

Курбанбеков Ш.Р., Табиева Е.Е.,  
Аударова М.А., Молдабаева Г.С.,  
Сағымбекова Э.С.

# МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫН ТАЛДАУДЫҢ ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ

Оқу құралы



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ  
ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті

**Ш.Р. Курбанбеков, Е.Е. Табиева, М.А. Айдарова,  
Г.С. Молдабаева, Э.С. Сағымбекова**

**МАТЕРИАЛДАРДЫҢ  
ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫН ТАЛДАУДЫҢ  
ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ**

Оқу құралы

Өскемен  
2025

ӘОЖ 537.533.3(075.8)

КБЖ 22.33 я73

М 29

*Пікір жазғандар:*

«С. Аманжолов атындағы ШҚУ» КеАҚ, физика және технологиялар кафедрасының профессоры, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚазҰЖҒА академигі, ҚР ҰЯО РМК бас ғылыми қызметкері *М.К. Скаков*

«С.Аманжолов атындағы ШҚУ» КеАҚ «Беттік инженерия және трибология» ғылыми-зерттеу орталығының аға ғылыми қызметкері, PhD, қауымдастырылған профессор *Л.Г. Сулюбаева*

«Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ» КеАҚ, Халықаралық инженерия мектебінің жетекші ғылыми қызметкері, PhD *Д.К. Ескермесов*

Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ-дың Ғылыми кеңесінің отырысында оқу құралы ретінде басып шығаруға ұсынылды.

Хаттама № 13, 27 маусым 2025 жыл

Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ-дың Академиялық кеңесінде оқу құралы ретінде баспаға ұсынылды.

Хаттама № 5, 24 маусым 2025 жыл

### **Курбанбеков Ш.Р.**

М 29

Материалдардың элементтік құрамын талдаудың заманауи әдістері: Оқу құралы / Ш.Р. Курбанбеков, Е.Е. Табиева, М.А. Айдарова, Г.С. Молдабаева, Э.С. Сағымбекова. – Өскемен: ШҚТУ, 2025. – 196 бет.

**ISBN 978-601-208-892-2**

Электрондардың, иондардың және фотондардың бетімен өзара әрекеттесуіне негізделген материалдардың элементтік құрамын талдаудың заманауи және беттік талдау әдістерінің жіктелуі келтірілген. Әдістердің әрқайсысы үшін физикалық процестер және олардың негізінде жатқан маңызды заңдылықтар, сонымен қатар зондтық сәуленің параметрлерінің талдау нәтижелеріне әсері қарастырылады. «Материалтану», «Техникалық физика», «Физика» бағыттары бойынша, сондай-ақ жаратылыстану және техникалық циклдар пәндерін зерделеу кезінде оқитын студенттерге, магистранттар мен докторанттарға арналған.

Бұл материалдар ғылым саласындағы, физика және химия мамандары үшін де пайдалы болуы мүмкін.

Д.Серікбаев атындағы ШҚТУ «VERITAS» артықшылық орталығында әзірленген.

Оқу құралы 2024-2026 оқу жылдарына арналған МҚБ BR24992925 «Қазақстан Республикасының өңдеу өнеркәсібін инновациялық дамыту үшін технологиялар мен материалдарды әзірлеу» шеңберінде дайындалған.

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университетінің редакциялық-баспа кеңесінің шешімімен басылған.

ӘОЖ 537.533.3(075.8)

КБЖ 22.33 я73

ISBN 978-601-208-892-2



9 786012 088922

© Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ, 2025  
© Курбанбеков Ш.Р. және т.б., 2025

## МАЗМҰНЫ

ҚЫСҚАРТУЛАР МЕН БЕЛГІЛЕНУЛЕР		4
АЛҒЫСӨЗ		6
1	БЕТТІК ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІНІҢ ЖАЛПЫ СИПАТТАМАСЫ	7
1.1	Жалпы ережелер	7
1.2	Электрондармен зондтау	8
1.3	Иондармен зондтау	9
1.4	Фотондармен зондтау	12
2	ЭЛЕКТРОНДАРДЫ ТІРКЕУ	14
2.1	Рентгенді фотоэлектронды спектроскопия	14
2.2	Оже-электронды спектроскопия	31
2.3	Электронды энергия шығын спектроскопиясы	48
2.4	Электронды тіркеуге негізделген басқа талдау әдістері	54
3	ИОНДАРДЫ ТІРКЕУ	57
3.1	Екінші иондық масс-спектроскопия	57
3.2	Резерфордтың кері шашырауы	78
3.3	Алға қарай ұшатын кері атомдардың спектрометриясы	97
3.4	Төмен энергия иондарының шашырауы	101
3.5	Ядролық реакциялардың шығуын талдау	105
3.6	Ионды тіркелу негізіндегі басқа талдау әдістері	112
4	ФОТОНДАРДЫ ТІРКЕУ	114
4.1	Электрондық микроанализ	114
4.2	Жылдам иондармен қоздырылған рентген сәулесінің шығуын талдау	122
4.3	Толық шағылысқан рентгендік флуоресцентті спектроскопия	128
4.4	Жану разрядындағы оптикалық эмиссиялық спектроскопия	131
4.5	Иондық сәулелік спектрохимиялық талдау	136
4.6	Лазерлік абляция көмегімен беттік талдау	139
5	СПЕКТРЛІК ТАЛДАУДЫҢ АТОМДЫҚ-ЭМИССИЯЛЫҚ ӘДІСІ СПЕКТРЛІК ТАЛДАУ ӘДІСІ	141
5.1	Атомдық спектрлік талдау әдістерінің жіктелуі	141
5.2	Әдістің тән ерекшеліктері мен мүмкіндіктері	144
5.3	Эмиссиялық спектрлік талдаудың теориялық негіздері	156
5.4	Спектр түрлері	153
5.5	Атом - эмиссиялық талдау жүргізуге арналған жабдықтар	167
5.6	Атомдық абсорбциялық талдау негіздері	172
5.7	Атомдық абсорбциялық спектрометр	176
5.8	Аналитикалық қолданылуы және даму перспективалары	178
5.9	Нанотехнология	181
5.10	Наноматериалдардың жіктелуі	184
5.11	Құрылымдық зерттеу әдістері	185
ҚОРЫТЫНДЫ		188
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ		189

***Оқу басылымы***

Курбанбеков Ш.Р.  
Табиева Е.Е.  
Айдарова М.А.  
Молдабаева Г.С.  
Сағымбекова Э.С.

**МАТЕРИАЛДАРДЫҢ  
ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫН ТАЛДАУДЫҢ  
ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕРІ**

**Оқу құралы**

Автордың өз редакциясында басып шығарылған

Басып шығаруға жауапты *О.Н. Николаенко*  
Техникалық редакторы *С.С. Мамыраздықова*

Басуға 17.09.2025 ж. қол қойылды.

Пішімі 60x84/16. Ризографиялық басылыс. Офсеттік қағаз.

Шартты баспа табағы 11,39. Есептік баспа табағы 11,45.

Таралымы 16. Тапсырыс № 900-2025.

Бағасы келісімді.

Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті  
070004, Өскемен қ., Протозанов көшесі, 69