

**СИСТЕМА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ
ПЕРКОЛЯЦИОННЫХ СТРУКТУР В МАТЕРИАЛАХ**

Герсга А. Н.¹, Остапкевич М. Б.²

¹*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

²*Институт вычислительной математики и математической
геофизики СО РАН, Новосибирск, Россия*

Раздел теории вероятностей, имеющий собственные приложения в естественных и инженерных науках, – перколяционная теория – на протяжении полувека изучает особенности возникновения и эволюции, а также свойства связных областей (кластеров) в матрицах произвольной размерности и структуры [1-3].

В перколяционных исследованиях физических тел одновременно изучается и кластерная система фаз, и её влияние на объект в целом. Образующиеся перколяционные кластеры качественно модифицируют исследуемую систему: происходит структурный фазовый переход, скачкообразно возрастает корреляционная длина, меняется симметрия объекта и другие параметры, что приводит к изменению физико-химических и механических характеристик физических тел. Эти кластеры существенно видоизменяют процессы проводимости и массопереноса, определяют механическую прочность и коррозионную устойчивость, влияют на долговечность, приводят к аномальной диффузии и другим явлениям. Перколяционная теория дает адекватный математический аппарат и физическое описание этих явлений, а также кинетики химических реакций и деструкции, диффузии и осмоса, передачи механических напряжений, коррозии и других.

После перколяционного бума в семидесятые годы прошлого века стало ясно, что теория протекания имеет такое количество модификаций алгоритмов построения связных областей, что «нести им числа» [1-5]. Для исследования перколяционных структур могут быть использованы различные системы имитационного моделирования, в частности, – базирующиеся на алгоритмах с мелкозернистым параллелизмом [6,7].

Развитие теории параллелизма шло одновременно с развитием последовательных вычислений и связано в первую очередь с именем Дж.

фон Неймана. Суть мелкозернистого распараллеливания составляет отыскание таких трансформаций исходной задачи, ее содержательного или аналитического описания (а иногда и постановки), чтобы алгоритм решения превратился в совокупность пространственно распределенных, параллельно выполняемых, достаточно примитивных массовых вычислительных процессов. Примеры таких трансформаций – ассоциативные алгоритмы решения числовых и нечисловых задач, конструирования клеточных автоматов, конвейерных (систолических) и нейронных алгоритмов и другое. Привлекательность подхода объясняется тем, что в его рамках возможно отыскание наилучших (например, по временным характеристикам) алгоритмов решения сложных, а также громоздких и трудоемких задач. К таким задачам относятся задачи обработки сигналов и изображений, задачи математической физики, задачи на графах и другие. Более того, для некоторых задач решение возможно только в рамках некоторой модели мелкозернистых вычислений, например, решение трудно формализуемых задач на нейронных сетях с использованием методов обучения. Практическая важность мелкозернистого параллелизма определяется тем, что он служит источником методов распараллеливания алгоритмов решения задач на современных многопроцессорных вычислительных системах, что многие и реальные, и гипотетические компьютерные спецпроцессоры являются устройствами с мелкозернистым (клеточным) параллелизмом.

Авторами решается задача создания программного комплекса «ОДНО», который обеспечит конструирование и получение характеристик алгоритмов и структур с мелкозернистым параллелизмом в самой широкой трактовке этого термина.

В программном комплексе намечены многообразные возможности работы с массивами: при необходимости каждый из них будет содержать иерархию подмассивов, и одновременно являться частью супермассива. Между массивами будут действовать разные типы отношений; планируется, что любая клетка массива сама может быть массивом, и для нее будет определяться радиус взаимовлияния с соседними, направления действия, спектр свойств и другое. Кроме того, размерность массивов будет произвольной, а ее величина – одним из параметров исследования.

Комплекс предназначен для исследования перколяционных задач как таковых, а также для изучения кластерных систем в физических телах. При описании структуры и свойств перколяционных систем используется, примерно, два десятка основных параметров, которые подразделяются на три типа – статистические, геометрические и физические. К последним относятся, в частности, такие важные характеристики как ради-

ус гирации и степень анизотропии кластера, размерности Реньи, длина связности, кластерная мощность и индекс ее роста, лакунарность, энтропия и другие [8-11]. В качестве простейших примеров взаимосвязи характерных параметров материала со структурой перколяционной системы можно привести пористость тела и концентрацию так называемых «мертвых концов» перколяционных кластеров фаз, или среднюю плотность тела и объем лакун в кластерах.

На рисунке представлен интерфейс базовой версии программы.

Вывод

Решение материаловедческих задач в рамках комплекса позволит тщательно и всесторонне изучать ординарные и нетрадиционные вопросы, конструировать новые сущности, рассчитывать значения характерных величин и др.

Summary

Computer program ODNO is using for construction and research of algorithms and structures with fine-grain parallelism as well as obtaining their characteristics. Performance capabilities of the program will be used to study a wide class of percolation systems.

1. Соколов И. М. Размерности и другие критические показатели в теории протекания. // УФН – 1986. – Т. 150, вып. 2. – С. 221-255.
2. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. – 254 с.
3. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: ИКИ, 2002. – 656 с.
4. Шкловский Б. И., Эфрос А. Л. Электронные свойства легированных полупроводников. – М.: Наука, 1979. – 416 с.
5. Эфрос А. Л. Физика и геометрия беспорядка. – М.: Мир, 1982. – 176 с.
6. Achasova S. M., Bandman O.L., Markova V.P., Piskunov S.V. Parallel Substitution Algorithm. Theory and Application. – Singapore: World Scientific, 1994. – 220 p.
7. Ostapkevich M., Piskunov S. The Construction of Simulation Models of Algorithms and Structures with Fine-Grain Parallelism in WinALT. // Lecture Notes in Computer Science. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. – V. 6873. – P. 192-203.
8. Божокин С. В., Паршин Д. А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск: РХД, 2001. – 128 с.
9. Хайкин С. Э. Физические основы механики. – М.: Наука, 1962. – 770 с.
10. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. / Теоретическая физика, т. 5. – М.: Наука, 1976. – 584 с.
11. Герега А. Н. Об одном критерии относительной степени упорядоченности изображений. // ЖТФ – 2010. – Т. 80, вып. 5. – С. 149-150.

- 1 — главное окно
- 2 — дерево проекта
- 3 — поле графических объектов
- 4 — текстовое окно
- 5 — информация об ошибках
- 6 — управление приложением
- 7 — создание графических объектов
- 8 — совместное редактирование нескольких объектов
- 9 — изменение размеров и размерности графических объектов
- 10 — управление процессами отладки и моделирования

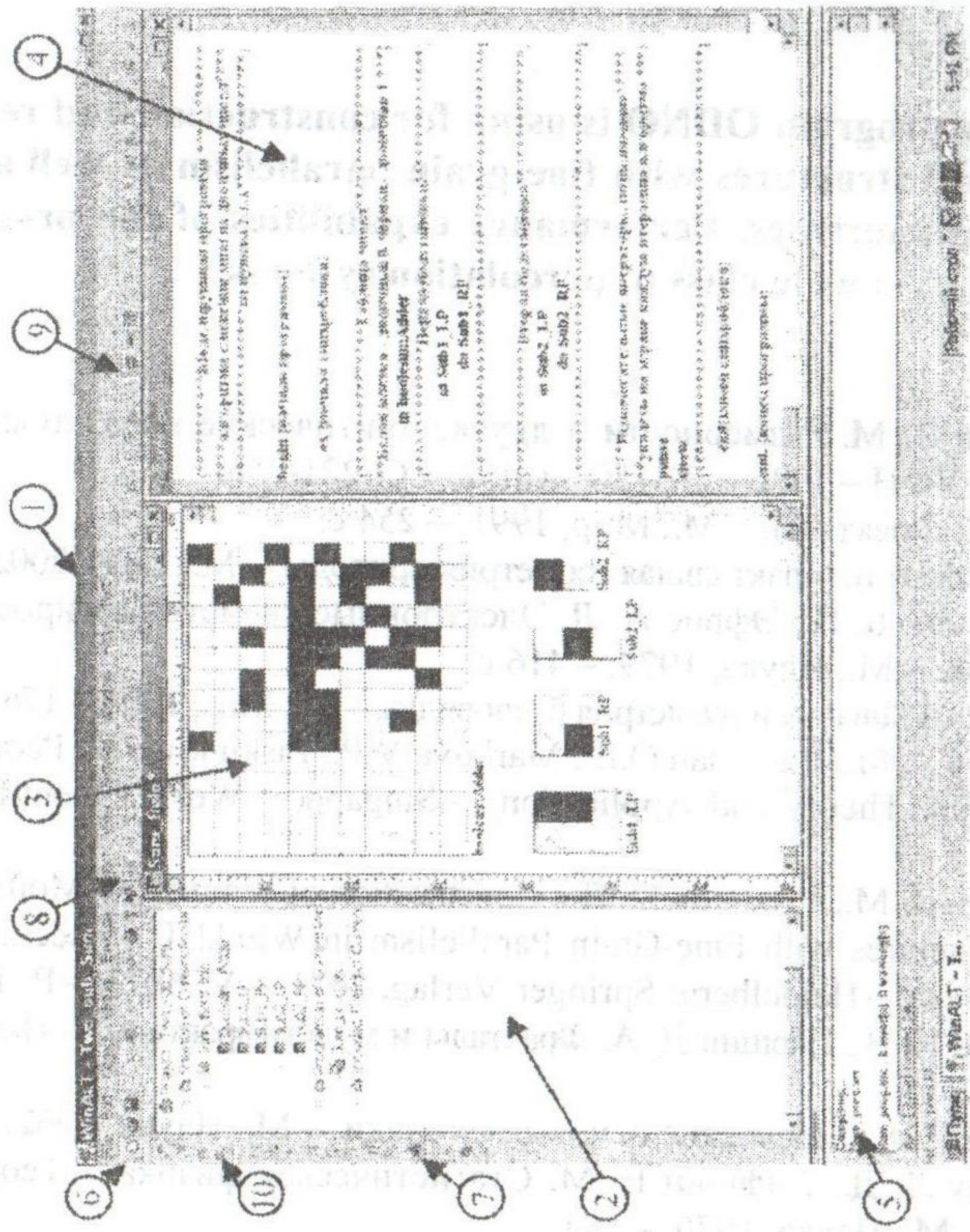


Рис. 1. Интерфейс программного комплекса