

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Глава 1. Введение	9
1.1. Краткая история открытия явления эмиссии электронов	9
1.2. Виды электронной эмиссии	10
1.3. Постановка задачи	12
1.4. Математическая постановка задачи. Модель теплопереноса	15
Глава 2. Физические основы автоэлектронной эмиссии	18
2.1. Зонная теория и уровень Ферми	18
2.2. Удельная проводимость полупроводников	24
2.2.1. Концентрация электронов и дырок	26
2.2.2. Эффективная масса	29
2.2.3. Подвижности электронов и дырок	29
2.2.4. Зависимость удельной проводимости от температуры в кремнии	30
2.3. Термоэлектричество	31
2.4. Теплопроводность твердых тел	32
2.4.1. Электронная теплопроводность	33
2.4.2. Теплопроводность кристаллической решетки	34
2.5. Плотность эмиссионного тока и эффект Ноттингама	35
2.5.1. Функция поддержки в металлах	37
2.5.2. Туннелирование электронов через потенциальный барьер	39
2.5.3. Формула для коэффициента прозрачности барьера в случае автоэмиссионного катода	51
2.5.4. Плотность эмиссионного тока в металлах	56
2.5.5. Особенности автоэлектронной эмиссии из полупроводникового катода	56
2.5.6. Аппроксимация формулы для плотности эмиссионного тока	60

2.5.7.	Эффект Ноттингама	62
2.5.8.	Оптимальные значения параметров аппроксимаций	67
2.5.9.	Зависимость инверсионной температуры от напряженности внешнего электрического поля	69
Глава 3.	Математическая модель	72
3.1.	Система фазового поля и ее использование при моделировании теплопереноса	72
3.2.	Система фазового поля как регуляризация предельных задач со свободной границей	78
3.3.	Асимптотическое решение системы фазового поля и модифицированная задача Стефана	84
3.3.1.	Построение асимптотического решения	87
3.3.2.	Примеры	96
3.4.	Слабое решение системы фазового поля и модель зоны проплавления	98
3.4.1.	Слабые решения и условия типа Гюгонио	104
3.4.2.	Решения типа «волновой поезд» и соответствующая предельная задача	115
3.5.	Вывод решения предельной задачи Стефана–Гиббса–Томсона из численного решения системы фазового поля	133
3.6.	Рождение и слияние диссипативных волн	143
Глава 4.	Численное моделирование и его результаты	151
4.1.	Модель нанокатода	151
4.2.	Вычисление плотности тока внутри катода	155
4.3.	Вычисление плотности эмиссионного тока и моделирование эффекта Ноттингама	157
4.4.	Разностная схема	159
4.4.1.	Разностная схема для уравнения на потенциал	162
4.4.2.	Разностная схема для уравнения на функцию порядка	164
4.4.3.	Разностная схема для уравнения теплопроводности	166
4.4.4.	Устойчивость разностной схемы	168
4.4.5.	Об еще одном варианте разностной схемы	173
4.4.6.	Выбор шагов разностной схемы	175

4.5. Алгоритм решения разностных уравнений и возможные варианты его распараллеливания	177
4.6. Результаты численных экспериментов	182
4.6.1. Немонотонное поведение свободных границ	183
4.6.2. Результаты моделирования с физическими параметрами, соответствующими экспериментальным	186
4.7. Образование зародышей плавления и кристаллизации в модели	196
Заключение	214
Литература	218