

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

Том XII

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Выпуск 2

Аналоговые и разностные методы решения
внешних краевых задач

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗВАЙГЗНЕ»
РИГА 1965

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Л. В. Ницецкий. Аналоговые и разностные методы решения внешних краевых задач	
Предисловие	5
Глава 1. Введение	
§ 1. Постановка задачи	9
§ 2. Задача о влиянии границ с краевыми условиями первого и второго рода	14
Глава 2. Влияние ограниченных размеров области на точность решения внешних краевых задач	
§ 3. Основная задача для круга и сферы	16
§ 4. Решение основной задачи	19
а) плоские круглые области (20); б) сферы и их клиновидные секторы (22).	
§ 5. Практические правила при оценке погрешностей ограничения области	25
а) последовательность оценки (25); б) принцип определения влияния границ и эквивалентного радиуса области (26); в) определение первого слагаемого (27); г) определение номера второго слагаемого (27); д) определение амплитуды второго слагаемого по таблице (28); е) погрешность от замены исследуемого поля табличным (28).	
§ 6. Методика специальных исследований по предварительному анализу	31
а) аналитическое разложение в ряд точного потенциала (31); б) экспериментальное определение эквивалентных радиусов источников радиальных полей (34); в) определение эквивалентных параметров распределенных источников поля (37); г) учет конечной проводимости тел, вносимых в однородное поле (39); д) экспериментальное определение эквивалентных радиусов тел, поляризуемых в однородном поле (40).	
§ 7. Влияние одной и двух прямолинейных границ	43
§ 8. Погрешности при замене бесконечной полосы прямоугольником	53
а) полуполоса, питаемая точечными источниками противоположного знака (57); б) бесконечные питающие электроды (61); в) система диполей на краях бесконечной полосы (63); г) поле диполя, перпендикулярного двум проводящим границам нулевого потенциала (64); д) поле диполя, перпендикулярного двум изолирующим границам (66).	

§ 9.	Влияние конечной длины цилиндров и призм	67
§ 10.	Погрешности при замене неограниченной плоскости прямоугольником	72
	а) аналитический учет влияния границ при радиальном источнике в центре прямоугольника (73); б) аналитический учет влияния границ при дипольном источнике в центре (75); в) поле плоского диполя в центре прямоугольника со смешанными граничными условиями (78); г) численный расчет поля влияния границ в всей области (82); д) экспериментальное определение эквивалентных радиусов моделей радиальных полей (87).	
§ 11.	Погрешности задания источников однородных полей	89
	а) поле удаленных точечных источников (89); б) однородное поле вблизи краев плоского конденсатора (91); в) поле, ограниченное прямоугольником (92); г) поле колец Гельмгольца (94).	
§ 12.	Погрешности при плоской интерпретации объемных задач	94
	а) радиальная задача (95); б) диполь из заряженных отрезков нитей (98).	
Глава 3. Некоторые общие методы решения внешних краевых задач		
§ 13.	Выбор метода повышения точности	99
§ 14.	Введение расчетных поправок	108
§ 15.	Методы повторных решений	110
	а) вариации решений при различных граничных условиях (110); б) оценка точности метода на примере поля бесконечного цилиндра (116); в) оценка точности метода на примере расщепленного точечного источника (119); г) метод постепенной детализации области (121).	
§ 16.	Особые виды моделей	122
	а) интегрирующие звезды (123); б) метод наведенного тока (125); в) магнитные модели (126); г) оптические модели (127); д) радиоактивные модели (128).	
§ 17.	Размеры и форма контактных электродов при моделировании в сплошных средах	129
	а) подбор оптимальных размеров электродов для плоских моделей (130); б) подбор оптимальных размеров электродов для объемных моделей (133); в) переходные сопротивления контактов (134); г) погрешности, вносимые контактными электродами (135); д) оптимальные размеры токовводящих элементов при моделировании уравнения Пуассона (137).	
§ 18.	Коммутация области сетки	139
	а) прямолинейные границы раздела сред (140); б) метод наименьших квадратов (144); в) круг, вырезанный из квадратной сетки, без дополнительных ветвей вблизи границы (150); г) круг, вырезанный из квадратной сетки, с диагональными ветвями вблизи границы (156).	
§ 19.	Принципы оценки точности конечно-разностной аппроксимации при анализе удлинительей	161
	а) оценка токов невязок по значениям потенциалов (162); б) оценка токов невязок по значениям производных потенциалов (164); в) оценка погрешностей потенциала и градиента (166).	

Глава 4. Преобразования координат периферии неограниченных областей

- § 20. Преобразования при инвариантном потенциале в трехмерном пространстве 169
а) обзор преобразований в моделировании (169); б) преобразования в понятиях тензорного исчисления (171); в) преобразования радиуса в сферической системе координат (176); г) сочетание сферической электролитической ванны и сетки (180).
- § 21. Конформное преобразование плоских областей 185
а) прямоугольник с инверсной внешностью (188); б) сочетание двух квадратных электролитических ванн (189); в) сочетание прямоугольных листов электропроводной бумаги (192); г) сочетание прямоугольных областей сетки (194); д) определение соответствия точек при сочетаниях прямоугольников (200); е) удлинители полос (203).
- § 22. Сочетания двух круглых плоских областей 204
а) электролитические ванны (205); б) диски электропроводной бумаги или металла (206); в) круги, вырезанные из сетки (209); г) оптимальные размеры непосредственного контакта двух кругов (212).
- § 23. Конформное преобразование осесимметричных областей 215
а) сочетание круглой клиновидной электролитической ванны и инверсно-полярной сетки (217); б) сочетание прямоугольной электролитической ванны и инверсно-полярной сетки (221); в) расчет методом конечных разностей (222).
- § 24. Анизотропные покрытия стенок электролитических ванн 225
- § 25. Инверсия Келвина 227
а) преобразование области в целом (227); б) частичное преобразование области (234).
- § 26. Разрезающиеся сетки и электрическая лупа 234
а) разрезающиеся сетки (234); б) электрическая лупа (235); в) расчет прямолинейной полосы переходных ячеек (236); г) пример поворота переходной зоны (243); д) конечно-разностная интерпретация выбора схем переходов (244); е) определение проводимости стока (249).
- § 27. Подбор оптимальной детальности сеток 249
- Глава 5. Замена периферии области удлинителями для создания особых граничных условий
- § 28. Основные уравнения удлинителей 253
а) однослойные удлинители (255); б) двухслойные удлинители (256); в) двухслойные удлинители типа НТ (257); г) трехслойные удлинители типа ТНТ (258).
- § 29. Принципы подбора оптимальных параметров удлинителей НТ (261); д) трехслойный удлинитель типа ТНТ (261); а) однослойный удлинитель типа Н (259); б) однослойный удлинитель типа Т (260); в) двухслойный удлинитель типа ТН (260); г) двухслойный удлинитель типа е) минимизация влияния границ при произвольном распределении источников (262).
- § 30. Удлинители круга и сферы с постоянными параметрами 263
а) удлинитель, типа ТН для круга (263); б) удлинитель типа ТН для сферы (266); в) удлинитель типа НТ для круга (267); г) удлинитель типа ТНТ для круга (268).

§ 31. Удлинитель полос с постоянными параметрами из непрерывной среды	269
§ 32. Учет толщины удлинительного слоя	274
§ 33. Разностные удлинители круга	278
§ 34. Удлинители прямоугольников	284
а) удлинитель типов Н и Т с переменными параметрами (284); б) точность удлинителей типа Н с постоянными параметрами (286); в) конформное преобразование круга с удлинителем в прямоугольник (292).	
§ 35. Разностные удлинители круглых областей осесимметричного поля	294
§ 36. Разностные удлинители прямоугольных областей осесимметричного поля	298
§ 37. Разностные удлинители параллелепипедов	299
а) определение параметров удлинителя типа ТН путем специального моделирования (299); б) удлинители типов Н, Т и ТН для моделирования полей дипольного типа в электролитической ванне (304).	
§ 38. Удлинители электролитических ванн	308
а) удлинители из сопротивлений (308); б) использование переходных сопротивлений контактов и продолжений сплошной среды (309); в) удлинители из слоев сплошной среды (312).	
§ 39. Удлинители листов электропроводной бумаги	316
а) удлинители типа Н для круга (316); б) удлинители типа Н к моделям полос (321); в) удлинитель полосы из одного сопротивления (322); г) удлинитель типа НТ для полосы и круга (324).	
Глава 6. Примеры решения практических задач	
§ 40. Сопротивление заземления цилиндрических электродов установок электроосмотического водопонижения	328
а) моделирование ряда цилиндрических электродов (328); б) численный расчет поля одиночного цилиндра и ряда цилиндрических электродов (335).	
§ 41. Некоторые вопросы высокочастотного нагрева диэлектрических цилиндров	339
а) оценка равномерности поля при продольном нагреве и оптимальные размеры электродов (340); б) оценка токов рассеяния при продольном нагреве (344); в) оптимальные формы закругления краев электродов при поперечном нагреве (346); г) моделирование поперечного нагрева в электролитической ванне и на электропроводной бумаге (351).	
§ 42. Определение магнитных параметров ферритовых деталей	352
§ 43. Моделирование параметров электромагнитных насосов	355
а) принцип моделирования (355); б) учет неограниченности канала в осевом направлении (360); в) применение дуальных моделей (360).	
§ 44. Контактные задачи теории упругости	365
а) принцип моделирования (365); б) методика измерений отдельных величин (368).	
§ 45. Комплекс аналоговых моделей для решения задач поисково-разведочной геофизики	373
а) переносная модель из электропроводной бумаги (374); б) сеточная переносная модель (376); в) трехмерная электролитическая ванна (378); г) пространственный электроинтегратор (378).	

§ 46. Применение сеточной модели для решения трехмерных задач геофизики	379
а) сетка постоянно включенных сопротивлений (383);	
б) конструкция сетки (385); в) блок измерений и управления (392); г) опыт эксплуатации и точность (396).	
§ 47. Особые случаи анизотропии	398
а) замена многослойной среды анизотропной средой (398); б) преобразования компонентов тензора электропроводности при поворотах осей координат (399); в) разностные уравнения поля в анизотропной среде (401); г) сеточная модель анизотропной среды (403); д) расчет сопротивлений при наборе анизотропной среды (404); е) использование анизотропной сетки для набора однородной среды с заданной электропроводностью (406).	
§ 48. Объемная электролитическая ванна для решения задач геофизики	407
а) электролитическая ванна (409); б) дополнения электролитической ванны сетками (411); в) блок управления (415).	
§ 49. Две электрогравитационные аналогии	415
а) аналогия между гравитационным потенциалом nature и электрическим потенциалом модели (415);	
б) аналогия между вертикальной составляющей силы тяжести и электрическим потенциалом модели (419).	
II. З. Я. Виксне. Расчет параметров полупроводящих покрытий границ круглых и сферических моделей для решения внешних краевых задач	431
III. К. Д. Озолс. Расчет I-слойных удлинителей для круга	443
IV. З. Я. Виксне. Точность моделей со сплошной граничной полосой для решения внешних краевых задач	453