

# WEB-SYNDIC

Система для демонстрации и исследования новых синтаксических алгоритмов решения линейных диофантовых уравнений

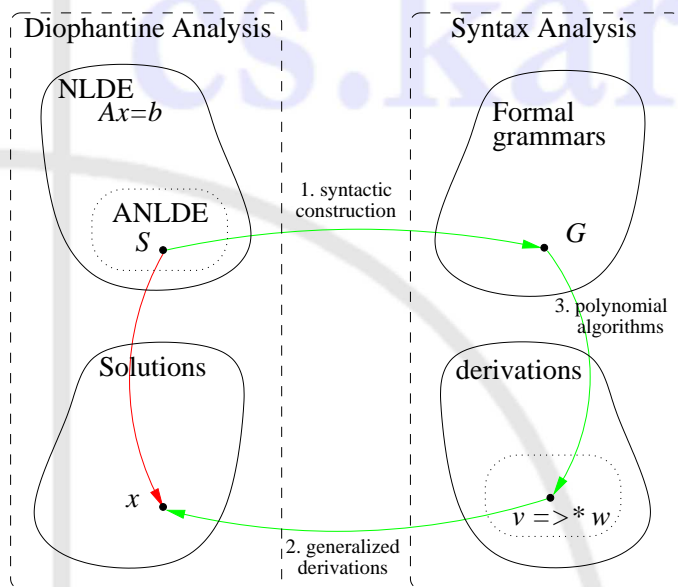
## Предметная область

Неотрицательными линейными диофантовыми уравнениями (НЛДУ) называются линейные уравнения с целыми коэффициентами и с решениями в неотрицательных целых числах:

$$Ax = b, \quad A \in \mathbb{Z}^{n \times m}, \quad b \in \mathbb{Z}^n, \quad x \in \mathbb{Z}_+^m.$$

НЛДУ являются актуальным объектом научных исследований в теории чисел, теории полугрупп и теории алгоритмов, а также находят важные приложения в задачах целочисленного программирования, исследования операций и кибернетики.

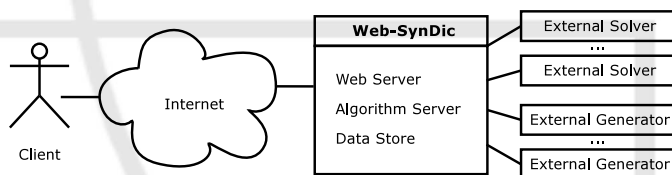
В общем случае решение НЛДУ есть NP-полная или overNP-задача. Это включает задачи определения совместности, поиска частного решения, нахождения базиса Гильберта. В практических приложениях ограничения на время и память являются критичными. Полиномиальные алгоритмы решения частных классов НЛДУ, в том числе нахождения базиса Гильберта, могут быть построены на основе нового синтаксического метода решения НЛДУ, сводящего решение к построению синтаксических выводов в некоторой формальной грамматике [1, 2, 3, 4, 6, 5, 7]. Такие системы называются ассоциированными с грамматикой (системы АНЛДУ).



Эксперимент показывает, что предлагаемые синтаксические алгоритмы значительно эффективнее доступных аналогов для случая систем средней и большой размерности. Проводилось тестирование более чем на 1 000 000 автоматически сгенерированных однородных систем АНЛДУ. В подавляющем большинстве случаев синтаксические алгоритмы затрачивали на нахождение базиса Гильберта не более нескольких минут, в то время как решатель на основе целочисленного линейного программирования не мог найти и одного частного решения за разумное время (до нескольких суток).

## Система Web-SynDic

В рамках проекта Web-SynDic реализуется уникальный научный Интернет-ресурс для удаленной демонстрации и тестирования разработанных оригинальных синтаксических алгоритмов [12, 14, 15, 16].



Система Web-SynDic позволяет исследователям

- вручную задавать системы АНЛДУ для решения (традиционная математическая запись),
- генерировать системы АНЛДУ автоматически (разработаны 2 генератора),
- находить базис Гильберта (основная задача),
- проверять правильность результата (тестирование алгоритмов),
- оценивать потребление ресурсов (экспериментальный анализ алгоритмов),
- сравнивать эффективность с альтернативными решателями (в текущей версии поддерживаются slopes [8] и lp\_solve [9]).

Для более качественной оценки эффективности алгоритмов удаленное решение систем АНЛДУ может происходить в двух режимах:

- решение одиночной системы,
- решение набора систем.

Это включает и системы большой размерности (до нескольких тысяч уравнений и неизвестных), решение которых за приемлемое время возможно только лишь с помощью предлагаемого нами синтаксического алгоритма. Режим “решения набора систем” полезен при исследовании характеристик алгоритма для некоторых специальных классов систем.

Система Web-SynDic дополнительно поддерживает

- обратную связь (отзывы пользователя и распределенное тестирование алгоритмов),
- регистрацию пользователей (по желанию),
- сбор статистики об использовании системы,
- установку ограничений на процесс решения (время, память, размерность и т.п.) для всех пользователей и для каждого пользователя отдельно,
- систему подсказок и примеров для пользователя.

## Разработка программной системы

Разработка программной системы проводилась в соответствии с международными стандартами технологии производства программного обеспечения. Основные языки проекта — русский и английский. Модель процесса — каскадная:

- сбор требований,
- реализация,
- анализ требований,
- тестирование,
- проектирование,
- внедрение.

Поддерживается полноценный набор проектной документации. Документация пользователя включает руководство и обзор теории систем АНЛДУ. Для запуска клиента Web-SynDic достаточно стандартного Интернет обозревателя.

Сервер реализован на Java, использует пакет Apache Tomcat, работает в ОС Windows и Linux. Трансляторы входных систем АНЛДУ реализованы с помощью компиляторов компиляторов `jflex` и `byaccj`. Исходный код системы содержит около 9000 строк кода Java объемом 240 Кб, из которых 1500 строк сгенерировано `jflex` и `byaccj`, и 25 страниц JSP общим объемом 64 Кб. Для генерации, решения и обработки результатов применяется технология автоматического тестирования [11, 13, 10], реализованная на языке C.

Проект начат 7.07.2003, рабочая версия получена 20.12.2003. В настоящее время выполняется  $\alpha$ -тестирование. Публикация системы в Интернет планируется осенью 2004 г.

## Команда проекта

**Заказчик:** Ю. А. Богоявленский  
(ybgv@cs.karelia.ru).

**Руководитель проекта:** Д. Ж. Корзун  
(dkorzun@cs.karelia.ru).

**Разработчики:** К. А. Кулаков, А. Ю. Сало, М. А. Крышень, А. В. Ананьин (websyndic@cs.karelia.ru).

## Контактная информация

**Адрес:** Российская Федерация, 185640, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, Петрозаводский государственный университет.

**Ректор:** д. т. н., проф. Васильев Виктор Николаевич,  
телефон: +7(8142)711001, факс: +7(8142)711000,  
rector@psu.karelia.ru.

**Кафедра ИМО:** ауд. 215, главный корпус ПетрГУ,  
заведующий: к. т. н., доц. Богоявленский Юрий Анатольевич, телефон: +7(8142)711015,  
факс: +7(8142)711000, ybgv@cs.karelia.ru.

## Список литературы

[1] Miguel Filgueiras, Ana-Paula Tomas. Solving Linear Constraints on Finite Domains through Parsing. In P. Barahona, L. Moniz Pereira, A. Porto (eds.), Proceedings of the 5th Portuguese Conference on Artificial Intelligence, Springer-Verlag, 1991. LNAI 541. pp.1-16.

[2] Богоявленский Ю. А., Корзун Д. Ж. *Общий вид решения системы линейных диофантовых уравнений, ассоциированной с контекстно-свободной грамматикой*. Труды Петрозаводского гос. ун-та. Сер. "Прикладная математика и информатика". Вып. 6. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. С.79-94.

[3] Корзун Д. Ж. *Решение одного класса линейных диофантовых уравнений в неотрицательных целых числах методами теории формальных языков*. Труды Петрозаводского гос. ун-та. Сер. "Прикладная математика и информатика". Вып.7. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. С.93-116.

[4] Корзун Д. Ж. *О существовании порождающей КС-грамматики для произвольной линейной диофантовой системы*. Труды Петрозаводского государственного университета. Сер. "Математика". Вып.6. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1999. С.34-40.

[5] Корзун Д. Ж. *Об одной взаимосвязи формальных грамматик и систем линейных диофантовых уравнений*. Вестник молодых ученых. Сер. "Прикладная математика и механика". Ном. 3, 2000. С.34-40.

[6] Dmitry G. Korzun, *Grammar-Based Algorithms for Solving Certain Classes of Nonnegative Linear Diophantine Systems*. Transactions of the international seminar Finnish Data Processing Week at the University of Petrosavodsk (FD-PW'2000): Advances in Methods of Modern Information Technology. Vol.3. Petrozavodsk, 2001. pp.52-67.

[7] Корзун Д. Ж. *Синтаксические алгоритмы решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений и их приложение к моделированию структуры нагрузки канала Интернет*. Дисс. на соиск. канд. физ.-мат. наук. Петрозаводск, ПетрГУ, 2002. 185 с.

[8] *Package Slopes*. <http://www.ncc.up.pt/~apt/dioph/>

[9] M. Berkelaar. *Lp\_solve*. <http://www.cs.sunysb.edu/~algorithm/implement/lpsolve/implementation.shtml>

[10] Кулаков К. А. *Тестирование и экспериментальный анализ алгоритмов решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений*. Материалы 55-й научной студенческой конференции. Петрозаводск, апрель 2003.

[11] Кулаков К. А. *Тестирование и экспериментальный анализ алгоритмов решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений*. Выпускная квалификационная работа бакалавра, Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 42 с.

[12] Кулаков К. А., Сало А. Ю., Ананьин А. В., Крышень М. А., Корзун Д. Ж., Богоявленский Ю. А. *Web-SynDic — система демонстрации и тестирования синтаксических алгоритмов решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений*. Материалы межвузовского конкурса-конференции студентов и молодых ученых Северо-Запада "Технологии Microsoft в теории и практике программирования". СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. с.43-44.

[13] Кулаков К. А., Корзун Д. Ж. *Технология автоматизации тестирования алгоритмов решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений*. Материалы межвузовского конкурса-конференции студентов и молодых ученых Северо-Запада "Технологии Microsoft в теории и практике программирования". СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. с.142-143.

[14] Сало А. Ю. *The Web-SynDic project: input data translation, session management, and activity statistics*. Выпускная квалификационная работа бакалавра, Петрозаводск: ПетрГУ, 2004.

[15] Ананьин А. В. *Система Web-SynDic: разработка программного обеспечения на основе прецедентов*. Материалы 56-й научной студенческой конференции ПетрГУ. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2004 (принято в печать).

[16] Крышень М. А. *Система Web-SynDic: разработка сервера и интерфейса пользователя*. Материалы 56-й научной студенческой конференции ПетрГУ. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2004 (принято в печать).