

3. Овчарук А. А. Квадратурна амплітудна модуляція зі змінним значенням частоти-носія [Текст] / А. А. Овчарук, С. Т. Барась, Т. І. Овчарук // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2011. — № 4. — С. 47–51.
4. Овчарук А. А. Оптимізація алгоритму квадратурної амплітудної модуляції [Текст] / А. А. Овчарук, С. Т. Барась // Вісник Хмельницького національного університету. — 2010. — № 4. — С. 196–200.
5. Коханов А. Б. Способ модуляции-демодуляции сигналов с квадратурным изменением угловой компоненты [Текст] / А. Б. Коханов // Технология и конструирование в электронной аппаратуре: науч.-техн. жур. — 2006. — № 4. — С. 9–13.
6. Бакланов И. Г. Технология ADSL/ADSL2+ теория и практика применения [Текст] / И. Г. Бакланов. — М.: Метротек, 2007. — 384 с.
7. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов [Текст] / А. Б. Сергиенко. — СПб.: Питер, 2002. — 608 с.
8. Quadrature Amplitude Modulation: From Basics to Adaptive Trellis-Coded, Turbo-Equalised and Space-Time Coded OFDM, CDMA and MC-CDMA Systems, 2-nd Edition [Текст] / L. Hanzo, S. X. Ng, T. Keller, W. T. Webb. — Wiley-IEEE Press, 2004. — 1036 p.

*Розглянуті методи дискретизації в тривимірних областях. Описані прямі і ітераційні методи, а так само метод побудований на еквідистантній сітці. Створений шаблон з високою точністю опису еквідистантної сітки.*

*Ключові слова: тривимірна область, сіткові методи, зображення.*

*Рассмотрены методы дискретизации в трехмерных областях. Описаны прямые и итерационные методы, а также метод построен на эквидистантной сетке. Создан шаблон с высокой точностью описания эквидистантной сетки.*

*Ключевые слова: трехмерная область, сеточные методы, изображение.*

*The methods of discretisation are considered in three-dimensional areas. Direct and iteration methods are described, and similarly a method is built on a akvidistation net. A template is created with high exactness of description of akvidistation net.*

*Keywords: three-dimensional area, net methods, image.*

УДК 004.93

## МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЕ СЕТОК В ТРЕХМЕРНЫХ ОБЛАСТЯХ

**Е. В. Ошаровская**

Кандидат технических наук, доцент  
Директор учебно-научного института радио, телевидения  
и электроники (УНИ РТЭ)\*

**Контактный тел.:** (048) 723-38-34, 067-793-23-04

**E-mail:** osharovskaya@mail.ru

**Н. А. Патлаенко**

Преподаватель кафедры телевидения и радиовещания (ТВ и РВ)\*

**Контактный тел.:** (048) 723-38-34, 098-937-28-84

**E-mail:** nick\_msa@ukr.net

**В. И. Солодка**

Преподаватель кафедры метрологии, стандартизации  
и сертификации (МСС)\*

**Контактный тел.:** (048) 723-38-34, 097-653-99-59

**E-mail:** valentinka\_1986\_@mail.ru

\* Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова,  
ул. Кузнечная, 1, г. Одесса, Украина, 65000

### 1. Введение

В настоящее время исследование трехмерных изображений приводит к большому количеству исследований. Трехмерные изображения используются в компьютерной графике и в объемном телевидении. В настоящее время для построения объемных объектов используются методы построения сеток в трехмерных областях [1]. В процессе построения сеток обычно применяют дискретизацию [2], так как любой многоугольник на плоскости можно разбить на непересекающиеся треугольники, что применимо и к трехмерным областям.

### 2. Классификация существующих методов исследований

В соответствии с существующей классификацией методов построения сеток в трехмерных областях, имеющей

значительный объем информации рассматриваются только — прямые, итерационные методы (см. табл. 1). Все методы дискретизации по принципу построения сеток делятся на две большие группы: прямые и итерационные.

В прямых методах дискретизации сетка строится за один этап, причем ее топология (иначе говоря, граф связей между узлами) и координаты всех узлов известны изначально. В итерационных методах сетка строится последовательно, на каждом шаге добавляется один или несколько элементов, причем изначально не известны ни координаты узлов, ни топология сетки. Кроме того, координаты узлов и топология могут меняться прямо в процессе построения.

Прямые методы делятся на две группы: методы на основе шаблонов и методы отображения.

Первый подразумевает разбиение областей заданного вида — параллелепипеда, шара, цилиндра, и т. д. Соответственно, для каждого вида области используется свой шаблон, т. е. принцип размещения узлов и установки связей

между ними. Сетки, полученные прямыми методами, являются структурированными. Это означает, что, зная только индексы узла, можно определить все соседние, а также вычислить их координаты.

**Таблица 1**

**Классификация методов дискретизации**

Методы дискретизации			
прямые		итерационные	
на основе шаблонов	отображения	границной коррекции	исчерпывания

*Методом отображения*, можно построить взаимно-однозначное отображение между заданной областью и какой-либо простой геометрической формой, и если разбить последнюю область, то можно отобразить полученную сетку на исходную область. Недостатком этого подхода является искажение сетки при отображении, которое может существенно снизить качество триангуляции изображения.

*Итерационные методы*, получившие наибольшее развитие, делятся на два подкласса: методы границной коррекции, методы исчерпывания.

*Методы границной коррекции* являются самыми быстрыми из итерационных методов, но, имеют ряд недостатков. Сетки строятся в два этапа: на первом производится триангуляция некой простой «супер-области», например параллелепипеда, где триангуляция которого осуществляется на основе одного из многочисленных шаблонов; на втором все узлы полученной сетки, лежащие вблизи границы заданной области, проецируются на поверхность границы; а узлы, лежащие вне заданной области, удаляются. Чтобы компенсировать неизбежные геометрические искажения элементов сетки вблизи границ, часто дополнительно проводят еще один этап — этап оптимизации сетки, что в итоге позволяет получить достаточно хорошие результаты [3].

Сущность *методов исчерпывания* заключается в последовательном «вырезании» из заданной области фрагментов тетраэдрической формы до тех пор, пока вся область не окажется «исчерпана». Исходными данными на каждой итерации является «фронт», т. е. триангуляция границы еще не «исчерпанной» части области. Причем на каждой итерации может изыматься либо один тетраэдр, либо сразу целый слой тетраэдров. После изъятия тетраэдра (-ов) «фронт» обновляется, после чего происходит переход к следующей итерации. Классификация методов дискретизации приведена (см. табл. 1).

Для сравнения качества построенной сетки методов дискретизации невозможно без обозначения некоего критерия. Поскольку сетка строится для решения некоторых задач, можно связать этот критерий с аппроксимационными свойствами сетки. В частности, к оценкам погрешности аппроксимации конечным элементом  $n$ , как правило, входит величина:

$$\partial = \frac{R(n)}{d(n)},$$

где  $R(n)$  — радиус вписанного в  $n$  шара, а  $d(n)$  — диаметр  $n$  [4].

Однако оптимальной полноты оценки качества сетки и удобства нахождения является следующая оценка:

$$\mu = \frac{V}{abc}, \tag{1}$$

где  $V$  — объем тетраэдра;  $abc$  — наибольшее из произведений длин тройки ребер, выходящих из одной вершины [4].

Величина (1) имеет порядок десятых и сотых, ее удобно относить к значению идеального случая — правильно-го тетраэдра, (для него, эта величина равна  $\sqrt{\frac{2}{12}} = 0,118$ ).

Назовем это отношение «аппроксимационной характеристикой» ( $AХ$ ) элемента. Возможные значения  $AХ$  лежат в пределах от 0 до 1; чем ближе к 1, тем лучше [4].

Для качественного анализа сетки наибольшую важность имеют минимальное и среднее значения  $AХ$ : первое участвует в оценках качества аппроксимации, второе свидетельствует об общем качестве сетки. Для геометрически сложных областей хорошим результатом будет среднее значение  $AХ$ , равное приблизительно 0,5.

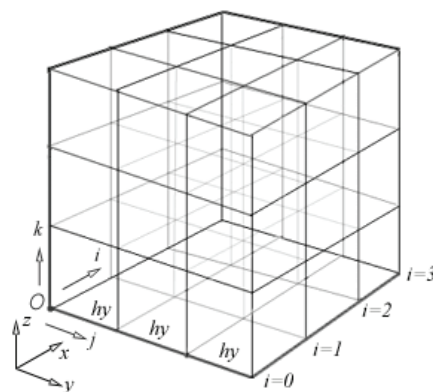
Однако эффективно использовать прямые методы можно для триангуляции только самых простых областей — шара, параллелепипеда, цилиндра и т. п.

Сетки, построенные с помощью прямых методов, могут быть использованы и в итерационных методах. В первую очередь это касается методов границной коррекции.

Важной особенностью сеток, построенных с помощью прямых методов, является их структурированность. Структурированные сетки имеют четкую топологию и позволяют ввести особую индексацию узлов.

К примеру, возьмем так называемую «кубическую сетку» (рис. 1), т. е. сетку, полученную разбиением исходного параллелепипеда на равные «кубы». Если размеры куба ( $h_x, h_y, h_z$ ), и он ориентирован по осям координат, то узел  $(i; j; k)$  имеет координаты  $(Ox + ih_x; Oy + jh_y; Oz + kh_z)$ , а его соседями являются узлы  $(i \pm 1, i, k)$ ,  $(i, j \pm 1, k)$  и  $(i, j, k \pm 1)$  [2].

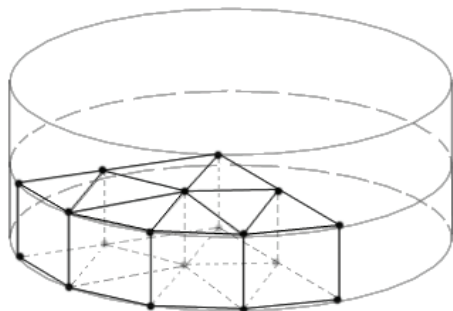
Таким образом, нет необходимости хранить в памяти ни координаты узла, ни список его соседей. Аналогичную систему узлов можно использовать и для других структурированных сеток.



**Рис. 1.** Кубическая сетка

Для примера итерационного метода рассмотрим дискретизацию цилиндра (рис. 2), которую разумнее всего проводить путем разбиения его на слои. Каждый слой будет представлять собой тонкий цилиндр, причем триангуляции обоих его оснований должны быть идентичны. Соединив ребрами соответствующие друг другу узлы на разных основаниях, можно получить так называемую

«призматическую» сетку, т. е. разбиение цилиндра на пятигранные призмы.



**Рис. 2.** Построение призматической сетки в цилиндре путем его разбиения на слои и одинаковой триангуляции каждой разделяющей поверхности

Таким образом, как и в случае с кубической сеткой, это можно делать так — разбиение каждой призмы на три тетраэдра с помощью диагональных ребер. При этом, однако, необходимо тщательно согласовывать направление вставляемых ребер, чтобы не столкнуться с краеугольной проблемой трехмерной дискретизации — невозможностью разбиения многогранника на непересекающиеся тетраэдры без использования дополнительных узлов [6].

Недостатками этих методов являются ресурсоемкость, существенно медленная скорость работы по сравнению с предлагаемым методом построения объекта на эквидистантной сетке и меньшая надежность.

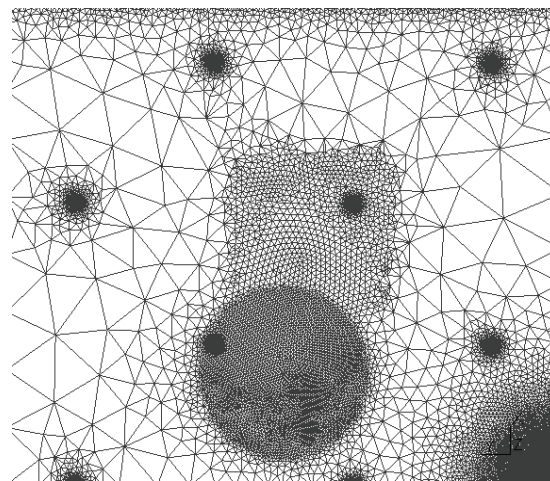
*Метод построения изображения на эквидистантной сетке* относится как к прямому, так и к итерационному методам, и состоит в том, что сетка строится в результате итерационного метода на основе некоторого объекта (далее — области). Если область мало детализирована, то шаг дискретизации сетки увеличивается, а если детализация увеличивается, то шаг сетки уменьшается. В результате чего получается сетка с эквидистантным шагом по всем осям координат. Узлы такой сетки максимально приближены к исходному объекту. Метод используется для получения т. н. «шаблонов» сетки, которые в отличие от шаблонов с постоянным шагом имеют преимущество, и получается фактически узел сетки объекта, которой является вершиной треугольника, в результате чего при растяжении, сжатии, сдвига, изгиба, кручении не требуется производить итерации над объектом.

При реализации любого объекта используется метод эквидистантной сетки, которая позволяет создать шаблон с высокой точностью. Готовый шаблон сложного объекта, как и в простых методах не требует больших ресурсных затрат и риск ошибки сложного объекта минимален.

Важной особенностью сеток метода является разбиение объекта на менее мелкие детали с большой точностью. Чем больше плотность исследуемого объекта, тем меньше шаг дискретизации сетки (треугольников) это видно на рис. 3. С помощью эквидистантной сетки в трехмерном пространстве был построен шар.

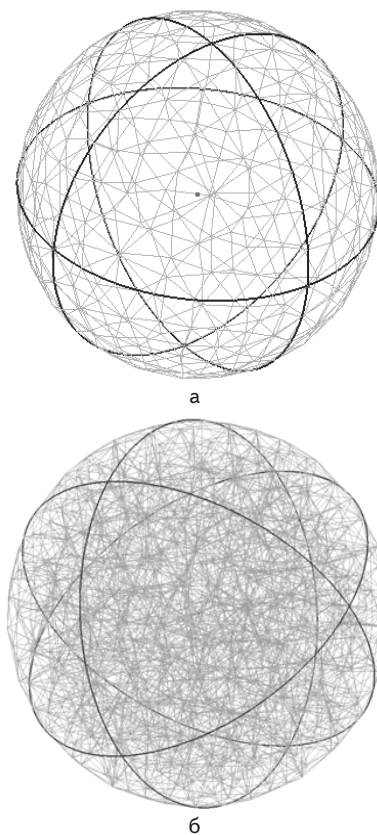
Для построения шаблона шара, необходимо произвести следующие этапы: получение одномерной структуры описывающей окружность; построение триангуляции поверхности, а именно, разбиение шара на сетку, в узлы, которых вписываются треугольники.

И на последнем этапе триангулируем трехмерную структуру с учетом уже имеющейся 2D-структуры.



**Рис. 3.** Метод разбиения сетки с эквидистантным шагом дискретизации

В результате получается шаблон, который в дальнейшем может использоваться для построения типичных объектов 2D и 3D (рис. 4, а и б, соответственно).



**Рис. 4.** Шаблон 2D-сферы (а) и шаблон 3D-сферы (б)

Главными преимуществами эквидистантных методов являются менее ресурсоемкие затраты, высокая точность отображения объекта, а так же получение шаблон в шаблоне, а именно объект в виде простых фигур (шар, параллелепипед, цилиндр), может быть построен на порядок быстрее объекта, описанного с помощью итерационного и прямого методов.

Этот метод можно использовать как в телевидении, так и в компьютерной графике.

Литература

1. Шайдуров В. В. Многосеточные методы конечных элементов [Текст] / В. В. Шайдуров. — М.: Наука, 1989. — 288 с.
2. Терстон У. П. Математика трехмерных многообразий [Электронный ресурс] / У. П. Терстон // В мире науки. — 1984. — № 9. — <http://www.astronet.ru/db/msg/1195055>. — 09.2010.
3. Compact Representations of Simplicial Meshes In Two and Three Dimensions [Текст] / D. K. Blandford, G. Blelloch, D. Cardoze, C. Kadow // Proc. of 12-th Intern. Meshing Roundtable, Sandia National Laboratories, sept. — 2003. — P. 135–146.
4. Прэрт У. Цифровая обработка изображения [Текст] / У. Прэрт. — В 2-х кн. — Кн. 2; пер. с англ. под ред. Д. С. Лебедева. — М.: Мир, 1998. — 480 с.
5. Вильгельм К. Цифровая обработка изображений [Текст] / К. Вильгельм. — 3-е изд. — М.: Наука, 2001. — 252 с.
6. Телевидение [Текст]: под ред. В. Е. Джакони. — М.: Радио и связь, 2004. — 336 с.

УДК 656.073, 656.788, 656.025.2

# АНАЛІЗ ВПЛИВУ РПВВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

**Н. В. Пономарьова**

Кандидат технічних наук, доцент\*

Контактний тел.: (057) 707-37-20, 067-577-19-81

E-mail: nadin\_tt@ukr.net

**І. А. Бабич**

Ассистент\*

Контактний тел.: (057) 707-37-20, 097-930-58-81

E-mail: inna\_babych@mail.ru

\* Кафедра транспортних технологій,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61200

*Розглядається питання щодо підвищення ефективності виконання міжнародних перевезень вантажів за рахунок розробки раціональних режимів праці і відпочинку водіїв (РПВВ) і впровадження їх у транспортний процес.*

*Ключові слова: міжнародні перевезення, термін доставки, режим праці та відпочинку водія.*

*Рассматривается вопрос относительно повышения эффективности выполнения международных перевозок грузов за счет разработки рациональных режимов работы и отдыха водителей (РПВВ) и внедрение их в транспортный процесс.*

*Ключевые слова: международные перевозки, срок доставки, режим работы и отдыха водителя.*

*This article reviews the question of efficiency of international transportation of goods by developing sustainable driver's modes of work and rest and their introduction into the transport process.*

*Keywords: international transportation, delivery time, driver's mode of work and rest.*

## 1. Вступ

В останні роки із-за збільшення рівня вимог до міжнародних перевізників та рівня конкуренції на ринку міжнародних автомобільних перевезень виникає потреба в розробці та впровадженні більш ефективних методів управління транспортним процесом.

У результаті тривалої роботи в рамках КВТ ЄЕК ООН була підготовлена Європейська угода, що стосується роботи екіпажів автомобільних транспортних засобів (АТЗ), що виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЕСТР), яка набула чинності 5 січня 1976 року. В усіх країнах, що підписали Угоду, контролюється дотримання РПВВ й у випадку його порушення, застосовуються штрафні санкції та інші передбачені міри аж до припинення виконання перевезення.

Однією з головних проблем, з якими стикаються авто-транспортні підприємства (АТП) при здійсненні міжнародних перевезень вантажів, є встановлення РПВВ

відповідно до розроблених норм (ЕСТР). При цьому математична модель повинна враховувати випадковий характер транспортного процесу та обмеження, що накладаються існуючим законодавством та нормативними актами, які регулюють міжнародні автомобільні перевезення. При перевезенні вантажів в міжнародному сполученні, і при дотриманні норм, які торкаються праці і відпочинку водіїв з'являється проблема в оперативному плануванні і зміні РПВВ [1, 2].

## 2. Аналіз публікацій

Проведений аналіз публікацій показав, що більшість розроблених методів та моделей підвищення ефективності доставки вантажів у міжнародному сполученні не враховують вплив РПВВ на транспортний процес і можливість оперативного контролю руху транспортного засобу. В [3] авторами проведений аналіз існуючих методів