

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Г.А. Төлепбердинова
Ж.О. Оралбекова

КЕРІ ЕСЕПТЕРДІ
САНДЫҚ ШЕШУ АЛГОРИТМДЕРІН
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

Монография

Алматы
«Қазақ университеті»
2021

ӘОЖ 004.02

КБЖ 22.192

Т 65

*Баспаға Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
Ғылыми кеңесі (№2 хаттама 26 қазан 2020 жыл)
және Редакциялық баспа кеңесі шешімімен ұсынылған
(№2 хаттама 24 желтоқсан 2020 жыл)*

Пікір жазғандар:

физика-математика ғылымдарының докторы, профессор **М.Ә. Бектемесов**
физика-математика ғылымдарының докторы, профессор **Г.Т. Балақаева**
PhD, қауымдастырылған профессор **Ө.Ж. Мамырбаев**

Төлепбердинова Г.А.

Т 65 Кері есептерді сандық шешу алгоритмдерін бағдарла-
малық жүзеге асыру: монография / Г.А. Төлепбердинова,
Ж.О. Оралбекова. – Алматы: Қазақ университеті, 2021. – 218 б.
ISBN 978-601-04-4951-0

Монографияда акустика мен геоэлектриканың тура және кері есеп-
терін шешу әдістері зерттелді. Құрылған оңтайландыру әдістерінің алго-
ритмдері үшін олардың тиімділігін көрсететін бірқатар сандық есептеулер
жүргізілді.

Монография «Компьютерлік инженерия», «Зияткерлік басқару жүйе-
лері», «Машиналық оқыту және деректерді талдау», «Интеллектуалды бас-
қару жүйелері» мамандықтары магистранттарына, «Медицинадағы жасан-
ды интеллект» мамандығының PhD ізденушілеріне медициналық диагнос-
тиканың өзекті мәселелерін шешу үшін зерттеуді ұйымдастыру, зақымдалған
қатты ұлпалардың физиологиялық жағдайын тұрақты бақылауға арналған
күрылғыларды, акустикалық томографтарды дайындауға бағдарланған.

ӘОЖ 004.02

КБЖ 22.192

ISBN 978-601-04-4951-0

© Төлепбердинова Г.А., Оралбекова Ж.О., 2021

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2021

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	3
1. ЛАНДВЕБЕР ИТЕРАЦИЯ ӘДІСІ АКУСТИКАНЫҢ КЕРІ ЕСЕБІ ИНТЕГРАЛДЫҚ ҚОЙЫЛЫМЫНДА.....	18
1.1 Акустиканың кері есебі дифференциалды тұжырымдамасы	18
1.2 Акустиканың кері есебін операторлық түрге келтіру.....	21
1.3 Фреше туындысы. Түйіндес оператор.....	24
1.4 Акустиканың кері есебі шартты орнықтылығының теоремалары	35
1.5 Ландвебер итерация әдісінің жинақтылығы.....	54
2. АКУСТИКАНЫҢ КЕРІ ЕСЕБІН ЛАНДВЕБЕР ИТЕРАЦИЯ ӘДІСІМЕН САНДЫҚ ШЕШУДЕГІ ЕКІ ТӘСІЛІ	61
2.1 Тор теңдеуі үшін Ландвебер итерация әдісінің аппроксимациясы (1-тәсіл)	62
2.2 Ландвебер итерация әдісінің дискретті аналогы (2-тәсіл).....	64
2.2.1 Акустиканың дискретті есебін дискретті операторлық түрге келтіру	64
2.2.2 Фреше туындысының дискретті аналогын шығару	75
2.2.3 Түйіндес оператордың дискретті аналогын шығару.....	80
3. АКУСТИКАНЫҢ КЕРІ ЕСЕБІ ҮШІН ТЕГІС АҚПАРАТ КӨЗДЕРІ ЖАҒДАЙЫНДА ЕҢ ЖЫЛДАМ ТҮСУ ӘДІСІНІҢ ДИСКРЕТТІ АНАЛОГЫ.....	89
3.1 Есептің қойылымы.....	89
3.2 Дифференциалды деңгейдегі оңтайландыру әдісі	92
3.3 Оңтайландыру әдісінің дискретті аналогы	96
4. АКУСТИКАНЫҢ КЕРІ ЕСЕБІН ОПЕРАТОР ТҮРДЕ ШЕШУДІҢ САНДЫҚ ӘДІСТЕРІ	103
4.1 Акустиканың кері есебін шешу алгоритмдері.....	103
4.1.1 Айырымдық схеманы өңдеу әдісін іске асыру	103
4.1.2 Ландвебер итерация әдісін тор теңдеуі үшін аппроксимациялауды іске асыру.....	106
4.1.3 Ландвебер итерация әдісінің дискретті аналогын іске асыру.....	108
4.2 Айырымдық схеманы өңдеу әдісі.....	108

4.2.1 $s(x)$ сызықтық функциясы, шуыл параметрі $\varepsilon \cong 0,014$	112
4.2.2 $s(x)$ квадраттық функциясы, шуыл параметрі $\varepsilon \cong 0,014$	113
4.2.3 $s(x)$ периодты функциясы, шуыл параметрі $\varepsilon \cong 0,014$	113
4.2.4 $s(x)$ сатылы функциясы, шуыл параметрі $\varepsilon \cong 0,002$	114
4.2.5 $s(x)$ сатылы функциясы, шуыл параметрі $\varepsilon \cong 0,01$	115
4.3 Ландвебер итерация әдісі	115
4.3.1 $s(x)$ сызықтық функциясы, шуыл параметрі $\varepsilon \cong 0,01$	115
4.3.2 $s(x)$ парабола, шуыл параметрі $\varepsilon \cong 0,13$	121
4.3.3 $s(x)$ периодты функциясы, шуыл параметрі $\varepsilon \cong 0,002$	123
4.4 Әдістерді салыстырмалы талдау	123
5. ЖИЛІК ОБЛЫСЫНДА ГЕОЭЛЕКТРИКА ЕСЕПТЕРІНДЕГІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ӘДІСІ	126
5.1 Жиілік облысындағы кері есептер.....	126
5.2 Көлденең-қабатты ортада (жиілік облысында) геоэлектрлік қиманы анықтау үшін қабат бойынша қайта есептеу әдісінің алгоритмі	130
5.3 Геоэлектриканың кері есебіндегі органың үзілу нүктесінің координатына қатысты үйлеспеушілік функционалының дифференциалдануы	133
5.4 Орташаланған жиілікті талдау.....	138
5.5 Фурье параметрінің әрекетіне қатысты үйлеспеушілік функционалын талдау.....	140
5.6 Жиілік облысында кері есепті сандық шешу	141
6. ИКЕМДІЛІК ТЕОРИЯСЫ ТЕНДЕУІНЕ АРНАЛҒАН КЕРІ ЕСЕПТЕРДІ ЗЕРТТЕУ	145
6.1 Икемділік теориясының тендеуі үшін кері есепту құру	145
6.2 Икемділік теориясының дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін үйлеспеушілік функционалы туындысының бар болуын дәлелдеу	148
7. ОҢТАЙЛАНДЫРУ ӘДІСТЕРІНДЕ АЙЫРЫМДЫҚ СХЕМALARДЫ ЗЕРТТЕУ	159
7.1 Тура және түйіндес есептерді шешудің консервативті айырымдық схемалары.....	160
7.2 Геоэлектрика тендеуі үшін тура және кері есептерді шешудің келісілген айырымдық схемасы.....	167
8. ЖЕРАСТЫ ҚАБАТТАРЫН АНЫҚТАУДА ГЕОРАДАРДЫ ҚОЛДАНУМЕН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ	178
8.1 Техникалық мәселенің сипаттамасы.....	178

Ғылыми басылым

Төлепбердинова Гүлнүр Алпысқызы
Оралбекова Жанар Орымбайқызы

**КЕРІ ЕСЕПТЕРДІ
САНДЫҚ ШЕШУ АЛГОРИТМДЕРІН
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ**

Монография

Редакторы *Г. Ыбырайқызы*
Компьютерде беттеген *Н. Базарбаева*
Мұқабасын безендірген *Б. Малаева*

ИБ №14325

Басуға 12.03.2021 жылы қол қойылды. Пішімі 60x84 ¹/₁₆.
Көлемі 13,62 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылым. Тапсырыс №2443.

Таралымы 50 дана. Бағасы келісімді.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің
«Қазақ университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, Әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйі баспаханасында басылды.



9 786010 449510