

УДК 519.6

## БЛОЧНАЯ СТРУКТУРИРОВАННАЯ СЕТКА С КОНТАКТОМ БЛОКОВ ПО ЧАСТЯМ СТОРОН

В. В. Лазарев  
(ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", г. Саров Нижегородской области)

Приведены структуры данных для представления декомпозиции геометрической модели на четырехугольные и шестигранные блоки, которые используются в построении блочной структурированной сетки. Предложенные структуры расширяют возможности в соединении блоков: они могут контактировать друг с другом по частям сторон. Это значительно уменьшает общее количество блоков в декомпозиции одной и той же геометрической модели. Преимущества использования контакта блоков по частям сторон продемонстрированы на примере сетки для тестовой модели коробки с решеткой радиатора.

Во время декомпозиции может возникнуть такая взаимосвязь блоков, при которой уже невозможно построить согласованную по узлам блочную сетку. В связи с этим предложен эффективный алгоритм определения возможности построения согласованной блочной сетки.

*Ключевые слова:* блочная структурированная сетка, контакт блоков по частям сторон, декомпозиция геометрической модели на блоки, согласованные по узлам сетки.

### Введение

Блочная структурированная сетка (далее блочная сетка) — это разновидность расчетной сетки, полученной объединением согласованных *узел в узел* структурированных сеток. Она использует преимущества структурированных сеток на геометрических моделях сложной формы. Перед построением сетки геометрическая модель разбивается на четырехугольные или шестигранные (в зависимости от размерности модели) подобласти, которые называются блоками. Набор таких блоков с описанием их связей называется блочной геометрией. Блоки могут быть сформированы различными способами. Для простых форм существуют их шаблонные расстановки. Для сложных геометрических моделей проводится ручная декомпозиция [1], в частности, это можно сделать с помощью препроцессора пакета программ «Логос» [2]. Чем сложнее модель, тем больше блоков требуется сформировать для ее описания.

Один из способов уменьшить количество блоков — это укрупнять их. Два блока, смежных по стороне\*, можно объединить в один, если исчезающие после объединения элементы стороны (ребра или вершины) не разделяются другими блоками. Данное ограничение часто не дает воспользоваться укрупнением, так как на практике блоки обычно окружены множеством соседей. Чтобы снять это ограничение, предложены структуры данных, позволяющие двум блокам быть смежными не только по общей стороне, но и по ее части (или нескольким частям). При этом не нарушается структурированность сетки ни на границе разделения, ни внутри блоков.

Предложенные структуры данных, поддерживающие описание контакта блоков по частям сторон, не являются уникальными. Упоминание о них имеется в публикации [3] в контексте определения возможности построения согласованной по узлам блочной сетки по заданной взаимосвязи блоков.

\* В двумерном случае сторона представляет собой ребро, в трехмерном — грань.

Построенные блочные сетки применялись для решения задач аэродинамики с помощью пакета программ ENFLOW [4], в частности для самолетов моделей F16-XL [5] и X-31 [6]. В [5, 6] отмечено, что при этом в результате декомпозиции общее количество блоков значительно уменьшилось, а сетки стали более гладкими.

Цель настоящей работы: а) дополнить описания структур данных контакта блоков по частям сторон, предложенные в [3]; б) отметить особенности и ограничения, которые возникают в связи с этим; в) выделить дополнительные преимущества, которые не отмечены в [5, 6]; г) предложить более эффективный вариант алгоритма определения возможности построения согласованной по узлам блочной сетки по сравнению с [3].

### Преимущества контакта блоков по частям сторон

Наглядно продемонстрируем на простом примере преимущества использования контакта блоков по частям сторон.

На рис. 1 представлены две блочные геометрии для модели объемной буквы "Т" и построенная на них сетка. Обе модели (см. рис. 1, а, б) описывают одну и ту же форму, и на каждой из них строится одна и та же сетка, но на второй это делается с применением двух блоков вместо четырех. В обоих случаях между блоками существует явная связь, которая позволяет построить согласованные ячейки на границах блоков.

На рис. 2 представлены примеры возможных контактов блоков: на рис. 2, а область описана всего двумя блоками вместо десяти, на рис. 2, б — тремя вместо четырех, на рис. 2, в — двумя вместо четырех, а на рис. 2, г — четырьмя вместо тридцати восьми. Как видно из рисунка, контакт по части стороны не позволяет распространиться разрезанию блока на смежные блоки, т. е. разрезание выполняется локально. Это уменьшает не только количество блоков, но и количество образующих их элементов — граней, ребер и вершин. Для пользователя уменьшается сложность визуального восприятия декомпозиции геометрической модели.

При формировании контакта блоков по части стороны эта сторона разбивается на подобные части: грань — на грани, ребро — на ребра. Дополнительный положительный результат от такого разбиения — это возможность локального изменения свойств структурированной сетки. Появляется гибкая управляемость распределением узлов сетки на кривых и поверхностях. Если в классических методах построения структурированных сеток расположение внутренних узлов сеток зависит от расположения узлов на границе, а также неявным образом от математических уравнений, используемых при вычислении расположения узлов сетки внутри области, то теперь доступна явная управляемость расположением узлов внутри области через перемещение внутренних вершин и искривление внутренних ребер (рис. 3).

При укрупнении блоков исчезают границы между ними — сеточные линии становятся более гладкими.

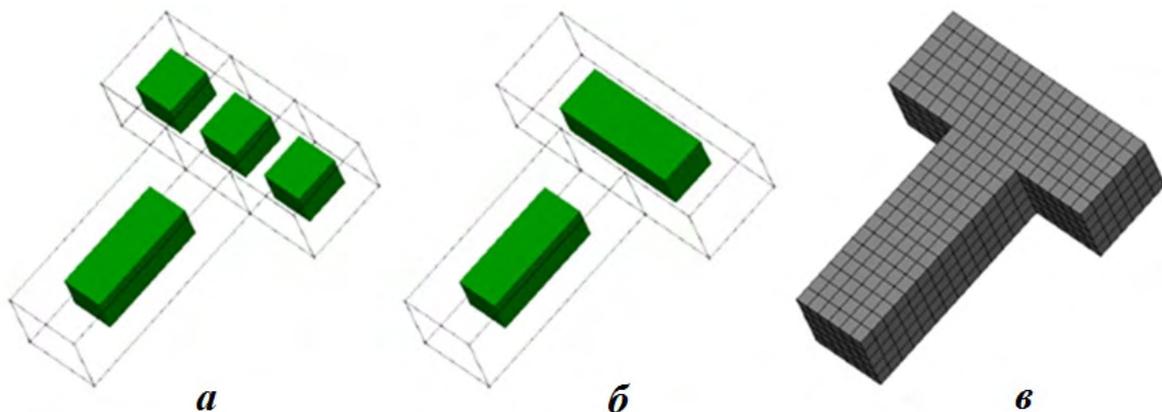


Рис. 1. Геометрии с четырьмя (а) и двумя (б) блоками и сетка на них (в)

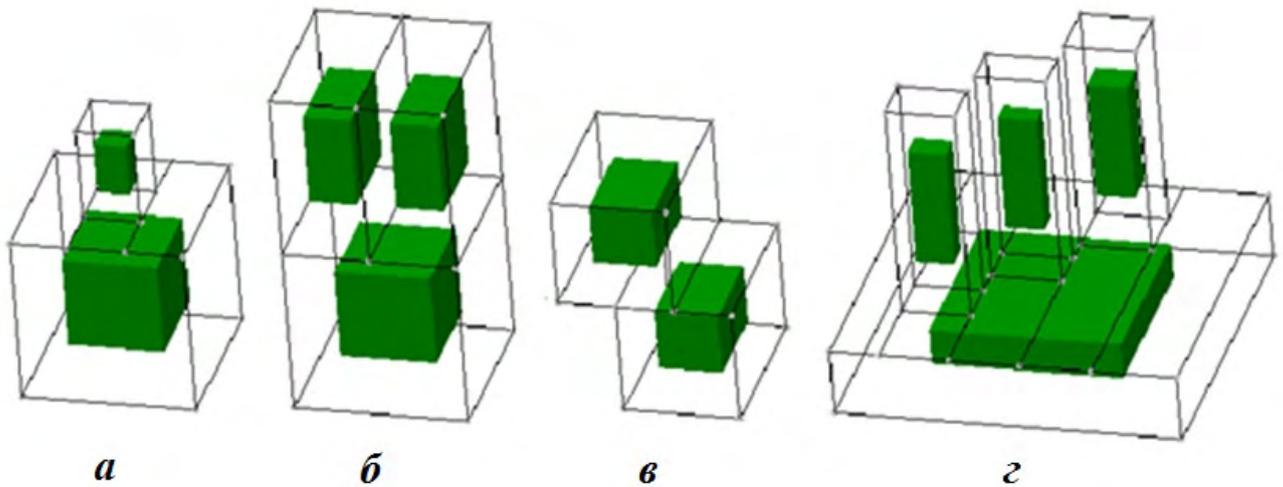


Рис. 2. Различные варианты контакта блоков: *a* — двух вместо десяти; *б* — трех вместо четырех; *в* — двух вместо четырех; *г* — четырех вместо тридцати восьми

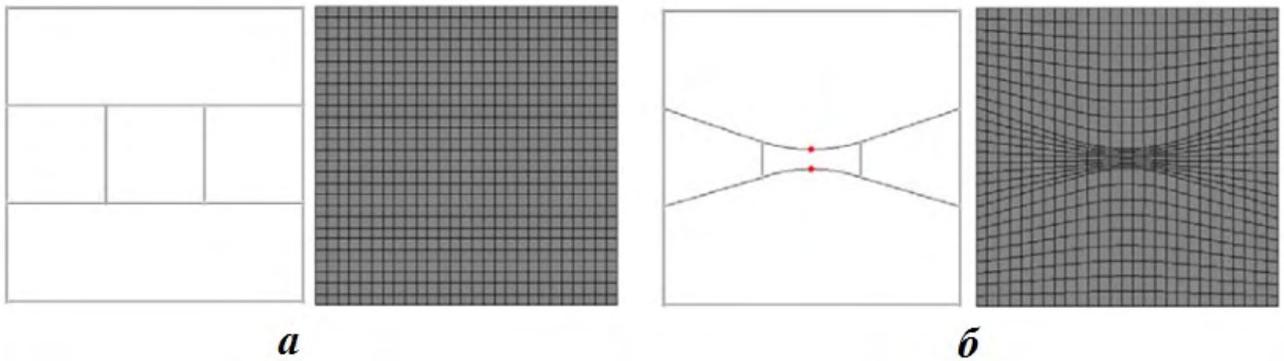


Рис. 3. Локальные изменения положения сеточных линий структурированной сетки на грани: *a* — сетка с равномерным распределением ячеек; *б* — сетка со сгущением в центре

### Представление блоков и их связей

Блочная геометрия состоит из связанного набора блоков. Каждый блок описывает свою подобласть и не пересекается с другими, но может касаться их по границе. Блок несет в себе различную информацию, необходимую для построения на нем структурированной сетки. Это геометрическая форма границы, количество узлов по направлениям, связи с другими блоками. В этом разделе представлено описание блочной геометрии в контексте связей ее блоков.

Описание взаимосвязей блоков в блочной геометрии определим с помощью топологических объектов — блока, а также его вершины, ребра и грани.

Вершина является простейшим объектом и определяет точку в пространстве. Множество всех вершин обозначим как  $V$ .

Множество всех ребер обозначим как  $E$ . Ребро задается двумя вершинами — начальной и конечной:

$$\forall e \in E : e \rightarrow \{v_{beg}, v_{end} \mid v_{beg} \in V, v_{end} \in V\}.$$

Последовательность вершин определяет направление ребра. Вершины ребра не должны совпадать, т. е. ребро не может быть замкнутым.

Множество всех граней обозначим как  $F$ . Грань задается четырьмя ребрами, формирующими четырехугольник:

$$\forall f \in F : f \rightarrow \{e_i \mid i = 0 \dots 3; e_i \in E\}.$$

Последовательность ребер  $e_0, e_1, e_2, e_3$  — нижнее, правое, верхнее и левое соответственно — в описании грани имеет значение и однозначно определяет последовательность вершин в ней. Пары ребер  $e_0, e_2$  и  $e_1, e_3$  назовем противоположными.

Множество всех блоков обозначим как  $B$ . Блок содержит шесть граней, формирующих замкнутую область:

$$\forall b \in B : b \rightarrow \{f_i \mid i = 0 \dots 5, f_i \in F\}.$$

Грани  $f_0, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5$  блока располагаются в следующем порядке: нижняя, верхняя, левая, правая, фронтальная и тыльная. Грань также может называться блоком, если она не входит в состав шестигранного блока.

Из условия незамкнутости ребер следует:

- 1) грань не может быть вырожденной в треугольник, ребро или вершину;
- 2) грань не может содержать два одинаковых ребра;
- 3) шестигранный блок не может быть вырожденным в другой тип многогранника;
- 4) блок не может содержать две одинаковые грани.

Отказ от использования замкнутых и вырожденных ребер позволяет однозначно определить направление ребер внутри грани по порядку их следования на ней. Пусть дана грань  $f = \{e_0, e_1, e_2, e_3\}$  с вершинами  $v_0 = e_3 \cap e_0, v_1 = e_0 \cap e_1, v_2 = e_1 \cap e_2, v_3 = e_2 \cap e_3$ . Тогда ориентация ребер внутри грани будет определяться как  $e_0 = \{v_0, v_1\}, e_1 = \{v_1, v_2\}, e_2 = \{v_2, v_3\}, e_3 = \{v_3, v_0\}$ . При замкнутых ребрах на грани однозначность в направлении отсутствует. В таких случаях необходимо вводить *ориентированные ребра* — ребра, дополненные признаком направления.

Связь между блоками задается через общие топологические объекты — грани, ребра и вершины. Два блока являются смежными, если они имеют общую грань. Также они могут быть связаны по общему ребру или вершине. Но при описанной организации данных возможно задать связь только по общему объекту, а не по его частям. Например, невозможно сделать так, чтобы два блока были связаны только по части одной грани. Такая возможность вводится в следующем разделе.

### Представление декомпозиции стороны

Рассмотрим подробно декомпозицию стороны на примере ребра. Для этого введем понятие *составного ребра*. Составное ребро  $e$  — это ребро, задаваемое двумя ребрами  $e_1$  и  $e_2$ , которые удовлетворяют следующим условиям:

- $e_1$  и  $e_2$  имеют одну общую вершину  $v_c$ , не являющуюся вершиной ребра  $e$ ;
- $e_1$  и  $e$  имеют одну общую вершину, не являющуюся вершиной  $e_2$ ;
- $e_2$  и  $e$  имеют одну общую вершину, не являющуюся вершиной  $e_1$ .

Рис. 4 иллюстрирует данное определение составного ребра.

Назовем ребра  $e_1$  и  $e_2$ , задающие ребро  $e$ , *вложенными* в это ребро. Любое вложенное ребро, в свою очередь, может быть составным. Ребро, которое не имеет вложенных ребер, называется *терминальным*.

Декомпозиция грани вводится аналогично декомпозиции ребра. Для этого введем понятие *составной грани*. Составная грань  $f$  — это грань, задаваемая двумя гранями  $f_1$  и  $f_2$ , которые удовлетворяют следующим условиям:

- $f_1$  и  $f_2$  имеют общее ребро  $e_c$ ;
- ребра, противоположные  $e_c$  на гранях  $f_1, f_2$ , являются противоположными друг другу на грани  $f$ ;
- ребра, смежные  $e_c$  на гранях  $f_1, f_2$  и имеющие общую вершину, при объединении дают составное ребро грани  $f$ . Два таких составных ребра являются противоположными на грани  $f$ .

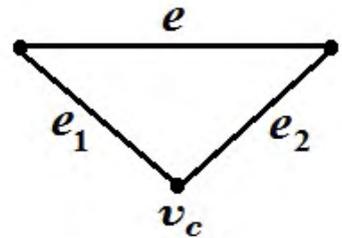


Рис. 4. К определению составного ребра

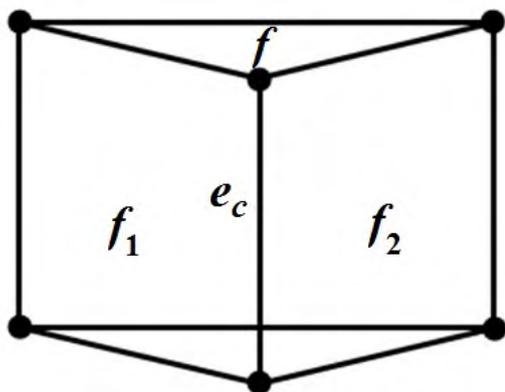


Рис. 5. К определению составной грани

Структура связи составного ребра с терминальными представляет собой двоичное дерево, как показано на рис. 7.

Любое вложенное ребро (терминальное или составное) может быть использовано в другом составном ребре. Это приводит к тому, что деревья объединяются в граф — два и более деревьев используют общие поддеревья.

Ребро  $e_0$  на рис. 7 состоит из несущих информацию терминальных ребер  $e_3, e_4, e_5, e_6$ , которые связаны через ребра  $e_1$  и  $e_2$ . Обозначим структуру связей ребра  $e_0$  как  $\{\{e_3, e_4\}, \{e_5, e_6\}\}$ . Но она могла бы быть и другой, например  $\{e_3, \{e_4, \{e_5, e_6\}\}\}$ . Видно, что, хотя структуры связей ребра разные, обе они определяют одно и то же составное ребро.

Введем понятие совпадения двух ребер.

В блочной геометрии может быть более одного терминального ребра, имеющего одни и те же вершины. Такой пример представлен на рис. 8. Отсюда следует, что наличие одинаковых вершин у ребер не является достаточным условием совпадения этих ребер.

Рис. 5 иллюстрирует данное определение составной грани.

Назовем грани  $f_1$  и  $f_2$ , задающие грань  $f$ , вложенными в эту грань. Любая вложенная грань, в свою очередь, может быть составной. Грань, которая не имеет вложенных граней, называется терминальной.

Для упрощения обработки блочной геометрии предполагалось направление ребер такое, чтобы на каждой грани пары противоположных ребер были направлены в одну сторону. Но на практике выдержать это условие невозможно. На рис. 6 представлены примеры двух блочных геометрий, где места коллизий отмечены крестиками.

Таким образом, ограничение на структуры данных в виде ориентации противоположных ребер внутри граней в одну сторону неприемлемо.

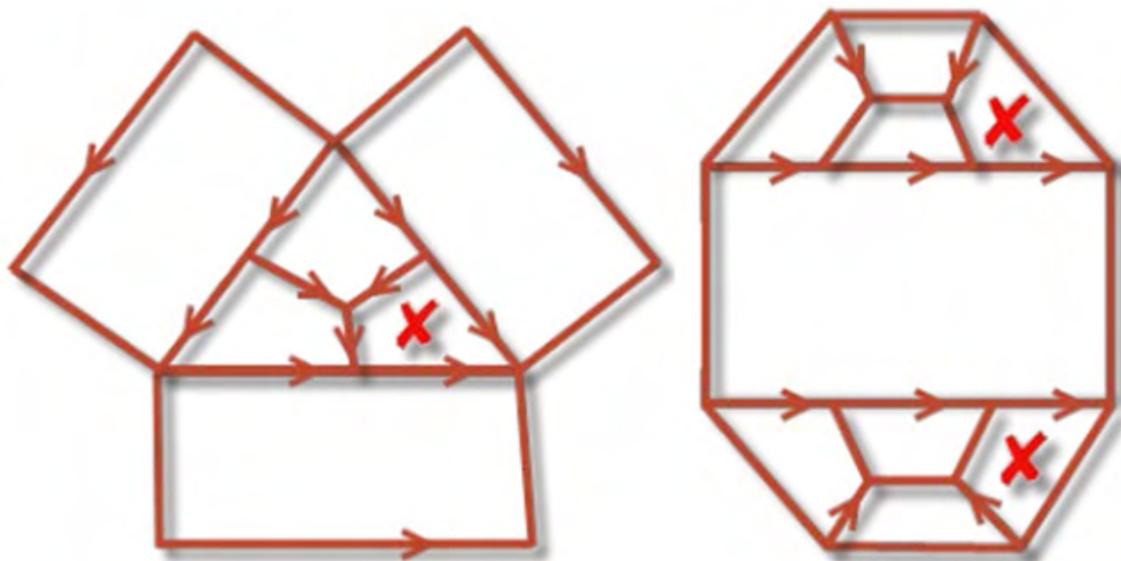


Рис. 6. Примеры блочных геометрий, для которых ребра внутри граней невозможно сориентировать в одну сторону

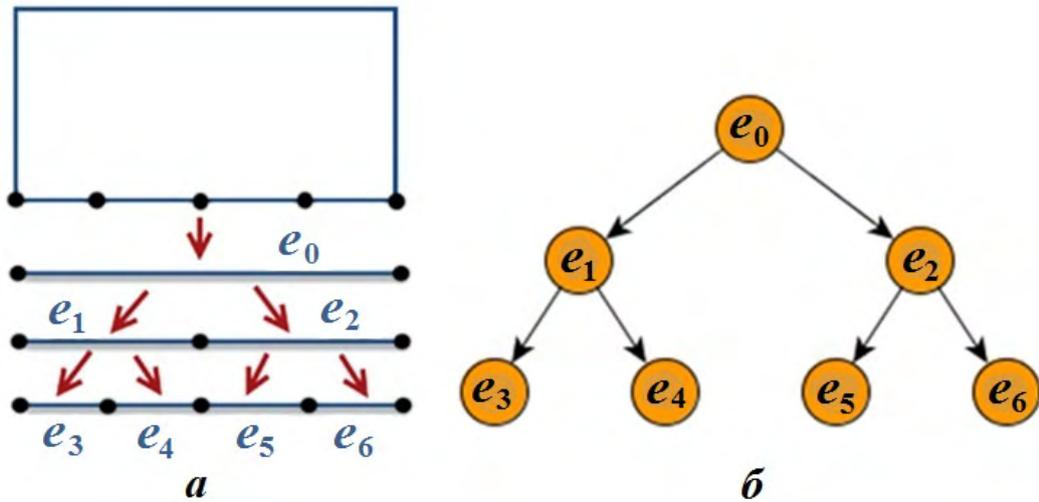


Рис. 7. Представление декомпозиции ребра грани: *а* — вложенными ребрами; *б* — в виде дерева

Два терминальных ребра считаются совпадающими, если им соответствует один и тот же элемент множества  $E$ . Два составных ребра считаются совпадающими, если они состоят из совпадающих терминальных ребер. Как было показано, совпадающие составные ребра могут иметь разные структуры связей ребер.

Две грани могут быть связаны составным ребром, которое может иметь разные структуры связи с терминальными ребрами. Соответственно, чтобы обнаружить факт смежности этих граней, необходимо выполнить проверку ребер на совпадение так, как указано выше.

Аналогичные рассуждения о структуре связи и понятии совпадения справедливы и для граней.

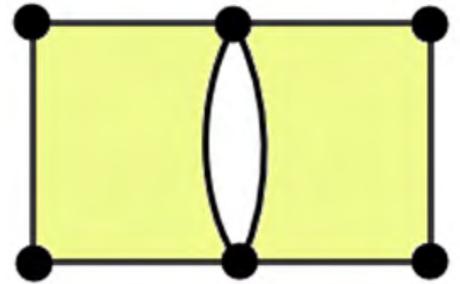


Рис. 8. Грани с двумя общими вершинами, но без общего ребра

### Примеры блочных геометрических моделей и сеток

Преимущество контакта блоков по частям сторон продемонстрируем на примере тестовой модели радиатора с решеткой. Решетка представляет собой тонкий слой прямоугольной пластины, внутри которой вырезаны квадратные отверстия на одинаковом расстоянии друг от друга. Решетка присоединяется к коробке.

Пример размещения блоков и сетки для абстрактной коробки с решеткой продемонстрирован на рис. 9. Количество отверстий было уменьшено специально для лучшей видимости блоков. Из рис. 9, *а* видно, что 29 блоков присоединены к грани одного блока, т. е. между ними задана явная связь. Такая связь позволила построить согласованную узел в узел блочную сетку (см. рис. 9, *б*).

Блочная геометрия реальной модели представлена на рис. 10. В данном случае к грани одного блока присоединен 761 блок.

Преимущество использования контакта блоков по частям сторон в данном случае очевидно — это меньшее количество блоков. В противном случае блок, описывающий коробку, пришлось бы разрезать на дополнительные (761) тонкие вытянутые блоки.

### Проверка возможности построения согласованной по узлам блочной сетки

Структурированная сетка в блоке может быть построена только в том случае, если на противоположных ребрах блока задано равное количество узлов. Так как сетка на смежных блоках должна

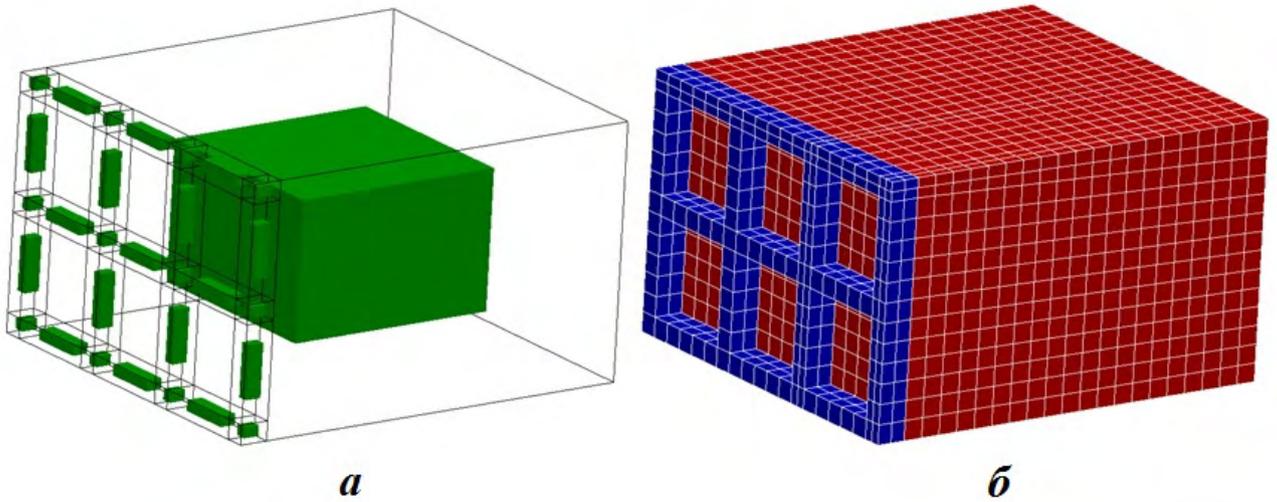


Рис. 9. Блочная геометрия (а) и блочная сетка (б) уменьшенной модели радиатора с решеткой

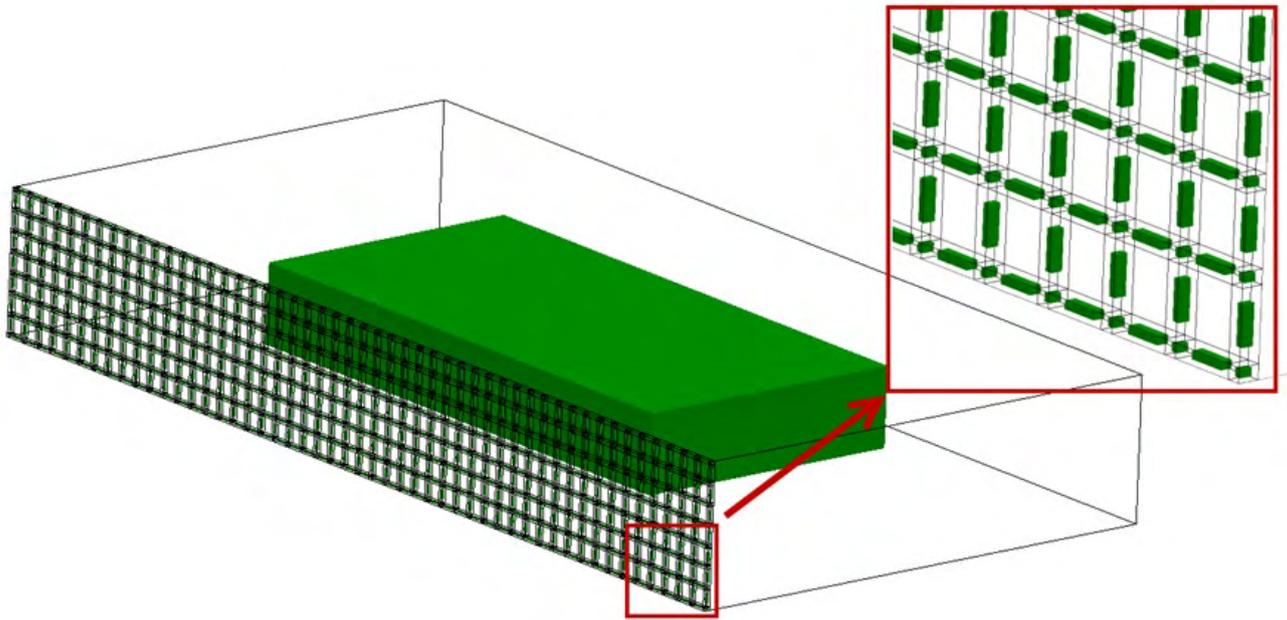


Рис. 10. Блочная геометрия для радиатора с решеткой

быть согласованной узел в узел, то количество узлов на ребрах определяется и смежными по этому ребру блоками.

В случае контакта блоков по целой стороне блочную сетку можно построить всегда. Но это утверждение не верно для случая контакта блоков по частям сторон. Примеры блочных геометрий, на которых невозможно построить блочную сетку, и доказательство этого будут приведены далее.

В работе [3] проблема невозможности построения блочных сеток сведена к задаче вычисления собственных значений и собственных векторов специально сформированной матрицы. Размерность матрицы зависит от количества составных ребер. Предлагаемый далее алгоритм сводит указанную проблему к поиску цикла в ориентированном графе. Рассмотрим это подробнее.

Пусть  $e \in E$ . Обозначим через  $PE(e)$  подмножество таких ребер из  $E$ , на которых должно быть одинаковое количество ячеек, чтобы построить структурированную сетку для грани из  $F$ . Заметим, что два противоположных ребра одной грани входят в одно множество  $PE$ .

Введем ориентированный граф  $G$ . Каждая вершина графа описывает одно множество  $PE$  топологических ребер. Ребра графа показывают связи вложенных топологических ребер и направлены от составных топологических ребер к вложенным.

Граф строится следующим образом. Берем еще не рассмотренное топологическое ребро (сначала это любое ребро блочной геометрии) и вычисляем для него множество  $PE$ . Создаем вершину графа и приписываем ей топологические ребра из  $PE$ , отмечая их как рассмотренные. Выполняем эту процедуру, пока не будут рассмотрены все ребра из блочной геометрии. Строим ребра графа. Для каждого составного топологического ребра выбираем вершины графа, к которым относится само ребро ( $gv_1$ ) и его вложенные ребра ( $gv_2, gv_3$ ). Добавляем ребра графа  $gv_1 \rightarrow gv_2, gv_1 \rightarrow gv_3$ .

Для примера рассмотрим блоки с составными ребрами (рис. 11, а):

$$\begin{aligned} e_{12} &= \{e_0, e_1\}; & e_{13} &= \{e_2, e_{14}\}; & e_{14} &= \{e_3, e_4\}, & e_{15} &= \{e_5, e_{16}\}; \\ e_{16} &= \{e_6, e_7\}; & e_{17} &= \{e_5, e_6\}; & e_{18} &= \{e_8, e_9\}; & e_{19} &= \{e_2, e_3\}. \end{aligned}$$

Ориентированный граф связей топологических ребер представлен на рис. 11, б. Здесь, например, вершина графа  $\{e_1, e_{14}\}$  содержит два топологических ребра, являющихся противоположными на грани; на них должно быть построено одинаковое количество ячеек. Ребро  $e_{14} = \{e_3, e_4\}$  является составным. Поэтому от вершин графа  $\{e_1, e_{14}\}$  исходят два ребра к вершинам  $\{e_3\}$  и  $\{e_4, e_{16}\}$ .

Как видно из рис. 11, б, в полученном графе нет цикла. Одним из вариантов правильного распределения ячеек по топологическим ребрам, например, может быть  $\{e_0, e_1, \dots, e_{11}\} = \{1, 3, 1, 1, 2, 2, 1, 1, 3, 1, 4, 4\}$ .

Примеры блочных геометрий и графов, которые содержат циклы, показаны на рис. 12, 13. Блочные геометрии взяты из [3]. На рис. 12, а блочная геометрия содержит одно составное топологическое ребро  $e_3 = \{e_0, e_1\}$ , которое в графе (рис. 12, б) образует цикл с одной вершиной. На рис. 13, а имеется два составных топологических ребра:  $e_9 = \{e_2, e_3\}$  и  $e_{10} = \{e_3, e_7\}$ . В графе на рис. 13, б есть цикл из двух вершин. В обоих приведенных случаях невозможно построить согласованные структурированные сетки.

Утверждается, что задача определения возможности построения блочной сетки сводится к проверке ацикличности ориентированного графа. Если в графе есть цикл, то невозможно задать такое количество ячеек на ребрах, при котором можно было бы построить структурированные сетки на всех блоках.

Это нетрудно доказать. Каждая вершина графа содержит набор топологических ребер, на которых должно быть построено одинаковое количество ячеек  $N$ . Ребра графа указывают уменьшение

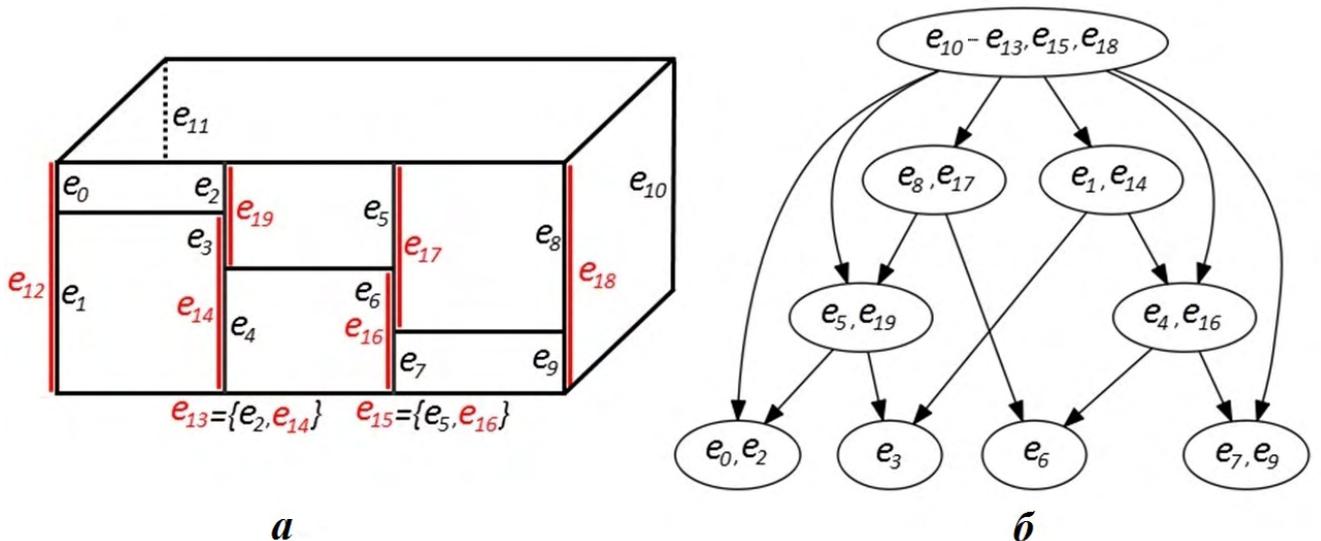


Рис. 11. Блочная геометрия с выделенными ребрами (а) и граф для нее (б)

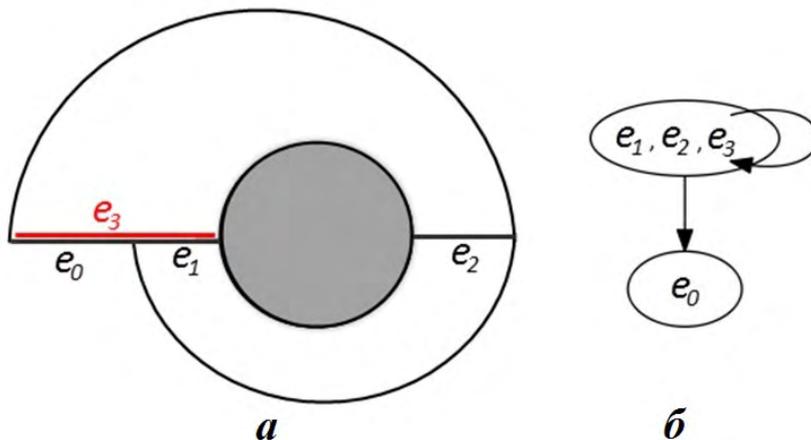


Рис. 12. Блочная геометрия с одним составным ребром, образующим цикл (а), и граф для нее (б)

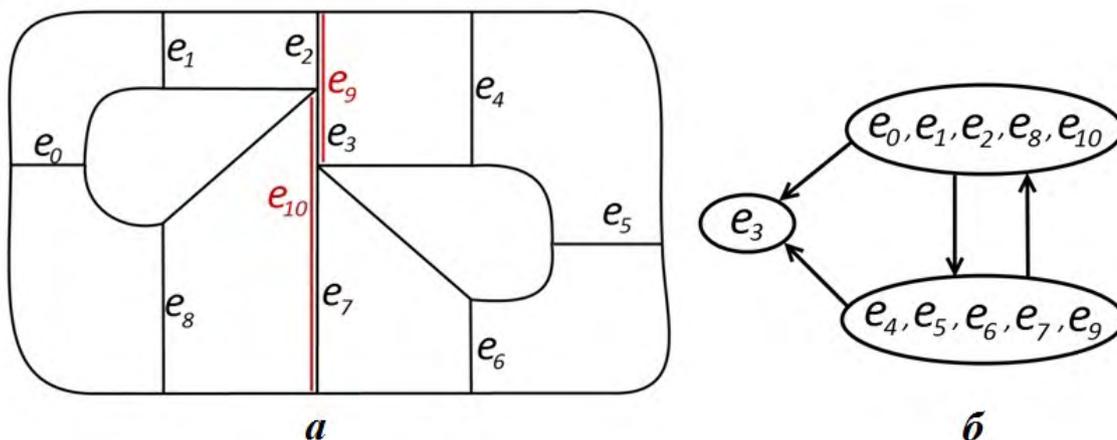


Рис. 13. Блочная геометрия с двумя составными ребрами и циклом (а) и граф для нее (б)

этого количества как минимум на единицу при переходе на следующий набор топологических ребер. Таким образом, присутствие цикла из  $X$  ребер графа означает попытку выполнить условие  $N - X = N$ , что невозможно при ограничении  $X \geq 1$ .

Для проверки графа на ацикличность используется метод поиска в глубину [7]. Временная сложность алгоритма — линейная и имеет в худшем случае порядок роста  $O(|E_G|)$ , где  $E_G$  — множество ребер графа. В то же время временная сложность алгоритма из [3], использующего поиск собственных векторов и значений, является квадратичной.

Преимущество авторского алгоритма состоит и в том, что он реализуется непосредственно на предложенных структурах данных представления блоков.

### Заключение

Предложенный способ представления блоков позволил упростить и ускорить процесс декомпозиции геометрической модели, что качественно отразилось на построении расчетных сеток. Достоинствами способа являются:

- меньшее количество блоков в декомпозиции геометрической модели;
- возможность локальной декомпозиции блоков;
- локальное изменение свойств структурированной сетки;

– более гладкие линии структурированных сеток, получаемые по одним и тем же алгоритмам построения сеток.

Возможность построения блочной структурированной сетки сведена к проверке специально сформированного ориентированного графа на ацикличность. Временная сложность предложенного алгоритма — линейная и в худшем случае составляет  $O(|E_G|)$ , где  $E_G$  — множество ребер графа, мощность которого не превышает количества составных ребер в блочной геометрии.

### Список литературы

1. Лазарев В. В., Фархутдинов В. Ф., Данилова Т. Г., Морозова Е. В. Блочные регулярные сетки в ПреПроцессоре ЛОГОС // XII науч.-тех. конф. "Молодежь в науке": Сб. докладов. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2014. С. 67–70.  
*Lazarev V. V., Farkhutdinov V. F., Danilova T. G., Morozova E. V. Blochnye regulyarnye setki v PreProtsessore LOGOS // XII nauch.-tekh. konf. "Molodezh v nauke". : Sb. dokladov. Sarov: RFYaTs-VNIIEF, 2014. S. 67–70.*
2. Фархутдинов В. Ф., Тарасов В. И., Борисенко О. Н., Лазарев В. В., Логинов Д. В., Аверина Н. С., Марунин А. В., Гриднев А. И., Шабунина М. Г., Кузнецов М. Г., Черенкова М. В., Фролова Е. А., Лукичёв А. Н., Смолкина Д. Н., Купалова А. Г., Кузьменко М. В., Ховрин Н. А. Обзор возможностей по обработке геометрий и построению сеточных моделей в ЛОГОС.ПРЕПОСТ // Сб. докл. XIII Межд. конф. "Супервычисления и математическое моделирование". Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2012. С. 524–533.  
*Farkhutdinov V. F., Tarasov V. I., Solovov A. N., Borisenko O. N., Lazarev V. V., Loginov D. V., Averina N. S., Marunin A. V., Gridnev A. I., Shabunina M. G., Kuznetsov M. G., Cherenkova M. V., Frolova E. A., Lukichev A. N., Smolkina D. N., Kupalova A. G., Kuzmenko M. V., Khovrin N. A. Obzor vozmozhnostey po obrabotke geometriy i postroeniyu setochnykh modeley v LOGOS.Prepost // Sb. dokl. XIII Mezhd. konf. "Supervychisleniya i matematicheskoe modelirovanie". Sarov: RFYaTs-VNIIEF, 2012. S. 524–533.*
3. *Spekreijse S. P., Boerstoel J. W. An Algorithm to Check the Topological Validity of Multiblock Domain Decompositions.* <https://reports.nlr.nl/bitstream/handle/10921/1188/TP-1998-198.pdf?sequence=1>.
4. *Boerstoel J. W., Kassies A., Kok J. C., Spekreijse S. P. ENFLOW, a full-functionality system of CFD codes for industrial Euler/Navier–Stokes flow computations // 2nd Int. Symposium on Aeronautical Science and Technology. Djakarta, Indonesia, 1996. Paper IAST075.*
5. *Boelens O. J., Spekreijse S. P., Sytsma H. A., de Cock K. M. J. Comparison of measured and simulated flow features for the full-scale F-16XL aircraft // 45th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit. Reno NV. January 8–11, 2007. DOI:10.2514/6.2007-489.*
6. *Boelens O. J. CFD analysis of the flow around the X-31 aircraft at high angle of attack // Aerospace Science and Technology. 2012. Vol 20. P. 38–51.*
7. Ахо А., Хопкрофт В., Ульман Д., Джемфри Д. Структуры данных и алгоритмы: Учеб. пособие: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2000.  
*Akho A., Khopkroft V., Ulman D., Dzheffri D. Struktury dannykh i algoritmy: Ucheb. posobie: Per. s angl. M.: Vilyams, 2000.*

Статья поступила в редакцию 16.12.19.

A BLOCK-STRUCTURED GRID WITH BLOCKS HAVING PARTIALLY CONTACTING SIDES / V. V. Lazarev (FSUE "RFNC-VNIEF", Sarov, N. Novgorod region).

The paper gives data structures to represent the geometric model decomposition into quadrangular and hexahedral blocks, which are used to construct a block-structured grid. These structures widen choices of block contact options, because blocks may have partially contacting sides. This significantly reduces the total number of blocks in decomposing one and the same geometric model. The advantages of using blocks with partially contacting sides are demonstrated by the example of the grid for a test model of a radiator header with guard.

The decomposition may lead to such interconnection of blocks that makes it impossible to construct a grid with node matching. For this case, an effective algorithm is suggested to identify whether it is possible to construct a matched block grid, or not.

*Keywords:* a block-structured grid, blocks with partially contacting sides, decomposition of a geometric model into blocks with matching grid nodes.

