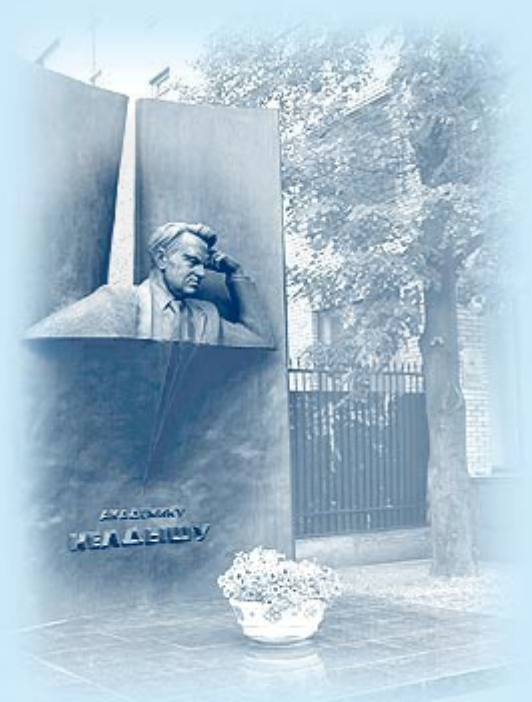




ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

М.И. Гуревич, А. А. Руссков,
А.М. Волощенко

ConDat 1.0 – программа преобразования исходных данных из комбинаторной геометрии в растровую с использованием алгоритма трейсинга (tracing).
Инструкция для пользователя.

Статья доступна по лицензии
[Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Гуревич М.И., Руссков А. А., Волощенко А.М. ConDat 1.0 – программа преобразования исходных данных из комбинаторной геометрии в растровую с использованием алгоритма трейсинга (tracing). Инструкция для пользователя. // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2007. № 12. 32 с.
<https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2007-12>

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМ. М. В. КЕЛДЫША

М. И. Гуревич, А. А. Руссков, А. М. Волощенко

ConDat 1.0 – программа преобразования исходных данных из комбинаторной геометрии в растровую с использованием алгоритма трейсинга (tracing)

Инструкция для пользователя

Москва – 2007 г.

ConDat 1.0 – программа преобразования исходных данных из комбинаторной геометрии в растровую с использованием алгоритма трейсинга (tracing). Инструкция для пользователя³. Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2007.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен алгоритм работы и приведена инструкция для пользователя конвертера ConDat (Conversion of Data), осуществляющего с использованием метода трейсинга (tracing) преобразование комбинаторного представления 3D геометрии задачи в 2D (для заданного сечения расчётной области) или 3D растровое с сохранением баланса масс в каждой ячейке сетки путём расчёта долей материалов, присутствующих в ячейке, и введения дополнительных смесей для ячеек, в которые попадает несколько исходных материалов. В данном подходе, известном как Volume Fraction (VF) метод, гомогенизация задачи производится на уровне пространственной ячейки сетки и её эффект может быть сделан сколь угодно малым при сгущении сетки. Конвертер ConDat разработан на базе геометрического модуля NCG программы MCU для решения уравнения переноса методом Монте-Карло. Приводятся численные примеры и пусковые пакеты для тестовых задач.

M. I. Gurevich, A. A. Russkov, A. M. Voloschenko

ConDat 1.0 – code for converting by the tracing algorithm the combinatorial geometry presentation to the bit-mapped one. Users guide. Preprint of the Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS, 2007.

ABSTRACT

The algorithm of ConDat (Conversion of Data) code that converts the 3D combinatorial geometry presentation of the problem geometry to the user defined 2D (for given section of the problem) or 3D bit-mapped ones is discussed. To ensure mass of original materials conservation for any spatial cell of the mesh that overlays problem geometry additional mixtures are introduced for spatial cells, where a few original materials are included. In this approach, known as the volume fraction (VF) method, the homogenization procedure is applied for spatial cell volume. So, its error can be decreased to an acceptable level by the mesh refinement. The volume fractions of original material, required for this procedure, are calculated by the tracing algorithm. ConDat code was developed on the base of the geometrical module NCG of the

¹ РНЦ «Курчатовский институт»

² Александр Руссков, E-mail: Russkov@inbox.ru

³ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, гранты № 05-08-50299 и № 06-07-89251.

Monte-Carlo MCU code for solving transport equation. The input of ConDat code is defined and some numerical examples and inputs for test problems are also given.

Содержание

Введение	3
1. Постановка задачи	4
2. Метод решения	5
3. Особенности программы.....	6
4. Диагностическая информация.....	7
5. Структура файла начальных данных для программы ConDat	8
6. Пакет начальных данных для двумерного варианта программы ConDat.....	9
7. Пакет начальных данных для трёхмерного варианта программы ConDat ..	12
8. Визуализация данных о геометрии задачи	16
9. Использование метода трэйсинга для конвертации источника деления	17
Заключение.....	19
Литература.....	19
Приложение 1. Описание бинарного формата <code>mixtar</code> для 2D геометрий.	20
Приложение 2. Описание бинарного формата <code>mixtar</code> для 3D геометрий.	22
Приложение 3. Формат текстового файла 1D геометрического описания.....	23
Приложение 4. Пример пускового пакета для 2D версии программы ConDat.	24
Приложение 5. Пример пускового пакета для 3D версии программы ConDat.	26

Введение

Для задания реальной 3D геометрии ЯЭУ могут быть успешно использованы методы комбинаторной геометрии. Этот подход достаточно хорошо развит и с необходимой для практических приложений полнотой реализован в программах решения уравнения переноса методом Монте-Карло, таких как MCNP (LANL) или MCU (РНИИ «Курчатовский институт») [1], а также в генераторе сеток BOT3P 5.1 (ENEA) [2, 3].

Выбор геометрического модуля NCG программы MCU представляется наиболее приемлемым и доступным. Ввод данных для геометрического модуля NCG программы MCU осуществляется на языке задания комбинаторной геометрии NCGSIM. Существенно, что геометрический модуль программы MCU снабжен визуализатором геометрии MCU Viewer, что значительно упрощает задание геометрии.

Аппроксимация комбинаторной геометрии на сетке требует, вообще говоря, использования нерегулярной разностной сетки, что влечёт за собой существенную переделку расчётных программ и алгоритмов, ориентированных на использование регулярных ортогональных разностных сеток. Однако, даже использование нерегулярных сеток приводит к нарушению баланса масс в сеточ-

ной модели расчётной области, который приходится корректировать, например, путем изменения плотности входящих в расчётную область тел.

Вместе с тем, при наличии вычислительного алгоритма, позволяющего достаточно быстро определить с необходимой степенью точности доли объёма ячейки, занятые различными материалами, для поддержания баланса масс в каждой ячейке сетки можно осуществить локальную коррекцию состава исходных материалов путем образования, при необходимости, дополнительных смесей для ячеек, в которых имеется несколько исходных материалов. Процентное содержание исходных материалов в дополнительных смесях определяется в соответствии с их объёмными долями в ячейке сетки. В данном подходе, известном как Volume Fraction (VF) метод [4, 5, 6], гомогенизация задачи производится на уровне разностной ячейки сетки и её эффект может быть сделан сколь угодно малым при сгущении пространственной сетки.

Ясно, что такой алгоритм сеточной гомогенизации задачи может быть применен к сеткам любого типа, покрывающим расчётную область, в том числе, и к более простым и широко используемым регулярным ортогональным пространственным сеткам.

Для определения объёмных долей исходных материалов, попадающих в каждую пространственную ячейку сетки, может быть использован метод трэйсинга (tracing), который применяется, в частности, в методе Монте-Карло для расчёта объёмов тел, входящих в расчётную область, и в методе характеристик для решения уравнения переноса.

Метод трэйсинга реализован в созданном на базе геометрического модуля программы MCU конвертере ConDat [7, 8, 9], который предназначен для преобразования комбинаторного задания трёхмерной геометрии задачи в двумерное (для заданного сечения расчётной области) или трёхмерное сеточное (или растровое) с сохранением баланса масс в каждой пространственной ячейке сетки путем расчёта методом трэйсинга долей материалов, присутствующих в каждой ячейке сетки, и введения дополнительных смесей для ячеек, в которых имеется несколько исходных материалов.

Разработанная программа конвертации комбинаторного задания геометрии в растровое позволяет проводить расчёты задачи как методом Монте-Карло, так и S_n методом на основе единого комбинаторного описания геометрии задачи на языке NCGSIM. Данный документ содержит постановку задачи, описание алгоритма и инструкцию для пользователя программы ConDat (включая описание подготовки начальных данных, примеры пусковых пакетов и т.д.).

Сходимость VF метода в зависимости от выбора разностной сетки задачи исследовалась в работах [4, 5, 6, 7, 8, 9].

1. Постановка задачи

Исходные данные трёхмерного комбинаторного представления геометрии задачи записываются на языке NCGSIM, который используется в программе MCU [1], проводящей расчёты переноса излучения методом Монте-Карло.

Исходные данные двумерной и трёхмерной растровой геометрии записываются в бинарном формате *mixtar*, который определен в описании генератора сеток ВОТЗР 5.1 [2] как один из возможных выходных форматов задания геометрии задачи на сетке. Возможность ввода данных о геометрии задачи в этом формате реализована, в частности, в 2D и 3D S_n программах КАСКАД-С-2.5 [11] и КАТРИН-2.0 [12].

Исходные данные комбинаторной геометрии задаются в глобальной системе координат $OXYZ$. Единица измерения длины – сантиметр, согласно принятому в МСУ соглашению. Данные трёхмерной растровой геометрии генерируются в локальной системе координат $O'X'Y'Z'$; данные двумерной растровой геометрии – в плоскости $O'X'Y'$ локальной системы координат. Для задания локальной системы координат $O'X'Y'Z'$ необходимо не менее 6 независимых переменных (в частности, задание начала координат на плоскости требует 3 переменные, к тому же ориентация локальной системы координат требует 3 переменные, которыми могут являться, к примеру, углы Эйлера). Далее в локальной системе координат задаётся сеть, в которой будет производиться расчёт методом дискретных ординат. Если параметры растровой геометрии задаются в декартовой системе, то осями служат оси локальной системы координат; если же в полярной или цилиндрической, то правила перехода описываются естественным образом: $R = \sqrt{x'^2 + y'^2}$, $\vartheta = \arctg(y'/x')$, $z' = z'$. При этом, как видно, угол ϑ отсчитывается от $O'X'$ в направлении от X' к Y' . В двумерном случае цилиндрической системы расчёт производится в плоскости $O'X'Z'$, при этом принцип работы совпадает с принципом расчёта в случае задания растровой геометрии в двумерной декартовой системе, за исключением введения соответствующего весового множителя при подсчёте содержания материалов.

2. Метод решения

Существующая версия конвертера ConDat ориентирована на использование по каждой из пространственных переменных сквозных ортогональных пространственных сеток с кусочно-постоянным шагом. В отличие от генератора сеток, в конвертере параметры пространственных сеток: границы пространственных интервалов (или геометрических зон) с постоянным шагом по каждой из пространственных переменных («грубая» пространственная сетка), число интервалов сетки в каждом из пространственных интервалов «грубой» сетки по каждой из пространственных переменных задаются пользователем. Для уменьшения числа создаваемых дополнительных смесей рекомендуется границы «грубой» пространственной сетки совмещать с границами материальных зон.

Чтобы наглядно пояснить принцип работы, например, двумерного варианта программы рассмотрим, вкратце, содержание формата *mixtar* [2]. В этом формате, при заданной сети, производится описание материалов, соответствующих каждой ячейке сети. Материал каждой ячейки может быть двух видов: простой и составной. В первом случае считается, что ячейка целиком состоит

из одного материала, описанного в исходных данных комбинаторной геометрии, во втором – ячейка состоит из нескольких материалов, при этом описание составного материала эквивалентно описанию процентного содержания всех материалов, входящих в ячейку. Для определения составных материалов применяется модуль NCG программы MSU. Целесообразность его применения обусловлена возможностью моделировать прямолинейные участки траектории. Исходя из прямолинейных участков траектории, лежащих в пределах области с одним материалом, подсчитывается вклад от каждого отрезка (см. Рис. 1). Сходимость метода трейсинга при его использовании в задаче о конвертации геометрии задачи из комбинаторной формы в растровую исследовалась в работах [7, 8].

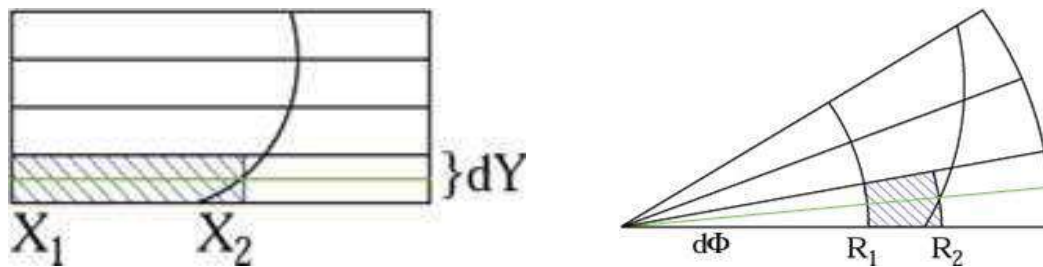


Рис. 1.

3. Особенности программы

Из особенностей программы необходимо отметить то, что производится автоматическое локальное сохранение материалов с погрешностью численного интегрирования по формуле прямоугольников, а также возможность использования геометрического модуля NCG, изначально разрабатывавшегося для иных задач.

Для определения содержания простых материалов в двумерном случае каждый отрезок по второй координате (Y или Θ) разбивается на равное число частей, причём это число соответствует параметру точности, содержащемуся в файле вспомогательных исходных данных. После этого через середину каждой части проводится луч при фиксированной второй координате. Далее производится подсчёт вклада отрезков луча, каждый из которых лежит в пределах зоны с одним материалом. В трёхмерном случае принцип определения аналогичен с естественным дополнением параметра, который численно равен числу частей, на которые разбивается отрезок по третьей координате. Следует отметить, что все вычисления в программе ConDat производятся с использованием арифметики двойной точности.

В программу добавлены некоторые улучшения для оптимизации алгоритма подсчёта содержания материалов. Первое улучшение состоит в возможности коррекции концов отрезков луча в случае совпадения их длин с длинами отрезков сети с точностью до малого параметра, содержащегося в файле вспомогательных исходных данных (см. Рис. 2).

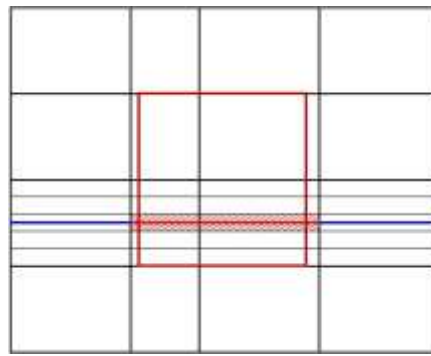


Рис. 2.

Второе улучшение состоит в выдаче диагностической информации, облегчающей пользователю контроль корректности задания исходных данных.

4. Диагностическая информация

Для контроля работы программы предусмотрена выдача диагностической информации в файл контроля вводимой информации и на стандартный поток вывода, в случае невозможности открытия последнего.

При вводе вспомогательной информации присутствуют параметры $EpsI$ и $EpsO$, а также один или два параметра $Prec$, или $Prec1$, $Prec2$, в зависимости от используемого варианта - двумерного или трёхмерного. Детальное описание задания параметров дано в описании файла вспомогательных исходных данных, здесь же представлена суть параметров. После проведения луча производится сравнение сумм длин отрезков луча и отрезков сети разбиения по первой координате. Если разница по абсолютной величине превосходит параметр $EpsI$, то выдаётся диагностическая информация "!!! Attention, bad ray", при этом вклад от данного луча игнорируется.

В случае невозможности проведения луча средствами MCU (например, когда луч точно лежит на поверхности раздела зон с различными материалами), производится корректировка положения начала луча для декартовой системы по оси $O'Y'$ и корректировка направления луча для полярной и цилиндрической систем, при этом выдаётся диагностическая информация "!!! Warning, can't draw the line with one effort, correction". Величина корректировки положения равна $EpsO \times \Delta^2 / Prec$ ($Prec1$), где Δ^2 – отрезок сети по второй координате, в котором производится определение содержания материалов в данный момент, $Prec$ ($Prec1$) – параметр точности по второй координате, задаваемый в файле вспомогательных исходных данных. При повторении невозможности проведения луча производится корректировка положения по оси Z' , при этом величина опять же равна $EpsO \times \Delta / Prec$ ($Prec2$), где значения величин Δ и $Prec$ ($Prec2$) различаются для разных случаев задания растровой геометрии (декартовой, полярной). Грубо говоря, Δ – характерная длина отрезка сети по первой координате, $Prec$ ($Prec1$, $Prec2$) – параметр точности. Принцип корректировки для 2D и 3D геометрий нагляднее представляется в Табл. 1 и 2.

Таблица 1.

№ коррекции	2D геометрия		
	x, y	r, ϑ	r, z
1	EpsO $\times$ Δ 2/Prec, корректировка положения по оси O`Y`	EpsO $\times$ Δ 2/Prec, поворот луча вокруг O`Z`	EpsO $\times$ Δ 2/Prec, корректировка положения по оси O`Z`
2	EpsO $\times$ Δ 2/Prec, корректировка положения по оси O`Z`	EpsO $\times$ Δ 1/Prec, корректировка положения по оси O`Z`	

Таблица 2.

№ коррекции	3D геометрия	
	x, y, z	r, ϑ, z
1	EpsO $\times$ Δ 2/Prec1, корректировка положения по оси O`Y`	EpsO $\times$ Δ 2/Prec1, поворот луча вокруг оси O`Z`
2	EpsO $\times$ Δ 3/Prec2, корректировка положения по оси O`Z`	EpsO $\times$ Δ 3/Prec2, корректировка положения по оси O`Z`

При невозможности проведения хотя бы одного луча при определении содержания материалов для конкретного отрезка по второй координате для двумерного случая и для конкретных отрезков по второй и третьей координатам для трёхмерного выдаётся диагностическая информация: "!!! Attention !!! Can't process cells with next number (second)" и программа прекращает свою работу.

Диагностическая информация "!!! Attention !!! Massiv is too small for one ray." выдаётся в случае, когда число отрезков при проведении одного луча превышает 20000, программа в этом случае также прекращает свою работу

5. Структура файла начальных данных для программы ConDat

Файл начальных данных программы ConDat предназначен для задания параметров, определяющих режим конвертации комбинаторного описания геометрии, представленного в файле начальных данных программы MCU, формат которого определен в [1], в сеточную или растровую форму. Он состоит из следующих частей:

<Описание вводимых/выводимых файлов>

<Описание плоскости и локальной системы координат>

<Описание типа системы координат, в которой задаётся сеть>

<Описание параметров сети>

<Описание параметров точности определения процентного содержания материалов>

<Описание параметров луча для формирования 1D файла геометрического описания⁴>

Строки в файле, имеющие в первой позиции знак “!”, не учитываются, после этого знака можно писать комментарии. Длина каждой строки должна быть не более 80 символов. Символы, начиная с 81, игнорируются. Действительные и целые числа записываются в свободном формате. Целые числа обозначаются буквой I, действительные – E. Формат строк соответствует стандартным обозначениям языка Fortran.

6. Пакет начальных данных для двумерного варианта программы ConDat

Задание файлов для ввода и вывода информации.

Включает признаки ввода/вывода используемых файлов, их имена и название варианта.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
M1, M2, ..., M5	5I	Признаки ввода/вывода файлов (0/>0 – файл не используется и не открывается/ файл открывается): M1 – признак записи бинарного файла в формате mixtar [2]; M2 – признак записи текстового файла в формате mixtar; M3 – признак ввода текстового входного файла MCU ⁵ ; M4 – признак вывода файла листинга для контроля вводимой информации; M5 – признак записи текстового файла 1D геометрического описания для заданного направления (в формате программы РОЗ-6.6 [10], см. Приложение 3)
(NAMEUN(I), I=1,NUNIT)	NUNIT A72	NAMEUN(I) – имя I-ого вводимого/выводимого файла из последовательности M1, M2,..., M5; NUNIT – полное число вводимых/выводимых файлов.
Title	A72	Название варианта

Описание плоскости и локальной системы координат

Состоит из задания начала локальной системы координат на плоскости, а также координат двух базисных векторов.

⁴ Только для 2D версии конвертера.

⁵ ConDat и включенный в него геометрический модуль NCG программы MCU, работают только с фрагментом начальных данных программы MCU, заключенным между операторами HEAD и FINISH, ответственным за задание геометрии задачи.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
(C(I), I=1,3)	3E	Начало системы координат в пространстве, в которой задаются параметры сети
Etype	A1	Переменная, которая может принимать значения: G, X, Y или Z; определяет способ задания базиса системы координат, в которой задаются параметры сети
(E1(I), I=1,3), (E2(J), J=1,3)	6E	Координаты векторов векторы E1 и E2 . Вводятся при Etype = G. Базисные векторы вычисляются по формулам: e1=E1/E1 , e2=E2-e1*(e1,E2) , e2=e2/e2
α	E	Угол поворота (в градусах) базисных векторов вокруг оси OX, OY или OZ соответственно. Задается при Etype = X, Y или Z. Базисные векторы вычисляются по формулам, согласно значению переменной Etype: $\mathbf{e1}=\mathbf{ey}*\cos(\alpha)+\mathbf{ez}*\sin(\alpha)$, $\mathbf{e2}=-\mathbf{ey}*\sin(\alpha)+\mathbf{ez}*\cos(\alpha)$; $\mathbf{e1}=\mathbf{ez}*\cos(\alpha)+\mathbf{ex}*\sin(\alpha)$, $\mathbf{e2}=-\mathbf{ez}*\sin(\alpha)+\mathbf{ex}*\cos(\alpha)$; $\mathbf{e1}=\mathbf{ex}*\cos(\alpha)+\mathbf{ey}*\sin(\alpha)$, $\mathbf{e2}=-\mathbf{ex}*\sin(\alpha)+\mathbf{ey}*\cos(\alpha)$

Описание типа системы координат, в которой задаётся сеть

Содержит информацию о типе 2D системы координат, которая может быть декартова (x, y или x, z), полярная (r, ϑ) либо цилиндрическая (r, z).

Имя переменной	Тип	Описание переменной
Geom	I	1 - x, y; 2 - r, ϑ ; 3 - r, z геометрия. Параметр определяет тип системы координат, в которой задаются параметры сети. В первом случае система координат декартова (или x, y). Во втором – полярная (r, ϑ); при этом полюс принимается за начало расчётной системы, плоскость расчёта – плоскость, в которой лежат векторы e1 , e2 ; угол отсчитывается от e1 в направлении e2 (угол, соответствующий e2 , будет $\pi/2$). r, z геометрия применяется для расчёта систем с цилиндрической симметрией, когда нет зависимости от азимутального угла ϑ ; для этого случая производится вычисление e2=[e1,e2] при этом e2 соответствует оси симметрии, а вектор e1 направлен радиально.

Описание параметров сети

Включает параметры разбиения по первой и второй пространственным координатам.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
Num1, Num2	2I	Абсолютные значения параметров определяют число геометрических зон с равномерным шагом по первой и второй координатам. Знаки параметров описывают тип задания сети: в случае положительного значения вводятся границы зон, в случае отрицательного - толщины зон
(Mau1(I), I=1, (Num1 +1))	(Num1 +1)E	При Num1 >0/<0 - границы / левая граница и толщины геометрических зон по первой пространственной переменной, см
(Mau2(J), J=1, (Num2 +1))	(Num2 +1)E	При Num2 >0/<0 - границы / левая граница и толщины геометрических зон по второй пространственной переменной, см/радианы для x, y и $r, z/r, \vartheta$ геометрий, соответственно
(Ma1(I), I=1, Num1)	Num1 I	Число пространственных интервалов по Num1 геометрическим зонам для первой пространственной переменной
(Ma2(J), J=1, Num2)	Num2 I	Число пространственных интервалов по Num2 геометрическим зонам для второй пространственной переменной

Описание параметров точности определения процентного содержания материалов

Содержит следующие переменные: переменную целого типа Pres, которая равна числу равных частей, на которые делится отрезок по второй координате, служащих для определения содержания простых материалов; действительные переменные EpsO и EpsI, которые влияют на подсчёт процентного содержания материалов в ячейках. Переменные EpsO и EpsI не обязательны, в случае игнорирования их задания они принимаются равными значениям по умолчанию.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
Pres	I	Переменная, определяющая количество лучей, проводимых через ячейку для определения процентного содержания простых материалов. Лучи проводятся при фиксированной второй координате
Fl	I	Признак ввода параметров EpsO и EpsI: 0/>0 - параметры не вводятся, их значения принимаются равными: EpsO=.01, EpsI=.00001/производится ввод значений параметров EpsO и EpsI
EpsO, EpsI	2E	Запись, определяющая параметры EpsO и EpsI. Эти параметры влияют на процесс определения процентного содержания материалов

Описание параметров луча для формирования 1D файла геометрического описания. Эта информация вводится только при $M5 > 0$.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
VARFIX	A6	Имя переменной, значение которой фиксируется при выборке 1D геометрического описания из 2D. В зависимости от типа 2D геометрии, определяемого параметром GEOM=1/2/3 ($x, y/r, \theta/r, z$), может принимать значения X, Y /THETA/ R, Z. Значения X, Y, R, Z: задаются в см, THETA – в градусах.
PFIX	E	Значение координаты при котором происходит выборка 1D геометрического описания ⁶ . При VARFIX = X, Y, R, Z/THETA задается в см/градусах

Замечание. Файл 1D геометрического описания, формируемый в канале M5, не содержит дополнительных смесей. Заданные границы зон с постоянным шагом вдоль выбранного луча дополняются, при необходимости, границами материалов вдоль луча, не вошедшими в исходные границы зон.

Для запуска программы необходимо в командной строке набрать следующую строку:

vmn < inp_file

где *vmn* – имя исполняемого файла программы ConDat, *inp_file* – имя файла начальных данных. При вводе программа производит выдачу в файл листинга информации о введенных начальных данных. В этот файл также записывается диагностическая информация, суммарные площади, занимаемые каждым материалом (что позволяет контролировать необходимую плотность лучей метода трекинга, задаваемую параметром Pres), а также время работы программы. Пример пускового пакета для 2D версии программы ConDat приведен в Приложении 1.

7. Пакет начальных данных для трёхмерного варианта программы ConDat

Задание файлов для ввода и вывода информации.

Включает признаки ввода/вывода используемых файлов, их имена и название варианта.

⁶ Выборка 1D геометрического описания производится из пространственного интервала, в который попадает точка PFIX.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
M1, M2, ..., M4	4I	Признаки ввода/вывода файлов (0/>0 – файл не используется и не открывается/ файл открывается): M1 – признак записи бинарного файла в формате <code>mixtar</code> [2]; M2 – признак записи текстового файла в формате <code>mixtar</code> ; M3 – признак ввода текстового входного файла MCU ⁷ ; M4 – признак вывода файла листинга для контроля вводимой информации.
(NAMEUN(I), I=1,NUNIT)	NUNIT A72	NAMEUN(I) – имя I-ого вводимого/выводимого файла из последовательности M1, M2,..., M5; NUNIT – полное число вводимых/выводимых файлов.
Title	A72	Название варианта

Описание плоскости и локальной системы координат

Состоит из задания начала локальной системы координат на плоскости, а также координат двух базисных векторов.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
(C(I), I=1,3)	3E	Начало системы координат в пространстве, в которой задаются параметры сети
Etype	A1	Переменная, которая может принимать значения: G, X, Y или Z; определяет способ задания базиса системы координат, в которой задаются параметры сети
(E1(I), I=1,3), (E2(J), J=1,3)	6E	Координаты векторов векторы E1 и E2. Вводятся при Etype = G. Базисные векторы вычисляются по формулам: $\mathbf{e1}=\mathbf{E1}/E1$, $\mathbf{e2}=\mathbf{E2}-\mathbf{e1}*(\mathbf{e1},\mathbf{E2})$, $\mathbf{e2}=\mathbf{e2}/e2$, $\mathbf{e3}=[\mathbf{e1},\mathbf{e2}]$
α	E	Угол поворота (в градусах) базисных векторов вокруг оси OX, OY или OZ соответственно. Задается при Etype = X, Y или Z. Базисные векторы вычисляются по формулам, согласно значению переменной Etype: $\mathbf{e1}=\mathbf{ey}*\cos(\alpha)+\mathbf{ez}*\sin(\alpha)$, $\mathbf{e2}=-\mathbf{ey}*\sin(\alpha)+\mathbf{ez}*\cos(\alpha)$; $\mathbf{e1}=\mathbf{ez}*\cos(\alpha)+\mathbf{ex}*\sin(\alpha)$, $\mathbf{e2}=-\mathbf{ez}*\sin(\alpha)+\mathbf{ex}*\cos(\alpha)$; $\mathbf{e1}=\mathbf{ex}*\cos(\alpha)+\mathbf{ey}*\sin(\alpha)$, $\mathbf{e2}=-\mathbf{ex}*\sin(\alpha)+\mathbf{ey}*\cos(\alpha)$; $\mathbf{e3}=[\mathbf{e1},\mathbf{e2}]$

⁷ Следует отметить, что ConDat и включенный в него геометрический модуль NCG программы MCU, работают только с фрагментом начальных данных программы MCU, заключенным между операторами HEAD и FINISH, ответственным за задание геометрии задачи.

Описание типа системы координат, в которой задаётся сеть

Содержит информацию о типе 3D системы координат, которая может быть декартова (x, y, z) либо цилиндрическая (r, ϑ, z).

Имя переменной	Тип	Описание переменной
Geom	I	Переменная описывает тип системы координат, в которой задаются параметры сети. Она может принимать значения 1, 2, что обозначает декартову x, y, z или цилиндрическую r, ϑ, z геометрию. Преобразование в цилиндрическую систему осуществляется стандартным образом, причём угол ϑ отсчитывается от e1 к e2

Описание параметров сети

Включает параметры разбиения по первой, второй и третьей пространственным координатам.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
Num1, Num2, Num3	3I	Абсолютные значения параметров определяют число геометрических зон с равномерным шагом по первой, второй и третьей пространственным переменным. Знаки параметров описывают тип задания сети: в случае положительного значения вводятся границы зон, в случае отрицательного - толщины зон
(Mau1(I), I=1, (Num1 +1))	(Num1 +1)E	При Num1 >0/<0 - границы / левая граница и толщины геометрических зон по первой пространственной переменной, см
(Mau2(J), J=1, (Num2 +1))	(Num2 +1)E	При Num2 >0/<0 - границы / левая граница и толщины геометрических зон по второй пространственной переменной, см/радианы для $x, y, z / r, \vartheta, z$ геометрий, соответственно
(Mau3(K), K=1, (Num3 +1))	(Num3 +1)E	При Num3 >0/<0 - границы / левая граница и толщины геометрических зон по третьей пространственной переменной, см
(Ma1(I), I=1, Num1)	Num1 I	Число пространственных интервалов по Num1 геометрическим зонам для первой пространственной переменной
(Ma2(J), J=1, Num2)	Num2 I	Число пространственных интервалов по Num2 геометрическим зонам для второй пространственной переменной

(Ma3(K), K=1, Num3)	Num3 I	Число пространственных интервалов по Num3 геометрическим зонам для третьей пространственной переменной
--------------------------	--------	--

Описание параметров точности определения процентного содержания материалов

Содержит следующие переменные: переменные целого типа Prec1 и Prec2, задающие число равных частей, на которые делятся пространственные интервалы сетки по второй и третьей координатам, служащих для определения содержания простых материалов; действительные переменные EpsO и EpsI, которые влияют на подсчёт процентного содержания материалов в ячейках. Переменные EpsO и EpsI не обязательны, в случае игнорирования их задания они принимаются равными значениям по умолчанию.

Имя переменной	Тип	Описание переменной
Prec1, Prec2	I	Переменные определяют количество лучей, проводимых через одну пространственную ячейку для определения процентного содержания простых материалов. В трёхмерном случае каждая ячейка делится на равное число частей Prec1*Prec2 по второй и третьей координатам. Принцип определения процентного содержания материалов – численное интегрирование по формуле прямоугольников – аналогичен двумерному случаю
Fl	I	Признак ввода параметров EpsO и EpsI: 0/>0 - параметры не вводятся, их значения принимаются равными: EpsO=.01, EpsI=.00001/производится ввод значений параметров EpsO и EpsI
EpsO, EpsI	2E	Запись, определяющая параметры EpsO и EpsI. Эти параметры влияют на процесс определения процентного содержания материалов

Для запуска программы необходимо в командной строке набрать следующую строку:

```
vmn < inp_file
```

где *vmn* – имя исполняемого файла программы ConDat, *inp_file* – имя файла начальных данных программы. При вводе программа производит выдачу в файл листинга с названием, определяемым четвёртой записью в файле начальных данных, информации о введенных начальных данных. В этот файл также записывается диагностическая информация, суммарные объёмы, занимаемые каждым материалом (что позволяет контролировать необходимую плотность лучей метода трейсинга, задаваемую параметром Prec1 и Prec2), а также время работы программы.

Конвертация комбинаторной 3D геометрии задачи в растровое представление производится программой ConDat последовательно по шагам аксиальной сетки задачи. При этом, для удобства пользователя, на монитор выдается информация о текущем шаге конвертации и времени решения задачи. Пример пускового пакета для 3D версии программы ConDat приведен в Приложении 2.

8. Визуализация данных о геометрии задачи

Как уже отмечалось выше, тестирование и визуализация комбинаторного задания геометрии в файле начальных данных программы MCU производится посредством программы MCU Viewer [1]. Формат *mixmap* двумерной растровой геометрии по своей сути подобен растровым графическим форматам. Следовательно, файл может быть визуализирован естественным образом. Для построения изображения, например, в формате *bmp*⁸, нужно знать, какой цвет сопоставлять данной точке. Цвет логичнее определять, исходя из информации о материале, который содержится в ячейке сети, содержащей данную точку. В результате, требуется лишь реализовать функцию сопоставления данной точке ячейки сети. После получения растрового изображения в формате *bmp*, его можно конвертировать в любой формат по желанию пользователя. Из свободных средств обработки изображений хочется отметить ImageMagick [13], которое предоставляет разнообразные утилиты командной строки.

Однако необходимости в реализации описанного алгоритма не возникло, поскольку имелось средство визуализации файла геометрического описания в формате *mixmap* – специально разработанный скрипт Maplook, позволяющий воспользоваться средствами графической программы SURFER, которому в качестве исходных данных задаются *.bna файлы в формате Atlas boundary, содержащих карты физических зон задачи (т. е. зон, заполненных одинаковым материалом) в заданном сечении расчётной области. Указанные файлы создаются на этапе ввода данных о геометрии задачи программами КАСКАД-С и КАТРИН, либо постпроцессорами этих программ KASF [11] и KATRIF [12] на этапе обработки файла решения задачи. Скрипт Maplook объединяет указанные карты материалов в единую цветную картограмму расчётной области, в которой различным материалам соответствуют различные цвета. Ячейки с дополнительными смесями материалов закрашиваются как дополнительный материал.

В качестве примера визуализации геометрии задачи приведем взятые из [7] рисунки поперечного сечения варианта реактора ТОПАЗ при использовании комбинаторного представления задачи (Рис. 3) и в растровом представлении в *x, y* геометрии на сетке 276×276 после конвертации геометрии задачи на сетку программой ConDat (Рис. 4).

⁸ Windows Bit Map.

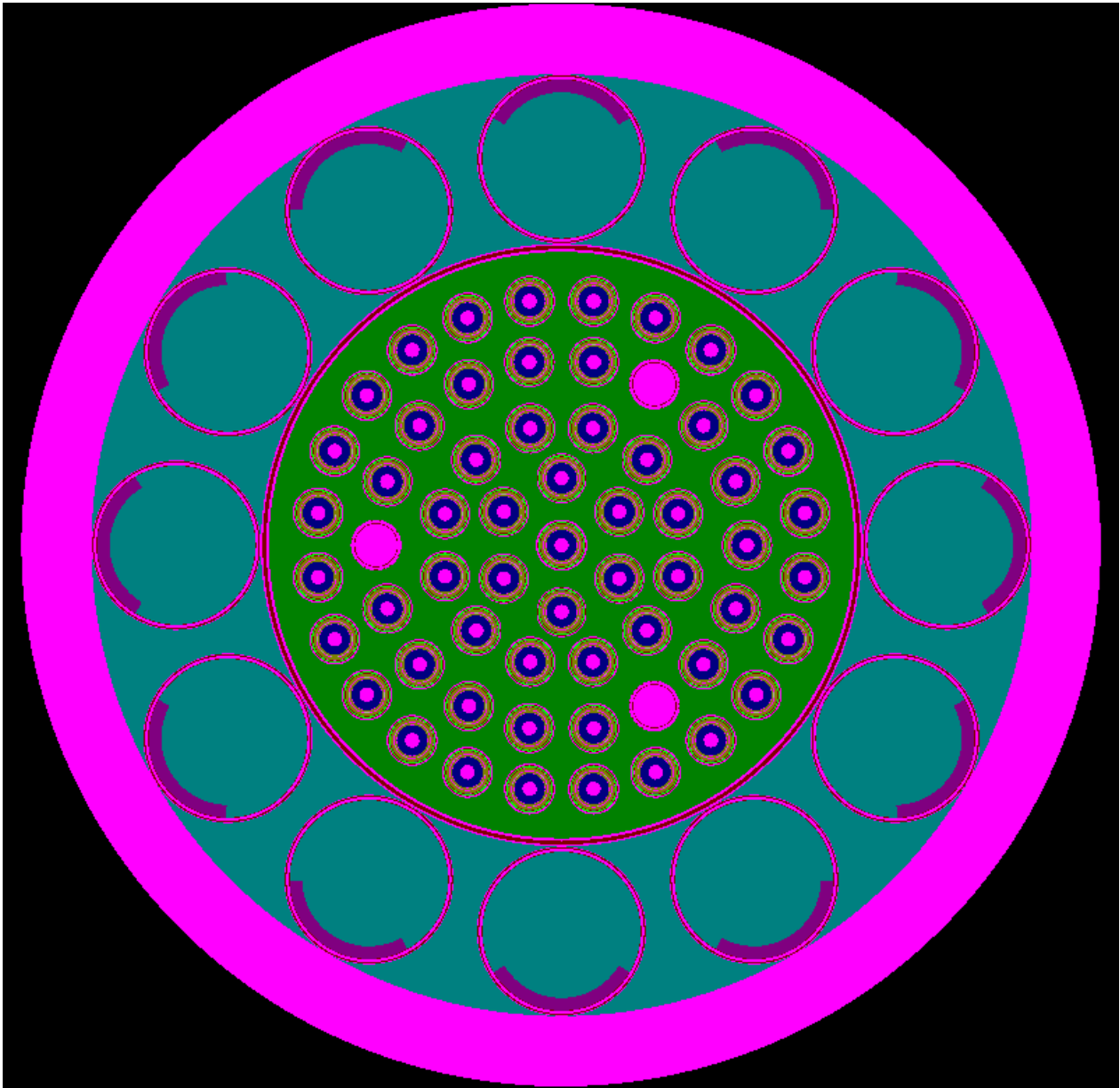


Рис. 3. Радиальное сечение варианта реактора ТОПАЗ. СУЗ (регулирующие трубы с накладками, содержащими поглотитель (бор)), повернуты в положение с максимальным значением k_{eff} . Для визуализации геометрии задачи использована программа MCU Viewer.

9. Использование метода трэйсинга для конвертации источника деления

Метод трэйсинга может быть использован также и для конвертирования заданного по-твэльно и (или) по-кассетно источника деления на разностную сетку задачи с сохранением числа нейтронов источника в каждой пространственной ячейке сетки. В использованной модели источника предполагается, что в поперечном сечении твэла или кассеты пространственное распределение источника деления постоянно, а аксиальное изменение источника достаточно гладкое и может быть получено линейной интерполяцией по заданным значе-

ниям источника в относительно небольшом числе точек по высоте АЗ (порядка 20).

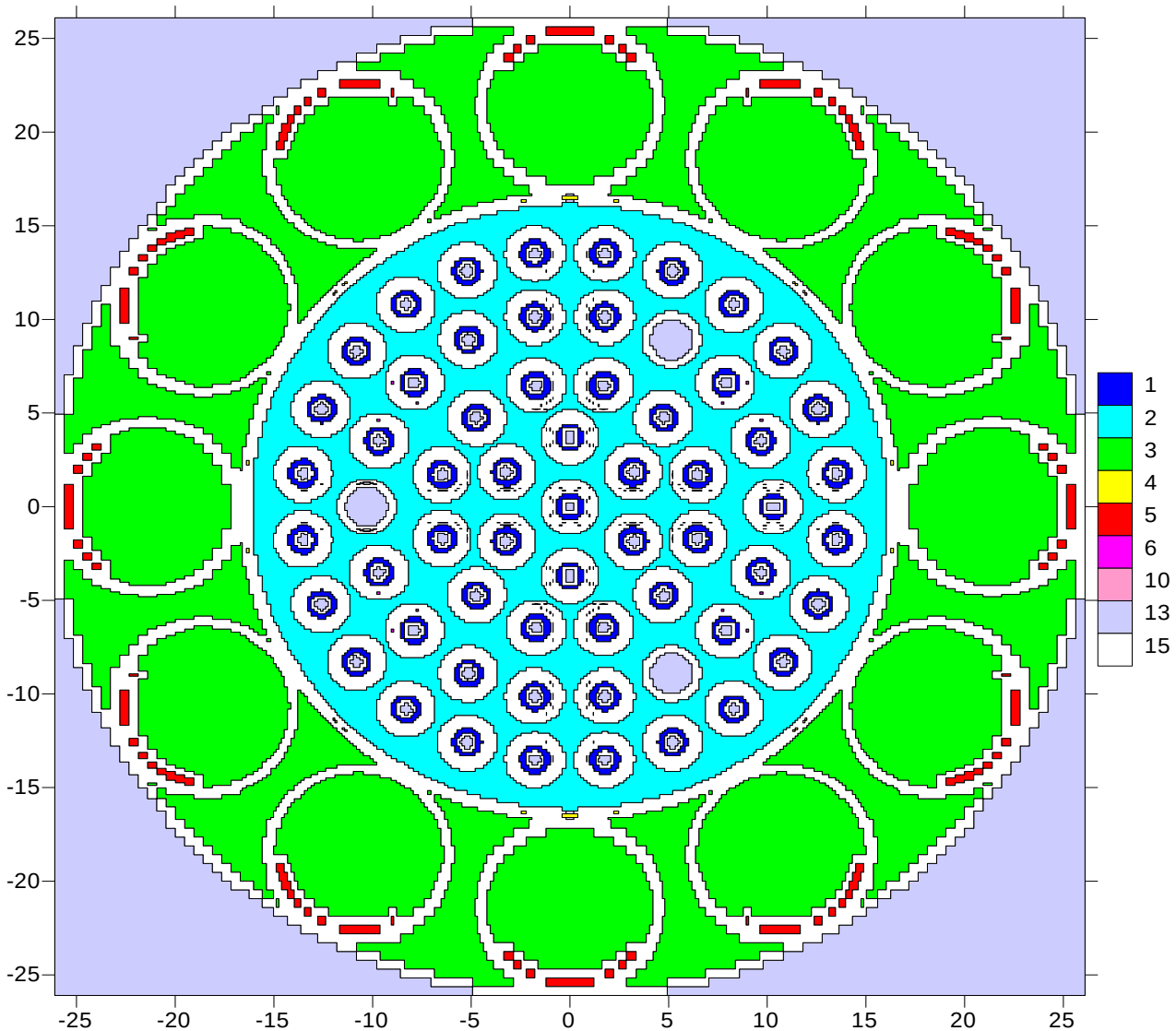


Рис. 4. Аппроксимация радиального сечения варианта реактора ТОПАЗ в x, y геометрии на сетке 276×276 . Белым цветом закрашены ячейки с дополнительными смесями (15-ый материал). Регулирующие трубы с накладками, содержащими поглотитель (бор), закрашенные красным цветом, повернуты в положение с максимальным значением k_{eff} . Для визуализации геометрии задачи использован скрипт Maplook.

Следует отметить, что в программе MCU нет готовых средств для реализации метода трейсинга для конвертации по-твэльно и (или) по-кассетно заданного источника, кроме базы данных о введенных источниках. Поэтому, для конвертации заданного источника деления программы MCU в источник для S_n программ КАСКАД-С и КАТРИН был разработан специальный модуль, осуществляющий методом трейсинга расчёт вклада по-твэльно и (или) по-кассетно заданных источников в каждую пространственную ячейку сетки, покрываю-

щую область источника, с использованием вышеуказанной базы данных о введенных источниках. Учитывая ранее разработанный интерфейс, позволяющий преобразовать по-твэльные и по-кассетные данные о выгорании (пропорциональные интегральному по времени распределению плотности нейтронов деления), рассчитанные программами ПЕРМАК и БИПР, в начальные данные об источнике деления для программы MCU, разработанная утилита позволила конвертировать указанные данные также и в источник деления для S_n программ КАСКАД-С и КАТРИН. Примеры использования этой утилиты для конвертации по-твэльно и (или) по-кассетно заданного источника деления для реакторов ВВЭР-440 и ВВЭР-1000 в растровую форму приведены в работе [9].

Заключение

Разработана программа ConDat 1.0 – представляющая собой конвертер для преобразования исходных данных о геометрии задачи, заданной с использованием методов комбинаторной геометрии, в растровое представление с поддержанием баланса масс в каждой пространственной ячейке сетки, покрывающей расчётную область задачи. ConDat позволяет за короткое время, с необходимой, контролируемой точностью преобразовывать 3D комбинаторное задание геометрии задачи в трёхмерное или двумерное (для заданного сечения расчётной области) растровое представление. В дополнение к программе написан скрипт Maplook, позволяющий воспользоваться средствами графической системы SURFER для визуализации полученного растрового описания геометрии задачи с использованием файлов формата Atlas boundary, создаваемых программами КАСКАД-С и КАТРИН при вводе данных о геометрии задачи, а также их постпроцессорами KASF и KATRIF в процессе обработки файла решения задачи. Комплекс программных средств обеспечивает как сравнительно быстрое преобразование исходных данных, так и контроль за преобразованием, что важно для расчёта нейтронно-физических характеристик реальных сложных систем, которыми, как правило, являются современные ЯЭУ.

Литература

1. “Программа MCU-REA/2 с библиотекой констант DLC/MCUDAT-2.2. Описание применения и инструкция для пользователя,” *Отчет ИЯР РНЦ “Курчатовский институт”*, инв. № 36/2004, М., 2004.
2. R. Orsi, “BOT3P Version 5.1: A Pre/Post-Processor System for Transport Analysis,” ENEA report FIS-P9H6-014, Italy, 2006.
3. R. Orsi, “A General Method of Conserving Mass in Complex Geometry Simulations on Mesh Grids and Its Implementation in BOT3P5.0,” *Nucl. Sci. and Eng.*, **154**, 247–259 (2006).
4. Jon A. Dahl and Raymond E. Alcouffe, “PARTISN Results for the C5G7 MOX Benchmark Problems,” *TANS*, **89**, 274, 2003.
5. J. A. Dahl, “3-D Extension C5G7 MOX Benchmark Results Using PARTISN,” *Proc. of International Conference on Mathematics and Computation, Supercom-*

- puting, *Reactor Physics and Nuclear and Biological Applications*, Avignon, France, September 12-15, 2005, on CD-ROM.
6. P. Humbert, "Results for the C5G7 3-D Extension Benchmark Using the Discrete Ordinates Code PANDA," *Proc. of International Conference on Mathematics and Computation, Supercomputing, Reactor Physics and Nuclear and Biological Applications*, Avignon, France, September 12-15, 2005, on CD-ROM.
 7. А. М. Волощенко, М. И. Гуревич, А. А. Руссков, "Об аппроксимации геометрии задачи посредством генератора сеток, сохраняющего баланс масс в ячейке сетки," доклад на 16-ом семинаре *Нейтроника 2005*, Обнинск, 2005, <http://www.neutronica.ru>.
 8. M. I. Gurevich, D. S. Oleynik, A. A. Russkov and A. M. Voloschenko, "About the Use of the Monte-Carlo Code Based Tracing Algorithm and the Volume Fraction Method for S_n Full Core Calculations," *Proc. of International Conference Advances in Nuclear Analysis and Simulation – PHYSOR 2006*, Vancouver, Canada, September 10-14, 2006, on CD-ROM.
 9. А. М. Волощенко, А. А. Руссков, М. И. Гуревич, Д. С. Олейник, Д. А. Шкаровский, В. И. Цофин, А. Д. Джаландинов, "Опыт использования генератора сеток, поддерживающего баланс масс в разностной ячейке сетки, для расчётов радиационных полей в активной зоне и радиационной защите ЯЭУ," доклад на 17-ом семинаре *Нейтроника 2006*, Обнинск, 2006, <http://www.neutronica.ru>.
 10. А. М. Волощенко, А. А. Дубинин, "РОЗ-6.6 – программа для решения уравнения переноса нейтронов, фотонов и заряженного излучения методом дискретных ординат в одномерных геометриях," Инструкция для пользователя, *Отчет ИППМ им. М. В. Келдыша РАН*, инв. № 7-25-2004, М., 2004.
 11. А. М. Волощенко и А. В. Швецов. "КАСКАД-С-2.5 - программа для решения уравнения переноса нейтронов, фотонов и заряженного излучения методом дискретных ординат в двумерных геометриях," Инструкция для пользователя, *Отчет ИППМ им. М. В. Келдыша РАН*, инв. № 7-26-2004, М., 2004.
 12. А. М. Волощенко, В. П. Крючков, "КАТРИН-2.0 – программа для решения уравнения переноса нейтронов, фотонов и заряженного излучения методом дискретных ординат в трёхмерной геометрии," Инструкция для пользователя, *Отчет ИППМ им. М. В. Келдыша РАН*, инв. № 7-27-2004, М., 2004.
 13. ImageMagick, <http://www.imagemagick.org/>
 14. DOORS3.2 – One, Two- and Three Dimensional Discrete Ordinates Neutron/Photon Transport Code System, RSICC Computer Code Collection, CCC-650, ORNL, 1998.

Приложение 1. Описание бинарного формата **mixmar** для 2D геометрий.

Опишем последовательность записей в формате **mixmar** (см. [2], Tab. 1-E) для случая 2D x, y , r, ϑ и r, z геометрий. Размеры массивов указаны в квадратных скобках.

Запись 1

title (character *72)

*Запись 2***im, jm, ntc, nmix, lmix, izm** (6 integer*4 переменных)

где:

im – число пространственных интервалов по переменным x или r .jm – число пространственных интервалов по переменным y , ϑ или z .ntc – идентификатор геометрии (1 для x, y , 2 для r, ϑ , 3 для r, z).

nmix – число пространственных ячеек, содержащих более 1 материальной зоны.

lmix – длина записей 5 и 6.

izm – число материальных зон.

*Запись 3***(x1(i), i=1,im+1), (x2(j), j=1,jm+1)** ((im+jm+2) real*4 переменных)

где:

x1[im+1] – границы пространственных интервалов по переменным x или r , см.x2[jm+1] – границы пространственных интервалов по переменным y (в см), ϑ (в оборотах) или z , см.*Запись 4***((matz(i,j),i=1,im),j=1,jm)** (im*jm integer*4 переменных)

где:

matz(i,j) > 0 – номер материальной зоны в (i,j)-ой пространственной ячейке;

matz(i,j) < 0 – |matz(i,j)| = числу материальных зон в (i,j)-ой пространственной ячейке; полное число пространственных ячеек с matz(i,j) < 0 = nmix.

*Запись 5***(mixlaw(i),i=1,lmix)** (lmix integer*4 переменных)

где:

mixlaw[lmix] – информационный массив, задающий последовательно для каждой ячейки (полным числом nmix), содержащей более 1 материальной зоны, информацию о номерах материальных зон, присутствующих в ячейке:

mixlaw[lmix] = (**mix**₁[|matz(i₁,j₁)|],**mix**₂[|matz(i₂,j₂)|], ... **mix**_{nmix}[|matz(i_{nmix},j_{nmix})|]),

где:

mix₁(i) -> последовательность |matz(i₁,j₁)| номеров материальных зон в *первой* ячейке с matz(i,j) < 0,**mix**₂(i) -> последовательность |matz(i₂,j₂)| номеров материальных зон во *второй*

ячейке с matz(i,j) < 0,

....

mix_{nmix}(i) -> последовательность |matz(i_{nmix},j_{nmix})| номеров материальных зон в *nmix-ой* ячейке с matz(i,j) < 0,*Запись 6***(denmix(i),i=1,lmix)** (lmix real*4 переменных)

где:

denmix[lmix] - denmix(i) это доля площади ячейки, занимаемая материальной

зоной с номером, указанным в массиве `mixlaw(i)`.

Запись 7

(mater(i), i=1, izm) (izm integer*4 переменных)

где:

`mater[izm]` – номера материалов по материальным зонам (9\$\$\$ DORT массив [14])⁹.

Запись 8

(density(i), i=1, izm) (izm real*4 переменных)

где:

`density[izm]` – плотностной фактор по материальным зонам (=1. в данной версии ConDat).

Приложение 2. Описание бинарного формата `mixtar` для 3D геометрий.

Опишем последовательность записей в формате `mixtar` (см. [2], Tab. 2-F) для случая 3D x, y, z и r, ϑ, z геометрий. Размеры массивов указаны в квадратных скобках.

Запись 1

title (character *72)

Запись 2

im, jm, km, ntc, izm, jmcnp (6 integer*4 переменных)

где:

`im` – число пространственных интервалов по переменным x или r .

`jm` – число пространственных интервалов по переменным y или ϑ .

`km` – число пространственных интервалов по переменной z .

`ntc` – идентификатор геометрии (1 для x, y, z , 2 для r, ϑ, z).

`izm` – число материальных зон.

`jmcnp` = 0 если запись 7 отсутствует (`jmcnp` = 0 в данной версии ConDat);

≥ 1 если запись 7 присутствует.

Запись 3

(x1(i), i=1, im+1), (x2(j), j=1, jm+1), (x3(k), k=1, km+1) ((im+jm+km+3) real*4 переменных) где:

`x1[im+1]` – границы пространственных интервалов по переменным x или r , см.

`x2[jm+1]` – границы пространственных интервалов по переменным y (в см) или ϑ (в оборотах).

`x3[km+1]` – границы пространственных интервалов по переменной z , см.

do k=1, km

Запись 4.1 nmixk, lmixk (2 integer*4 переменных)

Запись 4.2 ((matzk(i,j), i=1, im), j=1, jm) (im*jm integer*4 переменных для каждой записи)

Запись 4.3 (mixlawk(n), n=1, lmixk) (lmixk integer*4 переменных)

Запись 4.4 (denmixk(n), n=1, lmixk) (lmixk real*4 переменных)

⁹ В данной версии ConDat номера материалов и материальных зон совпадают.

enddo

где:

$nmixk$ - число пространственных ячеек, содержащих более 1 материальной зоны для k -ого пространственного слоя.

$lmixk$ – длина Записей 4.3 и 4.4. Если **$lmixk = 0$** , Записи 4.3 и 4.4 отсутствуют.

$matzk(i,j) > 0$ – номер материальной зоны в (i,j,k) -ой пространственной ячейке;

< 0 - $|matzk(i,j)|$ = число материальных зон в (i,j,k) -ой

пространственной ячейке; полное число ячеек с $matzk(i,j) < 0 = nmixk$.

$mixlawk[lmixk]$ – информационный массив, задающий последовательно для

каждой ячейки (полным числом $nmixk$), содержащей более 1 материальной

зоны, информацию о номерах материальных зон, присутствующих в ячейке:

$mixlawk[lmixk] = (mix1[|matzk(i1,j1)|] \text{ } mix2[|matzk(i2,j2)|] \text{ } \dots$

$mixnmixk[|matzk(inmix,jnmix)|])$,

где:

$mix1(n)$ -> последовательность $|matzk(i1,j1)|$ номеров материальных зон в первой ячейке с $matzk(i,j) < 0$,

$mix2(n)$ -> последовательность $|matzk(i2,j2)|$ номеров материальных зон во второй ячейке с $matzk(i,j) < 0$,

.....

$mixnmixk(n)$ -> последовательность $|matzk(inmix,jnmix)|$ номеров материальных

зон для $nmixk$ -ой ячейки с $matzk(i,j) < 0$.

$denmixk[lmixk]$ - $denmixk(n)$ - доля объема ячейки, занимаемая материальной зоной с номером, указанном в массиве $mixlawk(n)$

Запись 5

(mater(i), i=1, izm) (izm integer*4 переменных)

где:

$mater[izm]$ - номера материалов по материальным зонам (9\$\$ массив TORT [14])¹⁰.

Запись 6

(density(i), i=1, izm) (izm real*4 переменных)

где:

$density[izm]$ – плотностной фактор по материальным зонам (=1. в данной версии ConDat).

Запись 7

(den_mc(i), i=1, izm) (izm real*4 переменных) (Note 2)

где:

$den_mc[izm]$ - плотностной фактор по зонам для MCNP [2] (в данной версии ConDat эта запись отсутствует).

Приложение 3. Формат текстового файла 1D геометрического описания.

¹⁰ В данной версии ConDat номера материалов и материальных зон совпадают.

Необходимость файла 1D геометрического описания возникает для обеспечения геометрического интерфейса с 1D S_n программами. 1D расчет может быть использован для оценки ослабления излучения вдоль заданного направления, для оценки правильности выбора пространственной сетки, в методе синтеза и т. д. Данный текстовый файл предназначен для вывода данных о геометрическом описании задачи непосредственно в формате входных данных программы PO3-6.6 [10] (вводимых в виде образов карт). 2D версия конвертера ConDat программы позволяет формировать этот файл для случая 1D x (плоской) и r (цилиндрической) геометрий. Файл содержит 5 записей следующего содержания:

Номер записи	Имя переменной	Формат	Описание переменной
1	NREG	I3	Число геометрических зон в 1D геометрическом описании
2	(KOMP(I), I=1, NREG)	24I3	Номера материалов по геометрическим зонам
3	RO	E9.0	Начало отсчета пространственной координаты 1D геометрического описания, см.
4	(X(I), I=1, NREG)	8E9.0	Толщины геометрических зон по выбранной пространственной переменной, см
5	(MR(I), I=1, NREG)	24I3	Число пространственных интервалов по геометрическим зонам

Приложение 4. Пример пускового пакета для 2D версии программы ConDat.

Файл геометрического описания тестовой задачи на языке NCGSIM

```

HEAD  1  0  0
CONT  B B B
EQU   H=320.0
EQU   H1=165.0
EQU   H2=75.0
C=     ===== M A I N       G E O M E T R Y =====
RCZ   N1    0. 0. 0.    H   320.0
RCZ   N2    0. 0. 0.    H1  162.5
RCZ   N3    0. 0. 0.    H2  162.5
RCZ   N4    0. 0. 0.    H2  148.0
RCZ   N5    0. 0. 0.    H2   82.5
RCZ   N6    0. 0. 0.    H1   32.5
RCZ   N7    0. 0. 0.    H2   32.5
END
CORE  5  -7                               /11:1/1

```

```

COR1   4  -5                /11:2/1
COR2   3  -4                /11:3/1
OTR    2  -3  -6            /11:5/1
LEAD   1  -2  U  6          /10:4/1
END
FINISH

```

Файл начальных данных для 2D версии программы ConDat. 2D r, z геометрия.

```

! M1,M2,M3,M4,M5 keys
  1  2  4  6  0
! binary mixmap format file
mixmap_ads_rz.bin
! ASCII mixmap format file
mixmap_ads_rz.txt
! MCU input file
ads
! listing file
ads_rz.out
! problem title
ads
! origin of coordinates
0. 0. 0.
! frame of reference
Z
! \alpha, degrees
0.
! geometry
3
! number of radial spatial zones
-6
! number of axial spatial zones
-4
! radial variable zone boundaries
0.    10.0    22.5    50.0    65.5    14.5    157.5
! axial variable zone boundaries
0.    25.0    50.0    90.0    155.0
! number of spatial meshes by radial spatial zones
  3  6  9 12  3 18
! number of spatial meshes by axial spatial zones
  7  9 12 18
! Prec
10
!EpsO & EpsI are defaults
0

```

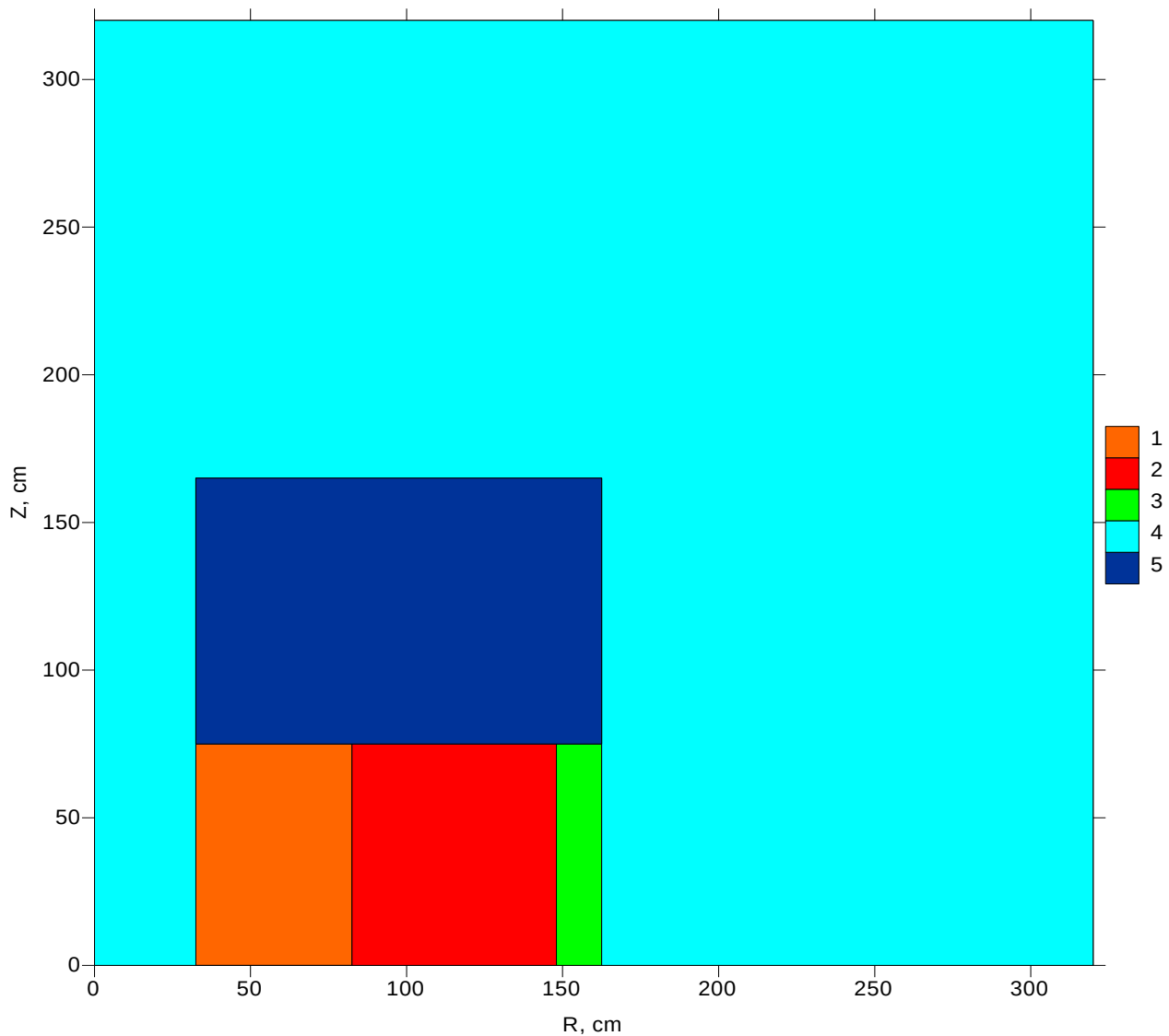


Рис. 5. Тестовой задачи в r, z геометрии (ADS бенчмарк). Для визуализации геометрии задачи использован скрипт Maplook. В данной задаче дополнительные смеси отсутствуют.

Приложение 5. Пример пускового пакета для 3D версии программы ConDat.

Файл геометрического описания тестовой задачи на языке NCGSIM. 3D x, y, z геометрия.

```

HEAD      1  0  8000
CONT  В  В  В  М  В  В
RPP  N1   0.   580.   0.  205.   0.   500.
RPP  N2   0.   580.   0.  205.  380.   500.
RPP  N3  460.   580.   0.  205.   0.   370.
RPP  N4   80.   460.  125.  185.   30.   370.
RPP  N5  385.   460.  185.  205.   30.   370.

```

[illegible]

```

RPP N45  180.  198.    0.  50.    110.  116.
RPP N46   0.  580.    0. 205.    370.  380.
C=PLEX POSITION 1
RPP N47  160. 161.  0.  80. 110. 226.
RPP N48  25.  40.    0.  90.    30.  55.
RPP N49  15.  40.    0.  40.    226. 284.
END
BET      2 U 3 U 4 U 5 U 6 U 7 U 8 U 9 U 10 U 11 U 12 U 13
/1:1/1
BET1     14 U 15                      /1:1/2
BET2     44  U 48  /2:1/3
CHYG     21 U 22 U 34  U 35 U 19 U 20                      /3:9/3
CHYG     23 U 24  U 26 U 27 U 25 U 28                      /4:9/4
PB              29 U 30  U 42 U 43 U  38 U 39 U 49          /5:7/5
TF-5     31                      /6:6/6
VODA     32                      /7:10/7
PLEX     33  U 39 U 40 U 41 U 36 U 37 U 47                  /8:11/8
TOPL     45                      /9:8/9
GBET     46 U 17 U 18                      /10:3/10
RUDA     16                      /11:4/11
VOZD     1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15
-16 -17 -18 -38 -39 -41 -42 -45
-19 -20 -22 -23 -24  -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33
-34 -35 -36 -37 -40 -43 -44 -46 -47 -48 -49  /12:2/2
END
FINISH

```

Файл начальных данных для 3D версии программы ConDat.

```

! M1,M2,M3,M4 keys
  1  2  4  6
! binary mixmap format file
mixmap_CAMCON_XYZ.bin
! ASCII mixmap format file
mixmap_CAMCON_XYZ.txt
! MCU input file
CAMCON
! listing file
CAMCON.out
! problem title
var_CAMERA
! origin of coordinates
0. 0. 0.
! frame of reference
Z
! \alpha, degrees

```

```

0.
! geometry
1
! number of x-variable spatial zones
20
! number of y-variable spatial zones
7
! number of z-variable spatial zones
23
! x variable zone boundaries
0. 15. 20.65 25. 40. 56.82 61. 80. 95. 105. 121.4894
130. 138.42105
160. 161. 180. 198. 280.
385. 460. 580.
! y variable zone boundaries
0. 41. 50. 80. 90. 125. 185. 205.
! z variable zone boundaries
0. 30. 55. 60. 63. 70. 90. 103.5 104. 110. 113.1429 116.
120. 132.75
138.1079 144.5565 151. 226. 265. 284. 334. 370.
380. 500.
! number of spatial meshes by x variable spatial zones
5 6 3 15 5 2 4 3 4 6 3 2 4 1 4 6
18 23 20 20
! number of spatial meshes by y variable spatial zones
20 3 6 3 7 10 3
! number of spatial meshes by z variable spatial zones
5 5 2 2 3 5 4 1 3 2 1
3 4 2 2 3 20 10 5 5 7 3 37
! Prec1 Prec2
20 20
!Eps0 & EpsI are defaults
0

```

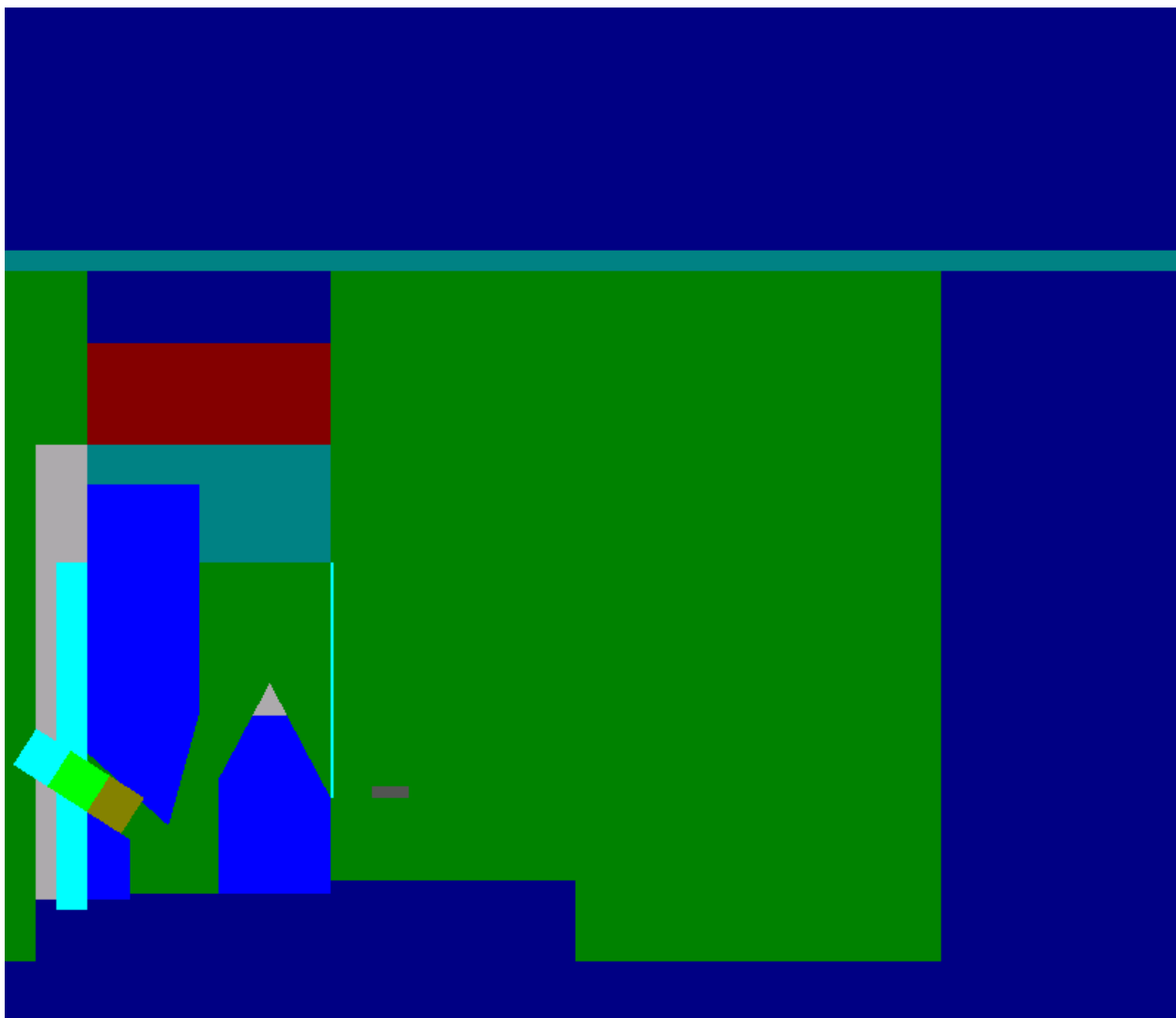


Рис. 6. Сечение расчётной области (модель камеры для манипуляций с ЯТ) в плоскости $y=0.0$ см. Для визуализации геометрии задачи использована программа MCU Viewer.

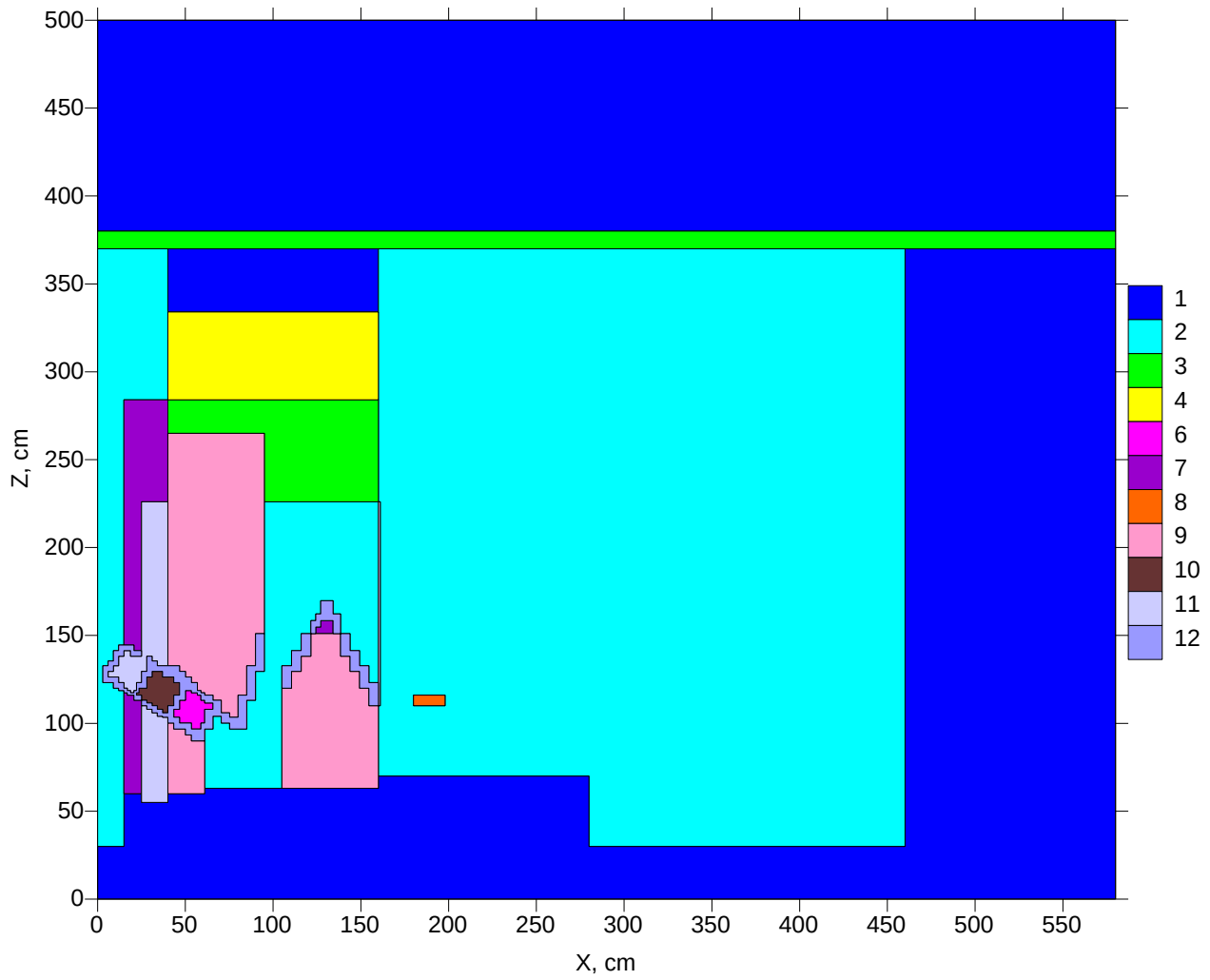


Рис. 7. Сечение расчётной области в плоскости $y=0.0$ см. Для визуализации геометрии задачи использован скрипт Marlook. Дополнительные смеси обозначены как 12-ый материал.