

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени К.И.САТПАЕВА  
KAZAKH NATIONAL RESEARCH TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER K. SATPAEV**

**«Қазақстанның жаңа экономикалық саясатын таратуда жас ғалымдардың орны мен рөлі»  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ**

**ЕҢБЕКТЕРІ**

**II Том**

**ТРУДЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫХ САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ**

**«Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана»**

**Том II**

**PROCEEDINGS**

**INTERNATIONAL SATPAYEV'S READINGS**

**«Role and position of young scientists in implementation Kazakhstan's New Economic Policy»**

**II volume**

**Алматы 2016 Almaty**

УДК 330 (063)  
ББК 65  
Ж 18

**Главный редактор:** Бейсембетов И.К., ректор КазННТУ им. К.И. Сатпаева

**Редакционная коллегия**

Орунханов М.К., Жунусова Г.Ж., Кумсков С.Е., Абдыкаппарова С.Б., Дюссмбасв И.Н.,  
Ахметов Б.С., Байгунчекоев Ж.Ж., Абишева З.С., Бесимбаев Е.Т.

Халықаралық Сатпаев оқуларының еңбектері – Алматы, ҚазҰТУ 2016 ж. II Том = Труды  
Международных Сатпасевских чтений – Алматы: КазННТУ 2016, Том II, 1032 с. = Proceedings International  
satpaev's readings, 2016 Almaty, II volume

ISBN 978-601-228-807-0

*В книгу включены доклады представленные на Международные Сатпаевские чтения. Доклады  
соответствуют научным направлениям Республики Казахстан:*

*Инновации по информационным, телекоммуникационным и космическим технологиям*

*Инновации в архитектуре, строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве*

*Нанотехнологии и наноматериалы*

*Социально-гуманитарные эффекты и устойчивое развитие экономики страны*

*Труды данной конференции могут быть полезны преподавателям высших учебных заведений,  
докторантам, магистрантам, студентам, работникам науки и производства.*

УДК 330 (063)  
ББК 65

ISBN 978-601-228-807-0

© Казахский национальный технический  
университет имени К.И. Сатпаева, 2016

УДК 004.78:025.4.036

**Серекбаев М.К., Заманова С.К.**

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева,  
Казахстан, г. Алматы,  
[krit\\_0514@mail.ru](mailto:krit_0514@mail.ru)

**РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ  
АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ (СЛАУ)**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены вопросы решения СЛАУ с точки зрения мобильной разработки и эффективности алгоритмов для тех или иных информационных моделей.

**Ключевые слова:** мобильное программирование, методы оптимизации, системы уравнений, эффективность.

## Введение

Необходимость в решении системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) возникает при использовании широкого класса моделей и подходов, используемых при автоматизированном проектировании радиоэлектронной аппаратуры. В частности, решение задач излучения или рассеяния электромагнитной волны сложным и объектам и, являющихся одними из основных задач электромагнитной теории, может быть получено с помощью интегральных уравнений, сводящихся методом моментов к СЛАУ с плотными матрицами.

При компьютерном моделировании основные вычислительные затраты состоят из суммы затрат на формирование матрицы и затрат непосредственно на решение СЛАУ. Следовательно, выбор наиболее эффективного способа решения СЛАУ позволит снизить общие временные затраты. Следует отметить, что в большинстве публикаций по решению СЛАУ большого порядка рассматриваются разреженные матрицы. Поэтому разработка и исследование новых математических методов и подходов для решения СЛАУ с плотными матрицами весьма актуальны. В известных авторам публикациях не приведено сравнение имеющихся методов решения СЛАУ в приложении к вышеописанным задачам.

Цель данной статьи - сравнение методов решения СЛАУ.

Рассматривается вопрос о решении системы вида

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1N}x_N = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2N}x_N = b_2 \\ \dots \\ a_{N1}x_1 + a_{N2}x_2 + \dots + a_{NN}x_N = b_N \end{cases} \quad (1)$$

или иначе, векторно-матричного уравнения  $Ax=b$  (1a)

где  $b$  - вектор свободных членов,  $x$  - вектор неизвестных (вектор-решение) размера  $N$ ,  $A$  -  $N \times N$  матрица коэффициентов данной системы. Эффективность способа решения системы (1), с заданной точностью, во многом зависит от структуры матрицы  $A$ : размера, обусловленности, симметричности, специфики расположения ненулевых элементов в матрице и др.

Все методы решения СЛАУ можно разбить на два класса: прямые и итерационные. Прямые называются методы, которые приводят к решению за конечное число арифметических операций. Если операций реализуются точно, то и решение будет точным. Итерационными являются методы, в которых точное решение может быть получено лишь в результате бесконечного повторения единообразных действий.

### Точные методы

Наиболее известным и популярным способом решения линейных систем вида (1) является метод последовательного исключения неизвестных - метод Гаусса (GE). Систему (1) приводят к треугольному виду последовательно, исключая сначала  $x_1$  из второго, третьего, ...,  $N$ -го уравнений, затем  $x_2$  из третьего, четвертого, ...  $N$ -го уравнений преобразованной системы, и т.д. На первом этапе заменяют второе, третье,  $N$ -е уравнение на уравнения, получающиеся сложением этих уравнений с первым, умноженным соответственно на  $-\frac{a_{21}}{a_{11}}$ ,  $-\frac{a_{31}}{a_{11}}$ , ...,  $-\frac{a_{N1}}{a_{11}}$ . Результатом этого этапа преобразований будет эквивалентная (1) система. На втором этапе продолжают такие же операции, как и на первом, с подсистемой полученной системы, без учета первого уравнения. Продолжая этот процесс, на  $(N-1)$ -м этапе так называемого прямого хода метода Гаусса данную систему (1) приводят к треугольному виду. Очевидно, что треугольная структура системы позволяет последовательно одно за другим вычислять значения неизвестных, начиная с последнего. Этот процесс последовательного вычисления значений неизвестных называют обратным ходом метода Гаусса.

Метод LU-разложения матриц (LU)

Пусть  $A = (a_{ij})_{i,j=1}^N$  - данная  $N \times N$ -матрица, а  $L = (l_{ij})_{i,j=1}^N$  и  $U = (u_{ij})_{i,j=1}^N$  - соответственно нижняя (левая) и верхняя (правая) треугольные матрицы. Справедливо следующее утверждение. Если все главные миноры квадратной матрицы  $A$  отличны от нуля, то существуют такие нижняя  $L$  и верхняя  $U$  треугольные матрицы, что  $A = LU$ . Если элементы диагонали одной из матриц  $L$  или  $U$  фиксированы (ненулевые), то такое разложение единственно. Обычно разложение матриц осуществляют при фиксировании диагонали нижней треугольной матрицы ( $l_{ij} = 1$  при  $i = j$ ). Далее находят  $l_{ij}$  при  $i > j$  ( $l_{ij} = 0$  при  $i < j$ ) и  $u_{ij}$  при  $i \leq j$  ( $u_{ij} = 0$  при  $i > j$ ).

Если матрица  $A$  исходной системы (1) разложена в произведение треугольных  $L$  и  $U$ , то вместо (1a) можно записать эквивалентное уравнение  $LU = b$ .

Введя вектор вспомогательных переменных  $y$ , последнее выражение можно переписать в виде системы  $\begin{cases} Ly = b \\ Ux = y \end{cases}$

Таким образом, решение исходной системы с квадратной матрицей коэффициентов свелось к последовательному решению двух систем с треугольными матрицами коэффициентов.

### Итерационные методы

Точные методы понятны и просты для программной реализации, однако, вычислительные затраты этих методов, которые пропорциональны  $N^3$ , серьезно ограничивают круг решаемых задач. Поэтому в последнее время широко применяются итерационные методы. Их вычислительные затраты пропорциональны  $N_{ij} * N^2$  если для сходимости потребуется  $N_{ij}$  итераций.

Исторически первые итерационные методы основывались на циклическом покомпонентном изменении вектора решения, осуществляемом таким образом, чтобы обнулить соответствующий коэффициент вектора невязки и тем самым уменьшить его норму. Подобная методика уточнения решения получила название релаксация. В настоящее время такие методы в их классической формулировке уже практически не применяются. Наиболее эффективными и устойчивыми среди итерационных методов являются так называемые проекционные методы, и особенно тот их класс, который связан с проецированием на подпространства Крылова.

Рассмотрим систему (1) и сформируем для нее следующую задачу. Пусть заданы некоторые два подпространства  $K \subset R^N$  и  $L \subset R^N$ .

Требуется найти такой вектор  $x \in K$ , который обеспечивал бы решение исходной системы, «оптимальное относительно подпространства  $I$ », то есть чтобы выполнялось условие  $\forall l \in L: (Ax, l) = (b, l)$ , называемое условием Летрова-Гадеркина. Сгруппировав обе части равенства по свойствам скалярного произведения и заметив, что  $b - Ax = r_x$ , это условие можно переписать в виде  $\forall l \in L: (r_x, l) = 0$ , то есть  $r_x = b - Ax \perp L$ . Такая задача называется задачей проецирования  $x$  на подпространство  $K$  ортогонально к подпространству  $L$ .

При построении и реализации проекционных методов важную роль играют так называемые подпространства Крылова, часто выбираемые в качестве  $K$ . Подпространством Крылова размерности  $m$ , порожденным вектором  $v$  и матрицей  $A$ , называется линейное  $K_m(v, A) = \text{span}\{v, Av, A^2v, \dots, A^{m-1}v\}$ .

В качестве вектора  $v$  обычно выбирается невязка начального приближения  $r_0$ ; тогда выбор подпространства  $L$  и способ построения базисов подпространств полностью определяет вычислительную схему метода.

### Реализация алгоритмов приложения и дизайн

Нами разработано приложение для смартфонов на платформе Android для решения СЛАУ. Приложение имеет следующий дизайн (рис. 1):



Рисунок 6 Изображение иконки приложения

Дизайн интерфейсов сводится к вопросу о том, как оформить и расположить визуальные элементы таким образом, чтобы внятно отразить поведение и представить информацию. Каждый элемент визуальной композиции имеет ряд свойств, и сочетание этих свойств придает элементу смысл. Пользователь получает возможность разобраться в интерфейсе благодаря различным способам приложения этих свойств к каждому из элементов интерфейса. В тех случаях, когда два объекта обладают общими свойствами, пользователь предположит, что эти объекты связаны или похожи. Когда пользователи видят, что свойства отличаются, они предполагают, что объекты не связаны.

Главное меню и лист ответа (рис. 2):

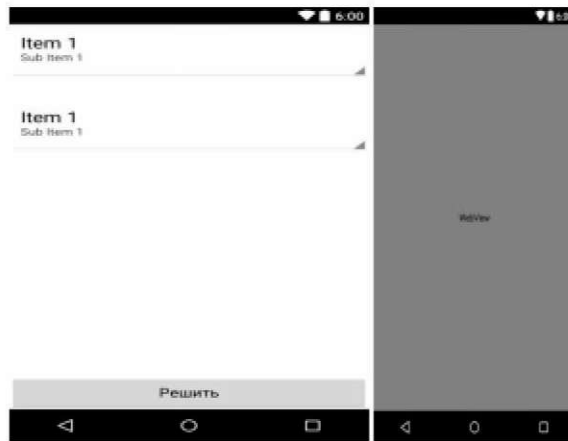


Рисунок 7 Форма расположений элементов приложения  
Реализация ввода размерности матрицы (рис. 3):



Рисунок 8 Отображение дизайна ввода данных

Конечный интерфейс (рис. 4):

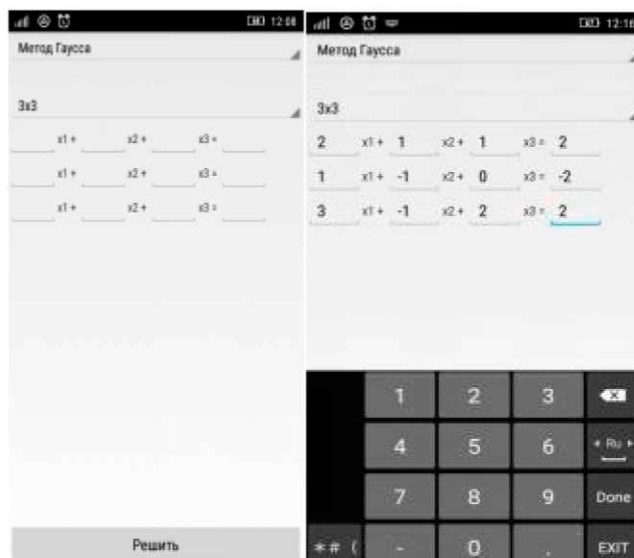


Рисунок 9 Интерфейс ввода входных данных

Вывод результат работы программы (рис. 5):

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 3 & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & -1 & 0 & -2 \\ 3 & -1 & 2 & 2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Рисунок 10 Форма отображения результат решения

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голошапов, А.Л. GoogleAndroid. Программирование для мобильных устройств.
2. Reto Meier Professional Android™ 2 Application development.
3. Android Application Development / Rick Rogers, John Lombardo, ZigurdMednicks, and Blake Meike.
4. ChrisHasemanAndroidEssentials
5. Варакин, М.В. Разработка мобильных приложений под Android: учебное пособие / М.В. Варакин; Центр компьютерного обучение "Специалист" при МГТУ им. Н.Э. Баумана – Москва, 2012 – 128с

Серекбаев М.К., Заманова С.К.

#### Сызықтық алгебралық теңдеулер жүйесін (САТЖ) шешу үшін мобильді қосымша құру

**Түйіндеме.** Бұл мақалда САТЖ шешу сұрақтары мобильді құру арқылы дамуы және әр түрлі ақпараттық модельдер үшін алгоритмдер тиімділік шарттары қарастырылған.

**Түйінді сөздер:** мобильді бағдарламалау, тиімділеу әдістері, теңдеу жүйелері, тиімділігі.

Serekbayev M.K., Zamanova S.K

#### Development mobile application for solution of systems of linear algebraic equations (slae)

**Summary.** This article considers the issues of SLAE from the perspective of mobile design and efficiency of algorithms for specific information models.

**Keywords:** mobile programming, optimization methods, system of equations, efficiency.

|   |     |
|---|-----|
| Қожамқұлова Ж.<br>МӘЛІМЕТТЕР БАЗАСЫНДА АҚПАРАТТЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ ӘДІСТЕРІ.....   | 321 |
| Қожамқұлова Ж.Ж., Минайдарова Ж.К.<br>АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУ МӘСЕЛЕСІНІҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ.....   | 327 |
| Қызыров Қ.Е., Сағымбекбаева А.О.<br>БАНКТИҢ ҚАШЫҚТАҒЫ ТРАНЗАКЦИЯЛАРЫН ҚОРҒАУЫНДАҒЫ SET ХАТТАМАСЫ...   | 330 |
| Мартыненко Е.В., Анарбек К., Омарова Г.А.<br>РАЗРАБОКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ЗАВИСИМОСТИ ПРОЦЕНТА<br>ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ АТАКАМИТА ОТ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ.....                         | 335 |
| Масимжан С.Е., Муртазина А.У.<br>«GRAND RING» ҚОНАҚ ҮЙ КЕШЕНІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ.....   | 340 |
| Мерекенова Г.Қ.<br>IP МАРШРУТИЗАЦИЯЛАУ КЕЗІНДЕГІ ЖӘНЕ MPLS ТЕХНОЛОГИЯСЫ<br>ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЖЕЛІДЕГІ КІДІРІС УАҚЫТТАРЫНЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ<br>ТАЛДАУЫ.....                                  | 342 |
| Мырзашова Р., Калижанова А.У., Айтқұлов Ж.С.<br>РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ С БИОМЕТРИЧЕСКОЙ<br>АУТЕНТИФИКАЦИЕЙ.....   | 348 |
| Оган А., Сәйдібек Ө.<br>ҚАЗАҚ ӘРІПТЕРІН ПЕРНЕТАҚТАДА ҚАЙТАДАН ОРНАЛАСТЫРУ.....  | 353 |
| Раймбаева М.Е., магистрант, Ауелбеков О.А.<br>3D АНИМАЦИЯ – МУЛЬТИМЕДИАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ.....   | 355 |
| Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С.<br>КӨРУ МҮМКІНДІГІ ШЕКТЕУЛІ ЖАНДАР ҮШІН КОГНИТИВТІ ЖӘНЕ<br>СТАТИСТИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕР НЕГІЗІНДЕ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫҢ<br>SMART – ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....      | 358 |
| Сейлова Н.А., Якименко М.В.<br>РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОСНОВНЫХ ВИДОВ АТАК В ОПЕРАЦИОННОЙ<br>СИСТЕМЕ LINUX.....  | 363 |
| Серекбаев М.К., Заманова С.К.<br>РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ<br>АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ (СЛАУ).....   | 368 |
| Сырлыбаев Д., Тұрым А.Ш.<br>КОМПЬЮТЕРЛІК ЖЕЛІЛЕРДІ CISCO CATALYST НЕГІЗІНДЕГІ VLAN<br>ТЕХНОЛОГИЯСЫ АРҚЫЛЫ ҚОРҒАУ.....   | 372 |
| Тоғжанова К.Ө., Кальпеева Ж.Б., Қырғызбаева Б.Ж.<br>ҮЛКЕН КӨЛЕМДІ ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ ҮШІН ӘДІСТЕР МЕН МОДЕЛЬДЕР.....   | 376 |
| Тойлыбекқызы Ф., Аманжолова С.Т.<br>ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАРШРУТИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ<br>СЕТЕЙ ПЕТРИ.....   | 380 |
| Толымбек Қ., Қыдырбек Қ., Байматаева Ш.М.<br>ЖЕЛІДЕ МӘЛІМЕТТЕР БАЗАСЫН ЖАРИЯЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ<br>АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕ ҚҰРУ.....   | 383 |
| Төлепбергенова С.К., Козбакова А.Х., Калижанова А.У.<br>ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ<br>ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ... | 386 |
| Тұрсынова А.Т., Сыдыбаева М.А., Ескендинова Д.М.<br>ҚАЗАҚТЫҢ ҰЛТТЫҚ ОЙЫНДАРЫНЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ.....  | 390 |
| Тұрысбек Ж.<br>ИНТЕРНЕТКЕ СТАНДАРТТЫ ПРОГРАММА АРАЛЫҚ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУДІҢ<br>БАЗАЛЫҚ ҚАҒИДАЛАРЫНА ТАЛДАУ.....   | 394 |
| Тынымбаев С.Т., Айтбай Д.Ұ.<br>КЕЗ-КЕЛГЕН МОДУЛЬ БОЙЫНША ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚАЛЫПТАСТЫРҒЫШ<br>ҚҰРЫЛҒЫСЫ.....   | 397 |
| Тынымбаев С.Т., Әділбекқызы С.<br>РАЗРЯД САЛМАҚТАРЫН МОДУЛЬ АРҚЫЛЫ ТІЗБЕКТЕП КЕЛТІРУ БЛОГЫ.....   | 401 |



Сверстано и отпечатано с авторских оригиналов. Ответственность за научное содержание, стилистические, грамматические и пунктуационные ошибки несут авторы.

Подписано в печать 24.04.2016 г.  
Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 1.  
Объем 64,5 уч.-изд. л. Тираж 40 экз. Заказ № 162. Цена договорная

Издание Казахского национального исследовательского технического университета  
им. К.И. Сатпаева Учебно-издательский центр КазНТУ  
г. Алматы, Сатпаева, 22.