

**Программа**  
**экзамена кандидатского минимума по математике (дополнительная часть)**  
**аспиранта кафедры автоматизации научных исследований**  
**факультета ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова**  
**Иванова Ивана Ивановича (специальность: 05.13.18)**

1. Вычислительные эксперименты с использованием моделей частиц. Вычислительный эксперимент. Пространственные и временные масштабы. Физические системы. Модели частиц.
2. Одномерная модель плазмы. Физическая система. Построение дискретной математической модели. Численные алгоритмы. Вычислительные эксперименты.
3. Схемы интегрирования во времени. Согласованность. Точность. Устойчивость. Эффективность. Схема с перешагиванием для гармонического осциллятора. Примеры схем интегрирования.
4. Вычисление силы в методе частица-сетка. Сила в одномерном случае. Иерархия схем распределения заряда. Погрешность аппроксимации. Схемы, сохраняющие энергию. Спектральный метод.
5. Решение уравнений поля. Нелинейные задачи. Сеточная релаксация. Матричные методы. Быстрое решение эллиптических уравнений.
6. Бесстолкновительные модели частиц. Кинетические уравнения. Дисперсионное соотношение. Многомерные ограниченные системы. Столкновения. Законы сохранения. Оптимизация. Чередование.
7. Алгоритмы частица-частица – частица-сетка. Расщепление силы. Сеточная сила. Короткодействующая сила. Временное уравнение. Оптимизация. Практические соображения.
8. Моделирование плазмы. Двумерная электростатическая модель. Аномальная диффузия. Магнитосфера.

**Список литературы**

1. Хокни Р., Иствуд Дж. «Численное моделирование методом частиц». — М.: Мир, 1987.
2. Chatelain C. et al. “Billion vortex particle direct numerical simulations of aircraft wakes” // *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* — 2008. — Vol. 197. — P. 1296–1304.
3. Press, W. H. et al. “Numerical Recipes in Fortran 77: The Art of Scientific Computing”. — Cambridge, US-MA: Cambridge Univ. Press, 1992.
4. Самарский А. А., Николаев Е. С. «Методы решения сеточных уравнений». — М.: Наука, 1978.
5. Марчук Г. И., Агошков В. И. «Введение в проекционно-сеточные методы» . — М.: Наука, 1981.
6. Lu Q. M., Cai D. S. “Implementation of parallel plasma particle-in-cell codes on PC cluster” // *Computer Physics Communications.* — 2001. — Vol. 135. — P. 93–104.
7. Tsidulko Yu., Pozzoli R., Rome M. “MEP: A 3D PIC code for the simulation of the dynamics of a non-neutral plasma” // *Journal of Computational Physics.* — 2005. — Vol. 209. — P. 406–420.
8. Candela A. E., Dehlerb M. M., Troyer M. “A massively parallel particle-in-cell code for the simulation of field-emitter based electron sources” // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A.* — 2006. — Vol. 558. — P. 154–158.
9. Hatzky R. “Domain cloning for a particle-in-cell (PIC) code on a cluster of symmetric-multiprocessor (SMP) computers” // *Parallel Computing.* — 2006. — Vol. 32. — P. 325–330.

Программу составил научный руководитель,  
доктор физико-математических наук, профессор

П. П. Петров

Программа обсуждена на заседании кафедры АНИ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Ученый секретарь кафедры АНИ,  
кандидат физико-математических наук, доцент

В. В. Нефёдов

Программа утверждена на заседании совета факультета ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Ученый секретарь совета факультета ВМК,  
кандидат физико-математических наук, доцент

Е. А. Григорьев