретных примеров способствует формированию когнитивных схем построения фактор-структур и применения теорем о гомоморфизмах алгебраических систем.

Схема 1)- 3) вместе с теоремой представляют пропедевтическую основу последующего изучения фактор-систем с точностью до изоморфизма.

Перейдем, далее, к разработке примеров, используя в качестве исходного материала общедоступные сведения и технологии логико-алгебраического и геометрического характера.

Пример 1. Пусть

$$A = \{30; 121; 77; 385; 420; 1155; 625; 120; 3025; 154\};$$

$$B = \{0; 1; 2; 3; 4; 5\}$$

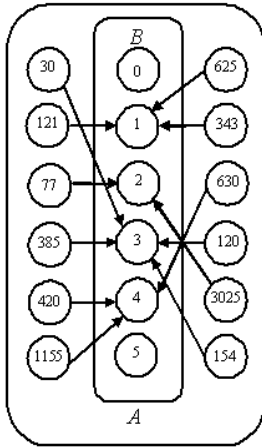
и  $\varphi$  – соответствие из множества  $A$  в множество  $B$ , определенное по правилу:

$(\forall x \in A)(\forall y \in B)((x:y) \in \varphi) \leftrightarrow y$  - число попарно различных простых натуральных делителей числа  $x$ ).



Из (2) и (3), согласно определению отображения [4], следует, что соответствие является отображением.

3) Граф  $G_\varphi$  (смотри рисунок 1.а), б)) и характеристическая матрица  $M_\varphi$  соответствия  $\varphi$  приводятся ниже.



$$\{343; 1\}; \{630; 4\}; \{120; 3\};$$

$$\{3025; 2\}; \{154; 5\}.$$

а)  $G_\varphi$

б)  $M_\varphi$

Рисунок 1 – Граф  $G_\varphi$  и матрица  $M_\varphi$

Пример 2. В условиях примера 1, определим на множестве  $A$  бинарное отношение  $P_\varphi$  следующим образом:

$$(\forall x \in A)(\forall y \in A)((xP_\varphi y) \leftrightarrow (\varphi(x) = \varphi(y))) \tag{6}$$

1) Определим отношение  $P_\varphi$  как подмножество декартова квадрата множества  $A$ , основываясь на соотношении (6);

2) Построим граф и найдем характеристическую матрицу  $M_{P_\varphi}$  этого отношения;

3) Убедимся в том, что отношение  $P_\varphi$  является отношением эквивалентности и найдем соответствующее этому отношению разбиение множества  $A$ ;

4) Найдем композиционное представление отображения  $\varphi$  в виде

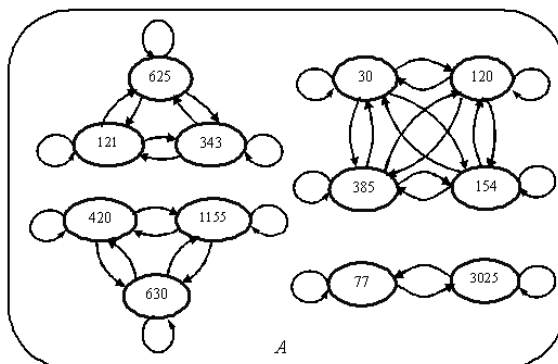
$$\varepsilon_{P_\varphi} = \tau \circ l_{M_\varphi} \text{ (теорема 1).}$$

1. Т.к.  $\varphi(a) = d_a$  для любого  $a \in A$ , то элементы  $x$  и  $y$  множества  $A$  находятся в отношении  $P_\varphi$  тогда и только тогда, когда они имеют одно и тоже число (попарно различных) простых натуральных делителей.

Выписывая упорядоченные пары  $A(a; b)$  з множества  $A^2$ , координаты которых удовлетворяют этому свойству, получим:

$P\varphi = \{(30;30); (30;120); (120;30); (120;120); (120;154); (154;120); (154;154); (154;385); (385;154); (385;385); (385;30); (30;385); (30;154); (154;30); (385;120); (120;385); (121;121); (121;343); (343;343); (343;121); (121;625); (635;121); (625;625); (625;343); (343;625); (77;77); (77;3025); (3025;3025); (3025;77); (420;420); (420;630); (630;420); (630;630); (630;1155); (1155;1155); (1155;630); (1155;420); (420;1155)\}$ .

2. Граф  $Gr_{\varphi}$  представлен на рисунке 2, далее приводится характеристическая матрица  $Mr_{\varphi}$  бинарного отношения  $P\varphi$ .



а)  $Gr_{\varphi}$

б)  $Mr_{\varphi}$

Рисунок 2 – Граф  $Gr_{\varphi}$  и матрица  $Mr_{\varphi}$

3) Рассматривая особенности расположения ориентированных ребер графа  $Gr_{\varphi}$ , мы видим, что:

- из каждой его вершины исходит ориентированное ребро, заходящее в эту же вершину;

- для любых двух элементов  $a$  и  $b$  множества  $A$  выполнено условие: если из вершины графа  $Gr_{\varphi}$ , соответствующей  $a$ , исходит ребро, заходящее в вершину, соответствующую  $b$ , то и из вершины, соответствующей  $b$ , исходит ребро, заходящее в вершину, соответствующую  $a$ ;

- для любых трех элементов  $a, b, c \in A$ , из наличия ребра, направленного из вершины, соответствующей  $a$ , в вершину, соответствующую  $b$ , и ребра, направленного из вершины, соответствующей  $b$ , в вершину, соответствующую  $c$ , следует существование ребра, направленного из вершины, соответствующей  $c$ , в вершину, соответствующую  $a$ .

Эти, условия, обеспечивают, соответственно, рефлексивность, симметричность и транзитивность отношения  $P\varphi$ . Анализируя специфику

расположения нулей и единиц в характеристической матрице  $M_{P_\varphi}$  можно прийти к тем же выводам. А именно:

– то, что все элементы главной диагонали этой матрицы равны 1, свидетельствует о рефлексивности отношения  $P_\varphi$ ;

– симметричность матрицы  $M_{P_\varphi}$  говорит о том, что отношение  $P_\varphi$  симметрично;

– выполнение условия  $M_{P_\varphi} \& M_{P_\varphi \circ P_\varphi} = M_{P_\varphi \circ P_\varphi}$ , проверяемого непосредственными вычислениями, обеспечивает транзитивность этого отношения.

Таким образом, отношение  $P_\varphi$  есть отношение эквивалентности на множестве  $A$ . Для нахождения разбиения множества  $A$ , соответствующего этому отношению, можно воспользоваться тем, что  $P_\varphi = \varphi \circ \varphi^{-1}$ , т.е. найти полные прообразы всех элементов из  $Im \varphi$ .

В рассматриваемом случае  $\{1; 2; 3; 4\}$ . Исходя из графического представления отображения (смотри рисунок 1.a)), получаем:

$$\begin{aligned}\varphi^{-1}(1) &= \{121; 625; 343\}; \\ \varphi^{-1}(2) &= \{77; 3025\}; \\ \varphi^{-1}(3) &= \{30; 385; 120; 154\}; \\ \varphi^{-1}(4) &= \{420; 1155; 630\}.\end{aligned}$$

Следовательно, искомое разбиение множества  $A$  будет таким:

$$A = \{121; 625; 343\} \cup \{77; 3025\} \cup \{30; 385; 120; 154\} \cup \{420; 1155; 630\} \quad (8)$$

4) В соответствии с разбиением (8), фактор-множество  $A/P_\varphi$  состоит из четырех классов эквивалентности:

- каждый из элементов 121; 625; 343 порождает класс  $\{121; 625; 343\}$ , т.е.  $[121]_{P_\varphi} = [625]_{P_\varphi} = [343]_{P_\varphi} = \{121; 625; 343\}$ . Т.к. всем элементам этого класса при отображении  $\varphi$  соответствует число 1, то обозначим его как элемент новой природы, в соответствии с общей схемой описания фактор-множества с точностью до биективности, через I.

- аналогично,  $[77]_{P_\varphi} = [3025]_{P_\varphi} = \{77; 3025\}$ . Обозначим этот класс через II, мотивируя это обозначение теми же соображениями: образом каждого элемента этого класса при отображении  $\varphi$  является число 2.

- исходя из тех же мотиваций, класс

$$[30]_{P_\varphi} = [385]_{P_\varphi} = [120]_{P_\varphi} = [154]_{P_\varphi} = \{30; 385; 120; 154\}$$

обозначение III.

- подобным же образом, класс



$[420]_{P_\varphi} = [1155]_{P_\varphi} = [630]_{P_\varphi} = \{420; 1155; 630\}$  обозначается через IV.

Следовательно, фактор-множество  $A/P_\varphi$ , с точностью до биективности есть множество  $\{I \ II \ III \ IV\}$ .

Первый «сомножитель» композиционного представления - естественное отображение  $\varepsilon_{P_\varphi} : A \rightarrow A/P_\varphi$ , т.е. сюръекция, определяется по правилу (теорема 2, правило (1)):

$$\varepsilon_{P_\varphi}(\alpha) = [a]_{P_\varphi}$$

Наглядное представление об этом отображении, применительно к рассматриваемому примеру, дает рисунок 3, на котором приводится геометрическая реализация графа  $G_{P_\varphi}$ , соответствующая этому отображению.

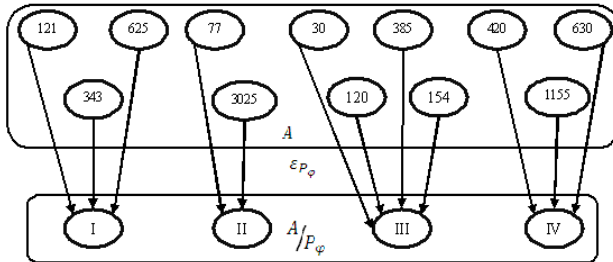


Рисунок 3 – Отображение  $\varepsilon_{P_\varphi}$

Второй «сомножитель»  $\tau : A/P_\varphi \rightarrow Im \varphi$  этого представления, т. е.

биекция, определяется по правилу (теорема 1, правило (2)):

$$\tau([a]_{P_\varphi}) = \varphi(a)$$

Заметим, что в соответствии с соглашениями об обозначениях:

$$\begin{aligned} II &= [77]_{P_\varphi} = [3025]_{P_\varphi} \\ III &= [30]_{P_\varphi} = [385]_{P_\varphi} = [120]_{P_\varphi} = [154]_{P_\varphi} \\ IV &= [420]_{P_\varphi} = [1155]_{P_\varphi} = [630]_{P_\varphi} \end{aligned}$$

Рисунок 3 наглядно демонстрирует определяющее свойство сюръекции  $\varepsilon_{P_\varphi}$ : каждый элемент множества  $A$  отображается (посредством этой сюръекции) в «свой» класс эквивалентности (смотри правило (1) теоремы 1), т.е. в класс, который этот элемент порождает.

Напомним, что класс эквивалентности  $[a]_{P_\varphi}$ , порожденный элементом  $a$ , порождается любым другим элементом  $b$  из этого класса (при условии, конечно, что класс  $[a]_{P_\varphi}$  не является одноэлементным).

Исходя из этого, соотношение (1) может быть записано в виде

$$\left( \forall [a]_{P_\varphi} \in A/P_\varphi \right) \left( \tau([a]_{P_\varphi}) = \varphi(b) \right), \tag{8}$$

для любого  $b \in [a]_{P_\varphi}$ . С учетом этого биекция может быть определена следующим образом:

$$\begin{aligned} \tau(\text{I}) &= \tau([625]_{P_\varphi}) = \varphi(625) - 1; & \tau(\text{II}) &= \tau([121]_{P_\varphi}) = \varphi(343) - 1 = 1); \\ \tau(\text{II}) - \tau([77]_{P_\varphi}) &= \varphi(77) - 2; & \tau(\text{III}) - \tau([77]_{P_\varphi}) &= \varphi(3025) - 2 = 2); \\ \tau(\text{III}) - \tau([30]_{P_\varphi}) &= \varphi(30) - 3; & \tau(\text{IV}) - \tau([120]_{P_\varphi}) &= \varphi(385) - 3 = 3); \\ \tau(\text{IV}) - \tau([420]_{P_\varphi}) &= \varphi(420) - 4. & \tau(\text{IV}) &= \tau([1155]_{P_\varphi}) = \varphi(630) = 4) \end{aligned} \tag{9}$$

Геометрическое представление отображения  $\tau$  дано на рисунке 4.

Рисунок 4, совместно с соотношениями (8) и (9), отражает определяющее свойство биекции  $\tau$ : образом всякого класса фактор – множества  $A/P_\varphi$ , как элемента новой природы, при отображении  $\tau$  является образ любого элемента из этого класса при отображении  $\varphi$

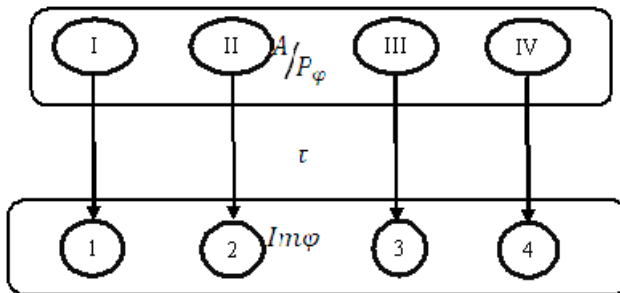


Рисунок 4 – Отображение  $\tau$

И, наконец, третье слагаемое искомого композиционного представления, т.е. инъекция  $l_{Im\varphi} : Im\varphi \rightarrow B$ , которая определяется по правилу (3) теоремы 2:

$$\left[ (\forall b \in Im\varphi) (l_{Im\varphi}(b) = b) \right].$$

представляет собой тождественное вложение области значений  $Im\varphi$  отображения  $\varphi$  в множество  $B$ . Геометрическое изображение этой инъекции (в форме графа) дано на рисунке 5.

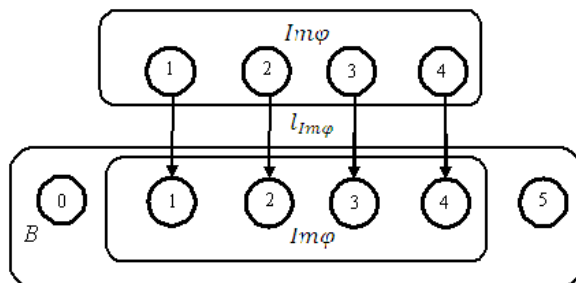


Рисунок 5 – Отображение

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Дроботун, Б. Н., Мухамедзянова, Н. И., Оралов Е. Ш. Отношение изоморфизма и абстрактные свойства алгебраических систем (I). Павлодар : Изд-во ПГУ, Наука и техника, 2012. № 1.

2 Мальцев, А. И. Алгебраические системы. М. : Наука, 1970, – 392 с.

3 Ершов, Ю. Л., Палютин, Е. А. Математическая логика. – М. : Наука, 1997. – 320 с.

4 Гончаров, С. С., Дроботун, Б. Н., Никитин А. А. Методические аспекты изучения алгебраических систем в высшем учебном заведении: Моногр. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 2007. – 250 с.

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 27.12.12.

*Б. Н. Дроботун, Н. И. Мухамедзянова, Е. Ш. Оралов*

**Алгебралық жүйенің абстрактілік құрылымын және изоморфизма қатынасын пропедевтикалық зерттеу мәселесі**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 27.12.12 редакцияға түсті.

*B. N. Drobotun, N. I. Mukhamedzjanova, E. Sh. Oralov*

**On propaedeutic study of the relations of isomorphism and abstract properties of algebraic systems**

S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 27.12.12.

Берілген жұмыста  $[B(M)^2]$  және  $M(n;E)$  алгебралық жүйелер арасындағы изоморфизмды қолданумен нақты мысалдарда биективтікке дейін дәлдікпен фактор-жыынды көрсету, матрицалар теориясын ұғымдық – терминологиялық базасының бинарлық қатынастың алғашқы қасиеттерін сипаттау көмегімен бейнелуді көрсету когнитивті сұлбаны өңдеу мүмкіндігі жүзеге асырылады.

*In work with the use of isomorphism between algebraic systems of  $[B(M)^2]$  and  $M(n;E)$  the possibilities were realized (on concrete examples) of the cognitive scheme of representation of factor sets up to the bijectivity to within a biskvitnost and technology of composite representation of displays by means of description of the primary properties of the binary relations in a conceptual terminology database of the theory of matrixes*

УДК 539.3

**С. К. Ельмуратов**

## **РАСЧЕТ ОРТОТРОПНЫХ ОБОЛОЧЕК И ПЛАСТИН МЕТОДОМ КРИВОЛИНЕЙНЫХ СЕТОК**

*Рассматривается устойчивость ортотропных оболочек и пластин. Применяется новая разностная схема – метод криволинейных сеток.*

При расчете тонких оболочек и пластин в большинстве случаев становится невозможным применить аналитические методы расчета. Наиболее широко к решению таких задач применяются численные методы. Такие методы, как метод конечных разностей, вариационно-разностный метод, метод конечных элементов и их модификации позволяют в определенной мере преодолеть указанные выше сложности при расчете тонкостенных конструкций. При расчете оболочек этими методами задача сводится к получению дифференциальных соотношений, описывающих поведение исследуемого объекта и дискретизации полученных соотношений. Однако, многие авторы отмечают, что при использовании численных методов зачастую наблюдается весьма низкая точность результатов расчета [1ч3]. Одной из причин медленной скорости сходимости численных методов называют преобладающее влияние

жестких смещений на ошибку аппроксимации ковариантных производных от компонент разрешающих вектор-функций.

В статье проводится исследование тонких ортотропных оболочек и пластин методом криволинейных сеток при действии различных нагрузок [4,5].

Рассмотрим оболочку двоякой кривизны в декартовой системе координат [4]. Выделим элементарный участок и выберем некоторую точку. Проведем через эту точку координатные линии криволинейной системы координат ( $i = 1,2,3$ ). Запишем условия равновесия сил в срединной поверхности для элементарного участка, ограниченного линиями  $x^1 - dx^1/2$ ,  $x^1 + dx^1/2$ , в одном направлении и  $x^2 - dx^2/2$ ,  $x^2 + dx^2/2$ , в другом. Размер площадки определим величиной  $\sqrt{a} = \sqrt{a_{11}a_{22}}$  (рис.1). (рис.1).

Тогда на сторону  $x^1 - dx^1/2$  длиной  $\sqrt{a_{22}} dx^2$  действует сила

$$- \bar{N}_1 \sqrt{a_{22}} dx^2 = - \frac{\bar{N}^1}{\sqrt{a_{11}}} \sqrt{a_{22}} dx^2 = - \sqrt{a} \bar{N}^1 dx^2 \quad (1)$$

На сторону  $x^1 + dx^1/2$  действует сила

$$\left( \sqrt{a} \bar{N}^1 + \frac{\partial(\sqrt{a} \bar{N}^1)}{\partial x^1} \right) dx^2.$$

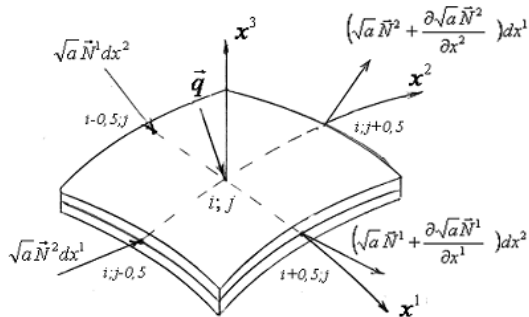


Рисунок 1 – Главные векторы усилий в срединной поверхности элемента оболочки

Суммарная сила получается складыванием сил по параллельным сторонам

$$\frac{\partial(\sqrt{a} \bar{N}^1)}{\partial x^1} dx^1 dx^2 \quad (2)$$

Знак минус в выражении (1) означает, что нормаль к рассматриваемой площадке направлена в сторону убывания координаты  $x^1$ .

Суммарная сила, действующая на две другие стороны, имеет вид

$$\frac{\partial(\sqrt{a} \bar{N}^2)}{\partial x^2} dx^1 dx^2 \quad (3)$$

Внешние силы определяются выражением

$\bar{q} \sqrt{a} dx^1 dx^2$ , где  $\bar{q}$  – приведенная к срединной поверхности внешняя нагрузка, отнесенная к единице площади. Для рассматриваемого элемента оболочки с учетом (2) и (3) запишем условие равенства нулю главного вектора всех сил

$$\frac{\partial \sqrt{a} \bar{N}^1}{\partial x^1} + \frac{\partial \sqrt{a} \bar{N}^2}{\partial x^2} + \sqrt{a} \bar{q} = 0, \quad (4)$$

где  $\bar{N}^{\beta i} = N^{\beta i} \cdot \bar{e}_i$  – ковариантный вектор внутренних усилий с компонентами

$N^{\beta i}$  ( $\beta = 1, 2; i = 1, 2, 3$ );  $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \bar{e}_3 = \bar{n}$  – векторы основного тона локального базиса системы координат  $x^1, x^2$ ; ( $\bar{e}_3 = [\bar{e}_1, \bar{e}_2] / \sqrt{a}$ ),  $\bar{q}$  – вектор внешней нагрузки.

Векторы усилий являются составляющими для заданной срединной поверхности контравариантного тензора с векторными компонентами

$$\bar{N}^1 = N^{11} \bar{e}_1 + N^{12} \bar{e}_2 + Q^1 \bar{e}_3$$

$$\bar{N}^2 = N^{21} \bar{e}_1 + N^{22} \bar{e}_2 + Q^2 \bar{e}_3$$

Усилия в ортотропной оболочке определяются из выражений

$$N^{11} = \frac{E_1 h}{1 - \nu_1 \nu_2} \left[ \nu_2 a^{11} a^{\beta\beta} \varepsilon_{\beta\beta} + (1 - \nu_2) a^{1\beta} a^{\beta 1} \varepsilon_{\beta\beta} \right] =$$

$$= \frac{E_1 h}{1 - \nu_1 \nu_2} \left[ \nu_2 a^{11} a^{11} \varepsilon_{11} + \nu_2 a^{11} a^{22} \varepsilon_{22} + a^{11} a^{11} \varepsilon_{11} - \nu_2 a^{11} a^{11} \varepsilon_{11} \right] = \frac{E_1 h}{1 - \nu_2^2} \left[ a^{11} a^{11} \varepsilon_{11} + \nu_2 a^{11} a^{22} \varepsilon_{22} \right]$$

$$N^{22} = \frac{E_2 h}{1 - \nu_1 \nu_2} \left[ a^{22} a^{22} \varepsilon_{22} + \nu_1 a^{11} a^{22} \varepsilon_{11} \right],$$

$$N^{12} = G h \left[ a^{11} a^{22} \varepsilon_{12} \right], \quad N^{21} = G h \left[ a^{11} a^{22} \varepsilon_{21} \right]$$

Из полученных выражений видно, что физико-механические свойства и геометрические характеристики оболочки ( $E, \nu, h$ ) можно задавать дискретно. Это позволяет весьма произвольно задавать неоднородность материала, менять толщину оболочки. Выражения для перерезывающих сил  $Q$  и  $\beta$  определяются из условий равенства нулю главного момента внутренних усилий и моментов, действующих на элемент оболочки

$$\frac{\partial \sqrt{a} \bar{M}^\beta}{\partial x^\beta} + [\bar{e}_\beta, \bar{N}^\beta] \sqrt{a} = 0$$

Вектор внутренних моментов определяется по формуле

$$\bar{M}^\beta = c_{\alpha\gamma} M^{\beta\alpha} \bar{e}^\gamma$$

где  $C_{\alpha\gamma}$  – дискриминантный тензор поверхности ( $c_{11}=c_{22}=0, c_{12}=\sqrt{a}, c_{21}=-\sqrt{a}$ )

Векторы внутренних моментов будем выражать через их ковариантные компоненты

$$\begin{aligned} \bar{M}^1 &= \sqrt{a} (M^{11} \bar{e}^2 - M^{12} \bar{e}^1) \\ \bar{M}^2 &= \sqrt{a} (M^{21} \bar{e}^2 - M^{22} \bar{e}^1) \end{aligned}$$

Контравариантные компоненты тензоров изгибающих и крутящих моментов выразим через ковариантные компоненты изгибных деформаций  $\mu_{\alpha\beta}$

$$M^{11} = D_1 (a^{11} a^{11} \mu_{11} + \nu_1 a^{11} a^{22} \mu_{22}); \quad (5)$$

$$M^{22} = D_2 (a^{22} a^{22} \mu_{22} + \nu_2 a^{11} a^{22} \mu_{11});$$

$$M^{12} = D_k (a^{11} a^{22} \mu_{12}); \quad M^{21} = D_k (a^{11} a^{22} \mu_{21})$$

В формулах (5) цилиндрические жесткости ортотропной оболочки будем определять из выражений

$$D_1 = \frac{E_1 h^3}{12(1-\nu_1\nu_2)}, \quad D_2 = \frac{E_2 h^3}{12(1-\nu_1\nu_2)}, \quad D_k = \frac{G h^3}{12}.$$

Преобразуем уравнение (4) к разностному виду [1]

$$\left[ \sqrt{a} (N^{11} \bar{e}_1 + N^{12} \bar{e}_2 + \bar{e}_3) \right]_{\beta+0,5;j} - \left[ \sqrt{a} (N^{11} \bar{e}_1 + N^{12} \bar{e}_2 + Q^1 \bar{e}_3) \right]_{\beta-0,5;j} +$$

$$\begin{aligned}
& \left[ \sqrt{a} \left( N^{11} \bar{e}_1 + N^{12} \bar{e}_2 + \bar{e}_3 \right) \right]_{i+0,5; j} - \left[ \sqrt{a} \left( N^{11} \bar{e}_1 + N^{12} \bar{e}_2 + Q^1 \bar{e}_3 \right) \right]_{i-0,5; j} + \\
& + \left[ \sqrt{a} \left( N^{21} \bar{e}_1 + N^{22} \bar{e}_2 + Q^2 \bar{e}_3 \right) \right]_{i; j+0,5} - \left[ \sqrt{a} \left( N^{21} \bar{e}_1 + N^{22} \bar{e}_2 + Q^2 \bar{e}_3 \right) \right]_{i; j-0,5} + \\
& + \left[ \sqrt{a} \left( q^1 \bar{e}_1 + q^2 \bar{e}_2 + q^3 \bar{e}_3 \right) \right]_{i; j} = 0
\end{aligned}$$

Выполним усреднение геометрических характеристик  $\sqrt{a}$  и нагрузки в узлах. Проектируя конечно-разностное выражение векторного уравнения равновесия элемента оболочки (рис. 2) с центром в узле  $(i, j)$  на векторы взаимного локального базиса в данном узле получим систему трех скалярных уравнений равновесия при  $\alpha = 1, 2, 3$

$$\begin{aligned}
& \frac{(\sqrt{a}_{i+0,5; j+0,5} + \sqrt{a}_{i+0,5; j-0,5})}{2} + \left( N^{11} a_1^{\alpha, j} + N^{12} a_2^{\alpha, j} + Q^1 a_3^{\alpha, j} \right)_{i+0,5; j} - \\
& - \frac{(\sqrt{a}_{i-0,5; j+0,5} + \sqrt{a}_{i-0,5; j-0,5})}{2} - \left( N^{11} a_1^{\alpha, j} + N^{12} a_2^{\alpha, j} + Q^1 a_3^{\alpha, j} \right)_{i-0,5; j} + \\
& + \frac{(\sqrt{a}_{i+0,5; j+0,5} + \sqrt{a}_{i-0,5; j+0,5})}{2} - \left( N^{21} a_1^{\alpha, j} + N^{22} a_2^{\alpha, j} + Q^2 a_3^{\alpha, j} \right)_{i; j+0,5} - \\
& - \frac{(\sqrt{a}_{i+0,5; j-0,5} + \sqrt{a}_{i-0,5; j+0,5})}{2} - \left( N^{21} a_1^{\alpha, j} + N^{22} a_2^{\alpha, j} + Q^2 a_3^{\alpha, j} \right)_{i; j-0,5} + \\
& + \frac{1}{4} \left[ \sqrt{a} \left( q^1 a_1^{\alpha, j} + q^2 a_2^{\alpha, j} + q^3 a_3^{\alpha, j} \right) \right]_{i+0,5; j+0,5} + \\
& + \frac{1}{4} \left[ \sqrt{a} \left( q^1 a_1^{\alpha, j} + q^2 a_2^{\alpha, j} + q^3 a_3^{\alpha, j} \right) \right]_{i+0,5; j-0,5} + \\
& + \frac{1}{4} \left[ \sqrt{a} \left( q^1 a_1^{\alpha, j} + q^2 a_2^{\alpha, j} + q^3 a_3^{\alpha, j} \right) \right]_{i-0,5; j+0,5} + \\
& + \frac{1}{4} \left[ \sqrt{a} \left( q^1 a_1^{\alpha, j} + q^2 a_2^{\alpha, j} + q^3 a_3^{\alpha, j} \right) \right]_{i-0,5; j-0,5} = 0
\end{aligned} \tag{6}$$

Здесь  $a_{\beta \pm 0,5; j \pm 0,5}^{\alpha, j} = \bar{e}_{\beta \pm 0,5; j \pm 0,5}(\alpha, \beta = 1, 2, 3)$  коэффициенты

преобразования векторных компонент при переходе из локального базиса точки  $i \pm 0,5; j \pm 0,5$  в локальный базис точки  $i, j$ .



Выражения для перерезывающих усилий<sup>Q</sup> определяем из уравнения равенства нулю главного момента внутренних усилий и моментов, действующих на элемент оболочки

$$\frac{\partial \sqrt{aM}}{\partial x^\beta} + [\bar{e}_\beta, \bar{N}] \sqrt{a} = 0 \quad (7)$$

Вектор внутренних моментов определяется по формуле

$$\bar{M}^\beta = C_{\alpha\beta} M^{\beta\alpha} \bar{e}^\gamma,$$

где  $C_{\alpha\gamma}$  – дискриминантный тензор поверхности

Выразим векторы внутренних моментов через их ковариантные компоненты

$$\begin{aligned} \bar{M}^1 &= \sqrt{a} (M^{11} \bar{e}^2 - M^{12} \bar{e}^1) \\ \bar{M}^2 &= \sqrt{a} (M^{21} \bar{e}^2 - M^{22} \bar{e}^2) \end{aligned} \quad (8)$$

Подставляя (8) в (7) и умножая результат на векторы  $\bar{e}_2$  и  $\bar{e}_1$  основного локального базиса получим соответственно выражения для  $Q^1$  и  $Q^2$ . При этом необходимо учесть, что контравариантные компоненты тензора внутренних моментов между узлами можно усреднить через их значения в основных узлах сетки помощью закона преобразования компонент тензора.

$$\left( M^{1\alpha} \right)_{j+0,5} = \frac{1}{2} \left( a_{1j+1}^{1j+0,5} a_{\alpha j+1}^{\alpha j+0,5} M_{j+1}^{1\alpha} + a_{1j}^{1j+0,5} a_{\alpha j}^{\alpha j+0,5} M_j^{1\alpha} \right)$$

и принять во внимание свойства векторно-скалярного произведения трех векторов

$$[\bar{e}_\alpha, \bar{N}^\alpha] \cdot \bar{e}_\beta = [\bar{e}_\beta, \bar{e}_\alpha] \cdot \bar{N}^\alpha; \quad [\bar{e}_\alpha, \bar{e}_\beta] = C_{\alpha\beta} \cdot \bar{e}_\gamma; \quad \bar{T}^\alpha \bar{e}_\beta = T^{\alpha\beta}$$

В результате получим

$$\begin{aligned} Q_{i+0,5j}^1 &= \left[ \left( aM^{11} \right)_{i+1j} a_{2i+0,5j}^{2i+1j} - \left( aM^{11} \right)_{ij} a_{2i+0,5j}^{2ij} + \left( aM^{12} \right)_{ij} a_{2i+0,5j}^{1ij} - \right. \\ &- \left. \left( aM^{12} \right)_{i+1j} a_{2i+0,5j}^{1i+1j} + \left( aM^{21} \right)_{i+0,5j+0,5} a_{2i+0,5j}^{2i+0,5j+0,5} - \right. \\ &- \left. \left( aM^{21} \right)_{i+0,5j-0,5} a_{2i+0,5j}^{2i+0,5j-0,5} + \left( aM^{22} \right)_{i+0,5j-0,5} a_{2i+0,5j}^{1i+0,5j-0,5} - \right. \\ &- \left. \left( aM^{22} \right)_{i+0,5j+0,5} a_{2i+0,5j}^{1i+0,5j+0,5} \right] / a_{i+0,5j} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned}
Q_{i;j+0,5}^2 = & (aM^{11})_{0,5;j+0,5i} a_1^{2i-0,5;j+0,5} - (aM^{11})_{k+0,5;j+0,5} a_{\bar{i};j+0,5}^{2i+0,5;j+0,5} + \\
& + (aM^{12})_{k+0,5;j+0,5} a_{\bar{i};j+0,5}^{i+0,5;j+0,5} - (aM^{12})_{k-0,5;j+0,5} a_{\bar{i};j+0,5}^{i-0,5;j+0,5} + \\
& + (aM^{21})_{k;j} a_{\bar{i};j+0,5}^{2i;j} - (aM^{21})_{k;j+1} a_{\bar{i};j+0,5}^{2i;j+1} + (aM^{22})_{k;j+1} a_{\bar{i};j+0,5}^{i;j+1} - \\
& - (aM^{22})_{k;j} a_{\bar{i};j+0,5}^{i;j} / a_{i;j+0,5}
\end{aligned} \quad (10)$$

Контравариантные компоненты тензоров изгибающих и крутящих моментов выразим через ковариантные компоненты изгибных деформаций

$$\begin{aligned}
\mu_{\alpha\beta} \\
M^{11} = D_1 (a^{11} a^{11} \mu_{11} + \nu a^{11} a^{22} \mu_{22}) \\
M^{22} = D_2 (a^{22} a^{22} \mu_{22} + \nu a^{11} a^{22} \mu_{11}) \\
M^{12} = M^{21} = D_\nu (1 - \nu) (a^{11} a^{22} \mu_{12})
\end{aligned}$$

Компоненты тангенциальных деформации срединной поверхности оболочки определим через вектор перемещений

$$\bar{u} = u_3 \bar{e}^3 = u_1 \bar{e}^1 + u_2 \bar{e}^2 + u_3 \bar{e}^3$$

по формуле

$$\varepsilon_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\alpha} \bar{e}_\beta + \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\beta} \bar{e}_\alpha \right) + \frac{1}{2} (v_\alpha v_\beta) \quad (11)$$

Если пренебречь тангенциальными деформациями  $E_{12}$  в виду их малости, то для пологих оболочек можно записать

$$\varepsilon_{\alpha\alpha} = \frac{\partial u}{\partial x^\alpha} + \frac{1}{2} (v_\alpha)^2$$

В результате дискретизации дифференциальных соотношений (11) получим разностные выражения компонент тензора мембранных деформаций

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{1i+0,5;j} = & \left( \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^1} \bar{e}_1 + \frac{1}{2} v_1 v_2 \right)_{i-0,5;j} = \left[ (u_s \bar{e}^\alpha)_{k+1;j} - (u_s \bar{e}^\alpha)_{k;j} \right] e_{1i+0,5;j} + \\
& + \frac{1}{2} (v_1 v_1)_{k+0,5;j} = u_{\bar{i}+1;j} a_{\bar{i}+0,5;j}^{i+1;j} + u_2 a_{\bar{i}+0,5;j}^{2i+1;j} + u_{3i;j} a_{\bar{i}+0,5;j}^{3i;j} - u_{\bar{i};j} a_{\bar{i}+0,5;j}^{i;j} - \\
& - u_{2i;j} a_{\bar{i}+0,5;j}^{2i;j} - u_{3i;j} a_{\bar{i}+0,5;j}^{3i;j} + \frac{1}{2} (v_1 v_1)_{i+0,5;j};
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\varepsilon_{11i+0,5;j} &= \left( \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^1} \bar{e}_1 + \frac{1}{2} v_1 v_2 \right)_{i-0,5;j} = \left[ \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i+1;j} - \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i;j} \right] e_{1i+0,5;j} + \\
&+ \frac{1}{2} (v_1 v_1)_{i+0,5;j} = u_{i+1;j} a_{1i+0,5;j}^{1i+1;j} + u_2 a_{1i+0,5;j}^{2i+1;j} + u_3 a_{1i+0,5;j}^{3i;j} - u_{i;j} a_{1i+0,5;j}^{1i;j} - \\
&- u_2 a_{1i+0,5;j}^{2i;j} - u_3 a_{1i+0,5;j}^{3i;j} + \frac{1}{2} (v_1 v_1)_{i+0,5;j}; \\
\varepsilon_{11i;j+0,5} &= \left[ \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i+0,5;j+0,5} - \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i-0,5;j-0,5} \right] \times \bar{e}_{1i;j+0,5} + \frac{1}{2} (v_1 v_1)_{i;j+0,5} = \\
&= \frac{1}{4} \left[ \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i+1;j+1} + \left( u_3 \bar{e}^\alpha \right)_{i+1;j} - \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i-1;j} \right] \times \bar{e}_{1i;j+0,5} + (v_1 v_1)_{i;j+0,5} \\
\varepsilon_{22i+0,5;j} &= \left[ \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i+0,5;j+0,5} - \left( u_3 \bar{e}^\alpha \right)_{i+0,5;j-0,5} \right] \times \bar{e}_{2i+0,5;j} + \\
&+ \frac{1}{2} (v_2 v_2)_{i+0,5;j} = \frac{1}{4} \left[ \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i+1;j+1} + \left( u_3 \bar{e}^\alpha \right)_{i+1;j} - \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i-1;j+1} - \right. \\
&\left. - \left( u_s \bar{e}^\alpha \right)_{i-1;j} \right] \times \bar{e}_{1i;j+0,5} + \frac{1}{2} (v_1 v_2)_{i;j+0,5}
\end{aligned} \quad (12)$$

Изгибные деформации срединной поверхности оболочки в векторной форме будут иметь вид

$$\mu_{\alpha\beta} = C_{\beta\alpha} \frac{\partial \bar{\Omega}}{\partial x^\alpha} \cdot \bar{e}$$

Здесь  $\bar{\Omega}$  – вектор углов поворота окрестности точки срединной поверхности и определяется по формуле

$$\bar{\Omega} = C^{\alpha\beta} v_\alpha \bar{e}_\beta = \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \bar{e} - \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \bar{e}_1$$

Углы поворота нормали срединной поверхности определяются по формуле

$$v_\alpha = - \frac{\partial \bar{u}}{\partial x^\alpha} \cdot \bar{e}_3$$

С учетом этого можно получить дискретные зависимости для компонент тензора изгибных деформации  $\mu_{11}$ ,  $\mu_{22}$ ,  $\mu_{12}$

$$\begin{aligned}
\mu_{11i,j} &= \left( \frac{1}{C^{12}} \frac{\partial \bar{\Omega}}{\partial x^1} \bar{e}^2 \right)_{i,j} = \sqrt{a_{i,j}} (\bar{\Omega}_{i+0,5,j} - \bar{\Omega}_{i-0,5,j}) \bar{e}_{i,j}^2 = \sqrt{a_{i,j}} \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \right)_{i+0,5} a_{2i+0,5,j}^{2i,j} \right. \\
&\quad \left. - \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \right)_{i-0,5,j} a_{2i-0,5,j}^{2i,j} + \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \right)_{i-0,5,j} a_{1i-0,5,j}^{2i,j} - \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \right)_{i+0,5,j} a_{1i+0,5,j}^{2i,j} \right]; \\
\mu_{22i,j} &= \left( \frac{1}{C^{12}} \frac{\partial \bar{\Omega}}{\partial x^2} \bar{e}^1 \right)_{i,j} = \sqrt{a_{i,j}} (\bar{\Omega}_{i,j+0,5} - \bar{\Omega}_{i,j-0,5}) \bar{e}_{ij}^1 = \\
&= \sqrt{a_{i,j}} \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \right)_{i,j-0,5} a_{2i,j-0,5}^{1i,j} - \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \right)_{i,j+0,5} a_{2i,j+0,5}^{1i,j} + \right. \\
&\quad \left. + \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \right)_{i,j+0,5} a_{1i,j+0,5}^{1i,j} - \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \right)_{i,j-0,5} a_{1i,j-0,5}^{1i,j} \right]; \tag{13}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{12i,j} &= \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{1}{C^{12}} \frac{\partial \bar{\Omega}}{\partial x^1} \bar{e}^1 \right)_{i,j} + \left( \frac{1}{C^{12}} \frac{\partial \bar{\Omega}}{\partial x^2} \bar{e}^2 \right)_{i,j} \right] = \frac{1}{2} \left[ -\sqrt{a_{i,j}} (\bar{\Omega}_{i+0,5,j} - \bar{\Omega}_{i-0,5,j}) \bar{e}_{i,j}^1 + \right. \\
&\quad \left. + \sqrt{a_{i,j}} (\bar{\Omega}_{i,j+0,5} - \bar{\Omega}_{i,j-0,5}) \bar{e}_{i,j}^2 \right] = \frac{\sqrt{a_{i,j}}}{2} \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \right)_{i-0,5,j} a_{2i-0,5,j}^{1i,j} - \right. \\
&\quad \left. - \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \right)_{i+0,5,j} a_{2i+0,5,j}^{1i,j} + \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \right)_{i+0,5,j} a_{1i+0,5,j}^{1i,j} - \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \right)_{i-0,5,j} a_{1i-0,5,j}^{1i,j} + \right. \\
&\quad \left. + \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \right)_{i,j+0,5} a_{2i,j+0,5}^{2i,j} - \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_1 \right)_{i,j-0,5} a_{2i,j-0,5}^{2i,j} + \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \right)_{i,j-0,5} a_{2i,j-0,5}^{2i,j} - \right. \\
&\quad \left. - \left( \frac{1}{\sqrt{a}} v_2 \right)_{i,j-0,5} a_{2i,j-0,5}^{2i,j} \right];
\end{aligned}$$

Разностные аналоги для углов поворота соответственно будут равны

$$\begin{aligned}
v_{1i+0,5,j} &= \left[ u_{\mathcal{Z}} \bar{e}^\alpha \right]_{i,j} - \left[ u_{\mathcal{Z}} \bar{e}^\alpha \right]_{i+1,j} \bar{e}_{3i+0,5,j} \\
v_{2i,j+0,5} &= \left[ u_{\mathcal{S}} \bar{e}^\alpha \right]_{i,j} - \left[ u_{\mathcal{S}} \bar{e}^\alpha \right]_{i,j+1} \bar{e}_{3i,j-0,5} \\
v_{1i,j+0,5} &= \left( \bar{u}_{i-0,5,j+0,5} - \bar{u}_{i+0,5,j+0,5} \right) \bar{e}_{3i,j+0,5} \\
v_{2i+0,5,j} &= \left( \bar{u}_{i+0,5,j-0,5} - \bar{u}_{i+0,5,j+0,5} \right) \bar{e}_{3i+0,5,j} \tag{14}
\end{aligned}$$

Полученные выражения позволяют перейти от рассмотрения дифференциального векторного уравнения равновесия к системе алгебраических уравнений в перемещениях.

В отличие от классической теории дискретные выражения (13) и (14), полученные по предлагаемой методике, удовлетворяют условиям жесткого смещения, т.е. при жестком смещении оболочки без деформации, величины, подсчитываемые по этим формулам будут иметь нулевые значения.

Сходимость метода криволинейных сеток (МКС) исследовалась решением множества тестовых задач. В работах [4,5] исследована сходимость МКС применительно к задачам напряженно-деформированного состояния оболочек.

На основе полученной методики расчета составлена программа на языке Turbo Pascal для исследования устойчивости и закритической деформации пластин и оболочек. Исследовано поведение ортотропной пластины переменной толщины при различных схемах загрузки. Толщина пластины меняется в направлении оси  $x_{\text{№}}$  по закону квадратной параболы. Исследуем влияние переменности толщины на параметр устойчивости пластины при следующих исходных данных:

$$E_1 = 1,45 \cdot 10^3 \text{ кН/см}^2; \quad E_2 = 2,95 \cdot 10^3 \text{ кН/см}^2; \\ G = 0,4 \cdot 10^3 \text{ кН/см}^2; \quad \nu_1 = 0,11; \quad \nu_2 = 0,20; \quad Z = 1.$$

Здесь  $Z = h_K / h_H$  - отношение конечных толщин пластины в направлении оси  $x_{\text{№}}$ .

Пластина защемлена по контуру. Коэффициент нелинейного изменения толщины  $\delta$  меняется от  $-0,5$  до  $+0,5$ . При положительных значениях  $\delta$  поверхность пластины будет вогнутой относительно срединной плоскости, а при отрицательных  $\delta$  – поверхность будет выпуклой.

Отметим, что при любых изменениях  $\delta$ , срединная толщина пластины  $h_c$  в данных задачах остается постоянной. Таким образом, если  $\delta$  принимает положительное значение, то площадь поперечного сечения оболочки или пластины в данном направлении увеличится. Если  $\delta$  принимает отрицательное значение, то площадь поперечного сечения уменьшается. Рассмотрено три схемы загрузки пластины: одноосное сжатие в направлении осей  $x_{\text{№}}$  и  $x_I$  поочередно и двухосное сжатие. Будем менять толщину оболочки, и вычислять критический параметр. На рис. 3 приведены зависимости  $K_{кр}$  от значения  $\delta$ . Кривая 1 соответствует сжатию в направлении координатной оси  $x_{\text{№}}$ , а кривая 2 – в направлении  $x_I$ .

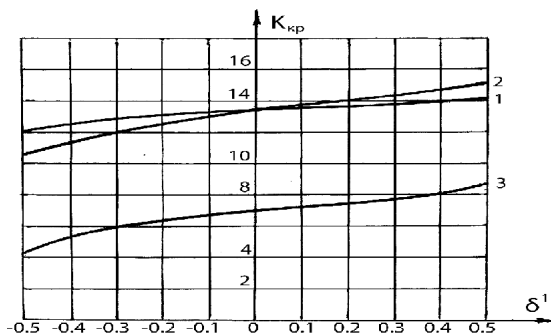


Рисунок 3 – Зависимость критического параметра от нелинейного изменения толщины ортотропной пластины

В обоих случаях наблюдается увеличение критического параметра при положительных значениях  $\delta$ , меняющихся от 0 до 0,5. При отрицательных значениях  $\delta$ , идет неуклонное уменьшение  $K_{кр}$ . При сжатии в направлении оси  $x_I$  изменение  $\delta$  сильнее влияет на критический параметр.

Рассмотрим теперь данную пластину при двухосном сжатии. Значение критического параметра резко уменьшается в целом, что вполне естественно. Влияние же  $\delta$  на критические параметры по характеру остается прежним (кривая 3).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Кантин, Д.** Смещения криволинейных конечных элементов. //Ракет. техника и космонавтика. – 1970. – №7. – С. 84-88.
- 2 **Фрид, А.** Функции формы и точность криволинейны конечных элементов. //Ракет. техника и космонавтика 1973. – Т.11, №3.– С. 40 – 46.
- 3 **Жадрасинов, Н. Т.** Нелинейная деформация составных оболочек. – Алматы : Кылым. 1998. – 174 с.
- 4 **Ельмуратов, С. К.** Нелинейная деформация неоднородных оболочек и пластин переменной жесткости: Монография. – Павлодар : ТОО НПФ «ЭКО». 2005. – 210 с.
- 5 **Ельмуратов, С. К.** Исследование устойчивости и колебаний тонких оболочек и пластин методом криволинейных сеток. //В журн. «Поиск», серия естественных и технических наук. – Алматы, 2005.

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 25.12.12.

*С. Қ. Елмұратов*

**Қисық сызықты торлар әдісімен ортотропты қабықшалар мен пластиналарды есептеу**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 25.12.12 редакцияға түсті.

*S. K. Elmuratov*

**Calculation of method orthotropic shells and plates by curvilinear grids**

S. Toraigrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 25.12.12.

*Ортотроптық қабықтар мен пластиналардың тұрақтылығы зерттелді. Есептеуде қисық сызықты торлар тәсілінің жаңа айырмашылық схемасы қолданылды.*

*The paper studies the stability of ortotropic shells and plates. A new scheme is employed the method of curvilinear nets.*

ӘОЖ 530.145

**М. К. Жуkenов, Е. Б. Совет**

**МАГНИТЭЛЕКТРЛІК АНИЗОТРОПТЫ ОРТАЛАР ҮШІН  
ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫН  
СИПАТТАЙТЫН КОЭФФИЦИЕНТТЕР МАТРИЦАЛАРЫ**

*В работе приведены матрицы коэффициентов характеризующие распространение электромагнитных волн анизатропных магнитоэлектрических сред для классов 422, 4m m , 4 2m , 4 / m m m , 32, 3m , 3 m , 622, 6m m , 6 m 2, 6 / m m m кубической сингонии и для 4`22`, 4`mm`, 42m, 42`m`, 4`/m`mm` тетрагональной сингонии классов.*

$\vec{E}, \vec{H}, \vec{D}, \vec{B}$  толқындық өрістердің шешімдері айнымалыларды ажырату әдісі арқылы қарастырылды:

$$\vec{F} = \vec{F}(z)e^{i\omega t \pm ik_x x \pm ik_y y} \quad (1)$$

мұндағы  $\omega$  – жиілік, Гц;

$m, n$  – толқындық векторының сәйкесінше  $x$  - және  $y$  - компоненттері. Ортаның қасиеттері  $x$  және  $y$  координаталарына тәуелсіз, яғни, орта  $z$  осі бойында біртекті деп ұйғарылады. [4]

Зарядтардың  $\rho$  көлемдік тығыздығы, токтардың тығыздықтар векторының және толқындық шешімдерінің уақытқа гармоникалық тәуелділігі болмағанда, Максвелл теңдеулері келесі түрде жазылады:

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -i\omega \vec{B}, \quad (2)$$

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = i\omega \vec{D},$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0,$$

$$\operatorname{div} \vec{D} = 0 \quad (3)$$

Берілген жағдайда, теңдеулердің (3) соңғы жұбы теңдеулердің (2) бірінші жұбының салдарлары болып табылады. [5]

Берілген теңдеулерге келесі материалдық теңдеулерді үстеу қажет:

$$D_i = \varepsilon_0 \varepsilon_{ij} E_j, \quad (4)$$

$$B_j = \mu_0 \mu_{ij} H_i$$

Ортаны өткізбейтін деп ұйғарғандықтан,  $j_i = \sigma_{ij} E_j$  материалдық теңдеуі қарастырылмайды.

Еркін энергиядан және  $\vec{B}$ ,  $\vec{H}$  және  $\vec{D}$  компоненттерін байланыстыратын материалдық теңдеулерін шығарамыз:

$$F = F_{\text{эм}} + F_{\text{мэ}} \quad (5)$$

мұндағы  $F_{\text{эм}}$  – электромагниттік өріс үшін еркін энергия

$$F_{\text{эм}} = \varepsilon_0 \varepsilon_{ij} E_i E_j + \mu_0 \mu_{ij} H_i H_j \quad (6)$$

$F_{\text{мэ}}$  – магнитэлектрлік эффектісі бар өріс үшін еркін энергия

$$F_{\text{мэ}} = -\alpha_{ik} E_i H_k \quad (7)$$

Сонда, материалдық теңдеулер келесі түрге ие болады:

$$\frac{\partial F}{\partial E_i} = \varepsilon_0 \varepsilon_{ij} E_j - \alpha_{ij} H_j = D_i \quad (8)$$

$$\frac{\partial F}{\partial H_j} = \mu_0 \mu_{ij} H_i - \alpha_{ij} E_i = B_j \quad (9)$$

мұндағы  $\varepsilon_{ij}$ ,  $\mu_{ij}$  – диэлектрлік және магниттік өтімділіктер тензорларының компоненттері;  $\alpha_{ik}$  – магнитэлектрлік эффектісінің симметриялы емес тензодың компоненті.



Матрицант әдісінің негізінде, электромагниттік толқындардың таралуын сипаттайтын теңдеулер жүйесін, эквивалентті

$$\frac{d\vec{U}}{dz} = B\vec{U} \quad \vec{U} = (\mathcal{E}_y, H_x, H_z, \mathcal{E}_x) \quad (10)$$

дифференциалды теңдеулер жүйесіне келтіруге болады.

Кубтық сингониялы анизатропты магнитэлектрлік ортаның  $422$ ,  $4m'm'$ ,  $\bar{4}2m'$ ,  $4/m'm'm'$ ,  $32$ ,  $3m'$ ,  $\bar{3}m'$ ,  $622$ ,  $6m'm'$ ,  $6'm'2$ ,  $6/m'm'm'$  кластары үшін:

$$\hat{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_1 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_2 \end{bmatrix} \quad \hat{\mu} = \begin{bmatrix} \mu_1 & 0 & 0 \\ 0 & \mu_1 & 0 \\ 0 & 0 & \mu_2 \end{bmatrix} \quad \hat{\alpha} = \begin{bmatrix} \alpha_1 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_1 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_2 \end{bmatrix} \quad (11)$$

мұндағы  $\varepsilon_{ij}, \mu_{ij}$  – диэлектрлік және магниттік өтімділіктер тензорларының компоненттері;  $\alpha_{ij}$  - магнитэлектрлік эффектісінің симметриялы емес тензордың компоненті. [4-6]

Магнитэлектрлік эффектісі бар кубтық сингониялы анизатропты ортада электромагниттік толқындардың таралуы келесі коэффициенттер матрицасымен сипатталады:

$$\hat{B} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{11} & b_{23} & b_{24} \\ -b_{24} & -b_{14} & -b_{11} & b_{34} \\ -b_{23} & -b_{13} & b_{43} & -b_{11} \end{pmatrix} \quad (12)$$

мұндағы

$$\begin{aligned} b_{11} &= i \frac{mn}{\beta} \alpha_{11} & b_{12} &= i \mu_0 \left( \frac{n^2}{\beta} \mu_2 + \omega \mu_1 \right) & b_{13} &= -i \frac{mn}{\beta} \mu_0 \mu_2 \\ b_{14} &= -i \left( \frac{n^2}{\beta} \alpha_{11} + \omega \alpha_{\perp} \right) & b_{21} &= i \varepsilon_0 \left( \frac{m^2}{\beta} \varepsilon_2 + \omega \varepsilon_1 \right) & b_{23} &= -i \left( \frac{m^2}{\beta} \alpha_{11} + \omega \alpha_{\perp} \right) \\ b_{24} &= -i \frac{mn}{\beta} \varepsilon_0 \varepsilon_2 & b_{34} &= -i \varepsilon_0 \left( \frac{n^2}{\beta} \varepsilon_2 + \omega \varepsilon_1 \right) & b_{43} &= -i \mu_0 \left( \frac{m^2}{\beta} \mu_2 + \omega \mu_1 \right) \end{aligned}$$

Магнитэлектрлік эффектісі бар тетрагоналды сингониялы анизатропты орталардың  $4'22'$ ,  $4'mm'$ ,  $42m$ ,  $42'm'$ ,  $4'/m'mm'$  кластары үшін

$$\begin{aligned} b_{11} &= i \frac{mn}{\beta} \alpha_{11} & b_{12} &= i \mu_0 \left( \frac{n^2}{\beta} \mu_2 + \omega \mu_1 \right) & b_{13} &= -i \frac{mn}{\beta} \mu_0 \mu_2 \\ b_{14} &= -i \left( \frac{n^2}{\beta} \alpha_{11} + \omega \alpha_{\perp} \right) & b_{21} &= i \varepsilon_0 \left( \frac{m^2}{\beta} \varepsilon_2 + \omega \varepsilon_1 \right) & b_{23} &= -i \left( \frac{m^2}{\beta} \alpha_{11} + \omega \alpha_{\perp} \right) \\ b_{24} &= -i \frac{mn}{\beta} \varepsilon_0 \varepsilon_2 & b_{34} &= -i \varepsilon_0 \left( \frac{n^2}{\beta} \varepsilon_2 + \omega \varepsilon_1 \right) & b_{43} &= -i \mu_0 \left( \frac{m^2}{\beta} \mu_2 + \omega \mu_1 \right) \end{aligned} \quad (13)$$

Магнит-электрлік эффектiсi бар тетрагоналды сингониялы анизотропты орталардың  $4'$ ,  $\bar{4}$ ,  $4'/m'$  класстары үшін

$$\hat{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & 0 \\ \varepsilon_{12} & \varepsilon_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_{33} \end{bmatrix} \quad \hat{\mu} = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & 0 \\ \mu_{12} & \mu_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \mu_{33} \end{bmatrix} \quad \hat{\alpha} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & 0 \\ \alpha_{12} & -\alpha_{11} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

Осы класстар үшін электромагниттік толқындардың таралуы келесі коэффициенттер матрицасымен сипатталады:

$$\hat{B} = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{14} & b_{24} \\ -b_{24} & b_{14} & 0 & b_{34} \\ b_{14} & -b_{13} & b_{43} & 0 \end{pmatrix} \quad (15)$$

$4'22'$ ,  $4'mm'$ ,  $42m$ ,  $42'm'$ ,  $4'/m'mm'$  класстары үшін коэффициенттер матрицасының элементтері:

$$b_{12} = \frac{n^2 - \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon_3 \mu_0 \mu_1}{i\omega \varepsilon_0 \varepsilon_3} \quad b_{13} = -\frac{mn}{i\omega \varepsilon_0 \varepsilon_3} \quad b_{14} = i\omega \alpha_{11}$$

$$b_{21} = \frac{m^2 - \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon_1 \mu_0 \mu_3}{i\omega \mu_0 \mu_3} \quad b_{24} = -\frac{mn}{i\omega \mu_0 \mu_3}$$

$$b_{34} = -\frac{n^2 - \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon_1 \mu_0 \mu_3}{i\omega \mu_0 \mu_3} \quad b_{43} = -\frac{m^2 - \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon_3 \mu_0 \mu_1}{i\omega \varepsilon_0 \varepsilon_3}$$

$4'$ ,  $\bar{4}$ ,  $4'/m'$  класстары үшін коэффициенттердің элементтері келесі түрде жазылады:

$$b_{12} = \frac{n^2 - \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon_{33} \mu_0 \mu_{11} \mu_{12}}{i\omega \varepsilon_0 \varepsilon_{33}} \quad b_{13} = -\frac{mn}{i\omega \varepsilon_0 \varepsilon_{33}} \quad b_{14} = i\omega \alpha_{11} \alpha_{12}$$

$$b_{21} = \frac{m^2 - \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon_{12} \varepsilon_{22} \mu_0 \mu_{33}}{i\omega \mu_0 \mu_{33}} \quad b_{24} = -\frac{mn}{i\omega \mu_0 \mu_3}$$

$$b_{34} = -\frac{n^2 + \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon_1 \mu_0 \mu_3}{i\omega \mu_0 \mu_{33}} \quad b_{43} = -\frac{m^2 + \omega^2 \varepsilon_0 \varepsilon_{33} \mu_0 \mu_{12} \mu_{22}}{i\omega \varepsilon_0 \varepsilon_{33}}$$

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Тлеуенов, С. К., Оспан, А. Т. Изучение электромагнитных полей в анизотропных средах. – Алматы, 2001. – С. 67.

-----

2 **Тлукенов, С. К., Жукенов, М. К., Курманов, А. А.** Структура фундаментальных решений системы уравнений Максвелла для электромагнитных полей в анизотропных средах при наличии проводимости, – Вестник ПГУ, 2004. № 1. – С. 9–16.

3 **Жукенов, М. Қ., Темирова, Н.** Екі изотропты диэлектриктің шекарасындағы электромагниттік толқындардың шағылу және сыну коэффициенттері // Материалы науч. конф. молодых учёных, студентов и школьников «IX Сатпаевские чтения» / – Павлодар, 2009. – Т.4. – С. 118 – 120.

4 **Жукенов, М. Қ., Совет, Е. Б.** Кубтық сингониялы магнитэлектрлік ортада электромагниттік толқындардың таралуы // Материалы междунар. науч. конф.: “XI Сатпаевские чтения”. – Павлодар, 2011. – Т. 15. – Б. 221-224.

5 **Жукенов, М. Қ., Совет, Е. Б.** Тетрагоналды сингониялы магнитэлектрлік ортада электромагниттік толқындардың таралуы // Материалы респуб. научно-практической конф.: “III Шаяхметовские чтения”. – Павлодар, 2011. – Б. 322-324.

6 **Жукенов, М. Қ., Совет, Е. Б.** Тетрагоналды сингониялы анизотропты магнитэлектрлік орта үшін электромагниттік толқындардың шағылу және сыну есебін шығару // Материалы междунар. науч. конф.: “XII Сатпаевские чтения”. – Павлодар, 2012. – Т. 11. – Б. 281-284.

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 27.12.12 редакцияға түсті.

*М. К. Жукенов, Е. Б. Совет*

**Матрицы коэффициентов, характеризующие распространение электромагнитных волн в анизотропных магнитоэлектрических сред**

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайғырова, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 27.12.12.

*М. К. Zhukenov, E. B. Sovet*

**Matrixes of factors characterizing distribution of electromagnetic waves in anisotropic magnetoelectric mediums**

S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 27.12.12.

*Жұмыста кубтық сингониялы анизотропты магнитэлектрлік ортаның  $422$ ,  $4m'm'$ ,  $\bar{4}2m'$ ,  $4/m'm'm'$ ,  $32$ ,  $3m'$ ,  $\bar{3}m'$ ,  $622$ ,  $6m'm'$ ,  $6m'2$ ,  $6/m'm'm'$  кластары үшін және магнитэлектрлік эффектісі бар*

тетрагоналды сингониялы анизотропты орталардың  $4'22'$ ,  $4'mm'$ ,  $42m$ ,  $42'm'$ ,  $4'm'm'$  класстары үшін электромагниттік толқындардың таралуын сипаттайтын коэффициенттер матрицалары шығарылды.

*In work matrixes of factors characterizing distribution of electromagnetic waves of anisotropic magnetolectric mediums for the classes of a cubic singony  $422$ ,  $4m$ ,  $\bar{4}2m$ ,  $4/m$ ,  $32$ ,  $3m$ ,  $\bar{3}m$ ,  $622$ ,  $6m$ ,  $6m2$ ,  $6/m$  and for a tetragonal singoniya of classes  $4'22'$ ,  $4'mm'$ ,  $42m$ ,  $42'm'$ ,  $4'm'm'$  are deduced.*

УДК 621.396.218

**Н.А. Испулов, А.И. Стасевская**

## **ПРИМЕНЕНИЕ СКМ «МАТЕМАТИКА 5» ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА И СИГНАЛОВ**

*Статья посвящена задачам имитации сигнала, практического спектрального анализа, а так же синтезу сигналов. В работе приведены конкретные примеры сигналов, которые существуют в природе, т.е. определения, виды, формы и среда их существования; исследованы несколько типов цифровых сигналов с помощью ряда Фурье; проведен анализ графических возможностей СКМ Mathematica 5 для создания модели сигнала; составлена программа имитации сигналов в основе СКМ Mathematica 5. Результаты работы программы заключаются в построении графиков гармоник, спектра распределения гармоник и суммарное сложение всех гармоник в конечный сигнал соответствующий эталону.*

### **1. Введение**

Человеческое общество живет в информационном мире, который постоянно изменяется и пополняется. То, что человек видит, слышит, помнит, знает, переживает, все это различные формы информации. Следовательно, в широком смысле информацию можно определить как совокупность знаний об окружающем нас мире. В таком понимании информация является важнейшим ресурсом научно-технического прогресса и социально-экономического развития общества и наряду с материей и энергией принадлежит к фундаментальным философским категориям естествознания.

Компьютерная математика – это совокупность методов и средств, обеспечивающих максимально комфортную и быструю подготовку алгоритмов и программ для решения математических задач любой сложности.

Спектральный анализ – один из методов обработки сигналов, который позволяет охарактеризовать частотный состав измеряемого сигнала. Преобразование Фурье является математической основой, которая связывает временной или пространственный сигнал (или же некоторую модель этого сигнала) с его представлением в частотной области. Важную роль в спектральном анализе играют методы статистики, поскольку сигналы, как правило, имеют случайный характер или зашумлены при распространении или измерении.

Сигнал – это информационная функция, несущая сообщение о физических свойствах, состоянии или поведении какой-либо физической системы, объекта или среды, а цель обработки сигналов – извлечение сведений, которые отображены в этих сигналах и преобразование этой информации в форму, удобную для восприятия и использования [1].

## 2. Постановка задачи

В данной работе на основе программы «*Mathematica 5*» смодулирован сигнал. Уникальность программы состоит в возможности не только модулировать сигнал, но и представить его превосходными графическими возможностями. Например, графическая функция **Plot**{**f1[x], f2[x],...**}, {**x, xmin, xmax**} строит графики произвольных математических функций **f1[x], f2[x], ...**}, одной переменной **x** при ее изменении от минимального значения **xmin** до максимального **xmax**. Другая графическая функция **Plot3D**[**f[x,y], {{x, xmin, xmax}, {y, ymin, ymax}}**] строит график трехмерной поверхности для математической функции **f[x,y]** двух переменных, изменяющихся в указанных пределах.

Система компьютерной математики «*Mathematica 5*» имеет две мощные встроенные функции для выполнения спектрального анализа и синтеза – это функция прямого дискретного преобразования Фурье **Fourier** и обратного дискретного преобразования Фурье **InverseFourier**. Функция **Fourier** обеспечивает преобразование вектора данных **data** в вектор комплексных данных – коэффициентов ряда Фурье в экспоненциальной форме [2].

$$\frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{r=1}^N y_r a^{2\pi(r-q)(s-1)/N}$$

В результате преобразования получается вектор комплексных чисел размера **N**, абсолютное значение которых задает амплитуду гармоник, а аргумент – их фазу. К сожалению, нулевой гармонике соответствует первое число вектора и это надо учитывать при применении данных функций. Кроме

того данная функция дает зеркальное отражение мнимых гармоник, поскольку реально можно использовать только  $N/2$  гармоник.

Пакет расширения Calculus содержит ряд функций спектрального анализа для аналитически заданных сигналов. Ниже представлены примеры применения функции FourierTrigSeries, дающей разложение в тригонометрический ряд Фурье таких периодических сигналов.

**<< Calculus`FourierTransform`**

**FourierTrigSeries[t, t, 5]**

$$\frac{\sin[2\pi t]}{\pi} - \frac{\sin[4\pi t]}{2\pi} + \frac{\sin[6\pi t]}{3\pi} - \frac{\sin[8\pi t]}{4\pi} + \frac{\sin[10\pi t]}{5\pi}$$

**Plot[%, t - Round[t], {t, -2, 2},**

**PlotStyle -> {Hue[0.75], Hue[1]}]**

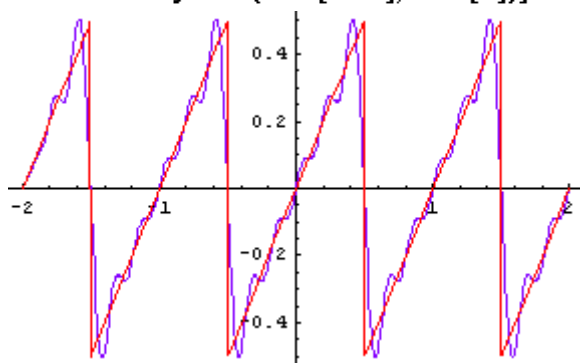


Рисунок 1 – График с применением расширения Calculus

**FourierTrigSeries[Sign[Sin[t]], t,**

**5]**

$$\frac{4 \sin[2\pi t]}{\pi} + \frac{4 \sin[6\pi t]}{3\pi} + \frac{4 \sin[10\pi t]}{5\pi}$$

**Plot[%, Sign[Sin[2 \* π \* t]],**

**{t, -2, 2},**

**PlotStyle -> {Hue[0.75], Hue[1]}]**

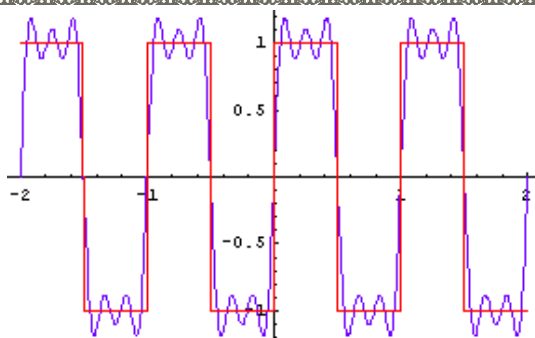


Рисунок 2 – График с применением расширения Calculus

Кроме привычного временного (координатного) представления сигналов и функций при анализе и обработке данных широко используется описание сигналов функциями частоты, т.е. по аргументам, обратным аргументам временного (координатного) представления. Возможность такого описания определяется тем, что любой сколь угодно сложный по своей форме сигнал можно представить в виде суммы более простых сигналов, и, в частности, в виде суммы простейших гармонических колебаний, совокупность которых называется частотным спектром сигнала. Математический спектр сигналов описывается функциями значений амплитуд и начальных фаз гармонических колебаний по непрерывному или дискретному аргументу - частоте. Спектр амплитуд обычно называется амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) сигнала, спектр фазовых углов - фазочастотной характеристикой (ФЧХ). Описание частотного спектра отображает сигнал так же однозначно, как и координатное описание.

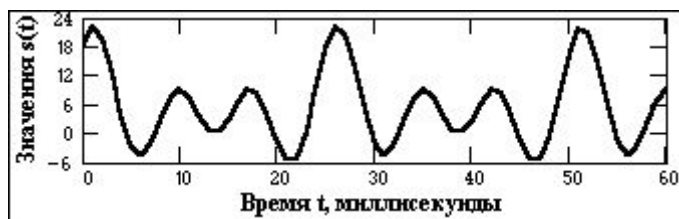


Рисунок 3 – Временное представление сигнала

В качестве примера на рис. 3. приведен отрезок сигнальной функции, которая получена суммированием постоянной составляющей (частота постоянной составляющей равна 0) и трех гармонических колебаний. Математическое описание сигнала определяется формулой:

$$S(t) = \sum_{n=0}^3 A_n \cos(2\pi f_n t + \varphi_n)$$

Где,  $A_n = \{5, 3, 6, 8\}$  – амплитуда колебаний;

$f_n = 0, 40, 80, 120$  – частота колебаний в герцах;

$\varphi_n = \{0, -0.4, -0.6, -0.8\}$  – начальный фазовый угол колебаний

в радианах;  $n = 0, 1, 3, 4$ .

**Mathematica** – мировой лидер среди СКМ (системы компьютерной математики) [7]. В этой системе существенно повышена скорость численных вычислений и введена технология эффективной упаковки массивов. В сочетании с удобным пользовательским интерфейсом, мощными возможностями символьной математики и превосходной графикой система находит самое широкое применение в науке, технике и образовании.

Графики в системе Mathematica относятся к *графическим объектам*, которые создаются (возвращаются) соответствующими *графическими функциями*. Их немного, около десятка, и они охватывают построение практически всех типов математических графиков. Как уже отмечалось, достигается это за счёт применения *директив* и *опций*.

Поскольку графики являются *объектами*, то они могут быть значениями переменных. Поэтому Mathematica 5 допускает следующие конструкции [9], [14]:

Plot [Sin [x] , {x, 0, 20} ] – построение графика синусоиды;

g:=Plot [Sin[x],{x,0,20}] – задание объекта — графика синусоиды – с отложенным выводом;

g=Plot [Sin [x] , {x, 0, 20}] – задание объекта – графика синусоиды – с немедленным выводом.

Для построения двумерных графиков функций вида  $f(x)$  используется встроенная в ядро функция Plot:

Plot[f, {x, xmin, xmax}] — возвращает объект, представляющий собой график функции f аргумента x в интервале от xmin до xmax;

Plot[{f1, f2,...}, {x, xmin, xmax}] — возвращает объект в виде графиков ряда функций  $f_i$ .

Функция Plot используется для построения одной или нескольких линий, дающих графическое представление для указанных функций f, f1, f2 и т. д.

На Рис. 21 показано построение графиков функции  $\sin x$ ,  $\cos x$  и  $\frac{\sin x}{x}$  с использованием некоторых опций (точнее, с набором опций не по умолчанию).



```
Plot[.5*Sin[x],.8*Cos[x],{Sin[x]/x}],{x,10,10},
PlotStyle{Thickness[.009],Thickness[.011],{Thickness[.01],Dashing[.05,0.025]}}
```

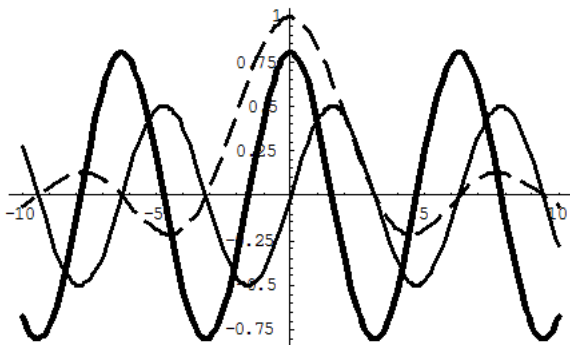


Рисунок 4 – Построение двумерных графиков

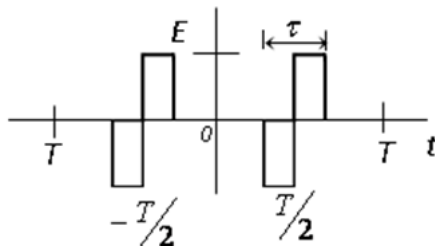
Здесь виден как раз тот случай, когда масштаб графика по вертикали выбран системой наиболее удачно для оптимального изображения графических объектов. В большинстве случаев применение функции Plot позволяет получить вполне приемлемые графики. Для более удобного просмотра изображений используется директива PlotStyle и её опции, задающие толщину линии Thickness в долях ширины графика и тип линии Dashing.

### 3. Моделирование

Для того чтобы написать программу необходимо использовать математические и программные функции математики. В данной работе использовались различные функции и параметры. Для начала следует задать исходные параметры:

Исходные данные для первого сигнала (параметры цифрового сигнала, изображенного на рисунке 1):

- период сигнала  $Tl = 0,0004$  с
- длительность импульс  $\tau = 0,004$  с
- амплитуда сигнала  $E = -3,2$ ;
- временные свойства сигнала:
- четная симметрия относительно  $t = 0$
- цифровой сигнал должен иметь следующую форму (эталон):



Анализ временных свойств сигнала и формулировка обоснованных предположений о свойствах и особенностях спектрального состава сигнала.

Анализируя временное представление сигнала, видим:

$s(t) = s(-t)$  сигнал является четной функцией времени;

Ряд Фурье для данных сигналов выглядит следующим образом:

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\omega_1 t + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin n\omega_1 t = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\omega_1 t$$

Вычисление спектров амплитуд и фаз. Характер огибающей спектра амплитуд

$$\frac{2}{T} \frac{T/2 + t}{T - t/2} E \cos n\omega_1 t \quad \text{в т}$$

В данной программе для построения графиков использовалась графическая функция Plot. Команда Plot имеет следующий синтаксис:

• Plot [Sin [x] , {x, y1, y2} ] – построение графика синусоиды;

Круглые скобки (...) используются для выделения частей выражений и задания приоритета их выполнения. Параметры функций задаются в квадратных скобках [...]. Фигурные скобки используются при задании списков {...}

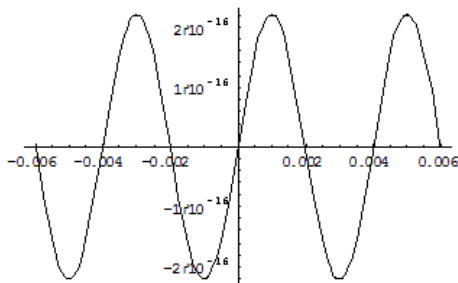
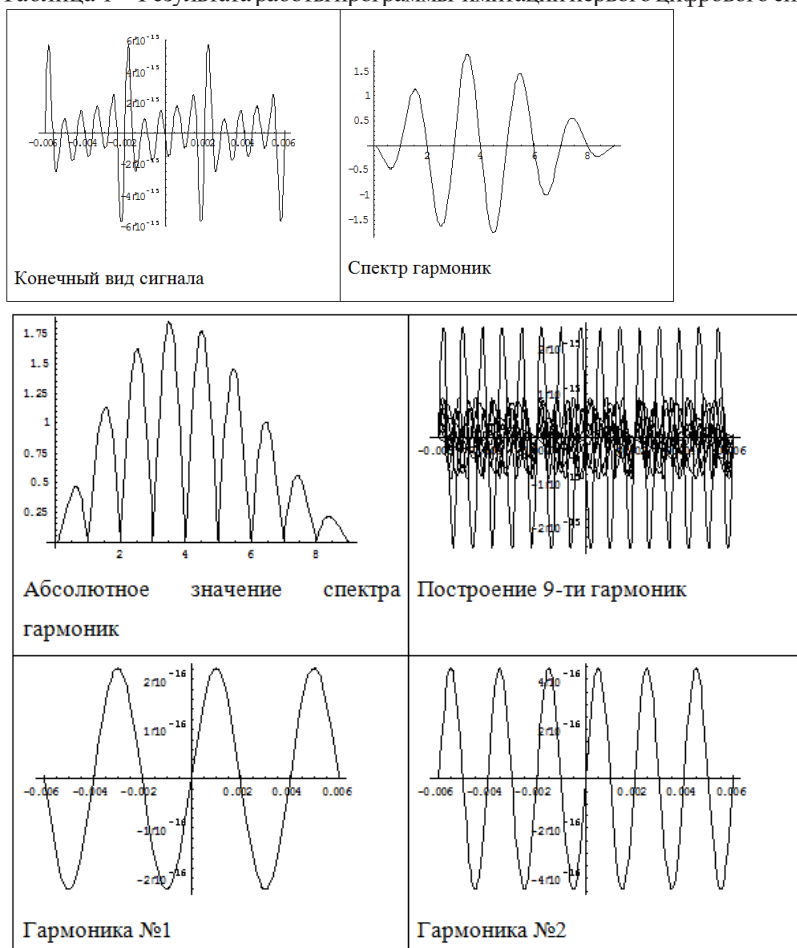


Рисунок 5

$\sin [x]$  – это функция, график которой необходимо построить  
 $x$ - переменная , которая меняется в заданных пределах  
 $y_1, y_2$  – задаваемые пределы

Пользуясь приведенными данными выше была составлена программа имитации цифрового сигнала.

Таблица 1 – Результаты работы программы имитации первого цифрового сигнала



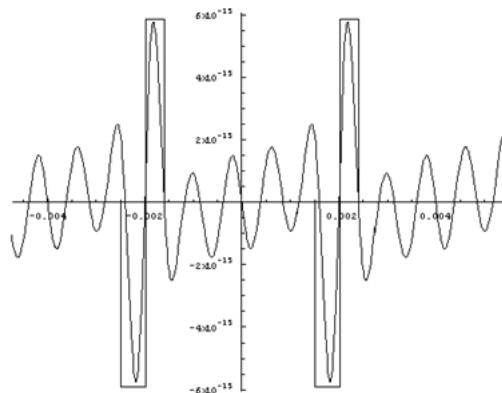


Рисунок 6 – Итоговое сравнение получившегося цифрового сигнала с эталоном.

#### 4. Заключение

В результате проведенной работы были исследованы несколько типов сигналов, из которых было выбрано два типа сигналов. В соответствии с выбранными сигналами были найдены способы имитации с помощью Ряда Фурье, которые в дальнейшем использовались в нашей программе. В ходе написания программы были выполнены следующие действия. Программа была разделена на две подпрограммы, каждая из частей которой имитирует в отдельности свой тип сигнала. Результат работы программы заключается в построении графиков гармоник, спектра распределения гармоник и суммарное сложение всех гармоник в конечный сигнал соответствующий эталону.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Гоноровский, И. С.** Радиотехнические цепи и сигналы. – М. : Радио и связь, 1986.
- 2 **Дьяконов, В. П.** Mathematica 5.1/5.2/6 в математических и научно-технических расчетах. – М. : СОЛОН- ПРЕСС, 2008. – 744. : ил
- 3 **Отнес Р., Энксон Л.** Прикладной анализ временных рядов. – М. : Мир, 1982.
- 4 **Рабинер, Л., Гоулд Б.** Теория и применение цифровой обработки сигналов. – М. : Мир, 1978.
- 5 **Дьяконов, В. П.** Mathematica 5.1/5.2/6 в математических и научно-технических расчетах. Изд-е второе дополненное и переработанное. – М. :
- 6 **Дьяконов, В. П.** Компьютерная математика. Теория и практика. – М., СПб : «Нолидж», «Питер», 1999, 2001. – С. 1296. – ISBN 5-89233-065-4

7 **Дьяконов, В. П.** *Mathematica 5/6/7. Полное руководство.* – М. : «ДМК Пресс», 2009. – С. 624. – ISBN 978-5-94074-553-2

\*Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар;  
\*\*Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет, г. Томск.  
Материал поступил в редакцию 26.12.12.

*Н. А. Испулов\**, *А. И. Стасевская\*\**

**Спектрлік сигнал мен анализді зерттеу үшін СМЖ «Mathematica 5» қолдану**

\*С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, \*\*Павлодар қ.;  
Томск политехникалық ұлттық зерттеу университеті, Томск қ.  
Материал 26.12.12 редакцияға түсті.

*N. A. Ispulov\**, *A. I. Stasevskaya\*\**

**Application of SCM “Mathematics 5” for study of the spectral analysis and signal**

\*S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar;  
\*\*National Research Tomsk Polytechnic University, Russia.  
Material received on 27.12.12.

*Мақала сигналдың имитациясына, тәжірибелік спектралдық талдауына және де сигналдардың синтезіне арналған. Жұмыста табиғатта болатын сигналдардың нақты мысалдары, яғни анықтамалар, түрлері және олардың болу ортасы келтірілген; Фурье қатары көмегімен цифрлік сигналдардың бірнеше түрлері зерттелінді; сигналдың моделін жасау үшін Mathematica 5 КМЖ-нің графикалық мүмкіншіліктердің талдауы жасалған; Mathematica 5 КМЖ-нің негізінде сигналдардың имитация бағдарламасы құрылған. Бағдарламаның нәтижесі гармоникалардың графиктердің, гармоникалардың үлестіру спектрдің құруылында және барлық гармоникалардың, эталонға сәйкес, шеткі сигналға қосу болып табылады.*

*Article is devoted to the problems of imitation of a signal, practical spectral analysis, and to synthesis of signals. In the work concrete examples of signals which exist in the nature are given, i.e. definitions, types, forms and the environment of their existence; some types of digital signals are*

investigated by means of the Fourier series; the analysis of graphic possibilities of SCM «Mathematica 5» for creation of a model of the signal is carried out; the program of imitation of signals at the heart of SKM «Mathematica 5» is made. Results of work of the program consist in creation of schedules of harmonicas, a range of distribution of harmonicas and integral addition of all harmonicas in a terminating signal corresponding to the a standard.

ӘОЖ 539.3:534.2

**Н. А. Испулов, А. Қ. Сейтханова, М. Мұраж**

## **ТРИГОНАЛДЫ СИНГОНИЯНЫҢ 32 ЖӘНЕ 3 КЛАСТАРЫ ҮШІН БІРІНШІ РЕТТІ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫ ТЕҢДЕУЛЕР МЕН КОЭФФИЦИЕНТТЕР МАТРИЦАСЫНЫҢ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ**

*Термомеханикалық эффектiмен болатын серпiмдi орталарда толқындық процесстердiң заңдылықтарды зерттеу актуалдығы, геофизика, сейсмология, композиттік материалдардың механикасының теориялық және қолданбалы есептердi шешуiнде қажеттiлiгiмен байланысты. Байланысқан қозғалыс теңдеулерi мен жылуоткiзiштік теңдеулерi физика–механикалық параметрлердiң күрделiгi мен көп болуымен ерекшеленедi. Осыған байланысты деформацияланатын қатты дене механикасының – термосерпiмдiлiк деген тарауы қарқынды дамып келедi. Осы бағыттың аясында анизотропты орталардың кейбiр физика–механикалық қасиеттерiн қолдана отырып, байланысқан жылулық және механикалық өрiстер зерттеледi.*

*Мақалада аналитикалық матрицант әдiсi негiзiнде серпiмдi ортаның қозғалыс теңдеулерiнiң жүйесi эквиваленттi бiрiншi реттi дифференциалдық теңдеулер жүйесiне келтiрiлдi.*

### **1. Кiрiспе**

Берiлген жұмыста матрицант әдiсiнiң [1] негiзiнде тригоналды сингониялы анизотропты ортада таралатын серпiмдi толқындардың, әртектiлiк  $z$  және  $x$  осiнiң бойымен болған жағдайдағы, таралуы қарастырылды.

**2. Серпiмдi толқындардың таралуын сипаттайтын негiзгi теңдеулерi және олардың шешiмi**

Серпімді анизотропты орта үшін қозғалыс теңдеуін (1) түрінде жазамыз:

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} = \rho \frac{\partial^2 U_i}{\partial t^2} \quad (1)$$

(1) қозғалыс теңдеуін бөліктеп жазып, ол мынадай түрге ие болады:

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial z} = -\rho \omega^2 U_x$$

$$\frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial z} = -\rho \omega^2 U_y$$

$$\frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} = -\rho \omega^2 U_z \quad (1/)$$

Серпімді анизотропты орта үшін Гук заңы мына түрде жазылады:

$$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \varepsilon_{kl} \quad (2)$$

мұндағы  $\varepsilon_{kl} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial U_k}{\partial x_l} + \frac{\partial U_l}{\partial x_k} \right)$  - Коши кіші деформацияның тензоры,

$\sigma_{ij}$  - кернеу тензоры,  $U_l, U_k$  - орын ауыстыру векторының компоненттері.

Тригональды жүйенің кристалдары z өсіне параллель үш өлшемді өске симметриясымен сипатталады. Серпімділік модулінің тензорының 6 тәуелсіз компонентті құрайды.

Серпімді матрица константасы мынадай түрге ие болатын тригональды сингонияны(класс 32) қарастырайық [2]:

$$C_{ij} = \begin{bmatrix} c_{1111} & c_{1122} & c_{1133} & c_{1123} & 0 & 0 \\ c_{1122} & c_{1111} & c_{1133} & -c_{1123} & 0 & 0 \\ c_{1133} & c_{1133} & c_{3333} & 0 & 0 & 0 \\ c_{1123} & -c_{1123} & 0 & c_{2323} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{2323} & c_{1123} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{1123} & \frac{1}{2}(c_{1111} - c_{1122}) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Матрицалық формадағы тригональды жүйе (класс 32) үшін Гук заңы (2) түрінде жазылады:

$$\begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \sigma_4 \\ \sigma_5 \\ \sigma_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{11} & c_{13} & -c_{14} & 0 & 0 \\ c_{13} & c_{13} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ c_{14} & -c_{14} & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & c_{14} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{14} & \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12}) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \end{bmatrix} \quad (2/)$$

Екі индекс үшін белгілеу енгізілді:

(11)  $\rightarrow$  1, (22)  $\rightarrow$  2, (33)  $\rightarrow$  3, (23)  $\rightarrow$  4, (31)  $\rightarrow$  5, (12)  $\rightarrow$  6.

(2/)-тендеуінен кернеу тензорының компоненттері тең болады:

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= c_{11} \frac{\partial U_x}{\partial x} + c_{12} \frac{\partial U_y}{\partial y} + c_{13} \frac{\partial U_z}{\partial z} + c_{14} \left( \frac{\partial U_y}{\partial z} + \frac{\partial U_z}{\partial y} \right) \\ \sigma_{yy} &= c_{12} \frac{\partial U_x}{\partial x} + c_{11} \frac{\partial U_y}{\partial y} + c_{13} \frac{\partial U_z}{\partial z} - c_{14} \left( \frac{\partial U_y}{\partial z} + \frac{\partial U_z}{\partial y} \right) \\ \sigma_{zz} &= c_{31} \frac{\partial U_x}{\partial x} + c_{31} \frac{\partial U_y}{\partial y} + c_{33} \frac{\partial U_z}{\partial z} \\ \sigma_{yz} &= c_{14} \frac{\partial U_x}{\partial x} - c_{14} \frac{\partial U_y}{\partial y} + c_{44} \left( \frac{\partial U_y}{\partial z} + \frac{\partial U_z}{\partial y} \right) \\ \sigma_{zx} &= c_{44} \left( \frac{\partial U_z}{\partial x} + \frac{\partial U_x}{\partial z} \right) + c_{14} \left( \frac{\partial U_x}{\partial y} + \frac{\partial U_y}{\partial x} \right) \\ \sigma_{xy} &= c_{14} \left( \frac{\partial U_z}{\partial x} + \frac{\partial U_x}{\partial z} \right) + \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12}) \left( \frac{\partial U_x}{\partial y} + \frac{\partial U_y}{\partial x} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

Мұнда келесі белгілеулер енгізілген:

$$S_1 = \varepsilon_{11} = U_{1,1}, \quad S_2 = \varepsilon_{22} = U_{2,2}, \quad S_3 = \varepsilon_{33} = U_{3,3}$$

$$S_4 = 2\varepsilon_{23} = U_{2,3} + U_{3,2}, \quad S_5 = 2\varepsilon_{21} = U_{1,3} + U_{3,1}, \quad S_6 = 2\varepsilon_{12} = U_{1,2} + U_{2,1}.$$

(1) серпімді анизотропты орта қозғалысының тендеулерінен айнымалыларды бөлу әдісінің негізінде уақыттан гармоникалық тәуелді жағдайында:

$$\left[ U_i(x, y, z), \sigma_{ij}(x, y, z) \right] = \left[ U_i(z), \sigma_{ij}(z) \right] * e^{i(\alpha - k_x x - k_y y)} \quad (5)$$

мынаны ескереміз

$$\frac{\partial f}{\partial z} \rightarrow \frac{df}{dz}, \quad \frac{\partial f}{\partial x} \rightarrow -ik_x f, \quad \frac{\partial f}{\partial y} \rightarrow -ik_y f, \quad \frac{\partial f}{\partial t} \rightarrow i\omega f \quad (*)$$



және (4) тендеулер жүйесін, кернеу тензорының компоненті үшін келесі өрнектерді аламыз:

$$\begin{aligned}
 \sigma_{xx} &= -c_{11}ik_xU_x - c_{12}ik_yU_y + c_{13}\frac{dU_z}{dz} + c_{14}\left(\frac{\partial U_y}{\partial z} - ik_yU_z\right) \\
 \sigma_{yy} &= -c_{12}ik_xU_x - c_{11}ik_yU_y + c_{13}\frac{dU_z}{dz} - c_{14}\left(\frac{\partial U_y}{\partial z} - ik_yU_z\right) \\
 \sigma_{zz} &= c_{33}\frac{dU_z}{dz} - c_{13}(ik_yU_y + ik_xU_x) \\
 \sigma_{yz} &= c_{14}(ik_yU_y - ik_xU_x) + c_{44}\left(\frac{dU_y}{dz} - ik_yU_z\right) \\
 \sigma_{xz} &= c_{44}\left(\frac{dU_x}{dz} - ik_xU_z\right) + c_{14}(-ik_yU_x - ik_xU_y) \\
 \sigma_{xy} &= c_{14}\left(\frac{dU_x}{dz} - ik_xU_z\right) + \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12})(ik_yU_x + ik_xU_y)
 \end{aligned} \tag{6}$$

(\*) ескертіп, (1) қатынастарын келесі түрде жазамыз:

$$\begin{aligned}
 -ik_x\sigma_{xx} - ik_y\sigma_{xy} + \frac{d\sigma_{xz}}{dz} &= -\rho\omega^2U_x \\
 -ik_x\sigma_{xy} - ik_y\sigma_{yy} + \frac{d\sigma_{yz}}{dz} &= -\rho\omega^2U_y \\
 -ik_x\sigma_{xz} - ik_y\sigma_{yz} + \frac{d\sigma_{zz}}{dz} &= -\rho\omega^2U_z
 \end{aligned} \tag{7}$$

(1)–(7) тендеулерді бірлесіп шешкен кезде келесі 1 ретті дифференциалдық тендеулер жүйесін аламыз:

$$\begin{aligned}
 \frac{d\sigma_{xz}}{dz} &= \frac{c_{13}}{c_{33}}ik_x\sigma_{zz} + \left[-\rho\omega^2 + k_x^2\left(c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}}\right) + \left(\frac{c_{11} - c_{12}}{2} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}}\right)k_y^2\right]U_x + \\
 &+ \left(\frac{c_{13}^2}{c_{33}} + \frac{c_{11} + c_{12}}{2}\right)k_xk_yU_y + \frac{c_{14}}{c_{44}}(ik_y\sigma_{xz} + ik_x\sigma_{yz}) \\
 \frac{dU_z}{dz} &= \frac{1}{c_{33}}\sigma_{zz} + \frac{c_{13}}{c_{33}}ik_xU_x + \frac{c_{13}}{c_{33}}ik_yU_y
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{d\sigma_{zz}}{dz} &= -\rho\omega^2 U_z + ik_x \sigma_{xz} + ik_y \sigma_{yz} \\
\frac{dU_x}{dz} &= \frac{1}{c_{44}} \sigma_{xz} + ik_x U_z + \frac{c_{14}}{c_{44}} (ik_y U_x + ik_x U_y) \\
\frac{d\sigma_{xz}}{dz} &= \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_x \sigma_{zz} + \left[ -\rho\omega^2 + k_x^2 \left( c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}} \right) + \left( \frac{c_{11} - c_{12}}{2} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}} \right) k_y^2 \right] U_x + \\
&+ \left( \frac{c_{13}^2}{c_{33}} + \frac{c_{11} + c_{12}}{2} \right) k_x k_y U_y + \frac{c_{14}}{c_{44}} (ik_y \sigma_{xz} + ik_x \sigma_{yz}) \\
\frac{dU_y}{dz} &= \frac{1}{c_{44}} \sigma_{yz} + ik_y U_z + \frac{c_{14}}{c_{44}} (ik_x U_x - ik_y U_y) \\
\frac{d\sigma_{yz}}{dz} &= \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_y \sigma_{zz} + \left( \frac{c_{13}^2}{c_{33}} + \frac{c_{11} + c_{12}}{2} \right) k_x k_y U_x + \\
&\left[ -\rho\omega^2 + \left( \frac{c_{11} - c_{12}}{2} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}} \right) k_x^2 + \left( c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}} \right) k_y^2 \right] U_y + \frac{c_{14}}{c_{44}} (ik_x \sigma_{xz} - ik_y \sigma_{yz})
\end{aligned} \tag{8}$$

(8) дифференциалдық теңдеулер жүйесін мынадай матрицалық түрде жазуға болады:

$$\frac{d}{dz} \begin{bmatrix} U_z \\ \sigma_{zz} \\ U_x \\ \sigma_{xz} \\ U_y \\ \sigma_{yz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 & b_{15} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} & 0 & b_{26} \\ b_{31} & 0 & b_{33} & b_{34} & b_{35} & 0 \\ 0 & b_{42} & b_{43} & b_{44} & b_{45} & b_{46} \\ b_{51} & 0 & b_{53} & 0 & b_{55} & b_{56} \\ 0 & b_{62} & b_{63} & b_{64} & b_{65} & b_{66} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} U_z \\ \sigma_{zz} \\ U_x \\ \sigma_{xz} \\ U_y \\ \sigma_{yz} \end{bmatrix} \tag{8/}$$

немесе

$$\frac{d\vec{W}}{dz} = B\vec{W} \tag{9}$$

мұндағы  $\vec{W} = [U_z, \sigma_{zz}, U_x, \sigma_{xz}, U_y, \sigma_{yz}]^t$  - шекаралық шарттардың баған векторы.  $t$  индексі қатардың бағанға транспонирленген түрін көрсетеді.

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 & b_{15} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} & 0 & b_{26} \\ b_{24} & 0 & b_{33} & b_{34} & b_{35} & 0 \\ 0 & b_{13} & b_{43} & b_{33} & b_{45} & b_{35} \\ b_{26} & 0 & b_{35} & 0 & -b_{33} & b_{34} \\ 0 & b_{15} & b_{45} & b_{35} & b_{65} & -b_{33} \end{bmatrix} \quad (10)$$

(10) коэффициенттер матрицасының коэффициенттері тең:

$$b_{12} = \frac{1}{c_{33}}; \quad b_{13} = b_{42} = \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_x; \quad b_{15} = b_{62} = \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_y; \quad b_{21} = -\rho\omega^2;$$

$$b_{24} = b_{31} = ik_x; \quad b_{26} = b_{51} = ik_y; \quad b_{33} = b_{44} = \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_y;$$

$$b_{34} = b_{56} = \frac{1}{c_{44}}; \quad b_{35} = b_{46} = b_{53} = b_{64} = \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_x;$$

$$b_{43} = -\rho\omega^2 + \left( c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}} \right) k_x^2 + \left( \frac{c_{11} - c_{12}}{2} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}} \right) k_y^2;$$

$$b_{45} = b_{63} = \left( \frac{c_{13}^2}{c_{33}} + \frac{c_{11} + c_{12}}{2} \right) k_x k_y; \quad b_{55} = b_{66} = -b_{33};$$

$$b_{65} = -\rho\omega^2 + \left( c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}} \right) k_y^2 + \left( \frac{c_{11} - c_{12}}{2} - \frac{c_{14}^2}{c_{44}} \right) k_x^2$$

(10) матрица коэффициентінің құрылысынан жалпы жағдайда бойлық және көлденең толқындар өзара байланысып таралуы шығады. Жазық координаталар бойымен серпімді толқындардың таралуы кезінде (10) коэффициенттер матрицасы келесі түрлерге ие:

а)  $ku=0$  деп,  $(xz)$  жазығында толқындардың таралуы кезінде:

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 & 0 & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} & 0 & 0 \\ b_{24} & 0 & 0 & b_{34} & b_{35} & 0 \\ 0 & b_{13} & b_{43} & 0 & 0 & b_{35} \\ 0 & 0 & b_{35} & 0 & 0 & b_{34} \\ 0 & 0 & 0 & b_{35} & b_{65} & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

(11) коэффициенттер матрицасы құрылысынан  $z$  бойлық толқын поляризациясы және  $x$  көлденең толқын поляризациясы байланысқан, ал  $y$  көлденең тәуелсіз екенін көреміз.  $X$  және  $z$  толқындарының арасындағы байланысы  $b_{24}$  және  $b_{35}$  коэффициенттерімен қамтамасыз етіледі.

б)  $k_x=0$  деп,  $(yz)$  жазықтығында:

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & 0 & 0 & b_{15} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{26} \\ 0 & 0 & b_{33} & b_{34} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{43} & b_{33} & 0 & 0 \\ b_{26} & 0 & 0 & 0 & -b_{33} & b_{34} \\ 0 & b_{15} & 0 & 0 & b_{65} & -b_{33} \end{bmatrix}, \quad \vec{U} = \begin{bmatrix} U_z \\ \sigma_{zz} \\ U_x \\ \sigma_{xz} \\ U_y \\ \sigma_{yz} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Егер транспонирлеу операциясын қолданса, онда (12) коэффициенттер матрицасының құрылысынан астында көрсетілгендей,  $z$  бойлық толқын поляризациясы мен  $y$  көлденең толқын поляризациясы байланысқан, ал  $x$  көлденең толқын таралуы тәуелсіздігін байқаймыз.  $z$  және  $y$  толқындары  $b_{26}$ ,  $b_{15}$ , және  $b_{33}$  коэффициенттерімен байланысқан.

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & b_{15} & 0 & 0 & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{26} & 0 & 0 \\ b_{26} & 0 & -b_{33} & b_{34} & 0 & 0 \\ 0 & b_{15} & b_{65} & -b_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{33} & b_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{43} & b_{33} \end{bmatrix}, \quad \vec{U} = \begin{bmatrix} U_z \\ \sigma_{zz} \\ U_y \\ \sigma_{yz} \\ U_x \\ \sigma_{xz} \end{bmatrix} \quad (12)'$$

в)  $k_x=0$ ,  $k_y=0$ ,  $z$  өсі бойымен (13):

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{34} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{43} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{65} & 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

(13) теңдеуінен бойлық және екі көлденең толқындар бір–бірінен тәуелсіз таралуы шығады.

В құрылысына эквивалентті (11), (12), (13) матрицалар жазық координатасынан біртекті емес изотропты ортада серпімді толқынның таралуын сипаттайтады.

Аналогиялық түрде, серпімді тұрақтылар матрицасы үшін тригональды сингония (класс 3) қарастырылып, ол мына түрге ие:

$$C_{ij} = \begin{bmatrix} c_{1111} & c_{1122} & c_{1133} & c_{1123} & c_{1131} & 0 \\ c_{1122} & c_{1111} & c_{1133} & -c_{1123} & -c_{1131} & 0 \\ c_{1133} & c_{1133} & c_{3333} & 0 & 0 & 0 \\ c_{1123} & -c_{1123} & 0 & c_{4444} & 0 & c_{1131} \\ -c_{1131} & c_{1131} & 0 & 0 & c_{4444} & c_{1123} \\ 0 & 0 & 0 & c_{1131} & c_{1123} & \frac{1}{2}(c_{1111} - c_{1212}) \end{bmatrix} \quad (14)$$

Тригональды сингония (класс 3) үшін бірінші ретті дифференциалды теңдеулер жүйесін былай жазамыз:

$$\begin{aligned} \frac{dU_z}{dz} &= \frac{1}{c_{33}} \sigma_{zz} + \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_x U_x + \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_y U_y \\ \frac{d\sigma_{zz}}{dz} &= -\rho\omega^2 U_z + ik_x \sigma_{xz} + ik_y \sigma_{yz} \\ \frac{dU_x}{dz} &= \frac{1}{c_{44}} \sigma_{xz} + ik_x U_z + \left( \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_y - \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_x \right) U_x + \left( \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_x + \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_y \right) U_y \\ \frac{d\sigma_{xz}}{dz} &= \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_x \sigma_{zz} + \left[ -\rho\omega^2 + \left( c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2 + c_{15}^2}{c_{44}} \right) k_x^2 + \left( \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12}) - \frac{c_{14}^2 + c_{15}^2}{c_{44}} \right) k_y^2 \right] U_x + \\ &+ \left[ \left( \frac{1}{2}(c_{11} + c_{12}) - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} \right) k_x k_y \right] U_y + \left( \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_y - \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_x \right) \sigma_{xz} + \left( \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_x + \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_y \right) \sigma_{yz} \\ \frac{dU_y}{dz} &= \frac{1}{c_{44}} \sigma_{yz} + ik_y U_z + \left( \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_x + \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_y \right) U_x + \left( \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_x - \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_y \right) U_y \\ \frac{d\sigma_{yz}}{dz} &= \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_y \sigma_{zz} + \left( \frac{1}{2}(c_{11} + c_{12}) - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} \right) k_x k_y U_x + \left[ -\rho\omega^2 + \right. \\ &+ \left. \left( c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2 + c_{15}^2}{c_{44}} \right) k_y^2 + \left( \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12}) - \frac{c_{14}^2 + c_{15}^2}{c_{44}} \right) k_x^2 \right] U_y + \\ &, + \left( -\frac{c_{14}}{c_{44}} ik_y + \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_x \right) \sigma_{yz} + \left( \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_x + \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_y \right) \sigma_{xz} \end{aligned}$$

Тригональды сингония (класс 3) үшін  $b_{ij}$  коэффициенті мынадай түрлерге ие:

$$b_{12} = \frac{1}{c_{33}}; b_{13} = b_{42} = \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_x; b_{15} = b_{62} = \frac{c_{13}}{c_{33}} ik_y; b_{21} = -\rho\omega^2;$$

$$b_{24} = b_{31} = ik_x; b_{26} = b_{51} = ik_y; b_{33} = b_{44} = -b_{55} = -b_{66} = \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_y - \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_x;$$

$$b_{34} = b_{56} = \frac{1}{c_{44}}; b_{35} = b_{46} = b_{53} = b_{64} = \frac{c_{14}}{c_{44}} ik_x + \frac{c_{15}}{c_{44}} ik_y;$$

$$b_{43} = \left[ -\rho\omega^2 + \left( c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2 + c_{15}^2}{c_{44}} \right) k_x^2 + \left( \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12}) - \frac{c_{14}^2 + c_{15}^2}{c_{44}} \right) k_y^2 \right];$$

$$b_{45} = b_{63} = \left( \frac{1}{2}(c_{11} + c_{12}) - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} \right) k_x k_y;$$

$$b_{65} = -\rho\omega^2 + \left( c_{11} - \frac{c_{13}^2}{c_{33}} - \frac{c_{14}^2 + c_{15}^2}{c_{44}} \right) k_y^2 + \left( \frac{1}{2}(c_{11} - c_{12}) - \frac{c_{14}^2 + c_{15}^2}{c_{44}} \right) k_x^2.$$

Жалпы жағдайда (класс 3) тригональды сингонияның коэффициент матрицасының құрылысы (класс 32) тригональды сингонияның коэффициент матрицасының құрылысымен ұқсас:

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 & b_{15} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} & 0 & b_{26} \\ b_{24} & 0 & b_{33} & b_{34} & b_{35} & 0 \\ 0 & b_{13} & b_{43} & b_{33} & b_{45} & b_{35} \\ b_{26} & 0 & b_{35} & 0 & -b_{33} & b_{34} \\ 0 & b_{15} & b_{45} & b_{35} & b_{65} & -b_{33} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Жазық координата бойымен серпімді толқындардың таралуы кезінде коэффициент матрицасы келесі түрлерді қабылдайды:

а)  $k_y=0$  деп,  $(xz)$  жазықтығында толқындардың таралуы кезінде:

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & b_{13} & 0 & 0 & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & b_{24} & 0 & 0 \\ b_{24} & 0 & b_{33} & b_{34} & b_{35} & 0 \\ 0 & b_{13} & b_{43} & b_{33} & 0 & b_{35} \\ 0 & 0 & b_{35} & 0 & -b_{33} & b_{34} \\ 0 & 0 & 0 & b_{35} & b_{65} & -b_{33} \end{bmatrix} \quad (16)$$

Берілген (16) коэффициент матрицасы құрылысынан  $z$  бойлық толқын поляризациясы мен  $x$ ,  $y$  көлденең толқындар поляризациясы өзара байланыса таралуын көреміз. Олардың арасындағы байланысты  $b_{33}$ ,  $b_{24}$  және  $b_{35}$  коэффициенттері қамтамасыз етеді.

б)  $k_x=0$  деп,  $(yz)$  жазықтығында:

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & 0 & 0 & b_{15} & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{26} \\ 0 & 0 & b_{33} & b_{34} & b_{35} & 0 \\ 0 & 0 & b_{43} & b_{33} & 0 & b_{35} \\ b_{26} & 0 & b_{35} & 0 & -b_{33} & b_{34} \\ 0 & b_{15} & 0 & b_{35} & b_{65} & -b_{33} \end{bmatrix} \quad (17)$$

(17) коэффициент матрицасының құрылысы барлық толқындардың өзара байланысуы арқылы таралуын көрсетеді. Олардың арасындағы байланысты  $b_{15}$ ,  $b_{26}$ ,  $b_{35}$  және  $b_{33}$  коэффициенттері қамтамасыз етеді.

в)  $k_x=0$ ,  $k_z=0$ ,  $z$  өсі бойымен:

$$\hat{B} = \begin{bmatrix} 0 & b_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{21} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{34} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{43} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{65} & 0 \end{bmatrix} \quad (18)$$

Берілген (18) матрица құрылысында бойлық және екі көлденең серпімді толқындар бір-бірінен тәуелсіз таралуы анық көрсетілген.

### 3. Қорытынды

Мақалада аналитикалық матрицант әдісі негізінде серпімді ортаның қозғалыс теңдеулерінің жүйесі эквивалентті бірінші ретті дифференциалдық теңдеулер жүйесіне келтірілді. Жұмыстағы коэффициенттер матрицасына жасалынған талдау толқындардың поляризациясын және олардың өзара байланысын анықтауға мүмкіндік берді.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 **Тлукенов, С. К.** Метод матрицанта. Павлодар, НИЦ ПГУ имени С. Торайгырова, 2004, 148 с.

2 **Новацкий, В.** Теория упругости. - М. : Мир, 1986, 556 с.

С. Торайгыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 29.12.12 редакцияға түсті.

*Н. А. Испулов, А. К. Сейтханова, М. Муграж*

**Построение системы дифференциальных уравнений первого порядка и матрицы коэффициентов для классов 32 и 3 тригональной сингонии**

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 29.12.12.

*N. A. Ispulov, A. K. Seitkhanova, M. Mugrazh*

**Creation of system of differential equations of first order and matrix of coefficients for classes 32 and 3 of trigonal singony**

S. Toraiyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 29.12.12.

*Актуальность исследования закономерностей волновых процессов в упругих средах с термомеханическим эффектом связана с необходимостью решения теоретических и прикладных задач геофизики, сейсмологии, механики композитных материалов и т.д. Связанные уравнения движения и уравнения теплопроводности отличаются сложностью и обилием физико-механических параметров. В связи с этим интенсивно развивается раздел механики деформируемого твердого тела, - термоупругость. В рамках этого направления, опираясь на использование определенных физико-механических свойств анизотропных сред, изучаются связанные тепловые и механические поля.*

*В статье, на основе аналитического метода матрицанта, система уравнений движения упругой среды приводится к эквивалентной системе дифференциальных уравнений первого порядка.*

*The urgency of research of laws of wave processes in elastic environments with thermo mechanical effect is connected with necessity of decision of theoretical and applied problems of geophysics, seismology, mechanics of*



*composite materials etc. Connected equations of movement and the heat conductivity equation differ the complexity and abundance of physical–mechanical parameters. In this connection the section of mechanics of a deformable firm body - thermo elasticity intensively develops. Within the limits of this direction, leaning against use of certain physical–mechanical properties of anisotropic environments, the connected thermal and mechanical fields are studied.*

*In the article, on the basis of an analytical method of a matriciant, the set of equations of motion of elastic medium is resulted in an equivalent system of differential equations of the first order.*

УДК 37.018.432

**М. С. Казангапова, Л. К. Казангапова, Д. С. Мусабекова**

## **РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

*В этой статье автор рассматривает развитие концепции дистанционного обучения на современном этапе*

Дистанционное обучение – технология обучения XXI века – базируется на открытом обучении с использованием компьютерных обучающих программ и современных телекоммуникаций. Открытое обучение (свобода во времени, месте и формах обучения) обеспечивает гибкость, эффективность и экономическую целесообразность. Использование компьютерных обучающих программ, по оценкам западных экспертов 70–х годов, повышает эффективность обучения в среднем на 30%. Появление современных телекоммуникаций, и Internet в том числе, привело к резкому усилению социально-значимых мотивов: делового, познавательного, мотива самореализации и развития и др. Эти компоненты резко увеличили эффективность и популярность дистанционного обучения.

Начало XX века характеризуется бурным технологическим ростом, наличием телеграфа и телефона. Но достоверных фактов об их использовании в обучении, нет. В то же время, продолжается эпоха «корреспондентского обучения», множество ВУЗов во всем мире вели и ведут его до сих пор. Появление радио и телевидения внесло изменения в дистанционные методы обучения. Это был значительный прорыв, аудитория обучения возросла в сотни раз. Многие еще помнят обучающие телепередачи, которые шли, начиная с 50–х годов. Однако у телевидения и радио был существенный недостаток - у учащегося не было возможности получить обратную связь.

В 1969 г. в Великобритании был открыт первый в мире университета дистанционного образования – Открытый Университет Великобритании, он был назван так, чтобы показать его доступность за счет невысокой цены и отсутствия необходимости часто посещать аудиторные занятия.

В конце 80–х доступность персональных компьютеров дала новую надежду, связанную с упрощением и автоматизацией обучения. Компьютерные обучающие программы появились на первых компьютерах в виде различных игр.

В XXI веке доступность компьютеров и Интернета делают распространение дистанционного обучения еще проще и быстрее. Интернет стал огромным прорывом, значительно большим, чем радио и телевидение. Появилась возможность общаться и получать обратную связь от любого учащегося, где бы он ни находился. Распространение «быстрого интернета» дало возможность использовать «on-line» семинары для обучения.

Дистанционное обучение (ДО) – взаимодействие учителя и учащихся между собой на расстоянии, отражающее все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) и реализуемое специфичными средствами интернет-технологий или другими средствами, предусматривающими интерактивность. Дистанционное обучение – это одна из форм обучения. Информационные технологии в ДО являются ведущим средством. Современное дистанционное обучение строится на использовании следующих основных элементов среды передачи информации (почта, телевидение, радио, информационные коммуникационные сети), методов, зависящих от технической среды обмена информацией. В настоящее время перспективным является интерактивное взаимодействие с учащимся посредством информационных коммуникационных сетей, из которых массово выделяется среда интернет-пользователей.

Дистанционное обучение – это демократичная простая и свободная система обучения. Сейчас активно используется жителями Европы для получения дополнительного образования. Студент, постоянно выполняя практические задания, приобретает устойчивые автоматизированные навыки. Теоретические знания усваиваются без дополнительных усилий, органично вплетаясь в тренировочные упражнения. Формирование теоретических и практических навыков достигается в процессе систематического изучения материалов и прослушивания и повторения за диктором упражнений на аудио и видео носителях.



Рисунок 1 – Схема дистанционного обучения

В настоящее время имеются отечественные разработки программного обеспечения, которые достаточно широко применяются как отечественными, так и зарубежными организациями, предоставляющими услуги по дистанционному обучению.

Дистанционное обучение позволяет снизить затраты на проведение обучения (не требуется затрат на аренду помещений, поездок к месту учебы, как учащихся, так и преподавателей и т.п.); проводить обучение большого количества человек; повысить качество обучения за счет применения современных средств, объемных электронных библиотек и т.д. создать единую образовательную среду (особенно актуально для корпоративного обучения). (Рисунок 1).

Как правило, при дистанционном вузовском обучении от студентов не требуется всё время находиться в аудитории. В большинстве программ и курсов учебных заведений, реализующих дистанционное обучение, все же проходят очные занятия по вечерам или выходным. Эти занятия не обязательны для посещения, но, как правило, крайне полезны для выработки учащихся практических навыков.

Любое внедрение – это сложный процесс. Внедрение дистанционного образования – сложно вдвойне, так как надо:

- морально подготовить профессорско-преподавательский состав к внедрению новых технологий;
- обучить представителей ППС, не владеющим компьютерной грамотностью новым информационным технологиям (MS Word, PP, Excel, IE);

~~аннотация~~

- разработать базу внутри вузовских нормативно-правовых и регламентирующих внедрение и проведение ДО;
- приобрести систему дистанционного обучения и решить задачу приобретения или разработки электронных курсов, по которым будет проходить обучение.

Подготовка преподавателей, будет осуществляться через определенные курсы, что мы видим в наше время, люди обучаются компьютерной грамотности, ведь сейчас процесс интеграции компьютерных технологий во все отрасли где задействован человек идет семимильными шагами. Помимо курсов (подготовительных) существуют и другие способы обучить преподавателей обращаться с компьютером. Например, многие производители программ выпускают вместе с ней и инструкцию, где в простой формы объясняется, как использовать данную программу, иными словами – самообучение.

В наше время дистанционное обучение бурно развивается, но вскоре дистанционное обучение, возможно, станет единственным видом обучения, ведь качество знаний и есть залог успеха человека. Дистанционное обучение в будущем открывает широкие просторы для фантазии, но основа уже заложена сейчас и в наше время. Любой желающий сможет обучаться дистанционно в тех ВУЗах, где это предусмотрено.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Толмачев, А. С. «Технологии 21 века», 2007 год.

2 Кухаренко, В. Н., Кравец, В. А. «Этапы развития дистанционного обучения».

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 30.12.12.

*М. С. Казангапова, Л. К. Казангапова, Д. С. Мусабекова*

**Қазіргі кезеңде дистанциялық тәлім-тәрбиенің  
тұжырымдамасының дамуы**

С. Торайгыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 30.12.12 редакцияға түсті.

*Kazangapova L. K., Kazangapova M. S., Musabekova D. S.*

**Development of the concept of distance learning at the modern stage**

S. Toraiyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 30.12.12.

Бұл мақалада автор қазіргі кезеңде дистанциялық тәлім-тәрбиенің тұжырымдамасының дамуын көрсетеді

*In this article the author shows development of the concept of distance learning at the present stage*

ӘОЖ 53

**Ж. А. КЕРІМБАЕВА, А. Қ. ҚҰДАЙҚҰЛОВ, А.К. ЖУМАДИЛЛАЕВА**

## **ЖЫЛУ АҒЫНЫ МЕН ЖЫЛУ АЛМАСУ ӘСЕРІНДЕГІ ЕКІ ШЕТІ МЫҚТАП БЕКІТІЛГЕН СТЕРЖЕННІҢ ТЕРМО-КЕРНЕУЛІК КҮЙІН ЗЕРТТЕУ**

*Берілген мақалада жылу ағыны мен жылу алмасу әсеріндегі екі шеті мықтап бекітілген стерженнің термо-кернеулік күйін зерттеу қарастырылған.*

Мұнай-газ өңдеу, мұнай-химия және метал өндіру зауыттармен газогенераторлық электростанциялар, реактивті және іштей жану двигателдерінің көптеген негізгі құрылым элементтері стержендік элементтер болып жұмыс істетіледі. Олар үнемі күрделі жылу өрістері әсерінде жұмыс жасайды. Мұндай процесте жұмыс істетілетін стержендерде жылу өрісі әсерінен пайда болатын кернеулер мен сығушы күштер, кейде рұқсат етілген мөлшерден асып кетіп, құрылым элементтерінің қирауына алып келеді. Сондықтан да жылу ағыны мен жылу алмасу әсерінде жұмыс жасайтын стержендік құрылым элементтерінің термо-кернеулік күйлерін зерттеу, өндірістің немесе двигателдердің үздіксіз жұмыс жасауын қамтамасыз етуге көмектеседі. Мысалы ұзындығы  $L [\tilde{n}]$ , көлденең қима ауданы  $F [\tilde{n}^2]$  ұзындығы бойынша тұрақты болған екі шеті мықтап бекітілген стерженді қарастырайық. Стерженнің радиусы  $r [\tilde{n}]$  болсын. Стержен материалының жылу өткізгіштік коэффициенті  $K_{xx} \frac{\dot{A}\dot{o}}{\tilde{n} \times \tilde{N}}$ , жылудан кеңею коэффициенті  $\frac{1}{\tilde{N}}$ , материалдың серпімділік модулі  $E \frac{\dot{e}\dot{A}}{\tilde{n}^2}$  болсын. Стерженнің мықтап

бекітілген екі шетіндегі көлденең қима ауданы арқылы оны қоршап тұрған сыртқы ортамен жылу алмассын. Мұнда жылу алмасу коэффициенті

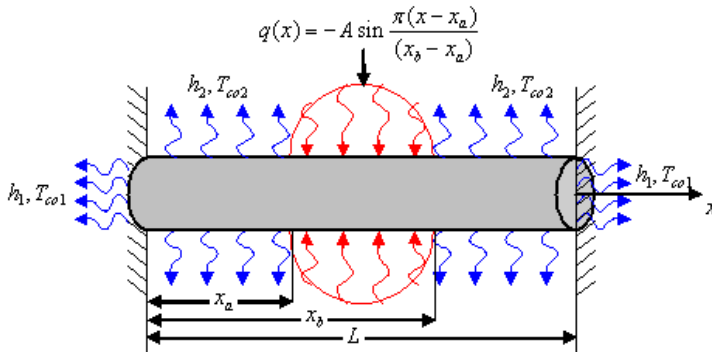
$h_1 \frac{\hat{A}\dot{\theta}}{(\hat{m}^2 \cdot ^\circ C)}$ , ал орап тұрған сыртқы ортаның температурасы

$T_{col} [^\circ C]$  болсын.

Сонымен қатар стерженнің бүйір бетінің  $x_a$   $x$   $x_b$  ( $x_a < L$ ;  $x_b < \ell$ ) бөлігіне

$q(x) = A \sin \frac{x}{(x_b - x_a)} \frac{\hat{A}\dot{\theta}}{\hat{m}^2}$  жылу ағыны түсіп тұрсын. Стерженнің қалған

және  $x_b$   $x$   $L$  бөліктерінің бүйір беті арқылы оны қоршап тұрған сыртқы ортамен жылу алмассын. Оның жылу алмасу коэффициенті  $h_2 \frac{\hat{A}\dot{\theta}}{(\hat{m}^2 \cdot ^\circ C)}$  және сыртқы ортаның температурасы  $T_{co2} [^\circ C]$  болсын (1-сурет).



1 сурет – Есептің сызбасы

Бұндай жағдайдағы стерженнің ұзындығы бойынша  $T = T(x)$  (өзірге белгісіз) заңдылықпен жылу таралады. Нәтижеде стержен жылу әсерінен кенеюге әрекет жасап, оның мықтап бекітілген екі шетінде  $R$  сығушы күшті және кез келген көлденең қима ауданында  $\frac{R}{F}$  термо - кернеуді тудырады. Сондықтан да  $T = T(x)$ ,  $R$  және  $\frac{R}{F}$  -ларды табуымыз қажет. Ол үшін стерженді үш бөлікке бөліп қарастырайық (үш бөлікке бөлу міндетті емес). Алдымен  $0 < x < x_a$  бөлігін қарастыратын болсақ, мұнда  $x = 0$  нүктеге сәйкес көлденең қима ауданы арқылы, ал  $0 < x < x_a$  бөлігінің бүйір беті арқылы сыртқы ортамен жылу алмасқандықтан стерженнің бұл бөлігі үшін толық жылу энергиясын өрнектейтін функционалдың көрінісі мынадай болады /1/

$$I_1 = \frac{K_{xx}}{\nu_1} \frac{T^2}{2} \div dV + \frac{h_1}{s_0} \frac{1}{2} \oint_{S_{col}} T_{col} \delta S + \frac{h_2}{s_{1dd}} \frac{1}{2} \oint_{S_{col}} T_{col} \delta S. \quad (1)$$

Мұнда  $V_1$  - стерженнің осы бөлігінің көлемі;  $S_0$  - стерженнің  $x = 0$  нүктеге сәйкес көлденең қима ауданы;  $S_{1AA}$  - стерженнің  $0 < x < x_a$  бөлігінің бүйір бетінің ауданы.

Ал енді стерженнің екінші  $x_a < x < x_b$  бөлігін қарастырайық. Мұнда стерженнің бүйір бетіне  $q(x) = A \sin \frac{(x - x_a)}{(x_b - x_a)} \frac{\dot{A}\dot{\theta}}{\dot{m}^2}$  жылу ағыны түсіп тұр. Сондықтан стерженнің бұл бөлігі үшін толық жылу энергиясын өрнектейтін функционалдың көрінісі төмендегідей болады [4].

$$I_2 = \frac{K_{xx}}{\nu_2} \frac{T^2}{2} \Big|_x + dV + \int_{S_{2AA}} q(x) T(x) dS. \quad (2)$$

Мұнда  $V_2$  - стерженнің екінші бөлігінің көлемі, ал  $S_{2AA}$  - осы бөліктің бүйір бетінің ауданы.

Енді стерженнің соңғы үшінші  $x_b < x < L$  бөлігін қарастырайық. Бұл бөліктің бүйір бетімен,  $x = L$  нүктеге сәйкес көлденең қима ауданы арқылы сыртқы ортамен жылу алмасады. Сондықтан стерженнің бұл бөлігі үшін толық жылу энергиясын өрнектейтін функционалдың көрінісі [4]-ге сәйкес мынадай болады

$$I_3 = \frac{K_{xx}}{\nu_3} \frac{T^2}{2} \Big|_x + dV + \int_{S_L} \frac{h_1}{2} \left( T_{\text{col}} \right) dS + \int_{S_{3AA}} \frac{h_2}{2} \left( T_{\text{co3}} \right) dS \quad (3)$$

Онда жалпы стержен үшін толық жылу энергиясын өрнектейтін функционалдың көрінісі төмендегідей болады [4]

$$I = I_1 + I_2 + I_3. \quad (4)$$

Зерттеліп жатқан процесс тұрақталған жылу таралу процесі болғандықтан, стерженнің әр бөлігіндегі жылу таралу заңдылығын өрнектейтін  $T = T(x)$  қисық сызығы, бір қалыпты қисық сызық болғандықтан, оны [5]-ге сәйкес үш нүктеден өткен қисық сызықпен аппроксимациялаймыз. Онда стерженнің бір бөлігіндегі жылу таралу заңдылығын былайша өрнектеуге болады

$$T(x) = i(x)T_i + j(x)T_j + k(x)T_k. \quad (5)$$

Мұнда  $T_i = T(x_i)$ ,  $T_j = T(x_j)$ ,  $T_k = T(x_k)$  болып,  $x_i$  - стерженнің бөлігінің сол шетіндегі нүктесінің,  $x_j$  - орта нүктесінің,  $x_k$  - оң шеткі нүктесінің координаталары.

$$i(x) = \frac{(\ell^2 - 3\ell x + 2x^2)}{\ell^2}, \quad j(x) = \frac{(4\ell x - 4x^2)}{\ell^2}, \quad k(x) = \frac{(2x^2 - \ell x)}{\ell^2} \quad (6)$$

Бұл функциялар – үш нүктелі квадраттық элементтің пішін функциялары [5]. Онда (2.2.5)–ті (2.2.4)–ке қойып,  $I$  функционалды стерженнің түйін нүктелеріндегі температураның мәндері бойынша минимизациялап, оларды анықтау үшін мынадай сызықты алгебралық теңдеулер жүйесін аламыз

$$\frac{I}{T_i} = 0, \quad (\epsilon = 2 \text{ } \theta \text{ } \dot{\eta} + 1) \quad (7)$$

Мұнда  $u_{\text{эс}}$ - стержендегі үш нүктелі квадраттық шекті элементтердің саны. Соңғы жүйені Гаусс әдісімен шешіп  $T = T(x)$  функциясын құрылады. Одан пайдаланып әр бір элемент үшін оның серпінділік деформациясының потенциал энергиясын жазамыз. Мысалы  $i$  – элементі үшін /3/

$$\dot{I}_i = \frac{x}{V_i} \frac{x}{2} dV \quad ET(x) \quad x dV. \quad (8)$$

Мұнда  $V_i$  –  $i$ -ші элементтің көлемі;  $\frac{x}{x} = \frac{u}{x}$  – серпінділік деформациясы;

$u(x) = u_i(x)u_i + u_j(x)u_j + u_k(x)u_k$  – стержен нүктесінің жылжуы;  $\frac{x}{x} = E$  – серпінділік кернеуі. Онда стерженнің жалпы потенциал энергиясы

$$\dot{I} = \sum_{i=1}^{0 \text{ ýñ} + 1} \dot{I}_i. \quad (9)$$

Енді  $u(x)$  – тің өрнегін (2.2.9) – ға қойып  $\Pi$  – ны нүктелердің  $u_i$  жылжулары бойынша минимизациялап оларды анықтау үшін төмендегі сызықты алгебралық теңдеулер жүйесін аламыз

$$\frac{\dot{I}}{u_i} = 0, \quad (i = 2 \text{ } 0 \text{ ýñ} + 1) \quad (10)$$

Нәтижеде түйін нүктелердің жылжуынан пайдаланып қатар тұрған кез келген  $i, j$  нүктелер арасындағы серпінділік деформациясының мәні былайша табылады

$$x = \frac{x_j}{2} \frac{x_i}{x} = \frac{u}{x} = \frac{x_j}{x} \frac{x_i}{2} u_i + \frac{x_j}{x} \frac{x_i}{2} u_j + \frac{x_j}{x} \frac{x_i}{2} u_k. \quad (11)$$

Ал серпінділік кернеудің мәні Гук заңына сәйкес бойынша табылады /6/

$$x(x_j \text{ } x_i)/2 = E \quad x(x_j \text{ } x_i)/2 \quad (12)$$

Осы нүктедегі температуралық деформация мен кернеудің мәні мынадай болады /6/

$$T = T; \quad T = E \quad T. \quad (13)$$

Онда стерженнің кез келген қимасындағы термо-кернеудің мәні /6/–ке сәйкес

$$= x + T \quad (14)$$

болады. Сондай-ақ  $\cdot$  – ның мәні аралықта тұрақты болады. Онда Гук заңына /6/ сәйкес сығушы күштің мәні

$$R = xF \quad (15)$$

болады.

Енді берілген мәселені мынада параметрлердің мәндерінде шешіп көрейік.

$$L = 30 [\tilde{m}], \quad \ell = \frac{L}{3} = 10 [\tilde{m}], \quad h_1 = 10 \frac{\dot{A}\dot{\theta}}{(\tilde{m}^2 \times \tilde{N})}, \quad \dot{\theta}_{\text{col}} = 40 [\tilde{N}]$$

$$h_2 = 6 \frac{\dot{A}\dot{\theta}}{(\tilde{m}^2 \times \tilde{N})}, \quad \dot{\theta}_{\text{col}} = 20 [\tilde{N}], \quad K_{\text{xx}} = 72 \frac{\dot{A}\dot{\theta}}{(\tilde{m} \times \tilde{N})},$$



$$= 125 \times 10^7 \frac{1}{N}, \quad \dot{A} = 2 \times 10^6 \frac{\dot{e}\tilde{A}}{\tilde{m}^2}, \quad r = 1 [\tilde{m}] \quad F = r^2 = [\tilde{m}^2],$$

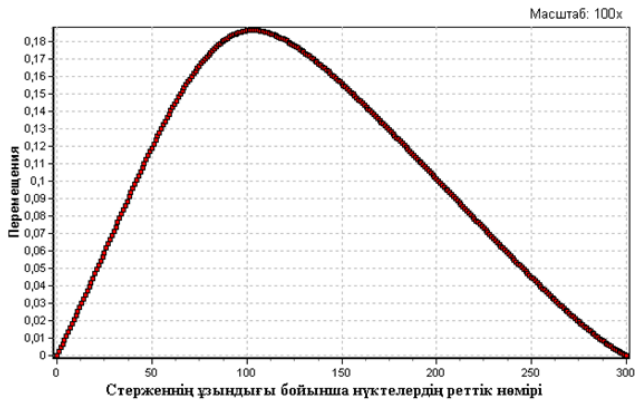
$$\dot{A} = 30 \frac{\dot{A}\delta}{\tilde{m}^2}.$$

Мұнда төмендегідей үш вариантты қарастырайық:

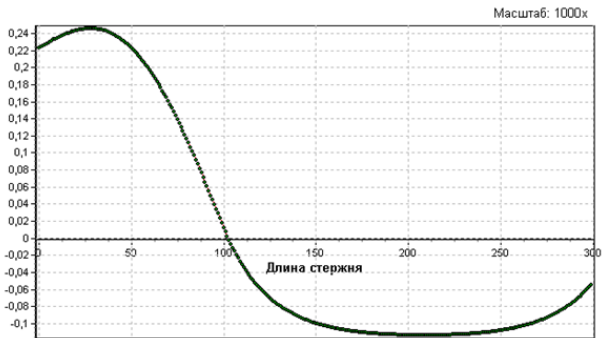
1)  $q(x)$  жылу ағыны стерженнің  $0 \leq x \leq \ell$  бөлігінің бүйір бетіне түсіп тұрсын. Онда 2.2.2-суреттің а)-да  $T = T(x)$ , б)-да  $u = u(x)$ , в)-да  $x$ , г)-да  $x$ ,  $T$  және  $u$ -дың таралу заңдылықтары көрсетілген. Мұнда  $\dot{e}\tilde{A} = 733,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$  болады және сығушы күштің мөлшері  $R = \dot{e}\tilde{A} F = 2305,5 \text{ Н}$  болады екен.



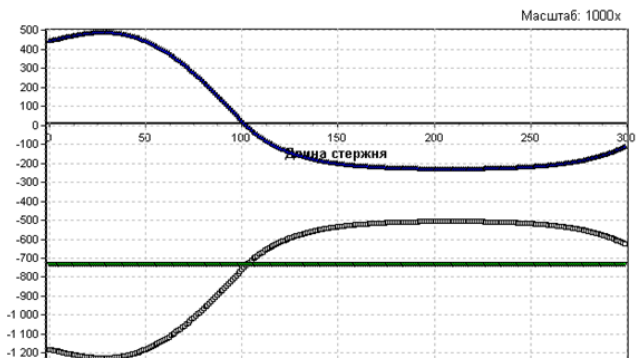
а)



б)



б)



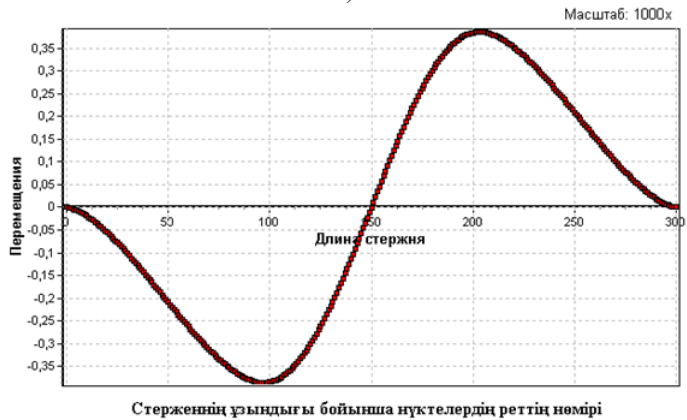
г)

2 Сурет – Температура, нүктелердің жылжуы, серпімділік деформация және кернеудің графигі

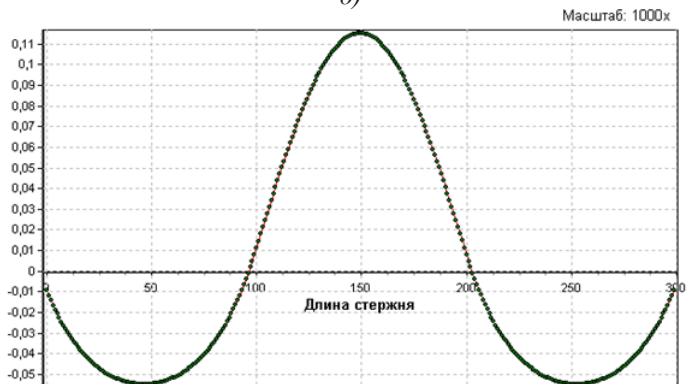
2)  $q(x)$  жылу ағыны стерженнің орта бөлігіндегі  $l \leq x \leq 2l$  бүйір бетіне түсіп тұрсын. Онда 2.2.3-суреттің а)-да  $T = T(x)$ , б)-да  $u = u(x)$ , в)-да  $x$ , г)-да  $x$ ,  $T$  және  $F$ -дың таралу заңдылықтары көрсетілген. Мұнда да термо-кернеудің мәні  $\sigma = 733,8 \frac{\text{eA}}{\text{mm}^2}$  болады және сығушы күштің мөлшері  $R = \alpha F = 2305,5 \text{ eA}$  болады.



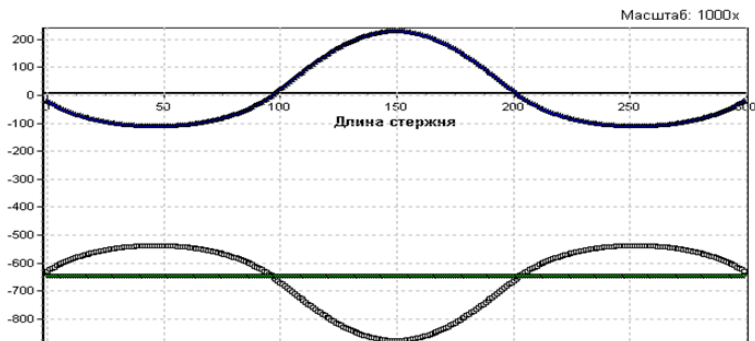
а)



б)



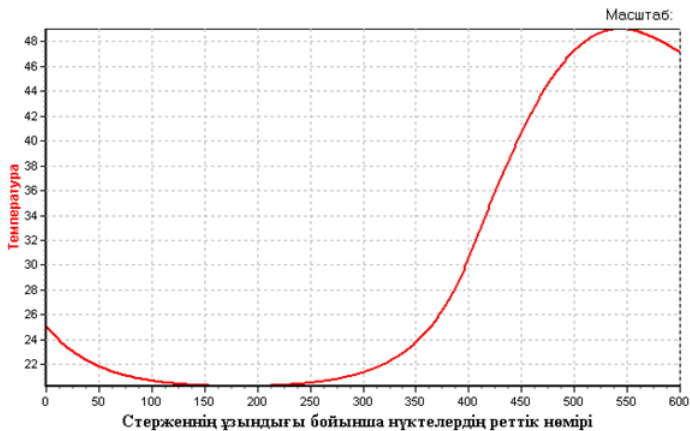
б)



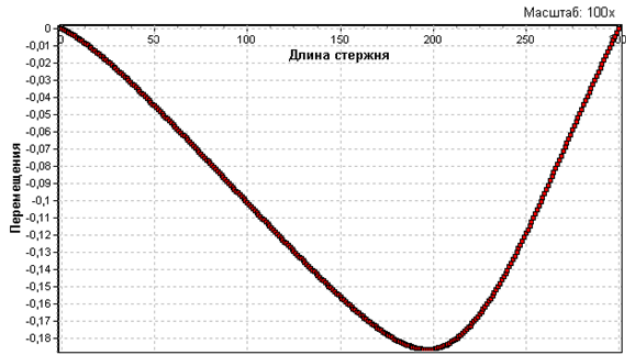
в)

3 Сурет – Температура, нүктелердің жылжуы, серпімділік деформация және кернеудің графигі

3)  $q(x)$  жылу ағыны стерженнің  $2\ell \times L$  бөлігінің бүйір бетіне түсіп тұрғанда 2.2.4-суреттің а)-да  $T = T(x)$ , б)-да  $u = u(x)$ , в)-да  $\sigma_x$ , г)-да  $\tau_{xy}$  және  $\epsilon_{xx}$ -дың таралу заңдылықтары көрсетілген. Бұл жағдайда да  $R = 733,8 \frac{\text{eA}}{\text{m}^2}$  болады және сығушы күштің мөлшері  $R = \sigma F = 2305,5 \text{ eA}$  болады.

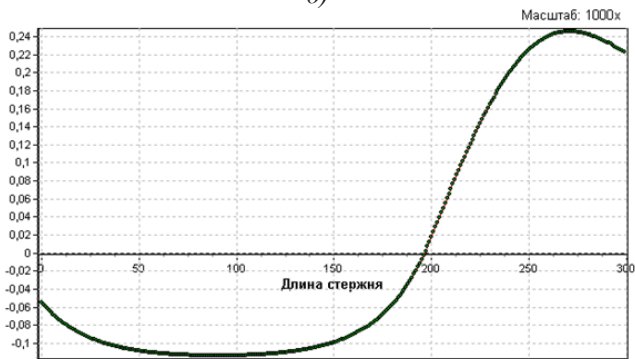


а)

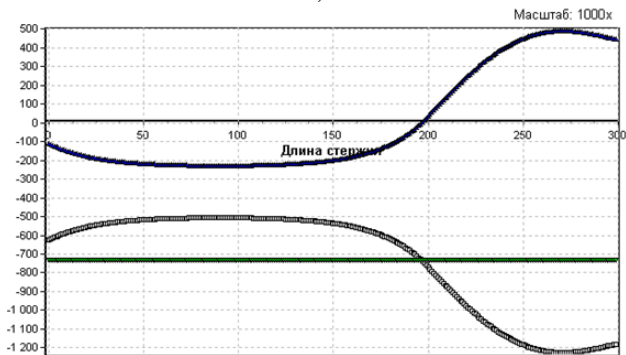


Стерженьң ұзындығы бойынша нүктелердің реттік нөмірі

б)



в)



г)

4 Сурет – Температура, нүктелердің жылжуы, серпімділік деформация және кернеудің графигі

Сонымен кез келген екі шеті мықтап бекітілген стерженге әртүрлі жылу көздері әсер еткенде, әлдеқандай үлкен мөлшерде сығушы термо-кернеу және сығушы күштер пайда болады. Оның нәтижесінде стержен қирап кетуі мүмкін. Оны алдын алу үшін алдымен ғылыми зерттеулер жасап, берілген жылу көздерінде стерженнің беріктілігін сақтау үшін оның көлденең кима ауданының тиімді мөлшерін немесе берілген көлденең кима ауданында жылу көздерінің тиімді мөлшерін немесе стержен материалының таңдау жолдарын алдын ала есептеу қажет болады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Зенкевич, О.** «Метод конечных элементов в технике». – М. : «Мир», 1975 – Б. 325.
- 2 **Сегерлинд, Л.** Применение метода конечных элементов. – М. : «Мир», 1979 – Б. 370.
- 3 **Кудайкулов, А.** «Математическое (конечно-элементное) моделирование прикладных задач распространения тепла в одномерных конструкционных элементах». 2009. – Б. 51.

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.  
Материал 29.12.12 редакцияға түсті.

*Ж. А. Керимбаева*

**Исследование термо-напряженного состояния стержня ограниченной длины при наличии теплового потока и теплообмена**

Евразийский национальный университет  
имени Л. Н. Гумилева, г. Астана.  
Материал поступил в редакцию 29.12.12.

*Zh. A. Kerimbayeva*

**Study of thermal-stress state of the rod of limited length with heat flow and heat exchange**

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana.  
Material received on 29.12.12.

*В данной статье автор рассматривает термо-напряженное состояние стержня ограниченной длины при наличии теплового потока и теплообмена.*

*In the given article the author analyzes thermal-stress state of the rod of limited length with heat flow and heat exchange.*

УДК 512.544

**М. Кудайберген, А. Т. Сыздыкова, И. И. Павлюк**

## **ОБ ОДНОМ АЛГОРИТМЕ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФОВ КЛАССОВ СОПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНЕЧНЫХ ГРУПП**

*Рассматривается работа об одном алгоритме построения графов классов сопряженных элементов конечных групп.*

С основными понятиями теории групп можно ознакомиться в [1], а понятиями теории графов в [2].

Граф группы является одним из способов ее наглядного изображения, он может дать возможность оценить количество информации необходимой для задания группы как единый математический объект, подсказать более эффективное доказательство требуемого результата. Для конечных групп малого порядка он может быть использован для задания группы вместо таблицы Кэли (таблица умножения группы, введена Кэли в 1854 г.), так как содержит ту же информацию, но в более наглядной форме [2].

Рассмотрим конечную группу шестого порядка  $S_3 = \langle a, a^2, b, ab, a^2b \rangle$  как рабочий материал. Определяющими соотношениями в данной группе являются:

$$a^3 = b^2 = e, \quad ab = ba^2.$$

При построении графа Кэли конечной группы, учитывается не только количество элементов в группе (которые являются вершинами графа), но и порождающие элементы группы, которые задают направление ребрам графа, при программировании эти ребра выделяются цветом.

Заметим, что если рассматривать множество, элементами которого являются классы сопряженных элементов группы  $S_3$  с той же самой операцией

умножения, обозначается  $\mathbb{C}_3$ , то это множество уже не является группой.

В данном случае очень сложно задать граф Кэли. Что же будет служить графом для классов сопряженных элементов некоторой конечной группы? Предлагаем разработанный алгоритм для построения графов классов сопряженных элементов конечной группы  $S_3$ . Алгоритм может быть использован для любой конечной группы, реализуя те же цели.

Шаг 1. Ввод списка всех элементов группы  $e, a, a^2, b, ab, a^2b$ .

Шаг 2. Ввод списка порождающих элементов группы  $a, b$ .

Шаг 3. Ввод определяющих соотношений в данной группе

$$a^3 = b^2 = e, ab = ba^2.$$

Шаг 4. Построение таблицы 1 Кэли умножения элементов группы

Таблица 1 – Таблица Кэли

$\cdot$	$e$	$a$	$a^2$	$b$	$ab$	$a^2b$
$e$	$e$	$a$	$a^2$	$b$	$ab$	$a^2b$
$a$	$a$	$a^2$	$e$	$ab$	$a^2b$	$b$
$a^2$	$a^2$	$e$	$a$	$a^2b$	$b$	$ab$
$b$	$b$	$a^2b$	$ab$	$e$	$a^2$	$a$
$ab$	$ab$	$b$	$a^2b$	$a$	$e$	$a^2$
$a^2b$	$a^2b$	$ab$	$b$	$a^2$	$a$	$e$

Шаг 5. Определение централизаторов элементов группы  $S_3$  по определению  $C(x) = \{ S_3 : ux = xu \}$

Результатом этого шага будут элементы  $\tilde{N}(e) = S_3$ ,  $C(a) = C(a^2) = \{ a, a^2 \}$ ,  $C(b) = \{ b \}$ ,  $C(ab) = \{ ab \}$ ,  $C(a^2b) = \{ a^2b \}$

Шаг 6. Построение таблицы 2 сопряжения.

В нашем случае  $xux^{-1}$  есть элемент группы  $S_3$ , сопряженный к элементу  $y$ ,

где  $x, y \in S_3$ . Символически будем писать  $y^x = xux^{-1}$ , т.е.  $(x, y \in S_3)$

$(y^c = xux^{-1}) \Rightarrow (y^x = xux^{-1})$ . Где показатель элемента  $y$  есть обычная степень и операции со степенями в группе аналогичны, как и в теории действительных чисел.



Таблица 2 – Таблица сопряжения

• слева	$e$	$a$	$a^2$	$b$	$ab$	$a^2b$	• справа
$e$	$e$	$a$	$a^2$	$b$	$ab$	$a^2b$	$e^{-1}$
$a$	$e$	$a$	$a^2$	$a^2b$	$b$	$ab$	$a^{-1}$
$a^2$	$e$	$a$	$a^2$	$ab$	$a^2b$	$b$	$(a^2)^{-1}$
$b$	$e$	$a^2$	$a$	$b$	$a^2b$	$ab$	$b^{-1}$
$ab$	$e$	$a^2$	$a$	$a^2b$	$ab$	$b$	$(ab)^{-1}$
$a^2b$	$e$	$a^2$	$a$	$ab$	$b$	$a^2b$	$(a^2b)^{-1}$
$S_3$	$e$	$a$	$a^2$	$b$	$ab$	$a^2b$	$S_3$

Шаг 7. Считывание шага 6 для определения классов сопряженных элементов.

Считывание будет проходить по столбцам таблицы, откуда при совпадении элементов классы будут объединяться в один. Результатом этого шага будут элементы

$$\overset{c}{e} = \{ \} \quad \overset{c}{a} = \overset{c}{a^2} = \{ a^2 \} \quad \overset{c}{b} = \overset{c}{ab} = \overset{c}{a^2b} = \{ ab, a^2b \}$$

Шаг 8. Построение смежных классов группы  $S_3$  по централизаторам элементов

Таблица 3 – Таблица смежных классов по централизаторам элементов группы

•	$C(e)$	$C(a)$	$C(a^2)$	$C(b)$	$C(ab)$	$C(a^2b)$
$e$	$C(e)$	$C(a)$	$C(a^2)$	$C(b)$	$C(ab)$	$C(a^2b)$
$a$	$C(e)$	$C(a)$	$C(a^2)$	$aC(b) = \{a, ab\}$	$aC(ab) = \{a, a^2b\}$	$aC(a^2b) = \{a, b\}$
$a^2$	$C(e)$	$C(a)$	$C(a^2)$	$a^2C(b) = \{a^2, a^2b\}$	$a^2C(ab) = \{a^2, b\}$	$a^2C(a^2b) = \{a^2, ab\}$
$b$	$C(e)$	$bC(a) = \{b, ab, a^2b\}$	$bC(a^2) = \{b, ab, a^2b\}$	$C(b)$	$bC(ab) = \{a^2, b\}$	$bC(a^2b) = \{a, b\}$
$ab$	$C(e)$	$abC(a) = \{b, ab, a^2b\}$	$abC(a^2) = \{b, ab, a^2b\}$	$abC(b) = \{a, ab\}$	$C(ab)$	$abC(a^2b) = \{a^2, ab\}$
$a^2b$	$C(e)$	$a^2bC(a) = \{b, ab, a^2b\}$	$a^2bC(a^2) = \{b, ab, a^2b\}$	$a^2bC(b) = \{a^2, a^2b\}$	$a^2bC(ab) = \{a, a^2b\}$	$C(a^2b)$

Шаг 9. Построение графа классов сопряженных элементов для каждого класса по отдельности.

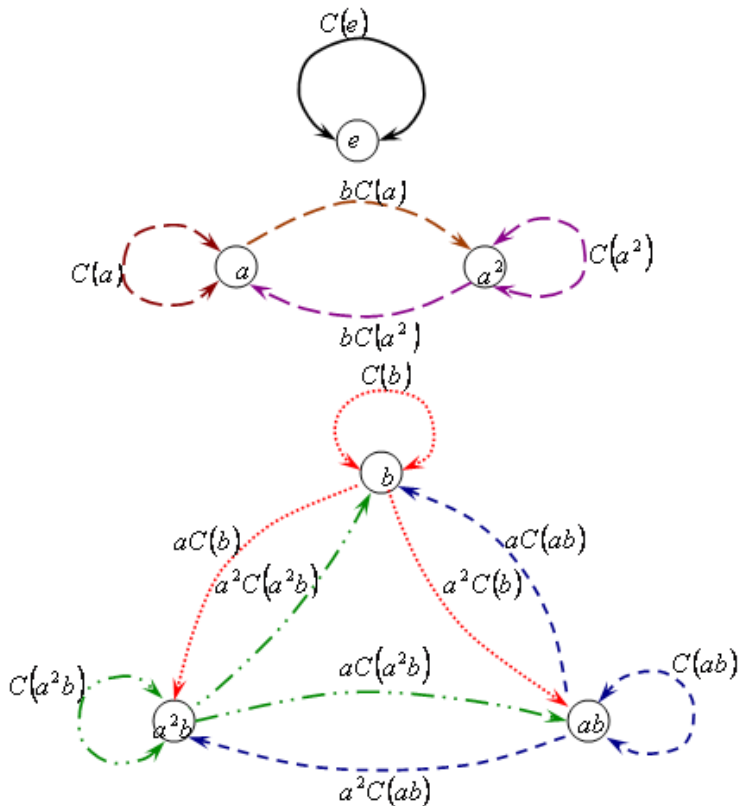


Рисунок 1 – Граф классов сопряженных элементов

Граф классов сопряженных элементов содержит три полных графа, что характеризует разбиение группы  $S_3$  на три класса сопряженных элементов. Перевод одного элемента в другой в одном и том же классе характеризуется ребрами графа с указанными направлениями. Вершины графа – это элементы группы. Петли с направлениями – это так же ребра графа. Одно ребро графа представляют собой смежный класс по централизаторам элементов группы.

Естественно возникает вопрос, корректно ли задан граф, т.е. сохраняет ли он те же свойства группы, как при построении графа Кэли? Точнее, можем ли мы по нашему графу определить свойства нашей группы  $S_3$ ?

Рассмотрим как можно по графу получить некоторые свойства группы  $S_3$ .

1. Рассмотрим третий граф из рисунка 1, который дает возможность рассмотреть три различных варианта разложения группы на непересекающиеся смежные классы. Первые два графа из рисунка 1 являются тривиальными.

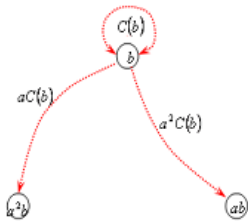


Рисунок 2

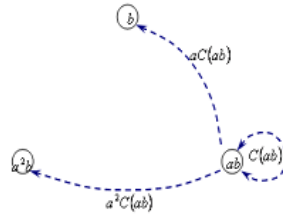


Рисунок 3

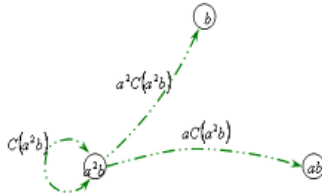


Рисунок 4

Действительно, из рисунка 2,

$$S_3 = C(b) \cup aC(b) \cup a^2C(b)$$

аналогично из рисунков 3 и 4, соответственно, имеем

$$S_3 = C(ab) \cup aC(ab) \cup a^2C(ab) \text{ и } S_3 = C(a^2b) \cup aC(a^2b) \cup a^2C(a^2b)$$

2. Рассмотрим переходы из вершин графа. Тогда переход из вершины  $b$  графа в вершину  $a^2b$  подразумевает, что  $b \xrightarrow{a^2} a^2b$  посредством элементов смежного класса  $aC(b) = \{ab\}$ . Действительно,

$$b^a = aba^{-1} = a(a^2)^{-1}a(a^2b) = ba = a^2b, \text{ и } b^a = a^2b \text{ в } b_c \text{ } a^2b,$$

откуда  $b^a = a^2b$  в  $b_c \text{ } a^2b$ , аналогично,

$$b^{ab} = (ab)(ab)^{-1} = a(ab)^{-1}a^2b, \text{ и } b^{ab} = a^2b \text{ в } b_c \text{ } a^2b.$$

Что также видно из шага 6 нашего алгоритма. Заметим, что  $b^a = a^2b$  и  $b^{ab} = a^2b$ , но  $a \neq ab$ . Это еще раз показывает, что мы, таким образом, имеем обобщение понятия возведения в степень, т.к. в теории действительных чисел, если мы имеем  $x^y = d$  и  $x^z = d$ , то  $y = z$ . Как

видно из нашего примера это не так и в нашем случае говорят, что элементы  $y$  и  $z$  лежат в одном смежном классе.

3. Рассмотрим теперь обратные переходы. Как мы видим из нашего графа обратным переходом (или элементом) для перехода (элемента)  $aC(b)$  является  $a^2C(b)$ . Действительно,

$$[C(b)]^1 = [C(b)] a^{-1} = \{b, a\} = \{a^2, ab\} a^2 \{a^2b\} a^2 C(b)$$

$$[a^2C(b)]^1 = [C(b)]^1 (a^2)^{-1} = \{a^2b, a\} = \{ab, b\} a C(b)$$

Аналогично, например,

$$[C(a^2b)]^1 = [C(a^2b)] (a^2)^{-1} = \{a^2b, b\} = \{a^2, ab\} a^2 C(ab)$$

Построенные графы дают наглядную картину каждого класса сопряженных элементов группы и, в целом, представление симметрической группы третьей степени. Петли графов – это элементы, оставляющие элемент вершины на месте, т.е. централизаторы элементов. С каждой вершины графа исходит столько ребер сколько элементов в данном классе сопряженных элементов, которому принадлежит элемент вершины. Отметим, что эта группа содержит три графа, все из которых различны по количеству вершин и структуре строения. В соответствии с этими графами, результаты можно представить в виде следующей таблицы:

Таблица 4

$e \equiv$	$e$	$a$	$a^2$	$b$	$ab$	$a^2b$
$e$	$C(e)$	-	-	-	-	-
$a$	-	$C(a)$	$bC(a)$	-	-	-
$a^2$	-	$bC(a^2)$	$C(a^2)$	-	-	-
$b$	-	-	-	$C(b)$	$a^2C(b)$	$aC(b)$
$ab$	-	-	-	$aC(ab)$	$C(ab)$	$a^2C(ab)$
$a^2b$	-	-	-	$a^2C(a^2b)$	$aC(a^2b)$	$C(a^2b)$

В данной таблице первая ячейка (выделенный прямоугольник в левом верхнем углу) представляет один граф, вершиной которого является элемент группы  $e$  и ребром служит множество, находящееся в выделенной ячейке. Вторая ячейка состоит из четырех множеств, которые являются ребрами графа с двумя вершинами  $a, a^2$ . Третья ячейка состоит из девяти множеств – ребер, и вершин  $b, ab, a^2b$ . Заметим, что если рассматривать объединение

множеств, расположенных в строках или столбцах, то мы получим группу

$S_3$ , т.е. не только  $S_3 = C_6 \cup aC_6 \cup a^2C_6$  как мы говорили выше, но и  $S_3 = C_6 \cup aC_6 \cup a^2C_6$

$$S_3 = a^2C_6 \cup C_6 \cup aC_6$$

Работа осуществлена под руководством к.ф.-м.н. И. И.Павлюка, профессора Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова при поддержке государственного гранта № 1959.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Павлюк, И. И.** Сравнения и проблема Черникова в теории групп. Монография ISBN 9965-568-78-1. Издательство: ПГУ им. С. Торайгырова, – Павлодар, 2002. – С. 222.
- 2 **Гроссман, И., Магнус В.** Группы и их графы. Издательство: Мир, – Москва, 1971. – С. 231.

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 30.12.12.

*М. Кудайберген, А. Т. Сыздыкова, И. И. Павлюк*

**Шекті топтың түйіндес элементтер кластарының графтарын құрастыру алгоритмі**

С. Торайгыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 30.12.12 редакцияға түсті.

*M. Kudaibergen, A. T. Syzdykova, I. I. Pavlyuk*

**On an algorithm of graphs construction of the classes of conjugate elements of the finite groups**

S. Toraygyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 30.12.12.

*Жұмыста шекті топтың түйіндес элементтер кластарының графтарын құрастыру алгоритмі қарастырылды.*

*In this work the algorithm of graphs construction of the classes of conjugate elements of the finite groups is presented.*

УДК 517.95

**Н. К. Машрапов, Г. Н. Машрапова**

## **О РЕШЕНИИ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОЙ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ЗАМКНУТОЙ ОБЛАСТИ**

*В статье исследуется смешанная граничная задача для одной параболической системы в замкнутой области.*

В данной работе рассматривается одна краевая задача для одной параболической системы в замкнутой области с гладкими коэффициентами.

### **1. Постановка задачи.**

Найти решение системы

$$\frac{u_i(x, y, t)}{t} = \sum_{k=1}^2 a_{ik} u_k, \quad = \frac{2}{x^2} + \frac{2}{y^2} \quad (i=1,2) \quad (1)$$

где  $a_{ik}$  - действительные постоянные величины, удовлетворяющие следующим условиям:

характеристическое уравнение  $\begin{vmatrix} \dot{a}_{11} & \dot{a}_{12} \\ \dot{a}_{21} & \dot{a}_{22} \end{vmatrix} = 0$  имеет

положительные и различные корни  $\lambda_1, \lambda_2$  в области  $D$ , ограниченной достаточно гладким контуром  $\Gamma$ , удовлетворяющая начальному условию

$$u_i(x, y, t)|_{t=0} = 0 \quad (2)$$

и граничным условиям:

$$\begin{aligned} (\alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2) &= f_1(x, y, t) \\ \frac{u_1}{n} + b_1 \frac{u_1}{s} + b_2 u_1 &= f_2(x, y, t) \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь  $\alpha_i, b_i$  ( $i=1,2$ ) – заданные постоянные величины;

$f_i(x, y, t)$  ( $i=1,2$ ) – известные непрерывные ограниченные периодические по первому аргументу функции со своими производными достаточно высокого порядка и  $f_i(x, y, 0) = 0$ .

## 2. Интегральное представление решения.

Решение поставленной задачи будем искать в виде:

$$u_k(s, t) = \sum_{i,j=1}^2 A_{kj}^i \int_0^t d\tau \int_{\Gamma} \frac{\omega_i(s_1, \tau) r_{pp_1} \cdot \cos(r_{pp_1}, n_{p_1})}{4\pi\lambda_j(t-\tau)^2} e^{-\frac{r_{pp_1}^2}{4\lambda_j(t-\tau)}} ds_1, \quad (k=1,2) \quad (4)$$

где  $r_{pp_1}^2 = (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2$

$$A_{11}^1 = \frac{\lambda_1 - a_{22}}{\lambda_1 - \lambda_2}, \quad A_{12}^1 = \frac{a_{22} - \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}, \quad A_{11}^2 = \frac{a_{12}}{\lambda_1 - \lambda_2}, \quad A_{12}^2 = -\frac{a_{12}}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

$$A_{21}^1 = \frac{a_{21}}{\lambda_1 - \lambda_2}, \quad A_{22}^1 = -\frac{a_{21}}{\lambda_1 - \lambda_2}, \quad A_{21}^2 = \frac{\lambda_1 - a_{11}}{\lambda_1 - \lambda_2}, \quad A_{22}^2 = \frac{a_{11} - \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

$$\begin{matrix} 2 \\ j=1 \end{matrix} A_{i,j}^k = \begin{matrix} 0, & i \neq k \\ 1, & i = k, \end{matrix} \quad a_i A_j^k = a_j A_i^k \quad (i, k, j = 1, 2);$$

$i(\xi, t)$  - неизвестные функции.

## 3. Сведение задачи (1) – (3) к системе интегро-дифференциальных уравнений.

Выберем функции  $i(\xi, t)$  из класса  $N_{st}^{0,2,1}$  так, чтобы функции  $u_k(\xi, t)$  ( $k=1, 2$ ), определяемые формулой (4), удовлетворяли граничным условиям (3). Для этого укажем следующую теорему [1]:

**Теорема.** Если функция  $i(\xi, t) \in N_{st}^{0,1,2}$ , то

$$\begin{aligned} \lim_{p \rightarrow p_0} \frac{\partial}{\partial n_p} \int_0^t d\tau \int_{\Gamma} \frac{\omega(s_1, \tau) r_{pp_1} \cos(r_{pp_1}, n_{p_1})}{4\pi\lambda_j(t-\tau)^2} e^{-\frac{r_{pp_1}^2}{4\lambda_j(t-\tau)}} ds_1 = \\ = \int_0^t d\tau \int_{\Gamma} \left( \frac{\partial \omega}{\partial \tau} - \lambda_j \frac{\partial^2 \omega}{\partial s_1^2} \right) \cdot \frac{e^{-\frac{r_{pp_1}^2}{4\lambda_j(t-\tau)}}}{2\pi\lambda_j(t-\tau)} ds_1 + \end{aligned} \quad (5)$$

$$\left. + \int_0^t d\tau \int_{\Gamma} \left\{ \begin{aligned} & 1 - \cos \gamma + \kappa(p_1) (\xi \sin \gamma - \eta \cos \gamma) + \\ & \sin \frac{\gamma}{2} \left[ \eta \sin \frac{\gamma}{2} + \xi \cos \frac{\gamma}{2} \right] [\eta \cos \gamma - \xi \sin \gamma] \right\} \right. \\ & \left. + \frac{r_{P_0 P_1}^2}{4\lambda_j(t-\tau)} \right\} \\ & \frac{e^{-\frac{r_{P_0 P_1}^2}{4\lambda_j(t-\tau)}}}{4\pi\lambda_j(t-\tau)^2} \omega(s_1, \tau) ds_1,
 \end{aligned}$$

где  $r_{pp_1}$  - расстояние между точками P и P<sub>1</sub> (P точка, лежащая внутри контура, а P<sub>1</sub> – лежит на контуре);

$r_{P_0 P_1}$  - расстояние между точками P<sub>0</sub> и P<sub>1</sub>, лежащими на Γ;

$n_{P_1}$  - внутренняя нормаль в точке P<sub>1</sub>;

$n_P$  - внутренняя нормаль к кривой Γ, опущенная из точки P, P<sub>0</sub> – основание нормали;

γ – угол между двумя нормальями в точках P и P<sub>1</sub>;

$\varphi_1$  - кривизна кривой в точке P<sub>1</sub>, а s и s<sub>1</sub> координаты точек P<sub>0</sub> и P<sub>1</sub> в дуговой системе координат.

Теперь, подставляя функции (4) в (3), используя при этом свойства «потенциалов» двойного слоя и указанную теорему, получим систему интегродифференциальных уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} & \alpha_1 \omega_1(s, t) + \alpha_2 \omega_2(s, t) + \sum_{i,j=1}^2 \int_0^t d\tau \int_{\Gamma} K_{1j}^i(s, s_1, t - \tau) \omega_j(s_1, \tau) ds_1 = f_1(s, t) \\ & \omega_1(s, t) + \sum_{i,j=1}^2 \frac{1}{b_2} A_{1j}^i \int_0^t d\tau \int_{\Gamma} F_j[\omega_i] \cdot \frac{\exp\left[-\frac{r_{P_0 P_1}^2}{4\lambda_j(t-\tau)}\right]}{2\pi\lambda_j(t-\tau)} ds_1 + b \frac{\partial \omega_1}{\partial s_1} + \\ & + \sum_{i,j=1}^2 \int_0^t d\tau \int_{\Gamma} K_{2j}^i(s, s_1, t - \tau) \omega_j(s_1, \tau) ds_1 = \frac{1}{b_2} f_2(s, t), \end{aligned} \right. \quad (6)$$



где  $K_{1j}^i(s, s_1, t - \tau) = (\alpha_1 A_{1j}^i + \alpha_2 A_{2j}^i) \frac{d(s, s_1)}{4\pi\lambda_j(t - \tau)^2} e^{-\frac{r_{p_0 p_1}^2}{4\lambda_j(t - \tau)}}$ ;

$$K_{2j}^i(s, s_1, t - \tau) = \frac{A_{1j}^i}{b_2} \left( 1 - \cos \gamma + d(s, s_1) \left[ \mathfrak{N}(p_1) + b_2 - \frac{\eta + d(s, s_1)}{2\lambda_j(t - \tau)} \right] \right) \times \exp \left[ -\frac{r_{p_0 p_1}^2}{4\lambda_j(t - \tau)} \right] \times \frac{1}{4\pi\lambda_j(t - \tau)^2};$$

$$d(s, s_1) = \sin \cos, b = \frac{b_1}{b_2}, F_j [i] = \frac{i}{j} \frac{2}{s_i^2},$$

$$= (s_2) = (s_2) s_2 = s_1 s.$$

Для решения системы (6) исключим функцию  $\omega_2(s, t)$  из первого равенства и подставим во второе равенство. Тогда получим следующее интегро-дифференциальное уравнение:

$$\omega_1(s, t) + b \cdot \frac{\partial \omega_1}{\partial s_1} + \sum_{j=1}^2 A_{1j} \int_0^t \partial \tau \int_{\Gamma} F_j [\omega_1][s_1, \tau] g(s, s_1, t - \tau) ds_1 +$$

$$+ \sum_{j=10}^2 \int_{\Gamma} d\tau \left( K_{2j}^1 - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} K_{2j}^2 \right) \omega_1(s_1, \tau) ds_1 + \sum_{j=1}^2 b A_{2j} \int_0^t \partial \tau \int_{\Gamma} \frac{\partial \omega_1}{\partial s_1} d(s, s_1) \times$$

$$\times \frac{g_j(s, s_1, t - \tau)}{2(t - \tau)} ds_1 - \sum_{i=10}^2 \int_{\Gamma} d\tau \int_{\Gamma} K_i(s, s_1, t - \tau) \omega_i(s_1, \tau) ds_1 = f_3(s, t),$$

$$K_i(s, s_1, t - \tau) = \sum_{j\nu=1}^2 \left[ \frac{A_{1j}^2}{\alpha_2} \left( \frac{\partial}{\partial \tau} - \lambda_j \frac{\partial^2}{\partial s_1^2} \right) \right].$$

$$\left( \int_{\tau}^t d\tau_1 \int_{\Gamma} K_{1\nu}^i(s'_1, s_1, t - \tau_1) ds'_1 \times g_j(s, s_1, t - \tau) \right) + \frac{1}{\alpha_2} K_{2j}^2(s, s_1, t - \tau) \times$$

где

$$\times \int_{\tau}^t d\tau_1 \int_{\Gamma} K_{1\nu}^i(s'_1, s_1, t - \tau_1) ds'_1 + b \frac{A_{1j}^2}{\alpha^2} \frac{\partial}{\partial s_1} \left( \int_{\tau}^t d\tau_1 \int_{\Gamma} K_{1\nu}^i(s'_1, s_1, t - \tau_1) ds'_1 \right) \times$$

$$\times \left. \frac{d(s, s_1) g_j(s, s_1, t - \tau)}{2(t - \tau)} \right];$$

$$g_i(s, s_1, t - \tau) = \frac{\exp\left[-\frac{r_{p_0 p_1}^2}{4\pi\lambda_j(t - \tau)^2}\right]}{2\pi\lambda_j(t - \tau)}, (j = 1, 2);$$

$A_j$  - известные постоянные величины;

$f_3(\xi, t)$  - известная функция, выраженная через  $f_1(\xi, t)$  и  $f_2(\xi, t)$ .

Таким образом, получили интегро-дифференциальное уравнение (ИДУ) с разными операторами теплопроводности, когда порядок производной под знаком интеграла выше, чем порядок производной вне интеграла. Для решения ИДУ вначале рассматривается соответствующее ему характеристическое уравнение. Решение которого, ищется в виде ряда Фурье. Затем с помощью метода регуляризации, ИДУ сводится к интегральному уравнению Вольтера-Фредгольма второго рода [2]:

$$\omega(s, t) = F(s, t) + \int_0^t d\tau \int_{-l}^{+l} H(s - s_1, t - \tau) \omega(s_1, \tau) ds_1, \quad (8)$$

где  $H(\xi, s_1, t) = \frac{M}{t} \exp\left[-2 \frac{r_{p_1}^2}{t}\right], \quad (9)$

причем,  $M$  и  $l$  - некоторые постоянные.

На основании оценки (9) заключаем, что интегральное уравнение (8) можно решить методом последовательных приближений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Ким, Е. И., Иванова, Л. П.** «Об условиях разрешимости некоторой граничной задачи для одной параболической системы». – ДАН СССР. – Т.139, №4, 1961. – С. 795 – 798.

2 **Машрапов, Н.К., Хайруллин, Е. М.** «Об одной системе интегродифференциальных уравнений с контурным интегралом». – Известия АН КазССР, сер. физ.-мат., №1, 1979. – С. 41 – 47.

~~ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ;~~

Павлодарский государственный педагогический институт;

Павлодарский государственный университет.

имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 25.12.12.

*Н. К. Маурапов\**, *Г. Н. Маурапова\*\**

**Тұйық облыста бір парабодалық жүйе үшін аралас есепті шешу туралы**

\*Павлодар мемлекеттік педагогикалық институты;

\*\*С. Торайгыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 25.12.12 редакцияға түсті.

*N. K. Mashrapov\**, *G. N. Mashrapova\*\**

**On solution of a mixed problem for a parabolic system in a closed domain**

\*Pavlodar State Pedagogical Institute;

\*\*S. Toraygyrov Pavlodar state university, Pavlodar.

Material received on 25.12.12.

*Мақалада тұйық облыста бір парабодалық жүйе үшін аралас шекаралық есеп қарастырылады.*

*The article is devoted to the mixed boundary value problem for a parabolic system in a closed area.*

УДК 330.567.2

**А. О. Потапенко, О. Г. Потапенко**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАСТОЛЬНЫХ ПК НА ИХ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ**

*В статье рассмотрены процессоры Intel Core i3, Core i5, Core i7 с точки зрения влияния производительности на потребляемую ими мощность. Также рассмотрена зависимость потребляемой ПК мощности от его производительности. Проведен анализ некоторых тестов направленных на определение производительности и энергопотребления процессора Core i7- 3960x.*

В данной статье будут рассмотрены процессоры Intel. Также будет рассмотрена характеристика архитектуры Sandy Bridge. Проведен анализ некоторых тестов направленных на определение производительности и энергопотребления процессора Core i7- 3960x.

Для начала рассмотрим архитектуру Sandy Bridge. Sandy Bridge – имя новой архитектуры процессоров Intel. Sandy Bridge является некой эволюцией архитектуры Nehalem, которая впервые была использована в Core i7, а также используется в Core i3 и Core i5. После Pentium 4, который был основан на седьмой архитектуре под названием Netburst, Intel решила вернуться к архитектуре шестого поколения (та самая архитектура, что использовалась в процессорах Pentium Pro, Pentium II и Pentium III, под названием P6), которая оказалась более эффективной. После процессоров Pentium M (которые являются 6-ым поколения процессоров Intel), Intel разработала архитектуру Core, которую использовали в процессорах серии Core 2 (Core 2 Duo, Core 2 Quad, и т.д.). После чего перешли на архитектуру Nehalem, которая была использована в процессорах Core i3, Core i5 и Core i7. И уже после этой архитектуры, корпорация Intel разработала архитектуру Sandy Bridge, которая используется в новом поколении процессоров Core i3, Core i5 и Core i7 выпущенных в 2011 и 2012 годах.

Основные характеристики архитектуры Sandy Bridge:

- Первые модели будут использовать 32-нм техпроцесс;
- Северный мост (контроллер памяти, графический контроллер и контроллер PCI Express) встроен в тот же чип, что и остальные. В Nehalem-процессорах, северный мост расположен в отдельной микросхеме рядом с кремниевым чипом процессора. У Nehalem-процессоров с 32-нм техпроцессом, северный мост изготовлен под 45-нм техпроцессу;
- Кэш L0, способен хранить 1536 микрокоманд;
- 32 Кб кэш L1 для инструкций и 32 Кб кэш-памяти L1 для данных на каждое ядро (как и у Nehalem);
- Кэш-память L2 была переименована в «кэш среднего уровня» (КСУ) с объемом 256 Кб на каждое ядро;
- Кэш-память L3 сейчас называется «кэш последнего уровня» (КПУ), теперь она общая для ядер процессора и графического движка;
- Следующее поколение технологии Turbo Boost;
- Новый набор инструкций AVX (Advanced Vector Extensions);
- Улучшенный графический контроллер;
- Переработанный DDR3 контроллер двухканальной памяти с поддержкой памяти до DDR3-1333
- Встроенный контроллер PCI Express x16, поддерживающий одну полосу x16 или две x8 полосы (как и у Nehalem)
- Первые модели будут использовать новый сокет с 1155 контактов.

Улучшение архитектуры процессора состоит в том что, есть четыре инструкции декодирования, а это означает, что процессор может декодировать до четырех инструкций за такт. Эти декодеры отвечают за декодирование IA32 (ака x86) инструкций в RISC-подобные микрокоманды (μops), которые используются внутри процессора. Как и предыдущие процессоры Intel, архитектура Sandy Bridge поддерживает macro- и micro-fusion. Macro-Fusion позволяет процессору объединять две похожие инструкции x86 в одну, а micro-Fusion соединяет две похожие микрокоманды в одну. Конечно, цель подобных объединений – повышение производительности.

Что совершенно новое, так это добавление кэш-памяти для декодированных микрокоманд, объемом в 1536 микрокоманд (до 6 Кб). Intel назвал эту кэш-память как "кэш L0". Функции ее довольно просты. Когда программа, входит в цикл (то есть, нужно повторить те же инструкции несколько раз), процессору не нужно будет расшифровать снова инструкций x86: они уже будут расшифрованы в кэш L0, при этом, экономя время и, следовательно, повышая производительность.

Может возникнуть вопрос, а не эта же идея реализована в архитектуре Netburst (то есть в процессорах Pentium 4), под названием Trace Cache, которая также хранит декодированные микрокоманды. Trace Cache работает иначе, чем Кэш для микрокоманд: она хранит инструкции в том же порядке в котором они запускались. Таким образом, когда программа входит в цикл, скажем в 10 раз, Trace Cache будет хранить те же инструкции 10 раз. А следовательно, есть много повторяющихся инструкций в кэш-памяти. В Кэш L0 немного иначе, в памяти хранятся только отдельные декодированные инструкции.

Когда используется кэш микрокоманд, процессор переключает кэш инструкций L1 и декодеры в «спящий режим», в результате чего процессор экономит энергию.

Планировщик в архитектуре Sandy Bridge аналогичен тому, который используется в архитектуре Nehalem, с шестью портами отправки (три порта для исполнительных устройств и три порта для операций с памятью).

Хотя конфигурация та же, архитектура Sandy Bridge имеет больше исполнительных блоков: в то время как архитектура Nehalem имеет 12, а Sandy Bridge имеет 15. По данным Intel, они были изменены в целях повышения производительности при работе с плавающей точкой.

Каждое исполнительное устройство подключено к планировщику используя 128-битный канал. Для того, чтобы выполнить новые инструкции AVX, которые используют 256-битные данные, и не добавлять 256-битные каналы, две исполненные единицы «объединены» (т.е. используются одновременно) (рисунок 3).

После выполнения инструкции, она не копируется обратно в буфер, как это было в предыдущих архитектурах Intel, а указывает, что операция выполнена. Таким образом, процессор сохраняет биты и повышает эффективность.

Другое отличие состоит в портах памяти. Архитектура Nehalem имеет один загрузчик, одно хранилище адресов и одно хранилище данных, каждый из которых подключен к отдельному порту. Это означает, что Nehalem-процессор может загрузить из кэш-памяти L1 128 бит данных за такт.

В архитектуре Sandy Bridge, загрузчик и хранилище адресов может быть использовано и как загрузчик или как хранилище адресов. Это изменение позволяет передавать в два раза больше данных из кэша L1 за одно время (за счет двух 128-бит каналов вместо одного), тем самым повышая производительность. Таким образом, процессоры на базе Sandy Bridge может загрузить 256 бит данных из кэша L1 за такт.

Процессоры на базе Sandy Bridge будут иметь кольцевую архитектуру для внутренних компонентов процессора, что улучшит связь между ними. Компоненты не могут непосредственно подключиться друг к другу, они должны использовать кольцевую шину. Компоненты, которые используют кольцевую шину:

- процессорные ядра;
- кэш-память L3 (которая теперь называется кэш последнего уровня, или КПУ (LLC), см. рисунок 5);
- системный агент (интегрированный контроллер памяти, контроллер PCI Express, управления питанием, монитор);
- графическое ядро.

Системный агент (system agent) – раньше назывался uncore и объединяет в себе компоненты, которые не группируются с ядрами (а также с графическим ядром).

На рисунке 5 отображены кольца (черной линией) и его «остановки» (обозначены красными прямоугольниками). Важно понимать, что кольцо физически расположено над кэш-памятью (представьте себе лыжный подъемник, где каждый красный прямоугольник это остановка) – так как иллюстрация двумерная, вы, возможно, подумаете, что кольцо проходит внутри кэш-памяти, но это не так.

Кроме того, каждый кэш последнего уровня не привязан к конкретному ядру процессора. Любое ядро может использовать любой из кэшей. Например, на рисунке 5, у нас есть четырехядерный процессор с четырьмя кэшами последнего уровня. Ядро 1 не связано с кэшем 1, но он может использовать любой из кэшей. Это также означает, что любое ядро процессора может получить доступ к данным, хранящимся в любом из кэшей.

Есть четыре кольцевые шины:

- кольцо данных (data ring);
- кольцо запросов (request ring);
- кольцо допуска (acknowledge ring);
- кольцо слежения (snoop ring).

Они работают на той же тактовой частоте, что и у самого процессора.

На основе протокола QPI (QuickPath Interconnect), что использовалась у процессоров Socket 1366, для подключения к чипсету.

Технология Turbo Boost автоматически разгоняет процессор, когда необходима дополнительная вычислительная мощность. В архитектуре Sandy Bridge используется Turbo Boost второго поколения, главное отличие от первого состоит в том, что процессор может разгоняться выше своего TDP (Thermal Design Power). Turbo Boost второго поколения более «умный», чем первый, теперь он следит за данными о температуре, токе, энергопотреблении и при разгоне не может превысить заданный уровень энергопотребления, даже если остаётся тепловой резерв (TDP).

Кроме того, ядра процессора и графический контроллер, делят TDP между собой. Например, если графическое ядро не рассеивает большое количество тепла, это дает дополнительный тепловой резерв (TDP) для процессорных ядер, что позволяет им работать на более высокой тактовой частоте, конечно, если приложения потребуют большей вычислительной мощности.

Графический контроллер, интегрированный в процессоры Sandy Bridge, будет поддерживать DirectX 10.1.

Количество исполнительных блоков будет зависеть от модели процессора (например, процессоры Core i5 будут иметь больше исполнительных блоков, чем Core i3). Процессоры Sandy Bridge будут иметь до 12 графических исполнительных блоков.

Другим важным нововведением является то, что графическое ядро может использовать кэш последнего уровня для хранения данных (КПУ, ранее известная как кэш-память L3), главным образом для хранения текстур. Это улучшит производительность в 3D играх, а графическому движку не придется обращаться к памяти RAM для выборки данных, он может загружать данные непосредственно из кэш-памяти (конечно, если данные уже там есть).

Теперь рассмотрим процессоры Core i7, i5, i3. На сегодняшний день широко представлены семейство процессоров core i7 в следующем составе Intel Core i7-2600, Intel Core i7-2600K, Intel Core i7-2600S, также семейство Core i5 в виде Intel Core i5-2500, Intel Core i5-2500K, Intel Core i5-2500S, Intel Core i5-2500T, Intel Core i5-2400, Intel Core i5-2400S, Intel Core i5-2390T, Intel Core i5-2300, а также семейство Core i3 - Intel Core i3-2120, Intel Core i3-2100, Intel Core i3-2100T.

Итого целых 14 новых CPU. Самым обширным получилось семейство Core i5 – восемь процессоров, это объяснимо – специалисты Intel уделяют повышенное внимание «среднему классу». В старшей и младшей линейках Core i7 и Core i3 всего по три модели.

Обратите внимание на обилие буквенных обозначений: литеры K, T, S. Если не смотреть на эти буквы, в семействе Core i7 остается всего одна модель с индексом 2600, а линейка Core i5 сокращается до четырех

процессоров 2500/2400/2390/2300. Кстати, четырехзначное числовое обозначение указывает на использование новой архитектуры Sandy Bridge, так что, несмотря на сохранение в названии процессоров привычного «Core i3/i5/i7», путаницы не возникает.

Еще один интересный факт – отсутствие среди перечисленных процессоров модели «Extreme». Это логично, ведь даже старшие Core i7-2600 являются четырехядерными процессорами, в то время как нынешний флагман компании Intel – Core-i7-980X – это априори более производительный шестиядерный CPU.

Получается очень логичный ряд моделей, где Core i7 четко отделены от Core i5: у старших четырехядерных CPU есть поддержка Hyper Threading и увеличенный объем Cache-памяти. Разница в стоимости между этими семействами процессоров очень значительна. Если за i5-2300 просят \$177, а за старший i5-2500 \$205, то за Core i7-2600 придется заплатить уже почти \$300. В целом ситуация напоминает таковую для платформы LGA1156, где также наблюдается большой ценовой разрыв между моделями Core-i5 и i7.

Уже упоминавшиеся буквенные обозначения указывают на модели с пониженным энергопотреблением (литеры S и T) и свободным множителем (K).

Семейство Core-i3 представляет собой двухъядерные CPU, один из таких процессоров есть и среди Core i5 – модель i5-2390T, но это скорее маркетинговый ход.

Помимо уменьшенного вдвое количества ядер, процессоры Core i3 отличаются от старших собратьев отсутствием поддержки технологии Turbo Boost. (Turbo Boost 2.0. описана выше). Теперь частоты ядер могут изменяться в более широких пределах, кроме того, для разгона при максимальной нагрузке одного, двух и четырех ядер применяются собственные алгоритмы.

Система способна на некоторое время увеличивать частоту и напряжение питания ядер процессора, даже если при этом показатель TDP выходит за пределы, указанные производителем. При этом учитываются данные об энергопотреблении и температуре процессора.

Отдельное внимание необходимо уделить процессорам Core i7-3960X, Core i7-3930K и Core i7-3820, относящимся к классу дорогого оборудования.

Все три модели используют одинаковый кристалл, размером 434 квадратных миллиметра (большой чип) и состоящий из 2.27 миллиарда транзисторов. Для сравнения, четырёхядерные модели Sandy Bridge состоят из 995 миллионов транзисторов и их размер – 216 квадратных миллиметров, в то время, как шестиядерные CPU на базе Gulftown включают в себя более 1.1 миллиарда транзисторов, а их размер составляет 248 квадратных миллиметров.

Необходимо отметить, что Sandy Bridge-E никогда не рассматривался как исключительно настольный процессор. Появилась первая версия процессора Xeon E5 для серверов/рабочих станций с одним и двумя сокетам. В этом случае



размер и сложность CPU более важны. И наконец, Westmere-EX – это кристалл с 2.6 миллиардами транзисторов, занимающий 513 квадратных миллиметров.

Когда Sandy Bridge-E появится как Xeon, он будет предлагать до восьми рабочих ядер и 20 Мбайт общего кэша L3. Но в качестве настольного CPU он ограничен шестью ядрами и 15 Мбайт общего кэша L3. Intel достигает этого путем выключения двух ядер и четырёх из шестнадцати частей общего кэша L3.

Конечно, эта конфигурация относится только к Core i7-3960X. У Core i7-3930K, который тоже использует шесть ядер, размер кэша уменьшен до 12 Мбайт, тем самым показывая способность Intel выборочно отключать части общего кэша L3 в собственных целях. Core i7-3820 использует четыре ядра и 10 Мбайт общего кэша L3 — по сути половину кристалла Sandy Bridge-E. Каждое ядро включает 32 кбайт кэш инструкций и данных L1, плюс к этому выделенные 256 кбайт кэша L2.

Частота у этих трёх CPU также варьируется. -3960X начинает с 3.3 ГГц и ускоряется до 3.9 ГГц, используя технологию TurboBoost второго поколения, представленную в Sandy Bridge. -3930K начинает с 3.2 ГГц и достигает предела в 3.8 ГГц при лёгких нагрузках. И наконец -3820 начинает с 3.6 ГГц и достигает частоты 3.9 ГГц при включении TurboBoost.

Естественно, у чипов серии с K разблокирован множитель, что делает заводские частоты довольно бесполезными для большинства энтузиастов, планирующих разогнать свою систему. Intel называет модель -3820 «частично разблокированной». На самом деле, она позволяет увеличить множитель на 6 ступеней по 100 МГц выше максимальных настроек TurboBoost в 3.9 ГГц, что приводит к потолку в 45x.

Intel использует те же ядра, что и в процессорах на базе Sandy Bridge. Выключенная функция TurboBoost, похожие настройки базовой частоты и несколько однопоточных приложений демонстрируют эффективность работы Sandy Bridge по сравнению с Thuban или Zambezi.

Запуск многопоточных и однопоточных приложений на Core i7-3960X при включённой функции TurboBoost даёт более полное понимание того, что делает данная функция с производительностью. В таких приложениях как iTunes, которые используют только одно ядро, TurboBoost увеличивает производительность на 12.8%. В 7-Zip (оптимизированной, чтобы использовать все доступные ядра), она увеличивает производительность до 10.8%. Второй номер на удивление высок, потому что Turbo увеличивает множитель на 3 по 100 МГц, когда активны пять или шесть ядер, и ни один из триггеров не сработал. В результате, процессор обрабатывает сжатие на частоте 3.6 ГГц вместо 3.3. Рассмотрим энергопотребление данного оборудования.

Таблица 1 – Энергопотребление оборудования

Í ðí ðáññí ð	Ýí áðáí í îðááéáí éá ñèñðáí ù á ðáæèí á ááçááéñðáèý, Àð
Intel Core i7-3960X (Sandy Bridge-E)	87
Intel Core i5-2500K (Sandy Bridge)	90
Intel Core i7-2600K (Sandy Bridge)	90
AMD Phenom II X4 980 (Deneb)	100
AMD FX-8150 (Zambezi)	111
AMD Phenom II X6 1100T (Thuban)	114
Intel Core i7-990X (Gulftown)	127
Intel Core i7-920 (Bloomfield)	130

И всё же, при простое Core i7-3960X ведёт себя как настольный процессор Sandy Bridge с TDP 95 Вт, имея энергопотребление ниже 90 Вт после десяти минут простоя на рабочем столе Windows 7. Для сравнения, Bloomfield (Core i7-920) и Gulftown (Core i7-990X) потребляют больше электричества при бездействии.

После измерения энергопотребления простаивающей системы, запускались полные прогоны PCMark 7, чтобы отследить среднее энергопотребление на графике.

Среднее энергопотребление системы отображено в следующей таблице:

Таблица 2 – Среднее энергопотребление системы

Í ðí ðáññí ð	Ñðááí áá ýí áðáí í îðááéáí éá çà í áèí çàí óñè, Àð
Intel Core i5-2500K (Sandy Bridge)	153
Intel Core i7-2600K (Sandy Bridge)	155
Intel Core i7-3960X (Sandy Bridge-E)	172
AMD Phenom II X4 980 (Deneb)	184
Intel Core i7-990X (Gulftown)	189
AMD Phenom II X6 1100T (Thuban)	191
AMD FX-8150 (Zambezi)	191
Intel Core i7-920 (Bloomfield)	193

В среднем, Core i7-3960X потребляет меньше, чем 130 ваттный Gulftown и Bloomfield. Его обошёл только Sandy Bridge от Intel на 95 Ватт. Даже старые чипы от AMD, Phenom II X4 и X6 прожорливы (как и FX-8150).

Таблица 3– Энергопотребление системы

Prime95 x64 Small FFTs System Power Consumption	
Имя процессора	Power Consumption After 5 Minutes
Intel Core i7-2600K (Sandy Bridge)	175 Вт
AMD Phenom II X4 980 (Deneb)	221 Вт
AMD Phenom II X6 1100T (Thuban)	230 Вт
Intel Core i7-3960X (Sandy Bridge-E)	253 Вт
Intel Core i7-990X (Gulftown)	263 Вт
AMD FX-8150 (Zambezi)	264 Вт

Конечно, PCMark 7 не доводит процессор до предела. Для этого используется Prime95.

Core i7-3960X на плате Intel DX79SI снижает пиковое энергопотребление на 10 Вт, по сравнению с Core i7-990X на Asus Rampage III Formula, которая, в свою очередь, потребляет на 1 Вт меньше, чем AMD FX-8150 на Asus Crosshair V Formula.

Core i7-2600K единственный CPU с показателем ниже 200 Вт, что на 46 Вт меньше, чем у занявшего второе место AMD Phenom II X4 980 Black Edition.

Sandy Bridge-E потребляет меньше энергии, потому что у двух ядер на кристалле с 2,27 миллиардами транзисторами нет предохранителей, и было сделано несколько других улучшений мощности/скорости, чтобы снизить энергопотребление процессора. Так же если затронуть тему транзисторов, то можно уточнить что, площадь ядра увеличилась с 214 мм<sup>2</sup> (2 x 107 мм<sup>2</sup>) у Core 2 до 263 мм<sup>2</sup> у Core i7, а вот количество транзисторов упало с 810 до 731 миллионов. Процессоры же Intel Core i3 и Intel Core i5 представляют собой полностью идентичные интегральные микросхемы. Об этом говорит число транзисторов, из которых состоит процессорный кристалл – 382 млн транзисторов в обоих случаях.

Приемник Gulftown - Sandy Bridge-E, использует интерфейс LGA 2011, который требует новой материнской платы на базе Intel X79 Express Platform Controller Hub. Он также оснащён встроенным четырёхканальным контроллером памяти, требующим четырёхмодульные комплекты.

Таким образом, с увеличением производительности процессора увеличивается и потребляемая им мощность в пиковом режиме. При этом эксперименты показывают, что и потребляемая мощность других компонентов ПК растёт.

Как уже было сказано, отображена мощность компьютера в целом, т.е. процессора и сопутствующих компонентов компьютера таких как видео карта, жесткие диски и т.д., тем не менее можно проследить изменения происходящие с увеличением количества ядер процессора, заключающиеся, в большинстве своем, в уменьшении средней мощности компьютера за определенное время работы, но также с внедрением новых технологий прослеживается динамика по увеличению мощности при пиковой нагрузке компьютера.

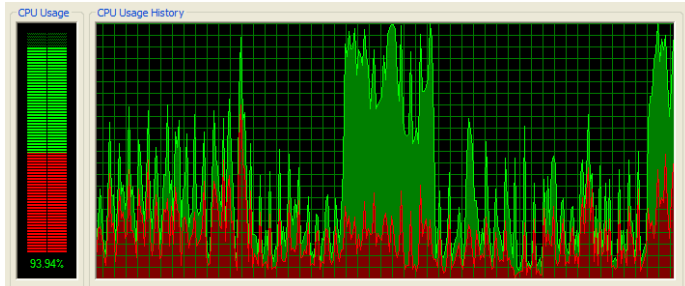


Рисунок 1 – Загрузка процессора

На рисунке 2 наглядно представлена зависимость изменения производительности и мощности.

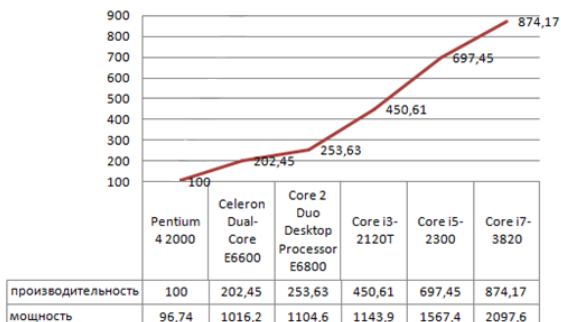


Рисунок 2 – Зависимость мощности от производительности.

Таким образом, мощность всего компьютера, переход на новую платформу требует более производительного, а значит и более мощного аппаратного обеспечения, что, несомненно, ведет к увеличению установленной и потребляемой мощности компьютера в целом.

Однако, можно сказать что, использование многоядерных процессоров и многопоточной обработки позволяет увеличить производительность и более эффективно использовать электроэнергию, за счет снижения мощности при снижении загрузки процессоров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 [http://www.thg.ru/site/media/about\\_us.html](http://www.thg.ru/site/media/about_us.html)
- 2 [http://www.easycom.com.ua/cpu/intel\\_sandy\\_bridge\\_\\_modelxnxy\\_ryad\\_i\\_arhitekturnx](http://www.easycom.com.ua/cpu/intel_sandy_bridge__modelxnxy_ryad_i_arhitekturnx)

- 3 [http://www.easycom.com.ua/cpu/intel\\_core\\_i7](http://www.easycom.com.ua/cpu/intel_core_i7)  
4 [http://www.overclockers.ru/lab/39981/Vstrechaem\\_Sandy\\_Bridge\\_Intel\\_Core\\_i7-2600](http://www.overclockers.ru/lab/39981/Vstrechaem_Sandy_Bridge_Intel_Core_i7-2600)  
5 <http://news.softpedia.com/news/Gigabyte-Prepares-LGA-2011-Motherboard-with-8-DIMM-Slots-216109.shtml>  
6 <http://www.compress.ru>  
7 [http://www.intel.com/ru\\_ru/products/processor/index.htm](http://www.intel.com/ru_ru/products/processor/index.htm)

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 26.12.12.

*А. О. Потапенко, О. Г. Потапенко*

**Үстелге қоятын ДҚ өніміне кететін қуатты тұтыну әсерін зерттеу**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 26.12.12 редакцияға түсті.

*A. O. Potapenko, O. G. Potapenko*

**Study of the influence of desktop PCs productivity on their  
power consumption**

S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 26.12.12.

*Мақалада IntelCorei3, Corei5, Corei7 процессорларының өнімділігінің қуаттығы ол тұтынылатын ықпалдары негізінде жан-жақты қарап шыққан. Сонымен бірге ДҚ қуаттың тұтынылатын өнімділігінен тәуелділігі. Corei7- 3960x бағытталған өнімділік және процессордың энергия тұтынуын анықтауларға кейбір тесттерінің талдауы өткізілген.*

*In the article, processors IntelCorei3, Corei5, Corei7 were described from the point of view of influence of productivity on consumed capacity are considered. Also dependence of capacity consumed by the personal computer on its productivity was considered. The analysis of some tests directed on definition of productivity and energy consumed by processor Corei7-3960x was carried out.*

УДК 504.064.36

**А. О. Потапенко, Г. М. Абельдинова**

## **СУЩЕСТВУЮЩИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ТИПОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ИХ ПОСТРОЕНИЯ**

*На сегодняшнем рынке представлено достаточно много систем автоматизированного мониторинга загрязнения окружающей среды, а именно систем анализа воздушного бассейна. В статье подробно описаны некоторые из существующих систем. Произведен анализ подобных систем, выявлены особенности и характерные черты систем анализа мониторинга загрязнения атмосферы. Представлена общая концепция построения подобных систем.*

Вопрос глобальной экологической перспективы является одним из важнейших на сегодняшний день. Говоря об экологии, мы затрагиваем все что нас окружает и в первую очередь – это атмосфера – та среда без которой существование жизни невозможно. Ежегодно производится огромное число выбросов вредных веществ в атмосферу. Это наносит серьезный урон экологии, который отражается не только сейчас, но и будет иметь отклик в ближайшие десятки, а возможно и сотни лет. Ведущие мировые державы совместно с ООН публикуют оценочные доклады по проблемам окружающей среды и ближайшим перспективам развития. Согласно этим докладам, выбросы  $\text{CO}_2$  во всем мире между 1992 и 2008 годами увеличились на 36%.

В абсолютном выражении это увеличение выбросов с 22 000 млн. до чуть более 30 000 млн.т. В эти же годы в таких развивающихся странах, как Бразилия, Китай и Индия инвестировались достаточно большие средства в развитие инфраструктурных и производственных проектов что привело к бурному росту выбросов  $\text{CO}_2$  в развивающихся странах. Так между 1992 г. и 2008 г. в них произошло увеличение выбросов  $\text{CO}_2$  на 64% , что составляет 29% на душу населения. Большая разница существует между развитыми и развивающимися странами. 80% глобальных выбросов  $\text{CO}_2$  принадлежит 19-и странам с высоким уровнем экономического развития и/или с большим числом населения. Общий объем выбросов  $\text{CO}_2$  в развитых страны, увеличился почти на 8%, и хотя выбросы на душу населения постоянно снижаются на 18%, они все еще в 10 раз выше, чем в развивающихся странах. На рисунке 1 показано процентное изменение количества выбросов  $\text{CO}_2$  с 1992 по 2008 год в зависимости от вида стран (развитые и развивающиеся).

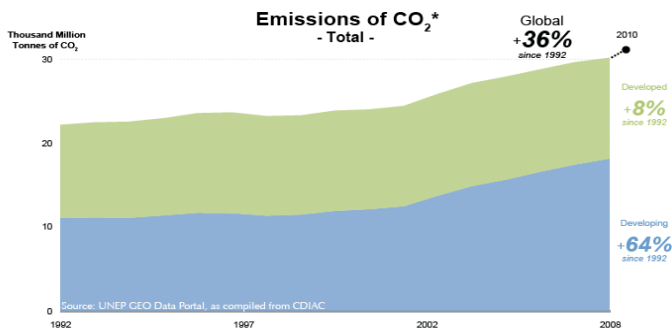


Рисунок 1 - процентное изменение количества выбросов CO<sub>2</sub> с 1992 по 2008 год в зависимости от вида стран (развитые и развивающиеся)

Таким образом несмотря на принимаемые меры по сокращению выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу, абсолютное количество их неуклонно растет.

Помимо CO<sub>2</sub> существуют так называемые короткоживущие климатические загрязнители (SLCPs). Они имеют относительно короткую продолжительность жизни в атмосфере – от нескольких дней до пятнадцати лет – и пагубно влияют на климат. К основным короткоживущим климатическим загрязнителям относятся такие вещества как углерод, метан и тропосферный озон, которые являются наиболее важными факторами в повышении глобального парникового эффекта после CO<sub>2</sub>. Эти загрязняющие вещества осуществляют вредные воздействия на здоровье человека, сельское хозяйство и состояние экосистем.

Углерод является основным компонентом сажи и образуется из-за неполного сгорания ископаемых видов топлива, древесины и биомасс. Среди основных источников загрязнения углеродом - выбросы от автомобилей, лесных пожаров и выбросов промышленных объектов.

Метан (CH<sub>4</sub>) - это парниковый газ, который в 20 раз более мощный, чем CO<sub>2</sub>, и имеет срок жизни в атмосфере около 12 лет. Метан непосредственно влияет на климатическую систему, а также оказывает косвенное воздействие на здоровье человека и экосистему. Концентрация озона в верхних слоях атмосферы защищает жизнь на земле от вредоносных ультрафиолетовых (УФ) лучей солнца. Толщина озонового слоя, особенно в районе Антарктиды, стала быстро уменьшаться за счет использования озоноразрушающих вещества (ОРВ). Предприятия энергоснабжения, промышленности и лесного хозяйства вместе составляют более 60% всех выбросов парниковых газов. Выбросы различных производственных объектов, транспортных средств и других видов загрязнения наносят серьезный, а подчас непоправимый урон,

как окружающей среде, так и непосредственно здоровью человека. В связи с этим, регистрация, анализ и последующее прогнозирование выбросов вредных веществ в атмосферу приобретает немаловажный характер.

На сегодняшнем рынке представлено достаточно много систем автоматизированного мониторинга загрязнения окружающей среды, а именно систем анализа воздушного бассейна. Одна из таких систем построена на основе интеграции распределенных датчиков (grid-технология), интеграции данных, анализа данных и ГИС систем. Данная система осуществляет контроль ключевых городских загрязняющих веществ таких как: бензол,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  и озон, производимых производственной деятельностью и/или автомобильным транспортом. Системы включают в себя анализ и визуализацию в пространственно-временных вариациях нескольких загрязнителей в отношении друг к другу и их корреляции с такими данными как погода, состояние здоровья или данные об автомобильном трафике. Современные датчики, которые измеряют загрязняющие вещества с высоким уровнем точности, могут генерировать до 8 ГБ данных каждый день с одного датчика. Это вызывает множество проблем в области управления и анализа собранных данных. Отличительными особенностями этой системы является: короткий временной промежуток (порядка 2 сек - скорость сканирования).

Компания ECM ECO Monitoring (Братислава) создала систему мониторинга атмосферного воздуха, при этом система объединена в кондиционированный, теплоизолированный легкий корпус. Таким образом, система представляет собой стационарную и мобильную установку. Осуществляется мониторинг газообразных загрязняющих веществ таких как:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ . Основные характеристики: низкий предел обнаружения  $< 0,1 \text{ нг/м}^3$ . Помимо этого, данная компания выпускает большое число всевозможных датчиков и газоанализаторов.

АНКОС-АГ - автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды предназначена для автоматизированного сбора, обработки и передачи информации об уровне загрязнения атмосферного воздуха. Система позволяет непрерывно получать информацию о концентрации примесей и метеорологических параметрах в населенных пунктах или около крупных промышленных предприятий. Технические возможности регистрации, передачи, хранения и обработки данных о загрязнении атмосферного воздуха позволили компании разработать основные принципы функционирования автоматизированных систем наблюдения за состоянием атмосферного воздуха.

В состав разработанной промышленностью АНКОС-АГ входят следующие технические средства:

– павильон, конструктивно представляющий собой металлический каркас прямоугольной формы размером 2300x4700x7600 мм;



– мачтовое устройство с комплектом метеодатчиков, установленных на крыше павильона, для измерения скорости и направления ветра, температуры, влажности;

– устройства отопления, вентиляции, освещения, кондиционирования и пожаротушения;

– газоанализаторы оксида углерода, диоксида серы, оксида, диоксида и суммы оксидов азота, озона, суммы углеводородов без метана.

Подобные системы повсеместно разрабатываются для различных областей деятельности человека, где необходимо отслеживать состояние загрязнения окружающей среды, так например: мегаполисах, больших городах в связи с колоссальной загрязненностью и возникновением смогов, на крупных промышленных предприятиях, космодромах и т.д.

Несмотря на ряд существующих систем автоматизированного мониторинга состояния окружающей среды, созданных математических моделей, большого количества технических средств сбора и обработки экологической информации, существует ряд проблем по данной теме исследования, которые не были достаточно полно и глубоко изучены.

Как говорилось ранее, существует достаточно большое количество программных продуктов позволяющих в большей или меньшей степени описать картину загрязненности той или иной части территории, количественно и качественно охарактеризовать загрязняющие вещества. При этом организация процедуры контроля состояния окружающей среды сводится к сбору количественной информации и занесению её в базы данных, по средствам коммутируемых телефонных каналов общего пользования при помощи аппаратов передачи данных (АПД) и мультиплексора передачи данных, либо же по средствам других способ передачи данных. Некоторые из существующих автоматизированных систем сбора экологической информации позволяют осуществлять сбор информации от неавтоматизированных звеньев наблюдений (например, от стационарных и передвижных постов), оперативную оценку ситуации по известным значениям ПДК, краткосрочный прогноз уровней загрязнения контролируемых примесей, обработку и выдачу информации. Но не смотря на все выше изложенные положительные стороны существующих систем, они позволяют отследить лишь жидкие аэрозоли, газы, в то время как большая часть загрязнений приходится на тяжелые аэрозоли, выбрасываемые промышленными предприятиями.

Рассматривая различные автоматизированные системы наблюдений и контроля окружающей среды, созданные различными фирмами, можно говорить о некоторой общей концепции их построения. Обычно подобные системы являются многоуровневыми, многофункциональными системами со сложными информационными связями. По функциональному назначению они разбиваются на три системы:

- информационно-аналитическая система;
- геоинформационная система;
- система наблюдения.

Функциональное назначение информационно-аналитической системы (ИАС) состоит в решении комплекса задач научно-технического обеспечения. В состав ИАС входят следующие подсистемы:

- подсистема подготовки исходных данных (ИД), архивации и документирования;
- подсистема планирования, учета и контроля, анализа и регулирования;
- подсистема математического и геоинформационного моделирования.

Задачи данной подсистемы распределены по следующим основным разделам:

- а) идентификация экологического риска;
- б) оценка экологического риска.

- подсистема обработки информации, анализа и принятия решений.

Подсистема должна обеспечивать принятие руководством различного уровня решений, адекватных результатам мониторинга, оценки и прогнозирования последствий.

Второй системой входящей в систему мониторинга является географическая информационная система. Географическая информационная система (ГИС) – это аппаратно-программный комплекс, осуществляющий сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координатных данных, интеграцию данных и знаний о территории для их эффективного использования при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой и территориальными объектами. ГИС содержит данные о пространственных объектах (пространственные данные) в виде их цифровых представлений (векторных, растровых и иных), объединенных в набор слоев, образуя информационную модель предметной области – территории, набор операций, определяющих функциональные возможности ГИС и реализующих геоинформационные технологии, аппаратное и информационное обеспечение этих технологий.

ГИС является одним из основных элементов системы мониторинга. Ее компонентами являются:

- картографическое отображение;
- оцифровка карт;
- управление базами данных;
- географический анализ.

Третьей системой, входящей в систему мониторинга, является система наблюдения. Система наблюдений обеспечивает эксплуатацию системы на основе регулярно обновляемой информации, в связи с чем требует особого подхода в разработке организации данной подсистемы. Расширение

круга задач подсистемы, уровня их решения, методического, программного и технического обеспечения в целом проводится, по мере необходимости и располагаемых возможностей, в процессе функционирования системы в целом.

Основной задачей системы наблюдений является обеспечение информационной поддержки управления, оценки состояния и прогноза изменений природных комплексов и их отдельных компонентов.

Стратегическими задачами системы наблюдений являются:

- создание, совершенствование и развитие системы сбора и хранения информации, обеспечение ее доступности, использования и обмена данными;
- создание и развитие ГИС, обеспечение применимости и совместимости систем управления данными.

Материально-техническое обеспечение системы включает: оборудование стационарных, маршрутных и передвижных постов наблюдений загрязнения, современные высокочувствительные и селективные приборы и системы оценки качества атмосферного воздуха в реальном масштабе времени, аппарата радиационного контроля, химическое оборудование.

Аппаратно – программное и математическое обеспечение выше перечисленных систем обычно включает стандартный набор высокопроизводительных вычислительных средств (рабочих станций), обеспечивающих обработку и передачу информации с устройств мониторинга и решающих перечисленные выше задач в полном объеме требований. Информация по различным каналам связи передается на центральный сервер.

Приведенная выше концепция создания системы мониторинга и прогнозирование загрязнения окружающей среды не является окончательной и всестороннее охватывающей проблему мониторинга загрязнения, а предоставляет общее представление о ее построении, давая возможность заказчику самому определять сферу деятельности подобных систем и возможную глубину проекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Ghanem, M., Guo, Y., Hassard, J., Osmond, M., and Richards, M.** «Sensor Grids For Air Pollution Monitoring».

2 **Michener, W. K., Porter, J. H., and Stafford, S. G.** (Eds.). 1998. Data and Information Management in the Ecological Sciences: A Resource Guide. Long-Term Ecological Network Office, Albuquerque, NM. 133 pp.

3 **Michener, W. K., Brunt, J. W., and Stafford S.G.** (Eds.). 1994. Environmental Information Management and Analysis: Ecosystem to Global Scales. Taylor & Francis, London. 555 pp.

4 <http://www.clarklabs.org/products/idrici.cfm>

5 <http://www.unep.org/geo/geo1/misc.htm>

6 <http://www.ecomonitoring.com/com/solutions/>

7 <http://www.unep.org/geo5.asp>

8 <http://www.unep.org/climatechange/>

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 30.12.12.

*A. O. Potapenko, G. M. Abildinova*

**Қоршаған орта жағдайында мониторингтің автоматтандырылған  
жүйесінің болуы және оның құрылуының үлгі концепциясы**

С. Торайгыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 30.12.12 редакцияға түсті.

*A. O. Potapenko, G. M. Abildinova*

**Current automated systems of environmental conditions monitoring  
and typical concept of their building**

S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 30.12.12.

*Бүгінгі нарығында қоршаған ортаның ластануының автоматты  
барлаудың жүйелері жеткілікті түрде көрсетілген, атап айтқанда  
ауа алабының талдауының жүйелері. Мақалада қазіргі жүйелердің  
кейбірі толық сипатталған. Ұқсас жүйелердің талдауы жасалған,  
атмосфераның ластануын барлауды ерекшелік және талдаудың  
жүйелерінің ерекше белгісі айқындалған. Ұқсас жүйелердің  
құрастыруын ортақ тұжырымдамасы көрсетілген.*

*In the current market there are presented many systems of the  
automated monitoring of environmental pollution, namely the systems of the  
air pool analysis. In the article some of the existing systems are described  
in detail. The analysis of similar systems is made; the peculiarities and  
characteristic features of analysis systems of the atmosphere pollution  
monitoring are revealed. The general concept of creation of similar systems  
is submitted.*

УДК 504.064.36

**О. Г. Потапенко, А. О. Потапенко**

## **ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Среди многочисленных социально значимых проблем, вставших перед народами на пороге третьего тысячелетия, главное место заняла проблема выживания человечества и всего живого на Земле вследствие загрязнения окружающей среды. В статье рассмотрен философский аспект построения автоматизированных систем мониторинга окружающей среды.*

«Сила природы — множество. Сила человека — единство природы: личность. Вот это и есть те два камня, на которых стоит философия природы и человека» Пришвин М. М.

Всемирная философия всегда обращала свой взор на извечные проблемы человечества. Среди многочисленных социально значимых проблем, вставших перед народами на пороге третьего тысячелетия, главное место заняла проблема выживания человечества и всего живого на Земле. И основой этой проблемы является взаимоотношение человека и природы.

Издrevле, человечество пытается понять природу, место человека в ней. Философия гласит, что природа есть одна из сфер бытия, естественная часть мира, среда обитания человека. В древности силы природы персонифицировались в образах богов, человек ощущал свою слабость в противостоянии им. В античном мышлении природа понималась как подвижное целое, а человек как одна из ее частей. Идеалом считалось жить в согласии с природой. Начали складываться натуралистические теории, преувеличивавшие зависимость общества от природы (Гиппократ, Геродот). Для обозначения упорядоченного единства мира, в противоположность хаосу, Пифагор ввел понятие космоса, главным свойством которого считалась гармония сфер. В религиозно-идеалистической философии космос либо увязывался с творцом, либо рассматривался пантеистически. Ш. Монтескье считал, что общественно-политическое устройство государства, религиозные и иные представления, форма семьи, обычаи людей, законы их развития определяются характером поверхности Земли, почвой и особенно климатом. «Человек, - писал П. Гольбах в своем труде «Система природы», - произведение природы, он существует в природе, подчинен ее законам».

Природа, как и человек, не содержит в себе никаких постоянных форм, подчинена непрерывным изменениям. Космоцентризм как мировоззрение требовал от человека жить «по Логосу», то есть в согласии и в гармонии с природой. Считалось, что в этом и состоит подлинная мудрость человека. Однако в последствии, масштабы деятельности человека значительно возросли. Появились земледелие и скотоводство, торговля и ремесло как специальные виды занятий. Возникавшие научные знания увеличивали силу и самоуверенность человека, противопоставляли его природе как якобы чему-то низшему, объекту практической деятельности. В средние века христианство провозгласило человека «царем» и «владыкой» на планете. Ему поручалось господствовать над всеми рыбами и птицами, пресмыкающимися и прочими животными, населяющими планету. Средневековая христианская философия понимает природу как последнее звено лестницы, которая ведет вниз, от Бога к человеку и от человека к природе. Человек, развивая свои духовные силы, стремится к возвышению над природой. Промышленная (индустриальная) цивилизация в основном завершила процесс выхода человека из-под диктата природы, противопоставила себя природе и обострила противоречия с нею. Этому активно способствовал антропоцентризм эпохи Возрождения с его идеей титанизма как величия и всемогущества человека. В это время все больше утверждалась претензия человека как «венца» природы на особость в мире и на его власть над природой средней. Титанизм развивал в человеке эгоизм и высокомерие, способствовал появлению амбициозных устремлений и пресектов. Природа постепенно стала рассматриваться, прежде всего как гигантская мастерская, а человек в ней исключительно как работник. Полагалось, что от природы якобы нельзя ждать милостей, и поэтому ее следует подвергнуть безжалостному штурму. На заре XX в. природа рассматривалась А.А. Богдановым (1873 - 1928) как враг и в то же время полный таинственного очарования друг человека. По мнению ученого, необходимым дополнением «товарищеского сотрудничества» становится сотрудничество с природой. Богданов первым обрисовал возможности мирного использования атомной энергии и первым предупредил человечество об опасности атомного уничтожения. Тем не менее, формировалась своеобразная психология покорения природы, а на последнюю стали смотреть лишь как на источник прибыли и пользы. В этой психологии проявил себя капитализм как новый способ хозяйственной деятельности человека и общественный строй. К середине XX столетия человек фактически противопоставил себя природе. Он оказался как бы вне и над природой, превратив ее в объект циничного и безграничного произвола. К такой ситуации естественным образом привело развитие науки и техники, резкое расширение масштабов хозяйственной деятельности, а также сама психология пользования природой. Человек уверовал в то, что ему «все дозволено». Во второй половине XX в.

утверждается представление о необходимости коэволюции, т.е. совместной, согласованной эволюции природы и человечества, о целесообразности ограничивать бесконтрольное и непродуманное использование научно-технической мощи к природе, о необходимости сопоставлять цели деятельности с ее средствами и последствиями. Стратегия коэволюции своими корнями уходит в китайскую культурную традицию как принцип «у-вэй». »У-вэй» - это не полная пассивность, а действия людей, направленные на природу и способствующие реализации ее собственных сил. Поясняя смысл термина «коэволюция», Н. Н. Моисеев в работе «Современный рационализм» (М., 1995) писал о необходимости использования человеком по отношению к природе принципа кормчего: кормчий, стремясь достичь своей гавани (цели), не должен рассчитывать только на свои силы, а должен использовать могучие силы природы (силу течений, ветра и т.п.). В идее коэволюции акцентируется внимание не на борьбу за существование и отбор, а на процессы кооперации, сотрудничества, взаимного обмена энергией. Коэволюционизм - человексоразмерный подход к миру, характеризует взаимодействие природы, техники и человека, это есть идеология сохранения природы, а следовательно, и самосохранения человечества. Тем не менее, не смотря на развитие идеи коэволюционизма, человечество до сих пор в гонке за индустриализацию и экономическое превосходство, забывает о природе, продолжая неистовое варварство по отношению к ней, проявляемое в глобально вырубке лесов, огромном количестве выбросов вредных веществ в атмосферу, воду и почвенный покров. В этой связи особую остроту для людей приобретает проблема повсеместного распространения в окружающей среде производств и продукции, в первую очередь, их опасных, радиационных и токсичных видов. В год на каждого жителя Земли приходится более 20 тонн промышленных и других отходов. В атмосферу попадает более 200 миллионов тонн окислов серы и азота и миллионы тонн углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу. И это уже в обозримом будущем может вызвать повышение температуры атмосферы, а вслед за этим повышение уровня морей и затопление значительных участков суши. В результате сотни миллионов людей рискуют превратиться в «экологических беженцев». Описание всех бед угрожающих человечеству на данном этапе его развития, можно было бы продолжить до бесконечности. Если раньше природа могла справляться с возникающими очагами загрязнения своими силами, то в процессе роста этих выбросов такое самоочищение уже не возможно, в связи с большим, а подчас уже не поправимым нанесенным ущербом. Глобальные проблемы современности и прежде всего, резкое обострение экологической проблемы, поставило перед человечеством задачу поиска новых путей развития, перестройки своих отношений с окружающей средой. В конкретном социальном и экономическом плане этими проблемами занимаются

как на национальном уровне, так и в рамках крупных международных исследовательских центров.

Так какова же роль философии в современном аспекте взаимоотношения природы и человека?

Философский взгляд на современную экологическую ситуацию может оказаться очень плодотворным для правильной постановки самой экологической проблемы, более глубокого и всестороннего ее осмысления и выработки оптимальной глобально-экологической стратегии. Человеку жизненно важно общаться с природой всей целостностью своего существа. Но тем не менее, человечество, осознавая некую фатальность сложившейся экологической ситуации, все же грезит потенциалом накопленной технической мощи, который с одной стороны может нести угрозу бессмысленного самоуничтожения, а с другой стороны несет перспективу величайшего социального процветания. Таким образом, философия при плотном взаимодействии с техническими дисциплинами должна направить человечество в нужное русло развития технической мощи и сформировать уважительные отношения к окружающей нас природной среде, как не только к необходимому элементу существования жизни за Земле, но и как прекрасному и неповторимому в своем роде механизму.

Так примерами человекосоразмерных комплексов, то есть комплексов, характеризующихся взаимодействием природы, техники и человека, являются медико-биологические, экологические объекты, биотехнологии, системы «человек-машина» (включая информационные комплексы и системы искусственного интеллекта). В ходе исследования и практического освоения таких комплексов особую роль начинает играть знание запретов на некоторые стратегии взаимодействия, потенциально содержащие в себе катастрофические последствия, что предполагает включение аксиологических и этических факторов в состав объясняющих положений.

Один из таких комплексов, направленных на контролирование состояния окружающей среды и дальнейшее составление прогнозов, и являющихся симбиозом экологии и техники, как нельзя лучше характеризует положительное влияние развития технической мощи. Подобные системы развиваются во многих областях, помогая отслеживать рост заболеваний, относительно действия того или иного вида загрязнителя и количества его выбросов, отслеживать действие вредных веществ на атмосферу, водную и почвенную среду. Такие комплексы позволяют оценить масштабы загрязнения окружающей среды, определить виды загрязнителей и спрогнозировать результаты их воздействия. Это поможет в принятии решений о методах и масштабах устранения последствий уже произведенных недобрых действий человечества, а так же благодаря прогнозированию даст возможность заглянуть в будущее и возможно не допустить совершения



непоправимых действий в отношении природы. Ведь как сказал Винченцо Зисвилер : « Продолжая губить природу, человек пилит сук, на котором сидит, ведь разумная охрана природы равнозначна охране человечества».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 <http://www.philodream.ru/philos-2.html>
- 2 <http://xreferat.ru/104/3376-1-filosofiya-eko.html>
- 3 <http://www.zadachi.org.ru/?n=16>

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 28.12.12.

*О. Г. Потепенко, А. О. Потепенко*

**Қоршаған орта мониторинг күйінің автоматтандырылған жүйелердің болуы және оларды құрастырудың қалыпты концепциясы**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 29.12.12 редакцияға түсті.

*O. G. Potapenko, A. O. Potapenko*

**Philosophical aspect of creation of the automated systems for environmental conditions monitoring**

S. Toraygyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 29.12.12.

*Үшінші мыңжылдықтың табалдырығында халықтардың алдында тұрған көп әлеуметтік мағыналы мәселелерінің арасында басты мәселе – қоршаған ортаның ластануы салдарынан адам баласының және жердегі барлық тірі жандардың аман қалуы қарастырылған. Мақалада қоршаған орта мониторингі автоматтандырылған жүйелерді құрастырудың философиялық тұрғылары қарап шыққан.*

*Among the numerous social problems which have risen before people on a threshold of the third millenium, the most significant is the problem of survival of mankind and all the life on the Earth in view of environmental contamination. In the article there were considered the philosophical aspects of construction of the automated systems of environmental monitoring.*

**А. Е. Саденов**

## **МЕТОД РЕАЛИЗАЦИИ СИНТЕЗА РЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛОВАРЯ ДИФОНОВ**

*В данной работе представлен метод диффонного синтеза. Как известно, диффоны, представляют собой переходы между звуками (межфонемные переходы).*

*Рассмотрены проблемы перепада амплитуд на концах диффонов и получаемые слышимые «клики» (амплитудные разрывы) и их решение. Представлены алгоритмы последовательной обработки, вычисления квазипериодов и нормализации при синтезе речи.*

Большинство современных методов синтеза речи можно разделить на следующие условные типы:

1. Компилятивный синтез.
2. Синтез по правилам.
3. Формантный синтез.
4. Артикуляционный синтез.
5. Статистический параметризованный синтез (НММ-based synthesis).

Каждый из этих типов имеет определенные ограничения. Компилятивный синтез как наиболее простой способ, имеет слышимые дефекты при склеивании, записанного диктором аудио-отрезков. Формантный синтез может быть ограниченно использован в реалтайм-системах по причине низкой производительности и низкого качества получаемого голоса. Артикуляционному синтезу присущ роботизированный голос по причине сложности построения достоверной модели голосового тракта человека.

В данной работе представлен метод синтеза, использующий конечный словарь диффонов, представляющих собой переходы между звуками. Диффонный синтез является частным случаем компилятивного синтеза. Для решения типичной проблемы диффонных методик слышимости мест склейки диффонов использована техника подрезки диффонов по краям согласно их квазипериодичности, что дает значительное повышение качества по сравнению с обычным диффонным методом синтеза.

В результате получаем надежный и быстрый способ синтеза речи с приемлемым качеством и минимальной речевой базой. Описываемый метод реализован в системе синтеза речи казахского и русского языков.

### **Описание метода синтеза**

Дифонная модель предполагает, что из речи можно выделить некие стационарные участки, на звучание которых не влияют соседние звуки. В середине этих стационарных участков проводится граница между дифонами. При этом, однако, общее количество дифонов в том или ином языке будет не меньше, чем общее количество аллофонов в этом же языке. [1]

В данном методе за стационарный участок принимается середина состояния звуковой фонемы.

К примеру, русское слово «молоко» (на английском «milk») мы можем разбить на следующие дифоны, согласно стационарным состояниям:

m0-mo-ol-lo-ok-ko-o2

Как видно можно различать следующие стационарные состояния: начало фонемы, середина, конец фонемы. Фактически, транскрибируя входной текст, мы руководствуемся следующим правилом:

1. Первая фонема разделяется на следующие дифоны: от начала и до середины фонемы.

2. Далее от середины фонемы до середины следующей фонемы.

3. В концовке аналогично от середины и до конца текущей фонемы.

В нашем примере это будет выглядеть так:

“m0” – содержит фрагмент от начала фонемы и до ее середины.

“mo”- от середины фонемы “m”, переход между звуками “m” и “o” и до середины фонемы “o”.

“ol”, “lo”, “ok”, “ko” – аналогично предыдущим дифонам.

o2 – содержит фрагмент от середины фонемы до ее окончания.

Данное же правило действует и для дифонов с непроизносимыми фонемами. При формировании базы фонем следует учитывать комбинации фонем с устоявшимся звучанием, когда некоторые фонемы не произносятся.

Данная методика разбиения на дифоны позволяет склеивать в местах наибольшего совпадения речевого сигнала, увеличивая качество соединения. Следующие проблемы, которые следует рассмотреть это перепад амплитуд на концах дифонов и слышимые «клики» (спектральные разрывы) даже при склеивании одинаковых фонем.

### **Квазипериоды.**

Считается, что возникают трудности при попытках использовать дифонную базу данных для синтеза речи. Дело в том, что если речь формируется посредством соединения дифонов, то в местах соединений образуются заметные перепады. Образующиеся в результате разрывы заметны на слух — речь, «склеенная» из отдельных дифонов, звучит неестественно [1].

Для решения данной проблемы следует обратиться к природе возникновения звука. Как известно, гласные и звонкие согласные звуки

образуются под воздействием потока воздуха и голосовые связки совершают колебания, близкие периодическим.

Поэтому и соответствующие сигналы (амплитудно-временные представления) являются квазипериодическим (точное определение понятия квазипериода приведено ниже). Вот как выглядит, например, амплитудно-временное представление звука «А»



Рисунок 1 – Результат автоматического разбиения голосового участка сигнала на квазипериоды

На этом рисунке вертикальные метки (границы квазипериодов) расставлены автоматически, по следующему алгоритму.

1. Вычисляется величина

$$L_k := \left| x_{n_0+i} - x_{n_0+i+k} \right|_{i=0}^k$$

где  $n_0$  - номер отсчета, с которого в буфере начался текущий квазипериод,

$$MIN \leq k \leq MAX.$$

2. Определяется  $k=k_0$ , при котором величина  $L_k$  принимает минимальное значение. По определению  $k_0$  представляет собой длину квазипериода. Числа  $MIN$  и  $MAX$  определяются высотой голоса диктора. Для тенора можно взять

$$MIN = 60, \quad MAX = 200.$$

3. Принимая конец найденного квазипериода за начало следующего, находим второй квазипериод и так далее.

Шипящие и глухие взрывные звуки «K», «P», «T», а также звуки, подобные «F» произносятся без участия голосовых связок. Отрезки сигнала, отвечающие шипящим, или паузообразные отрезки, соответствующие глухим взрывным и звукам «F» не обладают квазипериодической структурой. Поэтому при применении к этим отрезкам описанного алгоритма величина будет минимизироваться не за счет близости к нулю разности, стоящей под знаком суммы, а за счет минимизации числа слагаемых. В результате числа, которые в случае голосового звука дают значения квазипериодов, будут близки к величине  $MIN$ . [3]

Кстати, это позволяет отличать квазипериодические участки от неквазипериодических и использовать это отличие, например, для анализа сигнала на наличие речи

Таким образом при формировании базы дифонов мы можем автоматически подрезать края аудиосигнала согласно квазипериодам. Т.е. полученный дифон начинается с первого квазипериода и заканчивается последним квазипериодом. К примеру для звука “А” полученный результат будет выглядеть следующим образом.



Рисунок 2 – Результат автоматического подрезки фонемы «А» согласно квазипериодам

Соответственно мы можем склеивать различные вариации межфонемных переходов с фонемой “А”, к примеру “та”+”am” и так далее без появления разрывов в месте склейки дифонов. После проведения процедуры подрезки согласно квазипериодам следует перейти к нормализации дифонов.

### **Выводы**

В данной работе не описан алгоритм транскрибирования текста, переводящего входной текст в необходимый набор транскрипций дифонов, т.к. это является задачей обработки текста и к синтезу относится косвенно. Данный вопрос следует серьезней рассматривать при дальнейшей работе над интонированием синтезированного текста.

Основной целью исследования являлось создание простого способа синтеза приемлемого качества, который можно использовать в устройствах с ограниченными аппаратными возможностями при этом, приблизив качество к максимально требуемому.

Дальнейшие работы в данном направлении представляются в улучшении интонирования речи, добавления необходимых характеристик к транскрипциям дифонов. Но даже в текущей реализации качество достаточно для применения в системах человеко-машинного взаимодействия, мобильных устройствах.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 **Фролов, А. В.** Синтез и распознавание речи. Современные решения.
- 2 **Кривнова, О. Ф., Захаров, Л. М., Зиновьева, Н. В., Строкин, Г. С., Бабкин, А. В.** Опыт разработки системы автоматического синтеза речи для русского языка. // Труды IX сессии РАО. АКИН, М. – 1999 – С. 3-5

- 3 Шелепов, В. Ю. Лекции о распознавании речи. – Донецк : ИПШИ «Найка и образование». 2009. – С. 14-15.
- 4 Калимолдаев, М. Н., Амиргалиев, Е. Н., Мусабаев, А. Синтез интонационной составляющей речевого сигнала с применением сплайновой интерполяции. // Труды международной конференции Математические и информационные технологии, – 2011.
- 5 Vintsyuk, T. K. Analysis, recognition and interpretation of speech signals. – Kiev, 1987.
- 6 Speech Analysis FAQ - <http://svr-www.eng.cam.ac.uk/~ajr/SA95/Speech Analysis.html>

Евразийский национальный университет  
имени Л. Н. Гумилева, г. Астана.  
Материал поступил в редакцию 25.12.12.

*A. E. Sadenov*

**Дифондар сөздігін пайдалана отырып сөйлеу синтезін ұйымдастыру әдісі**  
Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.  
Материал 25.12.12 редакцияға түсті.

*A. E. Sadenov*

**Implementation method of speech synthesis using diphone's dictionary**  
L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana.  
Material received on 25.12.12.

*Берілген жұмыста дифондық синтез әдісі ұсынылған. Дифондар дыбыс аралық өтулер (фонемааралық өтулер) болып табылады. Синтездің берілген әдісі артықшылықтарын сақтау кезінде сапаны әлдеқайда арттыратын басы мен соғындағы амплитудаға сәйкес және сигнал квазипериодтылығы мен желімдеп жабыстырудың автоматты түрде нормалануына сәйкес стандартты әдіс сапасын арттыру үшін шектерінен күзеу қолданылған.*

*Дифондар соғындағы амплитудалар айырмасының және одан туындайтын дыбыстар (амплитудалық үзілістер) мәселелері және оларды шешу қарастырылған. Квазипериодтардың кезекті өңделуі мен есептелуі және сөйлеу синтезі кезіндегі нормалдау алгоритмдері ұсынылған.*

*This paper presents a method of diphone speech synthesis. As you know, diphones represent transitions between sounds (interphoneme transitions). This paper describes problems at the ends of the differential amplitude of diphones and received audible “clicks” (amplitude breaks)*

and their solution. Also includes algorithms of sequential processing, computing of quasi-periods and normalization by speech synthesis.

УДК 624.131.438

**А. Т. Сатыбаев, Б. М. Сеитов**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СКАЛЬНЫХ ОСНОВАНИЙ ГРАНДИОЗНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ЕЕ ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ**

*Исследуется влияние начального напряженного состояния скальных оснований на опытные величины модуля деформации, определяемые методом нагружения пород штампом на модели с цементом из гипсоизвестнякового раствора. Определяются прочностные и деформационные характеристики на сжатие и растяжения образцов по стандартной методике, а также на основании статических опытов в условиях плоского напряженного состояния на модели из эквивалентных материалов с цементом. Путем прикладывания горизонтальных нагрузок на боковые грани модели и вертикальных на целик устанавливаются закономерности изменения модуля общей деформации  $E_0$  в зависимости горизонтальных напряжений.*

Крупномасштабные исследования напряженно-деформированного состояния скальных оснований массивных сооружений относятся к дорогостоящим процедурам. Полученные при помощи различных методов на одних и тех же массивах скальных пород дают существенный разброс. Кроме этого, не вполне определимо влияние на результаты испытаний природных напряжений. Поэтому считается целесообразным отдать предпочтение изучению лабораторных моделей, адекватных по физическим, прочностным и деформационным характеристикам скальных оснований [3].

Экспериментальная задача моделирования скальных оснований массивных сооружений с учетом начального напряженного состояния рассматривалась на модели из эквивалентных, в частности, гипсоизвестняковых материалов с цементом (Рис. 1). При этом в материале реализовывалось плоское напряженное состояние. Опыты были поставлены в лаборатории скальных оснований Московского инженерно-строительного института имени В. В. Куйбышева.

Из частей 1 и 2 материала модели изготовлены образцы для испытания на сжатие и растяжение. Эксперимента на сжатие осуществлялись на рычажном прессе с соотношением плеч 1:5 по стандартной методике на двенадцати образцах с размерами 0,04x0,04x0,14. Для проведения опытов на растяжение были подготовлены шесть образцов с размерами 0,04x0,06x0,24 м.

В результате прозвучивания образцов прибором УКБ-1М было установлено, что динамический модуль упругости колеблется в пределах:

$$E_o = (2300 \dots 3200) \text{ МПа, для образцов на сжатие;}$$

$$E_o = (2838 \dots 3836) \text{ МПа, для образцов на растяжение.}$$

Такой разброс значений динамических модулей упругости объясняется неоднородностью, обусловленной технологией изготовления модельного полотна.

Результаты испытания образцов на сжатие и растяжение приведены в таблице 1.

Таблица 1

№	Наименование	Ед. изм.	Величина	Примечание
1	Предельная призмная прочность модельного полотна $R_{сж}^{zp}$ .	МПа	3,22ч5,3	Образцы размером $(4 \times 4 \times 14) \cdot 10^{-2}$ м, испыт. на сжатие
2	Статический модуль общей деформации $E_0^{сж}$ .	МПа	2300ч3200	
3	Коэффициент поперечной деформации $\mu_{сж}$	-	0,188ч0,290	
4	Предельная призмная прочность модельного полотна $R_{рас}^{zp}$ .	Мпа	0,45ч0,61	Образцы размером $(4 \times 6 \times 24) \cdot 10^{-2}$ м, испыт. на растяжение
5	Статический модуль общей деформации $E_0^{рас}$ .	Мпа	2838ч3836	
6	Коэффициент поперечной деформации $\mu_{рас}$ .	-	0,187ч0,403	

Первоначально на выделение целика из полотна модельного материала возлагалась надежда на возможность определения деформационных и прочностных характеристик путем испытаний его на сжатие, отрыв и сдвиг. Такой подход мог бы дать преимущества сравнительно с опытами на жестких штампах.

Обеспечение жесткости целика проверялось по показателю гибкости М. И. Горбунова-Посадова [1] в виде

$$\tilde{A} = \frac{12 a^2 \hat{A}_0 (1 - \frac{2}{1})}{\hat{I}^2 \hat{A}_1 (1 - \frac{2}{0})} \quad (1)$$

здесь  $2a$ ,  $2b$  – соответственно меньшая и большая стороны целика;  $h$  – высота целика;  $E_1 = E_0$  и  $\mu_1 = \mu_0$  – соответственно модуль упругости и коэффициент поперечной деформации целика и модельного материала.

Формула (1) позволяет установить ограничение на высоту целика.

Поскольку имеет место неравенство  $0 \leq \Gamma \leq 8/\sqrt{\alpha}$ , где  $\alpha = a/b$ , то для



рассматриваемого случая  $\alpha=0,75$ , при котором жесткость целика считается конечной. Полагая для  $\Gamma$  предельный случай, т.е.  $\Gamma = 8/\sqrt{\alpha}$ , будем иметь  $\Gamma = 9,24$ . Решая зависимость (1) относительно  $h$ , получаем наименьшую высоту «целика-штампа» из условия обеспечения жесткости целика по отношению к испытываемому модельному основанию, равную

$$i = \frac{3 \hat{a}^2 \hat{a} \sqrt{\hat{a}}}{2} \cdot 10,552 \cdot 10^{-2} i$$

Полученный результат позволяет утверждать, что условие жесткости ( $H = 12 \cdot 10^{-2} \text{ м} > 10,552 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ ) целика выполняется.

Будем считать, следуя [1, 2], что материал модели по своим механическим характеристикам соответствует реальному массиву скальных пород.

На рис. 1 схематично изображен рычажной стенд с гипсоизвестняковой моделью с целиком. Эксперимент состоял из отдельных опытов с различными значениями равномерного давления, прикладываемого по горизонтали к боковым граням плоской модели ( $\sigma_x$ ) и вертикали на «штамп-целик» ( $\sigma_z$ ). При нагружении выполнялось условие, в соответствии с которым составляющие напряжений  $\sigma_x$  и  $\sigma_z$  не должны превышать 70% призменной прочности, установленной при испытаниях образцов на сжатие и растяжение (табл. 1).

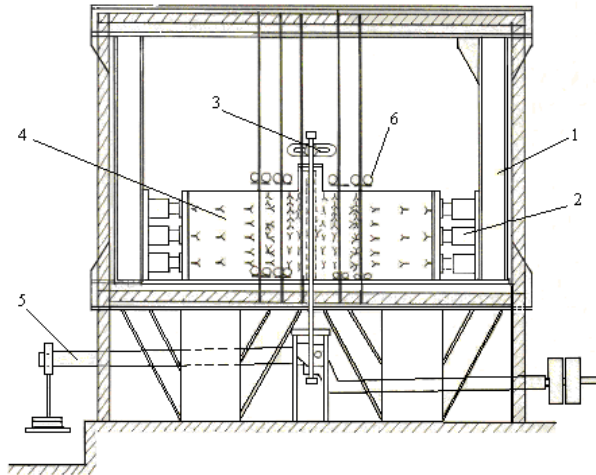


Рисунок 1 – Схема испытания скальных оснований гидротехнических сооружений на плоской модели с целиком из эквивалентных материалов: 1 – стенд; 2 – гидравлические домкраты 25 тн; 3 – динамометр ДС-5; 4 – плоская модель с целиком; 5 – рычажная силовая установка с соотношением плеч 1:10, для вертикальной нагрузки модели; 6 – мессуры, индикаторы часового типа (тысячники).

Горизонтальные давления (рис. 1) создавались при помощи шести домкратов (по три домкрата с каждой стороны) и выдерживались постоянными при значениях: 0; 0,05; 0,10; 0,15 МПа. Затем производилась разгрузка модели в обратном режиме. Результаты опытов показали, что после разгрузки модель полностью восстанавливала размеры и форму. Иными словами, остаточные деформации не возникали.

Дальнейшие опыты состояли в следующем - при постоянном горизонтальном давлении на модель прикладывались вертикальная нагрузка тремя ступенями на целик через жесткий штамп с последующей разгрузкой. Такое ступенчатое изменение потребовалось для набора данных, необходимых для статистической обработки. При этом величина вертикального давления доводилась до максимума 0,3 МПа, а затем производилась полная разгрузка.

После снятия нагрузки модель выдерживалась не менее двух часов для ликвидации упругого последствия. Тот же опыт повторялся для всех значений горизонтальных давлений.

Для измерения деформаций модельного поля использовались проволочные тензодатчики сопротивления, методика применения которых апробировалось в [3]. Относительные деформации определялись с помощью комплекта цифровой тензометрической аппаратуры ЦТК-1 с точностью  $1 \cdot 10^{-5}$ . Тензодатчики в количестве 194-х штук, наклеены на модельное поле согласно схеме рис. 2б симметрично относительно центральной оси на видимом и не видимом фасадах. Поэтому значения деформаций определялись как среднее результатов по двум датчикам по вертикали А (Рис. 1), а для остальных – по четырем датчикам.

Показания датчиков фиксировались после приложения нагрузки. Следующий замер производился после 30-минутной выдержки с целью выяснения изменения деформаций во времени. Оказалось, что фактор времени не имеет существенного значения. Как указывалось выше, между сериями опытов модельное полотно оставалось ненагруженным в течение двух часов.

Данные по изучению влияния начального напряженного состояния на деформируемость модели представлены на рис. 2 в виде эпюр изменения относительной продольной деформации  $z$  от глубины. Величина вертикального давления сохраняется, как уже отмечалось, постоянной и равной 0,3 МПа, а горизонтальное давление изменяется ступенями.

Результаты опытов показывает, что:

- Наибольшие относительные продольные деформации  $z$  имеет место в точках модельного поля, расположенных в целике и вблизи него;
- С увеличением горизонтальных давлений деформации  $z$  на всех уровнях уменьшаются.

Абсолютную осадку какой-либо точки модельного поля можно определить как площадь эпюры  $z - h$  (Рис. 2а). Напомним, что значение

деформаций фиксировались в определенных точках модельного поля, причем горизонтальные давления прилагались ступенями. Криволинейные эпюры  $z - h$  для первого и четвертого этапов горизонтального нагружения заменим ступенчатым графиком (Рис. 2б) обеспечением равенства этих площадей.

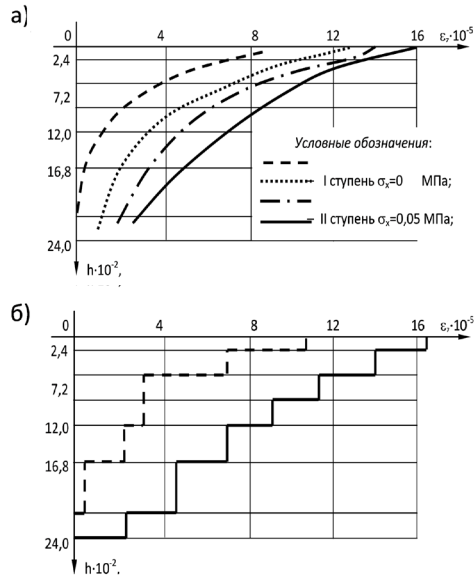


Рисунок 2 – Графики изменения относительной деформации в вертикали «Б» с глубиной при  $\sigma_z=0,3$  МПа и  $\sigma_x=0$  ч  $0,15$  МПа. А) полученные результаты опытов; б) приведенный график для определения осадки под штампом в вертикали «Б»

Величину абсолютной осадки  $S$  подошвы «целика-штампа» с использованием ступенчатой эпюры  $z - h$  (Рис. 2б) определим по формуле

$$S = \sum_{i=1}^n h_i \cdot \epsilon_{zi} \quad (2)$$

где:  $h_i$  – толщина выделенного элемента в пределах которого относительная деформация считается постоянной,  $\epsilon_{zi}$  – относительная деформация отдельных элементов под «целиком-штампом».

При известной величине осадки модуль общей упругости легко вычисляется.

Имеем

$$E_0 = \frac{K}{S_0}, \quad (3)$$

Здесь для  $K$  получено [4]

$$K = \frac{1}{\epsilon} (1 - \frac{2}{0}) \Delta P$$

причем  $\frac{1}{\epsilon}$  – коэффициент, зависящий от местоположения точки,  $P$  – величина давления под «целиком-штампом» ( $P=0,3$  МПа),  $\epsilon$  – ширина целика.

Конкретные расчеты, приведенные по данным опытов, дали следующие значения модуля общей деформации  $A_0=8083,3$  МПа, который превышает значение  $A_0=2923,22$  МПа, установленное при отсутствии бокового давления. Последнее значение  $E_0$  соизмеримо с полученными на образцах (табл. 1). Следовательно, влияние схемы напряженного состояния на механические параметры оказываются ощутимым.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ухов, С. Б. Скальные основания гидротехнических сооружений. – М. : Энергия, 1975. – 263 с.
- 2 Турчанинов, И. А., Марков, Г. А., Иванов, В. И., Козырев, А. А. Тектонические напряжения в земной коре и устойчивость горных выработок. – Л. : Наука, 1978. – 256 с.
- 3 Сатыбаев, А. Т. Влияние начального напряженного состояния скальных оснований массивных сооружений на ее деформируемость. // Инженер, Научно-образовательный и научный журнал. №1, - Б. : Инженерная Академия, 2010. – С. 13.

Ошский технологический университет  
имени академика М. М. Адышева, г. Ош.  
Материал поступил в редакцию 24.12.12.

*A. T. Satybaev, B. M. Seitov*

**Оның формасын өзгерту үшін таспен іргетасын орасан күрделі кылып салу басты шиелініскен жағдайының әсерін зерттеу**

Академик М. М. Адышев атындағы  
Ош технологиялық университеті, Ош қ.  
Материал 24.12.12 редакцияға түсті.

*A. T. Satybaev, B. M. Seitov*

**To the question of influence of the initial tension of the rocky bases of grand buldings on their deformability.**

Academical M. M. Adushev Osh Technological University, Osh c.  
Material received on 24.12.12.

Бұл мақалада авторлар штампты жүктеу ықпалында гипсты ақ балшықтан жасалған моделде тау негіздерінің бастапқы керілуінің оның деформациясына әсері зерттелген. Стандартталған әдіспен үлгілерді қысу және созудың беріктілігі және деформациялық сипаттамалары анықталған, сонымен қатар статистикалық тәжірибелердің негізінде жазық керілу күйі шарты қарастырылған. Модельдің бүйір бетіне және целикке вертикал бағытта горизонтал жүктемені түсіре отырып, горизонталь кернеулерге сәйкес  $E_0$  жалпы деформация модулінің өзгеру заңдылығы орнатылады.

*Influence of an initial tension of the rocky bases on skilled sizes of the deformations module the defined by the method of loading of rocks by a stamp on model with a pillar entirely from plaster calcareous of a solution is investigated. Are defined strenght and deformation characteristics on compression and stretching of samples by a standard technique, and also on the basis of static experiences in conditions of a flat tension on model from equivalent materials with a pillar. By applying of horizontal loadings on lateral sides of the model and vertical on the pillar there are established the laws of change of the general deformation  $E_0$  module in dependence of horizontal pressures.*

УДК 530.1:537.8

**С. К. Тлеуқенов, Т. С. Досанов, А. Ж. Саматова, Е. Ертай**

## **О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПОПЕРЕЧНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ПЬЕЗОМАГНИТНЫХ СРЕДАХ ТЕТРАГОНАЛЬНОЙ СИНГОНИИ КЛАССОВ 422, 4mm, 4/mmm**

*В данной работе получены условия существования поперечных поверхностных волн в пьезомагнитных средах тетрагональной сингонии классов 422, 4mm, 4/mmm, в случае, когда связаны два типа волн: упругая волна Y-поляризации и электромагнитная TE волна.*

Поперечные поверхностные акустоэлектрические волны в пьезоэлектриках впервые были рассмотрены в работах [1-3] (волны Гуляева-Блюстейна). Они имеют два характерных признака. Во-первых, они существуют лишь в пьезоэлектрических кристаллах вблизи свободной границы и, во-вторых,

частицы среды испытывают чисто поперечные колебания в направлении, параллельном поверхности («горизонтальная» поляризация).

Поверхностные волны обладают, по сравнению с объемными, рядом преимуществ в эксперименте и практическом использовании: относительной простотой возбуждения и приема, возможностью регистрации и управления волной в любой точке на пути ее распространения вдоль поверхности [4].

В данной работе, впервые на основе аналитического *метода матрицанта* [5], будут получено условие существования аналогичных волн в *пьезомагнитных* средах.

Рассмотрим однородную пьезомагнитную среду тетрагональной сингонии классов 422, 4mm, 4/mmm. Кристаллографическая система координат совмещена с декартовой системой координат.

В [6] было показано что, если связанные упругие и электромагнитные волны распространяются вдоль плоскости XZ электромагнитная TE волна связана только с упругой поперечной волной Y-поляризации.

Из метода матрицанта следует, что в случае взаимодействия только двух типов волн, выражения, описывающие эти волны, могут быть записаны в виде:

$$\vec{w} = \hat{T}_{o\partial n}^{\pm} \vec{w}_0 e^{i(\alpha x - m x - n y)} \quad (1)$$

где  $\vec{w}_0$  – некоторый постоянный вектор, определяющий амплитуды волн;  $m$ ,  $n$  – x-вая и y-вая составляющие волнового вектора соответственно.

$$\hat{T}_{o\partial n}^{\pm} = \frac{1}{2(\kappa^2 - k^2)} (\hat{\Phi}^{\pm} e^{\mp i k z} - \hat{\Psi}^{\pm} e^{\mp i k z}) \quad (2)$$

$\hat{T}_{o\partial n}$  – матрицант усредненных (или однородных) сред [5].

$$\hat{\Phi}^{\pm} = (\hat{B}^2 + \kappa^2 \hat{E}) \pm \frac{i}{k} (\hat{B}^3 + \kappa^2 \hat{B}) \quad (3)$$

$$\hat{\Psi}^{\pm} = (\hat{B}^2 + k^2 \hat{E}) \pm \frac{i}{\kappa} (\hat{B}^3 + k^2 \hat{B}) \quad (4)$$

$$k^2 = \frac{2(1 - p_{1,2})}{h^2} \quad (5)$$

$p_1$  и  $p_2$  – корни характеристического уравнения

$\det(\hat{P} - \lambda \hat{E}) = 0$ ;  $\hat{B}$  – матрица четвертого порядка.

$$\hat{P} = \hat{E} + \frac{\hat{B}^2 h^2}{2} \quad (6)$$

Знаки « $\pm$ » – относятся к волнам, распространяющимся вдоль положительного и отрицательного направлений оси Oz соответственно.

Если связанные упругие и электромагнитные волны распространяются в пьезомагнитной среде тетрагональной сингонии классов 422, 4mm, 4/mmm вдоль плоскости XZ, то  $n=0$ ,

$$\hat{B} = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & i\omega b_{14} & 0 & b_{34} \\ 0 & 0 & b_{43} & 0 \end{pmatrix}; \vec{w} = \begin{pmatrix} u_y \\ \sigma_{yz} \\ E_y \\ H_x \end{pmatrix} \quad (7)$$

– циклическая частота волн, предполагается, что частота упругих волн равна частоте электромагнитных волн;  $u_y$  – y-вая составляющая вектора смещения точек среды;  $\sigma_{yz}$  – компонента тензора напряжения;  $E_y$ ,  $H_x$  – составляющие напряженностей электрического и магнитного полей.

Элементы матрицы коэффициентов  $\hat{B}$  имеют вид:

$$b_{12} = \frac{1}{c_{44}}; b_{14} = \frac{Q_{14}}{c_{44}}; b_{21} = -\rho\omega^2 + m^2 c_{66}; b_{34} = i\omega \left( \mu_0 \mu_{11} + \frac{Q_{14}^2}{c_{44}} \right);$$

$$b_{43} = i\omega \left( \varepsilon_0 \varepsilon_{11} - \frac{m^2}{\omega^2 \mu_0 \mu_{33}} \right).$$

$C_{44}$ ,  $C_{66}$  – компоненты тензора упругости;  $Q_{14}$  – пьезомагнитный модуль;

– плотность среды;  $\mathbf{1}$ ,  $\mathbf{3}$  и  $\varepsilon_{11}$  – компоненты тензоров магнитной и электрической проницаемости среды;

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}, \varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}.$$

$$k^2 \left. \begin{matrix} \\ \kappa^2 \end{matrix} \right\} = \frac{1}{2} \left( -b_{12}b_{21} - b_{34}b_{43} \pm \sqrt{(b_{34}b_{43} - b_{12}b_{21})^2 + 4i\omega b_{14}^2 b_{21}b_{43}} \right) \quad (8)$$

Кроме того, необходимо записать компоненту тензора напряжения  $\sigma_{xy}$  и составляющую напряженности магнитного поля  $H_z$ .

$$\sigma_{xy} = -imc_{66}u_y; \quad H_z = \frac{m}{\omega\mu_{33}}E_y$$

Пусть плоскость границы есть плоскость  $0xy$  (Рисунок – 1). Представим себе поверхность пьезомагнитной среды, покрытой тонким слоем идеально проводящей среды («металлизированная поверхность»). Тогда на границе  $z = 0$ , пренебрегая изменением упругих свойств системы, можно задать следующие граничные условия:

$$\sigma_{yz}|_{z=0} = 0 \text{ и } E_y|_{z=0} = 0 \quad (9)$$

Граничные условия (9) приводят к условиям существования поперечных поверхностных волн для пьезомагнитной среды (аналог волн Гуляева-Блюстейна).

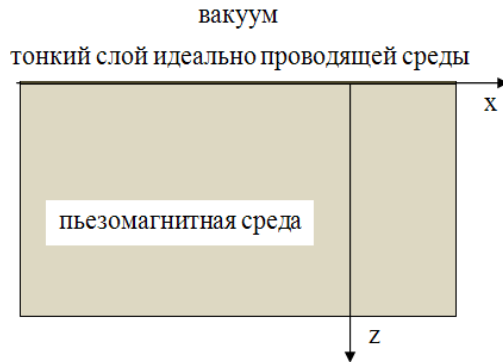


Рисунок 1 – Кристаллографическая система координат пьезомагнитной среды тетрагональной сингонии классов 422, 4mm, 4/mmm совмещена с декартовой системой координат

Матричное выражение (1) позволяет получить аналитическое решение задачи о поперечных поверхностных волнах в пьезомагнитной среде, при взаимодействии двух типов волн.

Беря только затухающие по глубине волны, т.е. проведя подстановки

$$k \quad k_p \text{ и } i_p, \text{ из (8) получим:}$$



$$\left. \begin{array}{l} -k_p^2 \\ -\kappa_p^2 \end{array} \right\} = \frac{1}{2} \left( -b_{12}b_{21} - b_{34}b_{43} \pm \sqrt{(b_{34}b_{43} - b_{12}b_{21})^2 + 4i\omega b_{14}^2 b_{21}b_{43}} \right) \quad (10)$$

Тогда при  $z=0$  из выражения (1), имеем:

$$\vec{w}\Big|_{z=0} = \hat{T}_{\text{одн}}^+ \Big|_{z=0} \vec{w}_0 e^{i(\omega t - mx)} \quad (11)$$

где

$$\hat{T}_{\text{одн}}^+ \Big|_{z=0} = \frac{1}{2} \left( \hat{E} - \frac{\hat{B}(k_p^2 + k_p \kappa_p + \kappa_p^2) - \hat{B}^3}{k_p \kappa_p (k_p + \kappa_p)} \right) \quad (12)$$

Вектор  $\vec{w}_0$  имеет вид:

$$\vec{w}_0 = (\underline{u}_{z0}, 0, 0, H_0) \quad (13)$$

Индекс « $t$ » означает операцию транспонирования.  $\underline{u}_{z0}$  и  $H_0$  постоянные определяющие амплитуды поперечных поверхностных волн.

Используя граничные условия (9) из (11)-(13) получим условия существования поперечных поверхностных волн:

$$b_{21}(b_{12}b_{21} - (k_p^2 + k_p \kappa_p + \kappa_p^2)) = 0 \quad (14)$$

$$b_{34}^2 b_{43} - b_{34}(k_p^2 + k_p \kappa_p + \kappa_p^2) + i\omega b_{14}^2 b_{21} = 0 \quad (15)$$

Таким образом, в данной работе получены условия существования поперечных поверхностных волн (14)-(15) в пьезомагнитных средах тетрагональной сингонии классов 422, 4mm, 4/mmm, в случае, когда связаны два типа волн: упругая волна  $Y$ -поляризации и электромагнитная TE волна.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Каганов, М. И., Скловская И. Л. ФТТ, 8, 3480, 1966.
- 2 Bleustein, J. L., Appl. Phys. Lett., 13, 412, 1968.
- 3 Гуляев, Ю. В. Письма в ЖЭТФ, 9, 63, 1969.
- 4 Балакирев, М. К., Гилинский И. А. Волны в пьезокристаллах. – Новосибирск : Наука, 1982. – С. 240.
- 5 Глеукунов, С. К. Метод матрицанта. – Павлодар: НИЦ ПГУ им. С. Торайгырова – 2004. – С. 148.
- 6 Глеукунов, С. К., Досанов, Т. С., Кынырбеков, Б. А. О структуре матрицы коэффициентов для некоторых классов неоднородных анизотропных сред с пьезомагнитным эффектом // Вестник ПГУ, серия физ.-мат. – 2010 – № 2. – С. 89-98.

Евразийский национальный университет  
имени Л. Н. Гумилева, г. Астана;  
Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 26.12.12.

*С. К. Тлеуенов, Т. С. Досанов, А. Ж. Саматова, Е. Ертай*

**Класстары 422, 4mm, 4/mmm тетраоналды сингониялы пьезомагниттік орталардағы көлденең беттік толқындардың таралуы туралы**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті, Астана қ.;  
С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ.  
Материал 26.12.12 редакцияға түсті.

*S. K. Tleukenov, T. S. Dosanov, A. Zh. Samatova, E. Ertai*

**On the shear surface waves in piezomagnetic medium of tetragonal syngony of classes 422, 4mm, 4/mmm**

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana;  
S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 26.12.12 .

*Бұл мақалада толқындардың екі түрі (Y-поляризациясы серпімді толқыны және электромагниттік ТЕ толқыны) байланысқан болған жағдайы үшін тетраоналды сингониялы класстары 422, 4mm, 4/mmm пьезомагниттік орталардағы көлденең беттік толқындардың болу шарты алынған.*

*In this paper, conditions for the existence of transverse surface waves in piezomagnetic medium of tetragonal syngony of classes 422, 4mm, 4/mmm, when linked by two types of waves: elastic wave Y-polarization and electromagnetic TE wave.*

УДК 512.544

**Д. А. Троян, И. И. Павлюк**

## **О ПСЕВДОВЕРШИНАХ ГРАФОВ ГРУПП**

*В работе построены графы классов сопряженных элементов с псевдовершинами.*

Понятие псевдовершин вводится впервые. Графы классов сопряженных элементов введения в теорию групп И.И. Павлюком. Вершинами каждого графа являются сопряженные элементы группы. А ребрами графа – смежные классы группы по централизаторам элементов, находящимся в вершинах. На этих ребрах находятся псевдовершины. В них входит 2 ребра и исходит 2 ребра – это является характерной чертой для псевдовершин изучаемой группы. Исследование группы  $S_3$  и ее псевдовершин дает новое свойство ребер графов классов сопряженных элементов.

Целью работы является исследование свойств псевдовершин графов классов сопряженных элементов группы  $S_3$ . Объектом исследования: симметрическая группа 3 степени  $S_3$  - группа преобразований (самосовмещений) правильного треугольника. Предметом исследования: псевдовершины графов классов сопряженных элементов симметрической группы  $S_3$ .

Научная новизна работы – впервые исследуются графы классов сопряженных элементов на предмет наличия псевдовершин, выявлены свойства псевдовершин. Практическая значимость – получены экспериментальные данные, на базе которых будет постоянна теория псевдовершин.

Результатов исследования были апробированы и опубликованы в тезисной форме в [1].

С основными понятиями теории групп можно ознакомиться в [2,3].

Понятие графа классов сопряженных элементов и его псевдовершин введены И.И. Павлюком в связи с настоящей работой. Группа  $S_3$  – это группа самосовмещений правильного треугольника (не меняя ориентации плоскости).

Псевдовершинами графа классов сопряженных элементов называются точки графа, для обозначения которых элементов в группе нет. То есть, псевдовершина – теоретически вершина существует, но практически элементов в группе для ее обозначения нет.

Таблица 1 – Кэлли группы  $S_3 = \{e, a, a^2, b, ab, a^2b\}$ , с генетическим кодом:  
 $a^3=e; b^2=e; ba=a^2b$

	$e$	$a^2$	$a$	$b$	$ab$	$a^2b$
$e$	$e$	$a^2$	$a$	$b$	$ab$	$a^2b$
$a$	$a$	$e$	$a^2$	$ab$	$a^2b$	$b$
$a^2$	$a^2$	$a$	$e$	$a^2$	$b$	$ab$
$b$	$b$	$ab$	$a^2b$	$e$	$a^2$	$a$
$ab$	$ab$	$a^2$	$b$	$a$	$e$	$a^2$
$a^2$	$a^2$	$b$	$ab$	$a^2$	$a$	$e$
$b$	$b$	$b$	$ab$	$a^2$	$a$	$e$

Заполнение таблицы 1 производится умножением соответствующих элементов строк на элементы столбцов с учетом генетического кода. Например  $ab*b=a(bb)=ab^2=ae=$  или

$$a^2b * ab = a^2(ba)b = a^2(a^2b)b = a^2a^2b^2 = aa^3b^2 = a(e)(e) = a$$

Отношение сопряжения элементов произвольной группы  $G$  вводится формулой:  $(a_i, z = h) \Leftrightarrow (\exists x \in G)(a_i^x = x^{-1}ax = h)$

Элемент группы  $x^{-1}$  это элемент обратный к элементу  $x$ , т.е.

Таблица 2 – сопряжения элементов группы  $S_3$  представлена ниже

$e$	$e$	$a^2$	$a$	$b$	$ab$	$a^2b$
$e$	$e$	$a$	$e$	$e$	$e$	$a$
$a$	$a$	$a$	$a$	$a^2$	$a^2$	$a^2$
$a^2$	$a^2$	$a^2$	$a^2$	$a$	$a$	$a$
$b$	$b$	$a^2$	$ab$	$b$	$a^2b$	$ab$
$ab$	$ab$	$b$	$a^2$	$a^2$	$ab$	$b$
$a^2$	$a^2$	$ab$	$b$	$ab$	$b$	$a^2b$
$b$	$b$	$ab$	$b$	$ab$	$b$	$a^2b$

Элементы таблицы 2 вычисляются следующим образом. Например,  $ab*b=(ab)^b = b^{-1}abb=ba(bb)=ba= a^2b$

Очевидно, если  $b^2=e$ ,  $\hat{b} = b^{-1}b^2 = b^{-1}$ ,  $b=b^{-1}$ .

Аналогично  $a^3 = e$ ,  $a^{-1}a^3 = a^{-1}$ ,  $a^2 = a^{-1}$

Из таблицы 2 следует, что классы сопряженных элементов таковы

$$\hat{e} = \{e\}; \hat{a} = \{a, a^2\}; \hat{b} = \{b, ab, a^2b\}.$$

Таблица 2 полезна еще и тем, что с ее помощью легко вычислять централизаторы элементов группы

$$S_3 - \tilde{N}(a) = \{x/a^x = x^{-1}ax=a\}; \tilde{N}(e) = \{e, a, a^2, b, ab, a^2b\}; \tilde{N}(a) = \{e, a, a^2\};$$

$$\tilde{N}(a^2) = \{e, a, a^2\};$$

$\tilde{N}(b) = \{e, b\}; C(ab) = \{e, ab\}; e(a^2b) = \{e, a^2b\}$ . Очевидно, элементы, оставляющие на месте каждый элемент группы содержащийся в централизователях. Например: элемент  $a \in S_3$  остается неизменным при действии элементами  $\{e, a, a^2\}, b, ab, a^2b$ . Поэтому  $C(a) = \{e, a, a^2\}$ . Отношение централизованной эквивалентности относительно фиксированного элемента  $a$  задается формулой  $a \in S_3$  [4]

$$x^a \equiv y \iff (a^x = a^y)$$

Классы централизованно-эквивалентных элементов относительно элементов группы

$S_3$ :  $x^e = S_3; x^a = \{e, a, a^2\}; x^{a^2} = \{e, a, a^2\}; x^b = \{e, b\}; x^{ab} = \{e, ab\}; x^{a^2b} = \{e, a^2b\}$ ; , т.е. это централизаторы соответствующих элементов в группе  $S_3$ . Далее зафиксируем те элементы которые переводят, например  $a^2(a, b, a^2)$   $x^a = x^a \iff x^a = \{a, a^2b\}; x^{a^2} = \{a^2, a^2b\}; x^b = \{a^2, ab\}; x^{ab} = \{a, b\}; x^{a^2b} = \{a^2, b\}$ .

Построим графы классов сопряженных элементов группы . В группе три класса сопряженных элементов: а) б) в); см рис 1

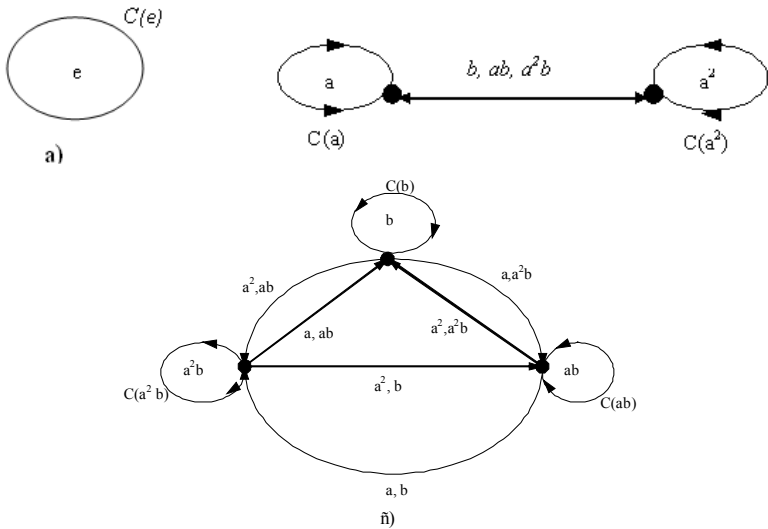


Рисунок 1

Вершины каждого графа это элементы класса сопряженных элементов, ребра это классы централизованно-эквивалентных элементов относительно соответствующих элементов стоящих в вершинах графа. Например: в вершине  $b$  дуга это централизатор элемента  $b$ , ребра идущие от вершины  $b$  к вершине  $ab$   $\{e, a^2, b\}$  – это класс  $x = \{a, a^2b\}$ , идущие их вершины  $b$  к вершине  $a^2b$  – это класс  $x = \{a^2, ab\}$ . Аналогичное расположение классов централизаторно-эквивалентных элементов относительно элементов  $ab$  и  $a^2b$  (см рис 1 б)

Графы классов сопряженных элементов и псевдовершины графов.

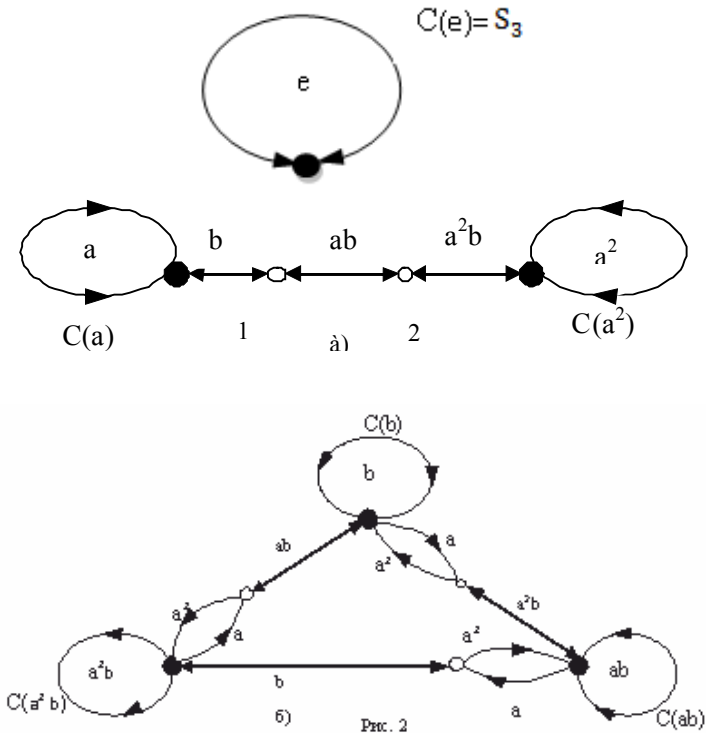


Рисунок 2

На графе а) рисунок 2 две псевдовершины 1,2 они соответствуют элементам  $b$  и  $ab$  в направлении от вершины  $a$  к вершине  $a^2$  и элементам  $a^2b$  и  $ab$  в направлении от вершины  $a^2$  к вершине  $a$ . На графе б) рисунок 2 три псевдовершины: 3;4;5.



3 Холл, М. теория групп. Издательство «И. л». – Москва, 1962 г. – 468 с.

4 Павлюк, И. О показательном сравнении относительно отношения централизаторной эквивалентности. Вестник ПГУ серия физико-математическая. – Павлодар, 2005 г. № 2 – С. 53-58.

Школа гимназия № 9; Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 27.12.12.

*D. A. Troyan, I. I. Pavlyuk*

### **Топтар графтарының псевдо төбелері туралы**

№ 9 гимназиясы; С. Торайгыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 27.12.12 редакцияға түсті.

*D. A. Troyan, I. I. Pavlyuk*

### **On pseudo tops of group graphs**

Shool– gimnasium № 9, Pavlodar;  
S. Toraighyrov Pavlodar State University.  
Material received on 27.12.12.

*Жұмыста псевдо төбелері бар түйіндес элементтер кластарының графтары салынған.*

*In this work the graphs of classes of conjugate elements with pseudo tops are constructed.*

УДК 539.3:534.1

**В. Н. Украинаец, С. Р. Гирнис, Д. А. Алигожина**

## **РЕАКЦИЯ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ДВИЖУЩУЮСЯ ПЕРИОДИЧЕСКУЮ НАГРУЗКУ**

*Движущаяся в подземном транспортном трубопроводе нагрузка создает колебания как в самом трубопроводе, так и в окружающем его породном массиве. Возникающие при этом деформации и напряжения в значительной мере зависят от вида и параметров нагрузки, а также от глубины заложения трубопровода. В данной*



работе, на модельной задаче о равномерно движущейся вдоль тонкой круговой цилиндрической оболочки в упругом пространстве периодической нагрузке, исследуется влияние ее скорости и периода на деформированное состояние трубопровода глубокого заложения.

1. Используя для исследований модельный подход, представим транспортный подземный трубопровод глубокого заложения как расположенную в линейно-упругом, однородном и изотропном пространстве (массиве) бесконечно длинную круговую цилиндрическую тонкостенную оболочку, ось которой совпадает с осью  $z$  цилиндрической неподвижной системой координат  $(r, \varphi, z)$ . Обозначим радиус срединной поверхности оболочки  $R$ , а её толщину  $-h_0$ . В силу малости толщины оболочки полагаем, что массив контактирует с оболочкой вдоль ее срединной поверхности. Контакт между оболочкой и массивом полагаем жестким. Физико-механические свойства оболочки и массива характеризуются соответственно следующими постоянными:  $\nu_0, \mu_0$  – коэффициенты Пуассона;  $G_0, \rho_0$  – модули сдвига;  $\rho_0, \rho_0$  – плотности. Пусть на внутреннюю поверхность оболочки действует движущаяся с постоянной скоростью  $c$  в направлении оси  $z$  нагрузка  $P$ , периодическая по  $z$ . При этом будем считать, что скорость движения нагрузки меньше скоростей распространения волн сдвига в массиве (дозвуковой случай).

Определим реакцию упругого пространства на данную подвижную нагрузку, используя для описания движения оболочки классические уравнения теории тонких оболочек [1]

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u_{0z}}{z^2} + \frac{1}{2R^2} \frac{\partial^2 u_{0z}}{z^2} + \frac{1}{2R} \frac{\partial^2 u_0}{z} + \frac{u_{0r}}{R} \frac{\partial}{\partial z} &= \frac{1}{2} \frac{u_{0z}}{t^2} + \frac{1}{2} \frac{q_z}{h_0} \quad (P_z, q_z) \\ \frac{1}{2R} \frac{\partial^2 u_{0z}}{z} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u_0}{z^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 u_0}{z^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_{0r}}{\partial z} &= \frac{1}{2} \frac{u_0}{t^2} + \frac{1}{2} \frac{q_r}{h_0} \quad (P_r, q_r) \\ \frac{u_{0z}}{R} \frac{\partial}{\partial z} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_0}{z} + \frac{h_0^2}{12} \Delta^2 u_{0r} + \frac{u_{0r}}{R^2} &= \frac{1}{2} \frac{u_{0r}}{t^2} - \frac{1}{2} \frac{q_r}{h_0} \quad (P_r, q_r) \end{aligned} \quad (1)$$

где  $u_{0z}, u_0, u_{0r}$  – перемещения точек срединной поверхности оболочки;  $P_z, P_r, P_r$  – составляющие интенсивности подвижной нагрузки  $P$ ;  $q_z = \sigma_z|_{r=R}, q_r = \sigma_r|_{r=R}, q_r = \tau_{rz}|_{r=R}$  – составляющие реакции окружающей оболочку среды ( $\sigma_{ij}$  – компоненты тензора напряжений в среде,  $j = z, r$ );  $\Delta^2$  – оператор Лапласа.

Для описания движения массива воспользуемся динамическими уравнениями теории упругости в векторной форме [2]

$$(\rho_0 + \rho_0) \text{grad div } \mathbf{u} + \Delta^2 \mathbf{u} = \rho_0 \mathbf{u} / t^2, \quad (2)$$

где  $\rho_0 = 2 \mu_0 / (1 - 2 \nu_0)$ ,  $\mathbf{u}$  – вектор смещения упругой среды.

Так как рассматривается установившийся процесс, то картина деформаций стационарна по отношению к движущейся нагрузке. Поэтому

удобно перейти к подвижной системе координат  $r, \theta, z = z - ct$ , связанной с нагрузкой  $P$ . Тогда уравнения (1) и (2) соответственно примут вид

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u_0}{\partial r^2} + \frac{1}{2R^2} \frac{\partial^2 u_0}{\partial \theta^2} + \frac{1}{2R} \frac{\partial^2 u_0}{\partial z^2} + \frac{u_{0r}}{R} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 q}{\partial t^2} \\ & \frac{1}{2R} \frac{\partial^2 u_0}{\partial r^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u_0}{\partial \theta^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 u_0}{\partial z^2} + \frac{1}{R^2} u_{0r} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 q}{\partial t^2} \\ & \frac{u_0}{R} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_0}{\partial r} + \frac{h_0^2}{12} \frac{\partial^2 u_{0r}}{\partial r^2} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u_{0r}}{\partial \theta^2} + \frac{u_{0r}}{R^2} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 q_r}{\partial t^2} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\left( M_p^2 - M_s^2 \right) \text{grad div } \mathbf{u} + M_s^2 \Delta \mathbf{u} = \frac{2\mathbf{u}}{R^2}. \quad (4)$$

Здесь  $M_p = c/c_p, M_s = c/c_s$  – числа Маха;  $c_p = \sqrt{(\lambda + 2\mu)/\rho}, c_s = \sqrt{\mu/\rho}$  – скорости распространения волн расширения-сжатия и сдвига в среде.

Преобразуем уравнение (4), выразив вектор смещения упругой среды через потенциалы Ламе [3]

$$\mathbf{u} = \text{grad } \phi + \text{rot } (\mathbf{e}_\theta \psi) - \text{rot rot } (\mathbf{e}_z \chi) \quad (5)$$

где  $\mathbf{e}_i$  – орт оси  $i$ .

Из (4) и (5) следует, что потенциалы  $\phi, \psi, \chi$  удовлетворяют видоизмененным волновым уравнениям

$$\Delta \phi_j = M_j^2 \frac{\partial^2 \phi_j}{\partial t^2}, \quad j = 1, 2, 3. \quad (6)$$

Здесь  $M_1 = M_p, M_2 = M_3 = M_s$ .

Выразим компоненты напряженно-деформированного состояния (НДС) массива через потенциалы  $\phi_j$ .

Компоненты вектора  $\mathbf{u}$  (5):

$$\begin{aligned} u_r &= \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 \chi}{\partial r^2}, \\ u_\theta &= \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \chi}{\partial \theta^2}, \\ u_z &= -\frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial z} + m_s^2 \frac{\partial^2 \chi}{\partial z^2}, \end{aligned} \quad (7)$$

где  $m_s^2 = 1 - M_s^2$ .

Используя закон Гука и соотношения (7), получаем выражения для компонент тензора напряжений

$$\begin{aligned} \sigma_{rr} &= (2\lambda + 2\mu - M_p^2) \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} + 2\mu m_s^2 \frac{\partial^3 \chi}{\partial r^3}, \\ \sigma_{\theta\theta} &= M_p^2 \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2} + \frac{2\mu}{r} \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} - \frac{2\mu}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial^3 \chi}{\partial \theta^3} + \frac{2\mu}{r} \frac{\partial^3 \chi}{\partial r^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_r &= M_p^2 \frac{2}{r^2} \frac{1}{r} + 2 \frac{2}{r^2} \frac{1}{r} + \frac{1}{r} \frac{2}{r} \frac{2}{r} \frac{1}{r^2} \frac{2}{r} + \frac{3}{r^2} \frac{3}{r} \frac{3}{r} \\
 r &= 2 \frac{2}{r} \frac{1}{r} + \frac{1}{r} \frac{2}{r} \frac{2}{r} + (1 + m_s^2) \frac{3}{r^2} \frac{3}{r} \frac{3}{r} \\
 &= \frac{2}{r} \frac{2}{r} \frac{1}{r} \frac{2}{r} \frac{2}{r} + \frac{(1 + m_s^2)}{r} \frac{3}{r^2} \frac{3}{r} \frac{3}{r} \\
 r &= 2 \frac{1}{r} \frac{2}{r} \frac{1}{r} \frac{1}{r^2} \frac{1}{r} \frac{2}{r^2} \frac{2}{r} \frac{m_s^2}{2} \frac{2}{r^2} \frac{2}{r} + \frac{1}{r} \frac{3}{r} \frac{3}{r} \frac{1}{r^2} \frac{2}{r} \frac{3}{r} \frac{3}{r}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Таким образом, для определения компонент НДС массива необходимо решить уравнения (6) совместно с граничными условиями, которые при жестком сопряжении оболочки с массивом можно представить в виде

$$u_j|_{r=R} = u_{0j}, \quad j = r, \theta, \varphi. \tag{9}$$

Рассмотрим случай действия на оболочку синусоидальной подвижной нагрузки с произвольной зависимостью от угловой координаты

$$P_j(\varphi, \theta) = p_j(\varphi, \theta) e^{im}, \quad p_j(\varphi, \theta) = P_{nj} e^{in}, \quad j = r, \theta, \varphi, \tag{10}$$

где константа  $n$  определяет период  $T = 2\pi/n$  действующей нагрузки.

Потенциалы  $u_j$  будем искать в аналогичном (10) виде

$$u_j(\varphi, \theta, r) = u_{nj}(\varphi, \theta) e^{im}. \tag{11}$$

Подставляя (11) в (6), получим видоизмененные уравнения Гельмгольца

$$\Delta u_j - m_j^2 u_j = 0, \quad j = 1, 2, 3. \tag{12}$$

Здесь  $m_j^2 = 1 - M_j^2$ ,  $m_1 = m_p$ ,  $m_2 = m_3 = m_s$ ;  $\Delta$  – двумерный оператор Лапласа.

В дозвуковом случае  $M_s < 1$  ( $m_s > 0$ ), и мы приходим к известным решениям уравнений (12)

$$u_j = \sum_{n=0}^{\infty} a_{nj} K_n(k_j r) e^{in}, \tag{13}$$

где  $K_n(k_j r)$  – функции Макдональда,  $k_j = m_j$ ;  $a_{nj}$  – неизвестные коэффициенты, подлежащие определению.

Подставляя (13) с учётом (11) в (7), (8), получаем формулы для вычислений компонент напряженно-деформированного состояния массива (\* означает, что данные компоненты найдены при действии на оболочку синусоидальной подвижной нагрузки)

$$u_j^* = \sum_{n=0}^{\infty} T_j^{(n)} K_n(k_j r) e^{in} a_{nj}, \tag{14}$$

$$*_{lm} / = \sum_{n=1}^3 \sum_{j=1}^n S_{lmj} (K_n(k_j r))^{(l+n)} a_{nj},$$

где  $l = r, \dots, m = r, \dots$ ;

$$T_{r1} = k_1 K_n(\zeta_1 r) \quad T_{r2} = \frac{n}{r} K_n(\zeta_2 r) \quad T_{r3} = k_3 K_n(\zeta_3 r)$$

$$T_{1r} = \frac{n}{r} K_n(\zeta_1 r) \quad T_{2r} = k_2 K_n(\zeta_2 r) \quad T_{3r} = \frac{n}{r} K_n(\zeta_3 r)$$

$$T_{11} = K_n(\zeta_1 r) \quad T_{22} = 0, \quad T_{33} = k_3^2 K_n(\zeta_3 r),$$

$$S_{rr1} = 2 \left( k_1^2 + \frac{n^2}{r^2} \right) \frac{M_p^2}{2} K_n(\zeta_1 r) + \frac{2k_1 K_n(\zeta_1 r)}{r},$$

$$S_{rr2} = \frac{2n}{r^2} K_n(\zeta_2 r) + \frac{2k_2 K_n(\zeta_2 r)}{r},$$

$$S_{rr3} = 2 \left( k_3^2 + \frac{n^2}{r^2} \right) K_n(\zeta_3 r) + \frac{2k_3 K_n(\zeta_3 r)}{r},$$

$$S_{1r} = 2 \left( \frac{n^2}{r^2} + \frac{M_p^2}{2} \right) K_n(\zeta_1 r) + \frac{2k_1 K_n(\zeta_1 r)}{r},$$

$$S_{2r} = \frac{2n K_n(\zeta_2 r)}{r^2} + \frac{2nk_2 K_n(\zeta_2 r)}{r}, \quad S_{3r} = \frac{2n^2 K_n(\zeta_3 r)}{r^2} + \frac{2k_3 K_n(\zeta_3 r)}{r},$$

$$S_{11} = 2 \left( 1 + \frac{M_p^2}{2} \right) K_n(\zeta_1 r) \quad S_{22} = 0, \quad S_{33} = 2m_3^2 K_n(\zeta_3 r)$$

$$S_{r1} = \frac{2n K_n(\zeta_1 r)}{r^2} + \frac{2nk_1 K_n(\zeta_1 r)}{r},$$

$$S_{r2} = \left( k_2^2 + \frac{2n^2}{r^2} \right) K_n(\zeta_2 r) + \frac{2k_2 K_n(\zeta_2 r)}{r},$$

$$S_{r3} = \frac{2n K_n(\zeta_3 r)}{r^2} + \frac{2nk_3 K_n(\zeta_3 r)}{r},$$

$$S_{11} = \frac{2n K_n(\zeta_1 r)}{r}, \quad S_{22} = k_2 K_n(\zeta_2 r) \quad S_{33} = \frac{n^2 (1 + m_3^2) K_n(\zeta_3 r)}{r},$$

$$S_{r1} = 2k_1 K_n(\zeta_1 r) \quad S_{r2} = \frac{n K_n(\zeta_2 r)}{r}, \quad S_{r3} = 2k_3 (1 + m_3^2) K_n(\zeta_3 r),$$

$$K_n(\zeta r) = \frac{dK_n(\zeta r)}{d(\zeta r)}.$$

В установившемся состоянии зависимость всех величин от  $r$  имеет вид (10), поэтому для тонкой оболочки

$$u_{0j} = U_{0j} e^{inr}, \quad U_{0j} = u_{0nj} e^{inr}, \quad j=r, \dots \quad (15)$$

Подставляя (10) и (15) в (3), для  $n$ -го члена разложения получим

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} u_{0n} + \frac{2}{0} u_{0n} - 2i u_{0nr} &= G_0 (P_n - q_n) \\ \frac{0}{2} u_{0n} + \frac{2}{2} u_{0n} - 2inu_{0nr} &= G_0 (P_n - q_n) \\ 2i u_{0n} + 2inu_{0n} + \frac{2}{3} u_{0nr} &= G_0 (P_{nr} - q_{nr}) \end{aligned} \quad (16)$$

где  $\frac{2}{1} = \frac{2}{0} \frac{2}{0}$ ,  $\frac{2}{2} = \frac{2}{0} \frac{2}{0}$ ,  $\frac{2}{3} = \frac{2}{0} \frac{2}{0}$ ,  $0 = R$ ,  
 $\frac{2}{0} = 2 \frac{2}{0} + \frac{2}{0} n^2$ ,  $\frac{2}{0} = \frac{2}{0} \frac{2}{0} + 2n^2$ ,  $\frac{2}{0} = \frac{2}{0} \frac{2}{0} + 2$ ,  $\frac{2}{0} = \frac{2}{0} \frac{2}{0} M_{s0}^2$ ,  
 $0_1 = 1$ ,  $0_2 = 1 + \frac{2}{0}$ ,  $M_{s0} = c/c_{s0}$ ,  $c_{s0} = \sqrt{\frac{0}{0}}$ ,  $\frac{2}{0} = \frac{h_0^2}{6R^2}$ ,  $G_0 = \frac{0_1 R^2}{0_0 h_0}$ ;

при  $r=R$ :  $q_n = \binom{*}{r}_n$ ,  $q_n = \binom{*}{r}_n$ ,  $q_{nr} = \binom{*}{r}_n$ .

Разрешая (16) относительно  $u_{0n}$ ,  $u_{0n}$ ,  $u_{0nr}$ , находим

$$\begin{aligned} u_{0n} &= \frac{G_0^{-3}}{n} \binom{3}{j} (P_{nj} - q_{nj}) \\ u_{0n} &= \frac{G_0^{-3}}{n} \binom{3}{j} (P_{nj} - q_{nj}) \\ u_{0nr} &= \frac{G_0^{-3}}{n} \binom{3}{rj} (P_{rj} - q_{rj}) \end{aligned} \quad (17)$$

Здесь  $n = |n| = \binom{1}{2} \binom{3}{3} \binom{1}{1} \binom{2}{2} \binom{3}{3} + 2 \binom{1}{2} \binom{2}{3}$ ,  
 $1 = \binom{2}{3} \binom{2}{1}$ ,  $2 = \binom{1}{2} \binom{2}{3} \binom{2}{3}$ ,  $3 = i \binom{2}{2} \binom{1}{3}$ ,  
 $1 = 2$ ,  $2 = \binom{1}{3} \binom{2}{2}$ ,  $3 = i \binom{2}{1} \binom{2}{3}$ ,  
 $r_1 = 3$ ,  $r_2 = 3$ ,  $r_3 = \binom{1}{2} \binom{2}{3}$ ,  
 $1 = 2n$ ,  $2 = 2 \frac{2}{0}$ ,  $3 = \frac{0}{2} \frac{0}{n}$ ,

для  $P_{nj}$  индекс  $j=1$  соответствует индексу  $j=2$ ,  $j=3-r$ .

Подставляя (14), (17) с учётом (10) в граничные условия (9) и приравнивая коэффициенты рядов при  $e^{inr}$ , получим бесконечную систему линейных алгебраических уравнений блочно-диагонального вида для определения коэффициентов  $a_{nj}$  ( $j=1, 2, 3$ ):

$$\sum_{j=1}^3 \frac{n}{G_0} T_{ij} (C_n(k_j R)) - \sum_{i=1}^3 S_{rij} (C_n(k_j R)) - P_{nj} = \sum_{i=1}^3 l_i P_m, \quad (18)$$

$l = \dots, r; \text{ а } \epsilon y P_{ni}, S_{rj} \quad i=1 = \dots, \quad i=2 = \dots, \quad i=3 = r; \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Решение системы уравнений (18) находим известным методом, если соответствующий для каждого  $n$  определитель системы  $\Delta_n(\dots, \tilde{n})$  отличен от нуля.

После определения коэффициентов  $a_{nj}$ , компоненты напряжённо-деформированного состояния массива при действии синусоидальной бегущей нагрузки можно вычислить по формулам (14).

В случае произвольной периодической по нагрузке, разлагая ее в ряд Фурье, для каждой составляющей ряда получим вышерассмотренную задачу.

2. Исследуем влияние на деформированное состояние подземного трубопровода скорости движения  $c$  и периода  $T = 2\pi/\xi$  нормальной осесимметричной синусоидальной нагрузки  $P_r$  с амплитудой  $P_A$ , оказывающей наибольшее давление на внутреннюю поверхность трубопровода в начале подвижной системы координат. В качестве примера рассмотрим подземный стальной трубопровод глубокого заложения с характеристиками:  $\nu = 0,3$ ,  $E = 8,08 \times 10^{10}$  Па,  $\rho = 7,8 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;  $R = 0,7031$ ,  $h_0 = 0,0141$  [4].

Для исследований возьмем породы, механические свойства которых существенно отличаются друг от друга [5]:

a) известняк –  $\nu = 0,25$ ,  $E = 2,8 \times 10^3$  Па,  $\rho = 2,65 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $c_s = 1028$  м/с;

a) песчаник –  $\nu = 0,28$ ,  $E = 7,8 \times 10^3$  Па,  $\rho = 2,50 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $c_s = 1766$  м/с.

Контакт трубопровода с массивом полагаем жестким.

Как показали расчеты, увеличением скорости движения нагрузки с любым фиксированным периодом приводит к возрастанию прогибов трубопровода. При этом, нагрузка с большим периодом  $T$  вызывает большие прогибы. Иная картина наблюдается при движении нагрузки с разными периодами. В таблице 1 приведены значения максимальных прогибов  $u_r^0 = u_r / P_A$  трубопровода (в частности, в начале подвижной системы координат  $x = 0$ ) при разных скоростях движения  $c$  (т.е. при различных числах Маха  $M_s = c/c_s$ ) и периодах  $T$  нагрузки.

Таблица 1 – Максимальные прогибы  $u_r^0$  трубопровода при разных скоростях  $c$  и периодах  $T$  нагрузки

$M_s$	$T, \text{ м}$	$u_r^0, \text{ м}$	
		$E = 2,8 \times 10^3 \text{ Па}$	$E = 7,8 \times 10^3 \text{ Па}$
0,1	2	0,181	0,239
0,8	/4	0,125	0,162

Из анализа данных таблицы следует, что независимо от свойств породного массива, уменьшение периода нагрузки оказывает более существенное влияние на деформацию трубопровода, чем увеличение скорости ее движения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Вольмир, А. С. Нелинейная динамика пластин и оболочек. – М. : Наука, 1972. – 432 с.

- 2 **Слепян, Л. И.** Нестационарные упругие волны. – Л. : Судостроение, 1972. – 374 с.
- 3 **Гузь, Л. И., Кубенко, В. Д., Черевко, М. А.** Дифракция упругих волн. – Киев : Наукова думка, 1978. – 308 с.
- 4 **Бородавкин, П. П.** Подземные магистральные трубопроводы. – М. : Недра, 1982. – 384 с.
- 5 **Булычев, Н. С.** Механика подземных сооружений в примерах и задачах. – М. : Недра, 1989. – 270 с.

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 24.12.12.

*V. N. Ukrainets, S. R. Gurnis, D. A. Aligozhina*

**Жүктеменің кезеңдік қозғалуына жер астындағы құбырдың реакциясы**

С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті,  
Павлодар қ.  
Материал 24.12.12 редакцияға түсті.

*V. N. Ukrainets, S. R. Gurnis, D. A. Aligozhina*

**The response of an underground pipeline on the running periodic load.**

S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 24.12.12.

*Қажетті шамада тоннель бойынша жүретін жүктеме, оны қоршаған текті массивте тербелесті құрады. Оған қоса қайта қалыптастыруда, сонымен қатар салынған тоннельдің тереңдігінен пайда болады. Берілген жұмыста, модельдік жағдайда дөңгелек цилиндрлік қуыс айналысымен бірқалыпты қозғалуы туралы кезеңдік жүктемеде серпінді кеңістікте бекітілмеген терең салынған тоннельде қайта қалыптастыру жағдайына оның жылдамдығы мен кезеңінің әсері зерттеледі.*

*The load running along a tunnel creates oscillations in the surrounding rock massif. The arising deformations considerably depend on the kind and the parameters of the load, as well as on the depth of the tunnel bedding. In the given work, on the basis of a model task on the periodic load uniformly moving in an elastic space along a round cylinder vesicle, the influence of its speed and the period on the deformed condition of the unsupported tunnel of deep bedding is studied.*

**N. E. Pfeifer, E. S. Chichilenko, P. Y. Shelomentsev**

**PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT  
OF “ANTI-PLAGIARISM” SYSTEM AT UNIVERSITY  
ON THE EXAMPLE OF PAVLODAR STATE UNIVERSITY  
NAMED AFTER S. TORAIGHYROV**

*This article reflects the problems and prospects of “Anti-plagiarism” system at university on the example of Pavlodar State University named after S. Toraighyrov*

Nowadays due to the development of information technology, it is not difficult to find necessary information in the Internet. It is very convenient – there is no need to go to the libraries and flip through thousands of magazines and books. What you need is just to print a necessary phrase into a search line and all relevant sources are available for viewing. At the same time, this way not only simplifies the search for information but also leads to the situation when students even do not try to process found information, they just copy it and insert arrays of data into their “scientific” work. In order to ease the search for such borrowings, a variety of programs to search for plagiarism is created.

At Pavlodar State University named after S.Toraighyrov “Anti-plagiarism” system has been used for three years. The system was developed by the university staff and meets all requested requirements. During this time, some conclusions on it work were made: advantages and drawbacks are pointed. In the system there were the cases in which the percentage of some specialties does not exceed 30%. It is often common for technical fields and specialties, specialties that work with the laws, standards, and other public documents. Therefore, the “Anti-plagiarism” information system provides the threshold of uniqueness of scientific work for each specialty. Also, students often try to replace some words with synonyms, but, unfortunately for students, the information system has the means to recognize synonyms and different word forms and it quickly finds the sources of the original text. All non-unique sections may be considered in details and the sources of the borrowings are found and seen. However, the system also possesses some drawbacks.

First, the system does not currently distinguish letters painted in a different color. Some of the students instead of spaces insert white letters between the words. Visually the document is correct and the program recognizes this phrase as one word and adds it to the database of words. It should be noted that during the view of a full report on the verification of the document on borrowing these



words can be distinguished as in the reports there is no style of the original document. The solution to this problem is found and its implementation is expected in the nearest future.

Secondly, the system cannot analyze the photos, formulas and other objects that differ from the text. This creates some inconvenience during the checking technical works that are focused on the computation. It is due to the fact that students often deal only with coefficients and do not change the theoretical part because their main work is calculations. This is a technical problem and the solution to it has not been found yet.

Thirdly, the system lacks the diversity of elements for marking the text in the internal reports on the checking. It refers to such parts of scientific work as the list of bibliography, table of contents; title page etc., which frequently may be similar at several authors. These parts can be distinguished by the system as non-unique and influence the overall percentage of uniqueness of the work. So, they should be excluded from testing and during the output of results these blocks of text should be marked in appropriate way.

There are also difficulties with the recognition of the elements of citing. For example, in the article it is necessary to use some of the text as quotes with the reference to the source of borrowing. In this way, the system should not accept this text as a plagiarism, and in the results of checking for making them more informative, they should be visually separated from the general text.

The system also lacks the ability to specify the reference to the original source with the reference to the list of bibliography in the main article. Later, the system could recognize such parts of the text as a separate scientific work and when in other works it finds the same text it could warn about plagiarism when someone else's idea is used, but is not marked with the reference to the source.

The current version of the system is provided with the possibility to load scientific work for checking only once. This causes some difficulties for students in the preparation of their scientific work - if it does not pass the necessary percentage of a threshold of uniqueness, a student needs to provide some list of documents to obtain the admission to reload the work. In this case, it would be convenient if a student could in advance set his own scientific work into the queue for checking for borrowings in the "Anti-plagiarism" system. As a result of these checks the author's work should not be put into the base the existing work to compare with the uploaded afterwards.

System also lacks the possibility to recognize a number of different activities for multiple authors. After all, the author has the right to use their thoughts in other articles, and it will not be considered plagiarism.

After the implementation of the proposals in the "Anti-plagiarism" information system the detailed information on the following criteria can be shown: total number of words in the work, the overall percentage of the total borrowings of text,

the percentage of potential plagiarism, the percentage of citations, the percentage of text in blocks of a typical information. At the moment, the “Anti-plagiarism” information system in the reports of checked works only shows the percentage of the uniqueness and blocks of the borrowed text, showing a non-unique text and sources where matches were found.

In general, the “Anti-plagiarism” information system used in Pavlodar State University named after S. Toraighyrov, is suitable for use, but at the same time, there are prospects of further development to improve the functionality of the system.

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 28.12.12.

*Н. Е. Пфейфер, Е. С. Чичиленко, П. Ю. Шеломенцев*

**С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің мысалы ретінде университеттегі «Антиплагиат» жүйесінің қиындықтары және жетілдіру келешегі**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 28.12.12 редакцияға түсті.

*Н. Е. Пфейфер, Е. С. Чичиленко, П. Ю. Шеломенцев*

**Проблемы и перспективы развития системы «Антиплагиат» в университете на примере Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова**

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 28.12.12.

*Берілген мақалада С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің мысалы ретінде университеттегі «Антиплагиат» жүйесінің мәселелері мен жетілдіру келешегі көрсетілген.*

*В данной статье отражены проблемы и перспективы развития системы «Антиплагиат» в университете на примере Павлодарского государственного университета имени С. Торайгырова.*

UDC 004.45

**Zdeněk Troníček****MIGRATION FROM DEPRECATED API**

*Software is often built on components, which evolve over time. The evolution of components may change and often changes component interfaces. Members that are obsolete are marked deprecated and new members are added. We deal with the problem of migration from deprecated members to their replacements. We implemented a tool for update of Java source code and use it to assess possibility of tool migration from deprecated API. Furthermore, we investigate deprecated members of three Java APIs and propose an enhancement to the Java platform API that facilitates implementation of migration tools.*

Categories and Subject Descriptors

D.2.3 [Software Engineering]: Coding Tools and Techniques; D.2.7 [Software Engineering]: Distribution, Maintenance, and Enhancement

Keywords

Java API, deprecated, API evolution, component upgrade, library upgrade, refactoring

## 1. Introduction

Software is rarely built from scratch. A common approach is to exploit reusable components, e.g. libraries or frameworks, and build software on them. The components are accessed through Application Programming Interface (API), which is a set of interfaces, classes, annotations, enums, fields, methods, and constructors that are accessible from outside the component. Programs that access components through API are called API clients and they are either users or extenders. Users use API annotations to annotate programming elements and API interfaces, classes, and enums to declare variables. Extenders extend API classes and extend and implement API interfaces. Thus, users exploit public API members and extenders exploit public and protected API members. When components evolve, they add, modify, and remove API members and this modifies their APIs. Each API change may break a client. If this happens we say that the change breaks compatibility. We distinguish source, binary, and behavioral compatibility. We say that an API change does not break source compatibility if clients that compile against the original API compile against the new API as well. Source compatibility defined this way is hard to achieve because of `* imports` [1]. For example, assume a client that uses class `a.A` and compiles against the API version 1:

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

```
import a.*;
import b.*;
public class Client {
    A a;
}
```

If version 2 of the API adds class `b.A`, the client does not compile because identifier `A` becomes ambiguous. This issue leads some authors to define source compatibility in a different way and require that all names used in program resolve to the same fully qualified names or binary names. The fully qualified names are used by compiler and binary names are used by Java Virtual Machine (JVM). They differ in names of nested classes. The fully qualified names use `'.'` to separate a nested class and binary names use `'$'`. For example, class `B` declared in class `A` has fully qualified name `a.A.B` and binary name `a.A$B`. Contrary to fully qualified names, binary names are unique. For example, the fully qualified name `a.A.B` may refer to class `B` in package `a.A` or to class `B` nested in class `a.A`. So, another definition of source compatibility may be: a new version of a library does not break source compatibility if a client that compiled against the old version compiles against the new version and in both cases it uses the same fully qualified names. In practice, we usually ask the following question: provided that a client compiles against some library, what changes are required so that it compiles against the new version of this library as well?

Source compatibility is brittle and can be easily broken. An example of breaking change is method overloading. When a new library version overloads a method and overloading method has the same number of parameters, some calls might become ambiguous. Binary compatibility [2] preserves the ability to link without errors. An API change does not break binary compatibility if pre-existing binaries that linked with the old library without errors continue to link without errors. Binary compatibility is less brittle than source compatibility. For example, method overloading from the previous example does not break binary compatibility because method resolution is done at compile time. Behavioral compatibility preserves the semantics of the code. A library change does not break behavioral compatibility if the new version of the library has the same semantics as the old version. In this paper, we deal only with source compatibility. Binary and behavioral compatibilities are not considered.

A common approach to API changes is to deprecate, replace, and remove. API members that became obsolete are first deprecated and replaced by new members

and then after some time they are removed. The time between deprecation and removal may vary and usually is something between several months and several years. An extreme is the Java platform, which retains deprecated members for more than 15 years. There are several reasons why a method becomes deprecated. For instance: (a) the method is buggy (e.g. `stop()` in `java.lang.Thread`), (b) the method is not well named (e.g. `bounds()` in `java.awt.Component` is deprecated in favor of `getBounds()`), and (c) the method is not needed (e.g. `done()` in `java.rmi.server.RemoteCall`). Deprecated members are annotated with the annotation `@Deprecated` [3]. The javadoc comment of a deprecated member should contain the tag `@deprecated` and description why the member was deprecated and how to migrate to a replacement.

In this paper, we deal with the problem of migration from deprecated API to new API. We implemented a tool [7] for update of Java source code and describe it in section 2. In section 3, we investigate deprecated members of three Java APIs and use the update tool to assess possibility of tool migration from deprecated API. In section 4, based on results of section 3, we propose an enhancement to Java platform API that facilitates development of migration tools. In section 5, we describe related work and in section 6, we conclude.

## 2. JaSCUT

In this section, we briefly describe the tool JaSCUT, which facilitates API migration. Changes that are required when we migrate to a new API are often refactorings, i.e. structural transformations that do not change code behavior. JaSCUT does not work directly with source code, but applies changes to the abstract syntax trees (ASTs). The ASTs come from the Java compiler and JaSCUT accesses them through the Compiler Tree API [4]. The update of source code is done in three steps: (i) we let the compiler parse source code and build the ASTs; (ii) we scan the ASTs and apply updates (this typically modifies some ASTs); (iii) we scan the modified ASTs and convert them to source code. Scanning is realized by the visitor design pattern, which is implemented in the Compiler Tree API. Through the Compiler Tree API the tool is coupled with the Oracle/Sun Java compiler; however, besides the compiler it does not require any library. The tool uses the XML configuration file, which contains specification of updates. For example, the update “rename method” is specified as follows:

```
<rename-method>
<description>
  Rename java.awt.List.addItem(String)
  to add(String)
</description>
<type>java.awt.List</type>
<method-orig>addItem</method-orig>
<args-orig>java.lang.String</args-orig>
```

```

</method-new>add</method-new>
</rename-method>

```

At runtime, XML elements are converted to instances of configuration classes, which implement the Rule interface. A sequence of updates is represented by the RuleList class (see Fig. 1). The updates are applied to the ASTs, which were built by the compiler, one by one in the order as they are specified in the configuration file.

To validate the tool, we manually prepared 178 rules (see [7]) that describe migration from deprecated members of Java platform 7 and applied them to 15384 classes from Java platform. Then, we manually checked all 463 changes. All of them were valid, but sometimes the modified source code did not compile. This happened, for example, when we migrated to a new interface and implementations of new methods were missing in migrated classes.

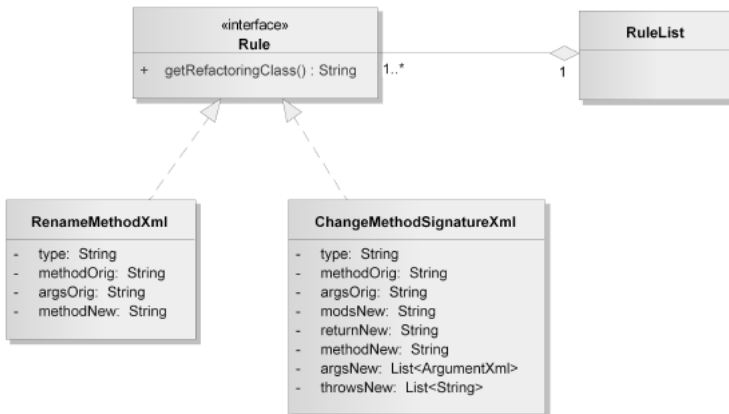


Figure 1 – The XML configuration classes.

### 3. Deprecated APIS

In this section, we investigate the deprecated members of three APIs: the Simple API for XML processing (SAX), the Java platform, and the BouncyCastle cryptographic library. SAX is a part of Java platform, but we treat it first separately so that we can report the results in more detail. In all three cases, we investigated the deprecated members by browsing through the javadoc documentation.

#### 3.1 Simple API for XML

SAX 2 contains 3 deprecated interfaces and 3 deprecated classes. Each of them has a replacement (see Table 1).

Table 1 – The deprecated members of SAX 2 and their replacements

Deprecated type	Replacement
org.xml.sax.AttributeList	org.xml.sax.Attributes
org.xml.sax.DocumentHandler	org.xml.sax.ContentHandler
org.xml.sax.Parser	org.xml.sax.XMLReader
org.xml.sax.helpers. AttributeListImpl	org.xml.sax.helpers. AttributesImpl
org.xml.sax.HandlerBase	org.xml.sax.helpers. DefaultHandler
org.xml.sax.helpers. ParserFactory	org.xml.sax.helpers. XMLReaderFactory

Most methods in the deprecated types have counterparts in the replacement types. The reasons why a method is not present in the corresponding new type are as follows: (a) the method was replaced by two methods; e.g. `getName` in `AttributeList` was replaced by `getLocalName` and `getQName` in `Attributes`, (b) the method changed the parameters; e.g. `startElement(String, AttributeList)` in `DocumentHandler` was replaced by `startElement(String, String, Attributes)` in `ContentHandler`, (c) the method was removed; e.g. `setLocale` in `Parser` does not have any replacement in `XMLReader`.

To quantify the success rate of tool migration, we implemented two API clients: “complete” user and “complete” extender. The complete user instantiates every API class in SAX 1 and calls all possible methods on these instances. It calls 98 methods and constructors. Six deprecated types in SAX 2 contain altogether 50 methods; 5 of them have different names in new classes and 6 of them accept different arguments or throw different exceptions. The migration failed in 7 cases: twice because the method does not have any replacement in the new class (this is the case of `removeAttribute` in `AttributeListImpl` and `setLocale` in `Parser`) and five times because the method replacement in the new class throws more exceptions than the original method (this is the case of `notationDecl`, `resolveEntity`, and `unparsedEntityDecl` in `HandlerBase` and two methods `makeParser` in `ParserFactory`). Concerning the methods that do not have any replacement in new classes, we decided not to remove their calls because these calls may have a side effect. The methods that throw more exceptions in new classes were migrated, but the resulting code did not compile because the compiler required exception handling at the call site. The complete extender implements 7 interfaces and extends 6 classes (all but `ParserFactory`, which has only private constructor). It overrides or implements 98 methods. The migration failed in four cases: twice because the method does not have any replacement and twice because we migrated to an interface that contains more methods than the original interface and implementations of these methods were missing. This is the case of `AttributeList`, which was replaced by `Attributes`, and `DocumentHandler`, which was replaced by `ContentHandler`. Altogether, we successfully migrated 43 out of 50 method calls in user and 46

out of 50 methods in extender; however, in many cases the migration was trivial because the signatures of original and new method were equal and so it was sufficient to rename the type.

### 3.2 Java Platform

The Java platform SE 7 contains 466 deprecated members (17 deprecated interfaces, 25 deprecated classes, 3 deprecated annotations, 58 deprecated fields, 342 deprecated methods, 20 deprecated constructors, and 1 deprecated annotation element). We identified 15 candidates for update “rename type”, 11 candidates for “move field”, 93 candidates for “rename method”, and 70 candidates for “change method signature”. To quantify the success rate, we implemented a client that calls 163 methods, which are candidates for tool migration. JaSCUT successfully migrated 114 calls of them. The reasons why migration failed were two: (i) the new method throws more exceptions than the deprecated method and the exceptions were not caught at the call site (this occurred in 48 cases), (ii) the method `loadClass(String)` in `java.rmi.server.RMIClassLoader` migrated to `loadClass(String, String)` with the first argument null, but unfortunately such call is ambiguous because of the method `loadClass(URL, String)`.

Although the tool migration to new members does not always fully succeed, it is still a significant help, especially when we migrate a large code base. An example of situation when tool update probably succeeds only partially is the `decode` method in `java.net.URLDecoder`. The deprecated method `URLDecoder.decode(String)` was replaced by `URLDecoder.decode(String, String)`. The second argument is encoding, which is to be used to decode the first argument. The tool may supply, for example, “utf-8”. Besides that, however, the two-argument method throws an extra exception, which must be caught or propagated manually.

### 3.3 BouncyCastle Library

The BouncyCastle cryptographic library v1.47 contains 184 deprecated members (2 deprecated interfaces, 31 deprecated classes, 81 deprecated fields, 43 deprecated methods, and 27 deprecated constructors). We identified 18 candidates for “rename type”, 41 candidates for “rename field”, 10 candidates for “rename method”, and 3 candidates for “change method signature”. The test client referenced 41 deprecated fields and called 13 deprecated methods. JaSCUT successfully migrated all field references and 11 method calls.

## 4. API-Enhancement proposal

In this section, we propose an enhancement to the Java Platform API that facilitates update of client code. We add a new annotation `@Arg` and optional elements to the annotation `@Deprecated`, which link a deprecated member with its replacement.

```
public @interface Arg {
    public enum Kind {
```



```

LITERAL, ARGUMENT, IDENTIFIER
}
String name();
Kind kind();
String value();
}

```

```

public @interface Deprecated {
    String replacedBy() default "";
    Arg[] args() default {};
}

```

The annotation `@Arg` describes a method argument. The name element contains the parameter name, the kind element is LITERAL, ARGUMENT, or IDENTIFIER, and the value element contains the argument value, which is interpreted as literal, argument of original method, or identifier, depending on the value of the kind attribute. Below we show informally how these elements are used for deprecated types, fields, and methods.

#### 4.1 Deprecated Types

The `replacedBy` element specifies the fully qualified name of replacement type. For example:

```

@Deprecated (
    replacedBy = "org.xml.sax.Attributes")
public class AttributeList { ... }

```

#### 4.2 Deprecated Fields

The `replacedBy` element specifies the simple name or fully qualified name of replacement field. For example:

```

@Deprecated(
    replacedBy = "java.awt.Cursor.DEFAULT_CURSOR")
public static final int DEFAULT_CURSOR = 0;

```

#### 4.3 Deprecated Methods

The `replacedBy` element specifies the simple name, fully qualified name, or signature of replacement method. The method name is sufficient if the deprecated method and its replacement have the same parameters:

```

@Deprecated (replacedBy = "add")
public void addItem (String item ) { ... }

```

If the deprecated method and its replacement have different parameters, the element will contain the method signature:

```

@Deprecated(
    replacedBy = "setEnabled( boolean b)",
    args = { @Arg( name = "b", kind = LITERAL,

```

```

value = "false" )
})
public void disable() { ... }

```

The arguments specified in the `@Arg` annotations are used when updating method calls and when renaming method declarations in subclasses. In this case, we replace the call of original method with `setEnabled( false )` and the declaration that overrides the original method with `setEnabled( boolean b )`.

If the replacement method is in a different class, the `replacedBy` element contains the fully qualified name:

```

@Deprecated (
replacedBy = "java.text.DateFormat.parse( String d )",
args = { @Arg ( name = "d", kind = ARGUMENT, value = "s" )
})
public static long parse( String s ) { ... }

```

Here we use the argument of the original method as argument of the replacement method. The value `ARGUMENT` of the kind element means that the value element refers to a parameter of the deprecated method. If the kind element is `IDENTIFIER`, the value element is interpreted as identifier (e.g. `java.lang.Math.PI`). The null value is expressed as `kind = LITERAL, value = "null"`. Since all the proposed elements are optional, the proposed changes are fully backward-compatible in terms of source, binary, and behavioral compatibility. The benefit of the proposed elements is that they contain information that can be used by update tools.

### 5. Related work

In this section, we mention some works on the same or similar topic. First and foremost, we are not aware of any tool for migration from deprecated API, which would be widely used. Concerning the papers dealing specifically with the problem of migration from deprecated API, we found only a few.

Rook and Havenstein [17] designed four refactoring javadoc tags: `past` (describes the previous version of API member), `future` (describes the upcoming version of API member), `paramdef` (defines default value of an argument), and `default` (defines default implementation of abstract method). The tags can be harnessed by a migration tool when migrating to a new API. They are similar to our work except that they do not use annotations, do not aim at deprecated members, and describe parameters less expressively. They also mention a tool for automatic refactoring, but do not describe it in detail and so a comparison with JaSCUT is impossible.

Perkins [16] proposed a technique, called method inlining, for refactoring client code in response to changes in library API. The technique is based on a simple idea: calls to deprecated methods are replaced by their bodies. Despite its simplicity, the technique is successful; however, its applicability to deprecated fields is limited.

The problem of migration from deprecated API is similar to the problem of migration to alternative API, which was investigated by several researchers.

Balaban, Tip, and Fuhrer [9] presented an Eclipse plugin for migration between Java library classes. The mappings between legacy classes and their replacements are specified in a special language. Using the plugin, the authors migrated several projects from legacy collection classes to their replacements with success rate over 90% on average. However, they dealt only with API users and do not support migration of API extenders (yet it is mentioned as a plan for future work).

Henkel and Diwan [12] described the CatchUp! tool, which records refactorings when the component evolves and enables to replay them later. Replaying refactorings accommodates the client code to the new API. The same idea has been implemented in Eclipse [5]. It could presumably be used for migration from deprecated API provided that we prepare the configuration file manually. However, its use in Eclipse is limited only for migration of a JAR.

Tansey and Tilewich [19] dealt with the problem of transition to annotation-based framework. They described a tool that infers transformation rules from two versions of a single class and then apply them to client source code. The authors used this tool for migration from JUnit 3 to JUnit 4, for example. Their approach is suitable mainly for annotation-based libraries.

Nguyen et al. [14] presented a sophisticated tool that compares the client codes before and after library migration, identifies API usage patterns, and based on these patterns recommends changes for adapting other clients. The recommended changes are not restricted on refactorings and are highly precise. However, the tool requires a set of source codes that already migrated to the new API.

Kapur, Cossette, and Walker [13] investigated the problem of dangling references that may appear when we replace a library on the classpath with its new version. They described a prototype tool called Trident, which can help to refactor dangling references.

Dagenais and Robillard [10] presented SemDiff that analyzes framework source code and finds out how the framework adapted to its own changes. The results are then used to propose modifications to client programs.

Nita and Notking [15] examined the problem of adapting programs to alternative APIs. They defined a method called twinning that enables to specify mappings between code alternatives and used it to adapt the code to a new API.

The problem of migration from deprecated API is related to code refactoring. The changes in source code that are required for migration are often the same as changes that would be applied by a refactoring tool when performing some refactoring.

Code refactoring is extensively described area. For example, Fowler, Beck, Brant, Opdyke, and Roberts [11] described many kinds of refactoring in detail. Besides the theoretical interest, refactoring is very practical. Many integrated development environments (IDEs) have built some support for refactoring, which

ranges from simple refactoring such as “rename variable” to a support of design patterns. In addition, some IDEs support refactoring scripts.

NetBeans IDE [8] contains Jackpot, which can perform structural transformations of source code. The transformations are described in a simple low-level language. Jackpot is used internally in NetBeans to implement some refactorings, which are available in menu.

RefactoringNG [20] is a NetBeans module that enables transformations between two ASTs. Each transformation is described by a transformation rule, which consists of two ASTs: the pattern and the rewrite. The tool lets the Java compiler build the ASTs and then searches for the pattern in them. When the pattern is found, it is rewritten to the rewrite. The tool uses the attributed ASTs but does not check the client context when applying transformations.

Eclipse [5] supports refactoring scripts and migration of JARs on classpath. We can capture performed refactorings, save them into a file, and replay them later.

IntelliJ [6] has ‘Structural search and replace’, which is analogy to the text search and replace, but here the pattern is specified as AST. It can be used for uncommon refactorings performed interactively.

Schdfer, Ekman, and de Moor [18] discussed the issues of renaming types, fields, and methods in Java and presented an Eclipse plugin for renaming in Java 5.

## 6. Conclusion

Software components evolve and the evolution often leads to changes in component APIs. When component developers plan to modify API, they almost always consider backward compatibility. In many cases, this leads to parallel existence of the old and new APIs, which has two drawbacks: (a) maintaining several versions of API is demanding and (b) API designers are restricted by the requirements for backward compatibility, which inhibits API evolution. The old API must usually be maintained until all clients migrate to the new API and therefore it is desirable to speed up this migration.

We investigated deprecated members of three Java APIs and assessed their suitability for tool migration. Based on positive results that come from this investigation, we proposed enhancements to the Java platform API. The proposed enhancement facilitates development of migration tools and may help improve API documentation, which is poor in many cases.

We also described the tool for update of Java source code and evaluated its success rate on three Java APIs. Although the results are quite positive, we are aware that there are several corner cases when the tool migration fails and these corner cases of course may appear in practice. For example, when renaming a method in a subclass of some API class, it may happen that there is already a method with the same signature in the given scope and renaming will lead to name clash. We do not try to find “clever” solutions to these cases because it usually leads to “ugly” code, which is difficult to read and maintain. We rather let the developer to update code manually.

**LIST OF REFERENCES**

- 1 [https://blogs.oracle.com/darcy/entry/kinds\\_of\\_compatibility](https://blogs.oracle.com/darcy/entry/kinds_of_compatibility).
- 2 The Java Language Specification. Java SE 7 Edition.
- 3 <http://docs.oracle.com/javase/1.5.0/docs/guide/javadoc/deprecation/deprecation.html>.
- 4 Compiler Tree API. <http://download.oracle.com/javase/6/docs/jdk/api/javac/tree>.
- 5 Eclipse IDE. <http://www.eclipse.org>.
- 6 IntelliJ IDE. <http://www.jetbrains.com/idea>
- 7 JaSCUT. <http://java.net/projects/jascut>.
- 8 NetBeans IDE. <http://www.netbeans.org>.
- 9 **Balaban, I., Tip, F., and Fuhrer, R.** Refactoring support for class library migration, OOPSLA, pp. 265–279, 2005.
- 10 **Dagenais, B. and Robillard, M. P.** Recommending adaptive changes for framework evolution, International Conference on Software Engineering, pp. 481–490, 2008.
- 11 **Fowler, M., Beck, K., Brant, J., Opdyke, W., and Roberts, D.** Refactoring: Improving the design of existing code, Addison-Wesley, 1999.
- 12 **Henkel, J. and Diwan, A.** CatchUp!: capturing and replaying refactorings to support API evolution, International Conference on Software Engineering, pp. 274–283, 2005.
- 13 **Kapur, P., Cossette, B., and Walker, R. J.** Refactoring references for library migration, OOPSLA, pp. 726–738, 2010.
- 14 **Nguyen, H. A., Nguyen, T. T., Wilson, G., Jr., Nguyen, A. T., Kim, M., and Nguyen, T. N.** A graph-based approach to API usage adaptation, OOPSLA, pp. 302–321, 2010.
- 15 **Nita, M. and Notking, D.** Using twinning to adapt programs to alternative APIs, International Conference on Software Engineering, pp. 205–214, 2010.
- 16 **Perkins, J. H.** Automatically generating refactorings to support API evolution, ACM SIGPLAN-SIGSOFT workshop on Program analysis for software tools and engineering, pp. 111–114, 2005.
- 17 **Roock, S. and Havenstein, A.** Refactoring tags for automatic refactoring of framework dependent applications, Extreme Programming Conference, pp. 182–185, 2002.
- 18 **Schäfer, M., Ekman, T., and de Moor, O.** Sound and extensible renaming for Java, OOPSLA, pp. 277–294, 2008.
- 19 **Tansey, W. and Tilevich, E.** Annotation refactoring: inferring upgrade transformations for legacy applications, OOPSLA, pp. 295–312, 2008.
- 20 **Tronhnek, Z.** RefactoringNG: a flexible Java refactoring tool, ACM Symposium on Applied Computing, pp. 1165–1170, 2012.

3. Трончек

### API ескірген миграциясынан

Чехия техникалық университеті, Чехия қ.

Материал 27.12.12 редакцияға түсті.

3. Трончек

### Устаревшие API миграции

Чешский технический университет, г. Чехия.

Материал поступил в редакцию 27.12.12.

*Бағдарламалық қамтамасыз ету уақыт өткенде дамитын компоненттерде жиі құрастырылған. Компоненттердің эволюциясы өзгере алады және компоненттің интерфейстері жиі өзгереді. Ескірген бөліктер, әлдеқашанғы таңбалаулары өзгертіледі және жаңа қосымша бөліктер қосылады. Біз ескірген бөліктердің жаңа бөліктерге миграциялау мәселесімен тап боламыз. Біз Java – дың бастапқы кодының жаңартуы үшін аспаптарды жасадық және аспабының мүмкіндігін анықтау үшін оларды API ескірген миграциясына қолдандық. Бұдан басқа, үшінші Java API ескірген бөліктерді зерттейік және Java API платформасының кеңейтуін ұсынамыз, бұл миграцияның аспаптарының енгізуін жеңілдетеді.*

*Программное обеспечение часто построено на компонентах, которые эволюционируют с течением времени. Эволюция компонентов может измениться, и часто меняются интерфейсы компонента. Части, которые морально устарели, имеют маркировку устаревших, и происходит добавление новых частей. Мы имеем дело с проблемой миграции из устаревших частей к их заменам. Мы создали инструмент для обновления исходного кода Java и использовали его для оценки возможности инструмента миграции из устаревшего API. Кроме того, мы исследуем, устаревшие части третьего Java API и предлагаем расширение платформы Java API, что облегчит внедрение инструментов миграции.*

УДК 004.423.4

**К. А. ШВАЦКИЙ, ИН. И. ПАВЛЮК**

## **О СЕМАНТИЧЕСКОМ ЯДРЕ WEB-САЙТА**

*В работе исследуется проблема создания семантического ядра web-сайта.*

Современные тенденции развития глобальной сети Интернет таковы, что зачастую в Сети идет упорная борьба за места в результатах выдачи поисковых систем (SERP – search engine result page). Итогом такой борьбы стало постепенное возникновение и оформление в отдельную область знаний такого направления, как *поисковая оптимизация (SEO – search engine optimization) и продвижение сайта*. Одним из важных этапов работы по оптимизации и продвижению является этап составления семантического ядра сайта [1, С. 110]. Проблема разработки семантического ядра любого web-ресурса независимо от того, находится он в разработке или уже существует в сети Интернет, кроется в решении задач смыслового анализа и обработки текстов, которые являются одной из наиболее актуальных проблем компьютерной науки последних десятилетий [2].

«*Семантическое ядро*» – список ключевых слов и словосочетаний, которые любой веб-мастер или оптимизатор обязан использовать при создании или корректировке материалов веб-сайта, причем использовать их стоит повсеместно: в тегах заголовков страниц, в мета-тегах, в самих текстах страниц, в тегах выделения текста, в подсказках к изображениям и т. д. В данной работе исследуется вопрос создания семантического ядра.

Несмотря на то, что «семантическое ядро» – название довольно специфичное, одно можно утверждать точно: семантическое ядро – это сердце сайта, владелец которого тем или иным образом рассчитывает на поток посетителей из поисковых систем. Поэтому без его правильного и внимательного составления бессмысленно начинать работу по поисковой оптимизации web-сайта.

На сегодняшний день в сети Интернет есть множество систем для автоматизации тех или иных составляющих процесса продвижения сайта, например, подобные услуги предлагают системы автоматизации продвижения MegaIndex, ROOKEE, SeoPult. Однако составить семантическое ядро рекомендуется самостоятельно, так как этот процесс позволит уменьшить риск потери средств на оптимизацию по ненужным поисковым запросам.

Итак, семантическое ядро – это список словосочетаний, которые потенциальные посетители (клиенты) введут в строку поисковой системы,

Прежде чем попасть на продвигаемый ресурс, то есть это список поисковых запросов и их частей, по которым и продвигается сайт. Безусловно, каждый элемент списка необходимо тщательно проверить, чтобы убедиться в соответствии составляемого ядра предполагаемому или существующему контенту сайта. Также нужно убедиться в том, что запросы из ядра имеют довольно высокую частоту, и переходы по таким запросам обеспечат в дальнейшем нужный приток посетителей.

Сам процесс создания ядра поисковых запросов можно жестко разделить на две составляющие [3, С. 115]:

- 1) первичный подбор возможных вариантов ключевых запросов;
- 2) фильтрация полученного списка.

На этапе составления первичного списка ключевых слов и словосочетаний проводятся следующие работы:

1) составление списка ключевых слов и сочетаний слов (масок), наиболее точно отражающих тематику и цели продвигаемого ресурса;

2) расширение первоначального списка масок с помощью инструментальных средств, таких как статистика ключевых слов на Яндексе YandexWordstat (доступна по адресу [wordstat.yandex.ru](http://wordstat.yandex.ru)) или статистика по поисковым запросам поисковой системы Rambler (доступна по адресу [adstat.rambler.ru](http://adstat.rambler.ru)).

В первую очередь, веб-мастеру или оптимизатору необходимо провести анализ потребительской среды на предмет того, какие слова потребители ввели бы в строку поисковой системы для того, чтобы найти предлагаемую им на ресурсе информацию. Также необходимо проконсультироваться со специалистом в рассматриваемой предметной области, провести анализ сайтов конкурентов и поисковой рекламы по теме ресурса – это позволит сделать список более полным.

В процессе дальнейшего составления списка масок рекомендуется принять во внимание следующее:

– сленговые, профессиональные, ошибочные и сокращенные варианты каких-либо названий или словосочетаний. Например, сеошник – SEO-оптимизатор, пиарщик – PR-manager, хозтовары – хозяйственные товары, samsugn - samsung, kindel – kindle, SEO - search engine optimization, CSS – cascade style sheet;

– переводы, транслитерации, синонимы слов, различные варианты названия товара или услуги. Например, мерседес, mercedes – mercedes, айфон – iphone, самсунг галакси – samsung galaxy, киноафиша – расписание кинотеатров, задвижка – запорная арматура;

– варианты названия составных частей товара или услуги, в случае, если эти части могут быть предложены потребителю отдельно. Например, компьютерная периферия – флэшка, мышь, клавиатура, картридеры, ИБП, сканеры, принтеры;



– задачи, которые решают предлагаемые товары или услуги, качество или привлекательность товаров или услуг. Например, отдых в Египте – отели Каира, выбор надежного хостинга – облачный хостинг, покупка недорогого ноутбука – ноутбуки Acer.

За составлением первичного списка масок следует его расширение. Его рекомендуется делать посредством статистики ключевых слов поисковой системы Яндекс YandexWordstat, статистики по поисковым запросам Rambler, позволяющих расширить список с применением так называемых ассоциированных запросов. Не стоит забывать и о таких инструментах, как инструмент подсказки ключевых слов, используемых при подаче объявлений в Google AdWords. Его использование позволяет выявить наиболее популярные ключевые слова, по которым подаются рекламные объявления конкурентов, то есть те слова и словосочетания, которые наиболее часто вводятся в строку поисковой системы и по которым, как следствие, возможно большее количество переходов.

Ассоциированные запросы – запросы пользователя поисковой системе, введенные в течение одной сессии, не закрывая окна браузера, т.е. так или иначе связанные между собой [3, С. 117]. Безусловно, списки ассоциированных запросов в поисковых системах включают только наиболее частотные устойчивые ассоциации, поэтому в списке ассоциаций к словосочетанию, например, веб-аналитика книги, редко встречается запрос купить телефон ebay.

В качестве примера можно выбрать тему «Афиша кинотеатров в Павлодаре». Соответственно, в запросах, касающихся этой темы, должно быть, например, словосочетание кинотеатры Павлодара. После ввода его в строку поиска в YandexWordstat и уточнения параметров поиска получается список, состоящий из словосочетаний Айманова кинотеатр Павлодар, кинотеатр Шакена Айманова в Павлодаре, кинотеатр Иртыш Павлодар, афиша кинотеатров Павлодара и др., т. е. словосочетаний, в состав которых, так или иначе, входит искомое.

Дальнейший поиск можно продолжить, используя уже каждый из найденных запросов, а также используя другие сервисы, например, сервисы от MegaIndex, ROOKEE и других автоматизированных систем.

Последний этап работы – «зачистка» списка запросов по каждой из масок [3, С. 119]. Например, список запросов по маске хозяйственные товары состоит из следующих словосочетаний: хозяйственные товары, хозяйственные товары оптом, интернет магазин хозяйственных товаров, продажа хозяйственных товаров, база хозяйственных товаров, купить хозяйственный товары, оптовые базы хозяйственных товаров, склад хозяйственных товаров, производство хозяйственных товаров, что относится к хозяйственным товарам.

Тогда дальнейшие действия по очистке должны вестись на основании того, какие материалы есть на сайте, а также на основании анализа частотности

некоторых запросов, который можно провести, используя статистику YandexWordstat в соответствии с рисунком 1.

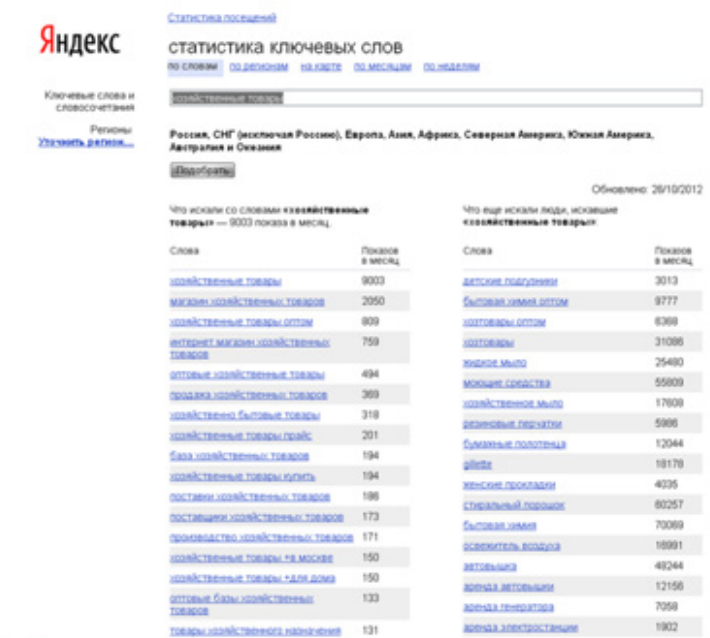


Рисунок 1 – Результат по запросу хозяйственные товары в YandexWordstat

Действительно, продвижение сайта интернет-магазина хозтоваров по запросу производство хозяйственных товаров нецелесообразно. Мало того, что у последнего низкая частота, так он еще и не имеет абсолютно никакого отношения к контенту сайта.

Перейдем к другим примерам. Например, в списке запросов по маске просмотр фильма онлайн может оказаться запрос просмотр фильма онлайн бесплатно. Поэтому web-сайту онлайн-кинотеатра продвигаться по этому запросу бессмысленно. Доходов сайта посетители, пришедшие по такому запросу, не увеличат, несмотря на высокую частоту запроса.

По окончании «зачистки» остается список поисковых запросов, по которым и нужно будет продвигать сайт в поисковых системах. Для удобства его лишь нужно будет отсортировать в порядке убывания частот. Безусловно, ожидать мгновенного продвижения по высокочастотным запросам не стоит, так как велика конкуренция, однако если наметится продвижение по низко- и среднечастотным запросам, то и дальнейший рост по высокочастотным будет обеспечен.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 **Севостьянов, И.** Поисковая оптимизация. Практическое руководство по продвижению сайта в Интернете. – СПб. : Питер, 2012. – С. 240.

2 **Абдрахманов, А. Т., Тасболатулы, Н., Мусабаев, Р. Р.** Семантические сети для анализа текстов // Мат. Междунар. науч. конф. «Теория моделей и алгебра»: – Караганда : Изд-во, 2012. – С. 69.

3 **Ашманов, И., Иванов, А.** Оптимизация и продвижение сайтов в поисковых системах. 3-е изд. – СПб. : Питер, 2011. – С. 464.

4 Видеоматериалы конференций MegaIndex. Эл. адрес: [www.megaindex.tv](http://www.megaindex.tv).

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 30.12.12.

*К. А. Швацкий, Ин. И. Павлюк*

**Web-сайттың семантикалық ядросы туралы**

С. Торайгыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 30.12.12 редакцияға түсті.

*K. A. Shvatsky, In. I. Pavlyuk*

**About a semantic core of a web-site**

S. Toraigyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 30.12.12.

*Жұмыста web-сайттың семантикалық ядросын жасау мәселесі зерттеледі.*

*The work deals with the problem of creation of a web – site semantic core.*

**НАШИ АВТОРЫ**

*Абдул Кадыр* – Институт бизнес администрирования, г. Сургут.

*Абрахманов Бауыржан Тендикович* – магистрант кафедры математики, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Абильдинова Г. М.* – к.п.н., доцент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Алигожина Дина Амангельдыевна* – преподаватель, магистрант кафедры БЖДиЗОС, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Алинова Мансия Шарапатовна* – доктор педагогических наук, профессор кафедры физики и приборостроения, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Амиров А. Ж.* – доктор Ph.D, Карагандинский коммерческий колледж, г. Караганда

*Аскар Асель Рустамовна* – ученица школы-лицея №20, г. Павлодар.

*Ахмед хан* – Институт бизнес администрирования, г. Сургут.

*Байгулова Гульзира Сапаргалиевна* – магистрант 2-го курса специальности «Физика» кафедры Физики и приборостроения Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Волошин В. О.* – Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Вировец В. В.* – АО «Алюминий Казахстан»

*Гергет О. М.* – к.т.н., доцент, Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда.

*Гирнис Светлана Римонтасовна* – доцент кафедры ВТиП, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Гутенко А. Д.* – Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Даутова А. З.* – Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Досанов Талгат Сапаргалиевич* – к.ф.-м.н., Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Дроботун Борис Николаевич* – к. ф. м. н., д. п. н., профессор ККСОН. Член корреспондент АПН РК, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

*Ельмуратов Сембай Кайкенович* – д.т.н., профессор кафедры «Промышленное, транспортное и гражданское строительство», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

- Жукенов Марат Каратаевич** – доцент, Зав. кафедры «Физики и приборостроения», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
- Жумадиллова А. К**
- Игонин С. И.** – Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Испулов Нурлыбек Айдаргалиевич** – к.ф.-м. н., доцент по специальности «Физика», декан факультета Физики, математики и информационных технологий, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Казанганова Лязат Кунанияновна** – д. п. н., доцент, старший преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Казанганова Марина Сейсенбековна** – магистр, преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Казанганова Диана Сейсенбековна** – студентка, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Керимбаева Жанар Абылаевна** – магистрант, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва, г. Астана.
- Кудайберген Маржан** – магистр математики, старший преподаватель кафедры математики, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Кудайкулов А. К.**
- Маширапов Нариман Кудайбергенович** – к. ф.н., профессор, Павлодарский государственный педагогический институт, г. Павлодар.
- Маширапова Гульнара Наримановна** – старший преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Мусабекова Д. С.**
- Мухамедзянова Нина Ивановна** - магистр математики, старший преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Муграж Молдир** – студент специальности «Физика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Олейник С. А.** – Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Оралов Евгений Шакарович** – магистрант ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Павлюк Иван Иванович** – к.ф.-м.н. , профессор кафедры математики, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.
- Потапенко А. О.** – магистрант 1 курса, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Потапенко О. Г.** – к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Пфейфер Нелли Эмилиевна** – д.п.н., профессор, проректор по учебной работе, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Рахимбаева Б. А.** – Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Рахимбаев М. М.** – Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Саденов Алмаз Ерденевич** – Докторант Евразийского национального университета имени Л. Н. Гумилева по специальности «Информатика», г. Астана

**Сакбасынова Г. А.** – аспирант, Томский политехнический университет, г. Томск.

**Саид Ахмед Хан** – Институт бизнес администрирования, г. Сургут.

**Саматова Анар Жанатовна** – студент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Сатыбаев А.Т.** – Ошский технологический университет имени акад. М. М. Адышева, Кыргызстан, г. Ош.

**Сеитов Б.М.** – Ошский технологический университет имени акад. М. М. Адышева, Кыргызстан, г. Ош.

**Сейтханова Айнура Кусбековна** – к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры физики и приборостроения, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Совет Еркежан Болатказыкызы** – магистрант 1-курса специальности «Физика», Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Стасевская Анжелика Игоревна** – магистрант Национального Исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск.

**Сыздыкова Айжан Толегеновна** – магистр математики, старший преподаватель кафедры математики, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Тлеуженов Садритен Кабдыгалиевич** – д. ф.-м. н., профессор, ЕНУ имени Л. Н. Гумилева, г. Астана.

**Трончек З.** – Чешский технический университет, г. Чехия

**Троян Дарья** – ученица, школа гимназия № 9, г. Павлодар.

**Украинец Виталий Николаевич** – д. т. н., профессор кафедры БЖДиЗОС, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Чичиленко Евгений Сергеевич** – магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

~~Швацкий – студент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.~~

**Швацкий** – студент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**Шеломенцев П. Ю.** – к. э. н., доцент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**

(«ВЕСТНИК ПГУ», «НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»,  
«ӨЛКЕТАНУ- КРАЕВЕДЕНИЕ»)

1. В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям в 1 экземпляре, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с межстрочным интервалом 1,5, с полями 30 мм со всех сторон листа, название статьи: кегль - 14 пунктов и дискета со всеми материалами в текстовом редакторе «Word 7,0 (97, 2000, 2007) для WINDOWS».

2. Общий объем статьи, включая аннотацию, литературу, таблицы и рисунки, не должен превышать **8-10 страниц**.

3. Статья должна сопровождаться рецензией доктора или кандидата наук для авторов, не имеющих ученой степени. Для статей, публикуемых в Вестник химико-биологической серии, требуется экспертное заключение.

**Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:**

1. УДК по таблицам универсальной десятичной классификации;
2. Название статьи - на казахском, русском и английском языках, заглавными буквами жирным шрифтом, абзац центrovанный;
3. Инициалы и фамилия(-и) автора(-ов), полное название учреждения;
4. Резюме на казахском, русском и английском языках: кегль - 10 пунктов, курсив, отступ слева-справа — 1 см, интервал 1,0; для Вестников химико – биологической серии требуется также экспертное заключение (см. образец);
5. Текст статьи: кегль - 14 пунктов, гарнитура - Times Nev Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times Nev Roman (для казахского языка).
6. Межстрочный интервал 1,5 (полуторный);
7. Список использованной литературы (ссылки и примечания в статью обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-84 (см. образец).

*На отдельной странице*

**В бумажном и электронном вариантах приводятся:**

- **сведения об авторе: - Ф.И.О. полностью, ученая степень и ученое звание, место работы** (для публикации в разделе «Наши авторы»);
- **полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, E-mail** (для связи редакции с авторами, не публикуются);
- **название статьи и фамилия (-и) автора (-ов) на казахском, русском и английском языках** (для «Содержания»).



~~ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ! ВНИМАНИЕ!~~

1. Иллюстрации. Перечень рисунков и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

2. Математические формулы должны быть набраны как Microsoft Equation (каждая формула - один объект).

3. Автор просматривает и визирует гранки статьи и несет ответственность за содержание статьи.

4. Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. Рукописи, диски и дискеты не возвращаются. Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

5. Оплата за публикацию в Вестнике составляет 5000 (Пять тысяч) тенге.

6. Статью (бумажная, электронная версии, оригинал квитанции об оплате) следует направлять по адресу:

140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Издательство «Кереку», каб. 137

Тел 8 (718-2) 67-36-69, (внутр. 147; 183)

Факс: 8 (718-2) 67-37-02.

E-mail: [kereky@mail.ru](mailto:kereky@mail.ru)

#### **Наши реквизиты:**

РГКП Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова	РНН 4 5 1 8 0 0 0 3 0 0 7 3 БИН 990 140 004 654
АО«Цеснабанк» Код сектора экономики – 6 Признак резиденства -1	ИИК 579 98 F T B 0 0 0 0 0 0 3 3 1 0 БИК T S E S K Z K A

Теруге 16.05.2013 ж. жіберілді. Басуға 16.05.2013 ж. қол қойылды.  
Форматы 70x100 1/16. Кітап-журнал қағазы.  
Көлемі шартты 7,9 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген М.А. Шрейдер  
Корректорлар: Б.Б. Әубәкірова, А. Елемескызы, А.Р. Омарова  
Тапсырыс № 1980

Сдано в набор 16.05.2013 г. Подписано в печать 16.05.2013 г.  
Формат 70x100 1/16. Бумага книжно-журнальная.  
Объем 7,9 ч.-изд. л. Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка М.А. Шрейдер  
Корректоры: Б.Б. Аубакирова, А. Елемескызы, А.Р. Омарова  
Заказ № 1980

«КЕРЕКУ» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
67-36-69  
E-mail: [publish@psu.kz](mailto:publish@psu.kz)  
[kereky@mail.ru](mailto:kereky@mail.ru)