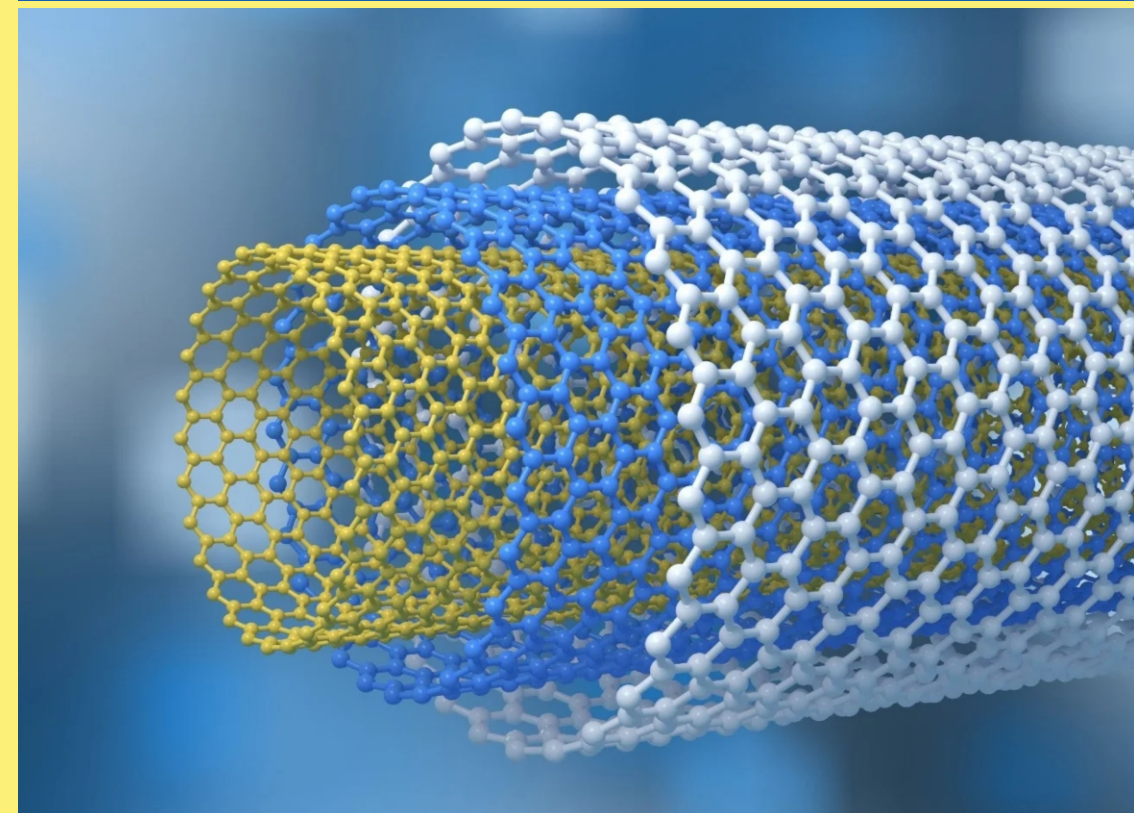


М. Әуелханқызы



# КӨМІРТЕКТІ НАНОМАТЕРИАЛДАР



ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

---

Мөлдір Әуелханқызы

# КӨМІРТЕКТІ НАНОМАТЕРИАЛДАР

*Монография*

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2025

ӘӨЖ 546.262

КБЖ 24.23

Ә 83

*Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің  
Ғылыми кеңесі (№11 хаттама 23 мамыр 2025 жыл)  
және Редакциялық-баспа кеңесі шешімімен ұсынылған  
(№1 хаттама 30 мамыр 2025 ж.)*

**Пікір жазғандар:**

химия ғылымдарының докторы, профессор **Р.Г. Абдулкаримова**  
химия ғылымдарының докторы, профессор **Г.К. Сугурбекова**

**Әуелханқызы М.**

Ә 83 Көміртекті наноматериалдар: монография / М. Әуелханқызы.  
– Алматы: Қазақ университеті, 2025. – 164 б.

**ISBN 978-601-04-7147-4**

Бұл монографияда наноғылым, нанотехнология және наноматериалдар, оның ішінде көміртекті наноматериалдар өлшеміне қарай 0D, 1D, 2D және 3D жіктеліп сипатталған. 0D көміртекті наноматериал ретінде көміртекті нүктелер және олардың түрлері, атап айтқанда графенді кванттық нүктелер, көміртекті кванттық нүктелер және карбонизделген полимерлі нүктелер сипатталған. 1D көміртекті наноматериал ретінде көміртекті нанотүтікшелер, ал 2D наноматериал ретінде графен қарастырылған. 3D көміртекті материал ретінде көміртекті аэрогельдер және олардың түрлері сипатталған. Қорыта айтқанда, бұл жұмыста көміртекті наноматериалдарға, олардың ашылу және даму тарихына, алу жолдарына, қасиеттеріне және сенсор, катализ, биомедицина, энергия сақтау және суды тазалау сияқты әртүрлі қолдану аясына тоқталынған.

Ұсынылып отырған монография оқырмандарға қосымша әдебиеттің көмегісіз меңгеруге болатындай етіп жазылған. Монография студенттерге, магистранттарға, докторанттарға және ғылыми қызметкерлерге арналған.

Автордың редакциялауымен шығарылды.

**ӘӨЖ 546.262**

**КБЖ 24.23**

ISBN 978-601-04-7147-4

© Әуелханқызы М., 2025  
© әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2025

# Мазмұны

---

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Алғы сөз -----                                                                       | 3         |
| <b>1. НАНОҒЫЛЫМ. НАНОТЕХНОЛОГИЯ. НАНОМАТЕРИАЛДАР.</b>                                |           |
| <b>ФУЛЛЕРЕН -----</b>                                                                | <b>5</b>  |
| 1.1. Наноғылым мен нанотехнология -----                                              | 5         |
| 1.2. Қоршаған ортада кездесетін наноқұрылымдар -----                                 | 8         |
| 1.3. Нанотехнология тарихы -----                                                     | 9         |
| 1.4. Наноматериалдардың жіктелуі -----                                               | 10        |
| 1.5. Фуллерен -----                                                                  | 11        |
| <b>2. КӨМІРТЕКТІ НҮКТЕЛЕР: ЖІКТЕЛУІ, АЛУ ЖОЛДАРЫ,</b>                                |           |
| <b>ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ АЯСЫ -----</b>                                            | <b>15</b> |
| 2.1. Көміртекті нүктелер тарихына шолу -----                                         | 15        |
| 2.2. Көміртекті нүктелердің жіктелуі -----                                           | 18        |
| 2.2.1 Графенді кванттық нүктелер -----                                               | 18        |
| 2.2.2 Көміртекті кванттық нүктелер -----                                             | 21        |
| 2.2.3 Карбонизделген полимерлі нүктелер -----                                        | 22        |
| 2.3. Көміртекті нүктелерді алу жолдары -----                                         | 24        |
| 2.3.1. «Жоғарыдан төмен» тәсіліне жататын әдістер -----                              | 27        |
| 2.3.2. «Төменнен жоғары» тәсіліне жататын әдістер -----                              | 29        |
| 2.3.3. «Жоғарыдан төмен» және «төменнен жоғары» тәсілдеріне<br>жататын әдістер ----- | 30        |
| 2.4. Көміртекті нүктелердің қасиеттері -----                                         | 33        |
| 2.4.1 КН-дердің дисперстілігі -----                                                  | 33        |
| 2.4.2 Оптикалық қасиеттері -----                                                     | 34        |
| 2.4.3 Электрохимиялық қасиеттері -----                                               | 35        |
| 2.4.4 Гетероатомдық допинг – электронды құрылымды реттеу -----                       | 36        |
| 2.4.5 Тұрақтылықты арттыру қасиеттері -----                                          | 37        |
| 2.4.6 КН-дердің уыттылығы -----                                                      | 38        |
| 2.5. Көміртекті нүктелердің қолдану аясы -----                                       | 38        |
| Қорытынды -----                                                                      | 46        |
| <b>3. КӨМІРТЕКТІ НАНОТҮТІКШЕЛЕР: ДАМУ ТАРИХЫ, ЖІКТЕЛУІ,</b>                          |           |
| <b>АЛУ ЖОЛДАРЫ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ АЯСЫ -----</b>                                           | <b>48</b> |
| 3.1. Бір өлшемді (1D) материалдар -----                                              | 48        |
| 3.2. Көміртекті нанотүтікшелер тарихына шолу -----                                   | 48        |
| 3.3. КНТ түрлері -----                                                               | 49        |
| 3.4. КНТ-ды алу жолдары -----                                                        | 51        |
| 3.4.1 Доғалық разряд -----                                                           | 52        |

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.2 Лазерлік абляция                                                                     | 53  |
| 3.4.3 Химиялық буларды тұндыру (CVD)                                                       | 53  |
| 3.5. КНТ тазарту                                                                           | 55  |
| 3.6. КНТ функционализациясы                                                                | 56  |
| 3.6.1 Ковалентті функционализация                                                          | 58  |
| 3.6.2 Ковалентті емес функционализация                                                     | 58  |
| 3.7. КНТ қолдану аясы                                                                      | 60  |
| Қорытынды                                                                                  | 65  |
| <b>4. ГРАФЕН: ДАМУ ТАРИХЫ, ЖІКТЕЛУІ, АЛУ ЖОЛДАРЫ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ АЯСЫ</b>                     | 67  |
| 4.1. Екі өлшемді (2D) материалдар                                                          | 67  |
| 4.2. Графеннің тарихына шолу                                                               | 67  |
| 4.3. Графен және оның жіктелуі                                                             | 70  |
| 4.4. Графенді алу жолдары                                                                  | 72  |
| 4.5. Графенді зерттеу                                                                      | 76  |
| 4.6. Графенді қолдану аясы                                                                 | 78  |
| 4.6.1 Энергияны сақтау                                                                     | 78  |
| 4.6.2 Суды сүзу технологиясы                                                               | 78  |
| 4.6.3 Биомедицина                                                                          | 79  |
| 4.6.4 Күн элементтері                                                                      | 80  |
| Қорытынды                                                                                  | 80  |
| <b>5. КӨМІРТЕКТІ АЭРОГЕЛЬДЕР: ТҮРЛЕРІ, АЛУ ЖОЛДАРЫ, ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ АЯСЫ</b> | 82  |
| 5.1. Көміртекті аэрогельдер тарихына шолу                                                  | 83  |
| 5.2. Көміртекті аэрогель түрлері                                                           | 85  |
| 5.2.1 РФ негізіндегі көміртекті аэрогель                                                   | 85  |
| 5.2.2 КНТ негізіндегі көміртекті аэрогель                                                  | 86  |
| 5.2.3 Графен негізіндегі көміртекті аэрогель                                               | 88  |
| 5.2.4 Графен және КНТ негізіндегі гибридіті көміртекті аэрогель                            | 89  |
| 5.2.5 Алмаз негізіндегі көміртекті аэрогель                                                | 91  |
| 5.2.6 Биомасса негізіндегі аэрогельдер                                                     | 93  |
| 5.3. Көміртекті аэрогельдерді алу жолдары                                                  | 95  |
| 5.3.1. Прекурсорлардың гель түзуі                                                          | 95  |
| 5.3.2. Кептіру                                                                             | 96  |
| 5.3.3. Карбонизация процесі                                                                | 99  |
| 5.4. Көміртекті аэрогельдерді зерттеу                                                      | 100 |
| 5.5. Көміртекті аэрогельдердің қолдану аясы                                                | 108 |
| 5.5.1 Суды мұнай өнімдерінен және органикалық ластаушы заттардан тазартуда қолдану         | 109 |
| 5.5.2 Ауаны ароматты көмірсутектерден және ауыр метал иондарынан тазалауда қолдану         | 111 |
| 5.5.3 Жылу изоляторлары және жалынға қарсы заттар                                          | 113 |
| Қорытынды                                                                                  | 114 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>6. МХеңе-дер: ДАМУ ТАРИХЫ, АЛУ ЖОЛДАРЫ, ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ АЯСЫ</b> | 116 |
| 6.1. МХеңе-дердің даму тарихына шолу                                        | 116 |
| 6.2. МХеңе-дерді алу жолдары                                                | 119 |
| 6.2.1. «Жоғарыдан төмен» тәсіліне жататын әдістер                           | 119 |
| 6.2.1.1 HF бөлу әдісі                                                       | 120 |
| 6.2.1.2 Гидротермиялық әдіс немесе сілтілік өңдеу                           | 123 |
| 6.2.2. «Төменнен жоғары» тәсіліне жататын әдістер                           | 124 |
| 6.3. МХеңе-дердің қасиеттері                                                | 126 |
| 6.3.1 Сыйымдылық қасиеттері                                                 | 126 |
| 6.3.2 Өткізгіштік                                                           | 127 |
| 6.3.3 Гидрофильділік                                                        | 127 |
| 6.3.4 Механикалық иілімділік                                                | 128 |
| 6.4. МХеңе-дердің қолдану аясы                                              | 128 |
| 6.4.1 Энергияны сақтау                                                      | 129 |
| 6.4.1.2 Суперконденсатор                                                    | 129 |
| 6.4.1.2 Метал-ион батареялары                                               | 131 |
| 6.4.2 Биомедицинада қолдану                                                 | 133 |
| 6.4.3 Қоршаған ортаны қалпына келтіру                                       | 133 |
| 6.5 Мхеңе негізіндегі композиттік материалдар                               | 134 |
| Қорытынды                                                                   | 141 |
| <b>ҚОРЫТЫНДЫ</b>                                                            | 143 |
| <b>ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ</b>                                        | 147 |

Ғылыми басылым

Мөлдір Әуелханқызы

**КӨМІРТЕКТІ  
НАНОМАТЕРИАЛДАР**

*Монография*

**ИБ № 15943**

Басуға 03.06.2025 жылы қол қойылды. Пішімі 60×84 1/16.

Көлемі 10,2 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылым.

Тапсырыс №1488. Таралымы 500 дана.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

«Қазақ университеті» баспа үйі.

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

ISBN 978-601-04-7147-4



9|786010|471474|

«Қазақ университеті» баспа үйі баспаханасында басылды.