

УДК 514.18

В.А. ЛЕБЕДЕВ, А.В. НАЙДЫШ, Н.А.РУБЦОВ

Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана Хмельницкого

**ОСОБЕННОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСКРЕТНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ УГЛОВ СГУЩЕНИЯ**

*В работе рассмотрены особенности вычислительной реализации метода вариативного дискретного геометрического моделирования на основе углов сгущения.*

*Ключевые слова: углы сгущения, интерполяция, угловая параметризация, моделирование, дискретно представленная кривая (ДПК), сопроводительная ломаная линия (СЛЛ).*

В.О. ЛЕБЕДЕВ, А.В. НАЙДИШ, М.О.РУБЦОВ

Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

**ОСОБЛИВОСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТА ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДИСКРЕТНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ НА ОСНОВІ КУТІВ СГУЩЕННЯ**

*У роботі розглянуті особливості обчислювальної реалізації методу варіативного дискретного геометричного моделювання на основі кутів згущення.*

*Ключові слова: кути згущення, інтерполяція, кутова параметризація, моделювання, дискретно представлена крива (ДПК), супровідна ламана лінія (СЛЛ).*

V.O. LEBEDEV, A.V.NAYDYSH, N.A.RUBCOV

Melitopol State Pedagogical University named after Bogdan Khmelnytsky

**FEATURES COMPUTERS AND SOFTWARE IMPLEMENTATION DISCRETIONARY INTERPOLATION BASED ON THE CORNER CONDENSED**

*The paper discusses the features of computer implementation of the method of variable discrete geometric modeling based thickening angles.*

*Keywords: thickening angles, interpolation, angular parameterization, simulation, discretely presented curve (DPC), accompanying broken line (ABL).*

**Постановка проблемы**

Сгущение (дискретная интерполяция) дискретно представленных кривых (ДПК) является одним из важнейших направлений развития дискретного геометрического моделирования (ДГМ). Обладая значительными преимуществами по сравнению с непрерывными методами интерполяции, методы сгущения не зависят от системы координат представления ДПК, их расположения и геометрических характеристик (наличие выпуклых, переходных участков, особых точек и т.д.).

Предлагаемая работа является продолжением направления исследований в рамках вариативного дискретного геометрического моделирования, а именно в рамках использования соотношений между угловыми параметрами в процессе сгущения.

Продолжение исследований позволяет повысить точность моделирования благодаря тому, что полученная геометрическая модель кривой является неосциллирующей, сокращаются сроки проектирования, что очень важно при решении прикладных задач, обусловленных производством.

**Анализ последних исследований и публикаций**

Ближайшими по тематике работами, где представлена вычислительная реализация методов дискретной интерполяции (сгущение) дискретно представленных кривых с использованием угловых параметров, являются диссертационные исследования Лебедева В.А [1]. Эти исследования были продолжены в работе [2]. При этом были получены важные результаты, разработано программное обеспечение для расчета точек сгущения и визуализации результатов интерполяции. При использовании созданного программного обеспечения достигается высокая точность, возможность локальной коррекции при отсутствии осцилляции. Однако при этом не уделено должного внимания автоматизации процесса моделирования и его адаптации (упрощению инженерно-расчетных методик для решения прикладных задач в условиях производства).

**Формулирование цели исследования**

Провести анализ вычислительной реализации геометрического моделирования формы дискретно представленной плоской кривой на основе методов вариативного дискретного геометрического моделирования при использовании углов сгущения.

**Изложение основного материала исследования**

Общий вычислительный алгоритм метода дискретной интерполяции на основе углов сгущения состоит из следующих структурных частей:

1. Определение длины звеньев ДПК.
2. Расчет углов наклона звеньев к оси.
3. Определение углов смежности до сгущения.
4. Расчет углов сгущения.
5. Определение углов смежности после сгущения.
6. Расчет локальных координат точек сгущения.
7. Определение глобальных координат точек сгущения.

Программная реализация метода была проведена в табличном редакторе EXCEL. Это позволяет легко изменять входные данные и проводить коррекцию результатов с помощью изменения параметров сгущения.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2														
3		i	x	y	l	al	g0	g1	b-	b+	xl	yl	xs	ys
4		0	0	0	38,210	47,121	24,096	12,048	6,024	6,024			0,000	0,000
5		0,5						12,048			19,105	2,016	11,523	15,372
6		1	26	28	43,463	23,025	24,096	12,048	6,024	6,024			26,000	28,000
7		1,5						17,732			28,798	3,039	51,315	42,061
8		2	66	45	37,162	-23,806	46,831	23,416	11,708	11,708			66,000	45,000
9		2,5						15,708			9,376	1,943	75,362	42,993
10		3	100	30	39,051	-39,806	16,000	8,000	4,000	4,000			100,000	30,000
11		3,5						15,691			29,187	2,041	123,729	12,883
12		4	130	5	50,090	-86,566	46,761	23,381	11,690	11,690			130,000	5,000
13		4,5						19,337			19,711	4,078	135,251	-14,431
14		5	133	-45	43,829	-117,150	30,583	15,292	7,646	7,646			133,000	-45,000
15		5,5						9,442			8,295	1,114	130,206	-52,889
16		6	113	-84	49,649	-124,330	7,181	3,591	1,795	1,795			113,000	-84,000
17		6,5						3,591			24,824	0,778	99,642	-104,939
18		7	85	-125			7,181	3,591	1,795	1,795			85,000	-125,000
19														

Рис. 1. Окно расчета точек сгущения в табличном редакторе EXCEL

Визуальное отображение данных осуществлено с помощью диаграмм. Средство "Диаграммы" в табличном редакторе EXCEL является хорошим инструментом для построения возможных графиков и диаграмм, наглядно отображающих содержащиеся в таблице данные.

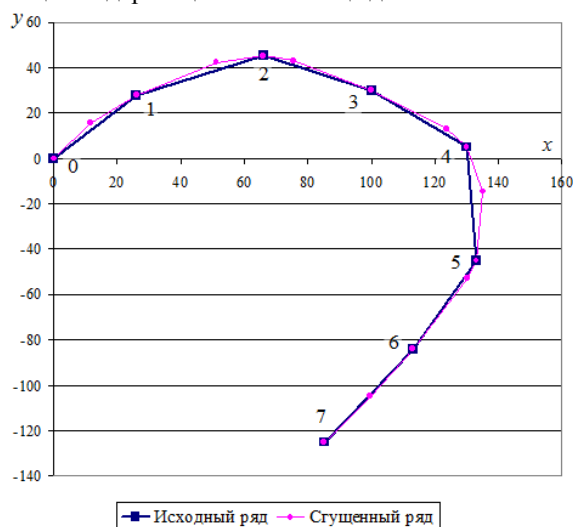


Рис. 2. Графическое изображение исходной и сгущенной ДПК в табличном редакторе EXCEL

Поиск максимального значения был осуществлен с помощью команды "Поиск решений". Но проведение расчетов в табличном редакторе имеет некоторые неудобства:

- при увеличении количества входных данных, необходимо вручную изменять формулы расчета;
- проведение последующих шагов сгущения требует перенастройки схемы вычисления;
- для использования табличного редактора EXCEL необходимо приобрести лицензию.

Еще один вариант программной реализации метода был осуществлен средствами символьного процессора Maple. Выбор этого программного продукта объясняется его широкими возможностями, а именно:

- символьное программирование;
- наличие команд, которые существенно упрощают программный алгоритм;
- удобная визуализация графических результатов.

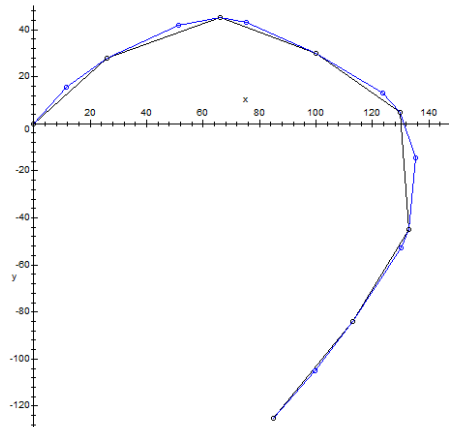


Рис. 3. Графическое изображение исходной и сгущенной ДПК в символьном процессоре Maple

Вместе с тем, использование символьного процессора Maple имеет и некоторые недостатки:

- необходимо владение специфическими знаниями программирования в символьном процессоре Maple;
- программы Maple не имеют возможностей для создания удобного интерфейса;
- проведение коррекции результатов с помощью изменения параметров сгущения является затруднительным.

Поэтому рассмотрев указанные варианты программной реализации, было принято решение о создании авторского варианта на основе языка программирования высокого уровня C#.

В программной реализации "Моделирование" реализуется метод дискретной интерполяции на основе углов сгущения, а также рассматриваются особые случаи сгущения (учет априорной информации, ДПК с переходными и прямолинейными участками). Для ввода исходных данных и вывода результатов используются текстовые файлы.

i	x	y	длина звена [i+1]	углы наклона звеньев	углы смежности до сгущения	углы смежности после сгущения	угол сгущения В-	угол сгущения В+	локальные точки сгущения x	локаль точек сгущен
0	0	0	38,20994634908...	47,12109639666...	24,09560438813...	12,04780219406...	6,023901097033...	6,023901097033...		
0,5						12,04780219406...			19,10497317454...	2,016071
1	26	28	43,46262762420...	23,025492008528	24,09560438813...	12,04780219406...	6,023901097033...	6,023901097033...		
1,5						17,73175997877...			21,73131381210...	2,293216
2	66	45	37,16180835212...	-23,8059435184...	46,83143552698...	23,41571776349...	11,70785888174...	11,70785888174...		
2,5						15,70776577519...			18,580904176062	3,850576
3	100	30	39,05124837953...	-39,8055710922...	15,99962757380...	7,999813786903...	3,999906893451...	3,999906893451...		
3,5						15,69010652977...			19,52562418976...	1,365332
4	130	5	50,08991914547...	-86,5663696375...	46,76079854528...	23,38039927264...	11,69019963632...	11,69019963632...		
4,5						19,33602765137...			25,04495957273...	5,182094
5	133	-45	43,82921400162...	-117,149681697...	30,58331206023...	15,29165603011...	7,645828015058...	7,645828015058...		
5,5						9,440961889488...			21,91460700081...	2,941875
6	113	-84	49,64876634922...	-124,330217195...	7,180535497720...	3,590267748860...	1,795133874430...	1,795133874430...		
6,5						3,590267748860...			24,82438317461...	0,778027
7	85	-125			7,180535497720...	3,590267748860...	1,795133874430...	1,795133874430...		

Рис. 4. Окно расчета точек сгущения в программе "Моделирование"

Визуальное отображение данных осуществляется с помощью отдельного окна. Сначала отображается исходная ДПК, затем сгущенная ДПК.

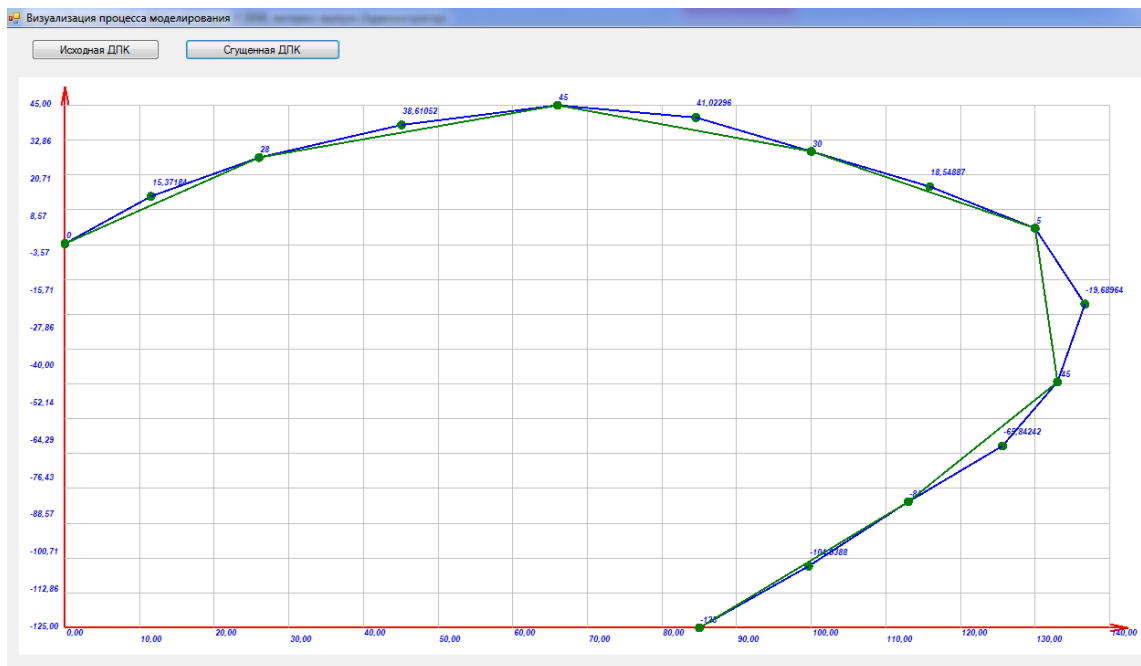


Рис. 5. Графическое изображение исходной и сгущенной ДПК в программе "Моделирование"

Существующая версия реализации "Моделирование" предполагает доработки следующих вопросов:

- коррекция результатов с помощью изменения параметров сгущения;
- оптимизация файловой структуры вспомогательных файлов.

#### Выводы

Проведенные в работе исследования подтвердили правильность полученных геометрических моделей. Кроме того, в результате выполнения расчетов не происходило накопление вычислительной погрешности, что косвенно свидетельствует об устойчивости методов вариативного дискретного геометрического моделирования с использованием углов сгущения. В качестве дальнейших исследований вызывает интерес внедрение методов геометрического моделирования с использованием углов сгущения в автоматизированные системы проектирования.

#### Список использованной литературы

1. Лебедев В.А. Дискретная интерполяция плоских дискретно представленных кривых линий на основе углов сгущения : Дис. ... канд. техн. Наук : 05.01.01 / Владимир Александрович Лебедев; Таврическая гос. агротехническая академия. — Мелитополь, 2004. — 194 с. — Библиогр.: С.167-181.
2. Найдиш А.В. Обчислювальна реалізація моделей на основі кутової параметризації / А.В. Найдиш, В.О. Лебедев, В.С. Волошина // Матеріали V-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених". Випуск 5. – К.: ДІЯ, 2016. – С. 191-195.