

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

НАУКОВА РАДА

ПРИ ВІДДІЛЕННІ ФІЗИКИ І АСТРОНОМІЇ НАН УКРАЇНИ

з проблеми

«ФІЗИКА МЕТАЛІЧНОГО СТАНУ»

З В І Т

за 2020 рік

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

НАУКОВА РАДА

ПРИ ВІДДІЛЕННІ ФІЗИКИ І АСТРОНОМІЇ НАН УКРАЇНИ

з проблеми

«ФІЗИКА МЕТАЛІЧНОГО СТАНУ»

ЗВІТ

за 2020 рік

КИЇВ – 2021

ЗМІСТ

I. Структура наукової ради	4
Склад наукової ради	6
Бюро наукової ради	6
Члени наукової ради	7
Склад секцій наукової ради	8
Список установ України, що проводять дослідження з проблем фізики металічного стану та координуються науковою радою «ФМС»	17
II. Головні наукові досягнення у 2020 році учених України з проблеми «ФМС»	19
Секція 1 «Теорія металічних систем»	19
Секція 2 «Фізика поверхневих явищ та тонких плівок»	28
Секція 3 «Фізика міцності та пластичності»	32
Секція 4 «Фізичні основи діагностики матеріалів»	40
Секція 5 «Наноструктуровані та аморфні матеріали»	49
Секція 6 «Фізика фазових і структурних перетворень»	60
Секція 7 «Транспортні явища в металічних матеріалах»	73
Секція 8 «Фізика радіаційних явищ у металічних матеріалах»	81
III. Найбільш перспективні наукові напрями з тематики секцій	86
IV. Матеріали про науково-організаційну діяльність членів наукової ради з проблеми «ФМС» у 2020 році	88
1. Часописи	88
2. Монографії та огляди	88
3. Захисти докторських дисертацій	90
4. Нагороди	90
5. Інші форми визнання	92
6. Організація конференцій	99
7. Рецензування наукових робіт	100
8. Координаційна діяльність з проблеми «ФМС» серед установ НАНУ, ЗВО та підприємств і відомств України	101
9. Алфавітний довідник електронних адрес	102

I. Структура наукової ради

«Фізика металічного стану»

тел.: 044 4240530, 4229551, 4229559; факс: 044 4242561;
e-mail: molodkn@imp.kiev.ua, tatar@imp.kiev.ua,
savva@imp.kiev.ua, a.belotska@gmail.com

Бюро наукової ради — 18 осіб

Члени наукової ради — 38 осіб

Секції наукової ради — 8 секцій

Голова наукової ради

акад. НАН України, д.т.н., проф. **Івасишин Орест Михайлович**
ivas@imp.kiev.ua

Заступники голови:

чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. **Молодкін Вадим Борисович**
v.molodkin@gmail.com

чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. **Татаренко Валентин Андрійович**
tatar@imp.kiev.ua

Учений секретар

д.ф.-м.н., с.н.с. **Саввакін Дмитро Георгійович**
savva@imp.kiev.ua

Виконавчий секретар

к.ф.-м.н. **Білоцька Алла Олексіївна**
a.belotska@gmail.com

Секція «Теорія металічних систем»

голова — акад. НАН України, д.ф.-м.н., проф. **Локтев Вадим Михайлович**
vloktev@bitp.kiev.ua

Секція «Фізика поверхневих явищ та тонких плівок»

голова — акад. НАН України, д.ф.-м.н., проф. **Наумовець Антон Григорович**
naumov@iop.kiev.ua

Секція «Фізика міцності та пластичності»

голова — акад. НАН України, д.ф.-м.н., проф. **Фірстов Сергій Олексійович**
fsa@materials.kiev.ua

Секція «Фізичні основи діагностики матеріалів»

голова — чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. **Молодкін Вадим Борисович**
v.molodkin@gmail.com

Секція «Наноструктуровані та аморфні матеріали»

голова — чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. **Уваров Віктор Миколайович**
uvarov@imp.kiev.ua

Секція «Фізика фазових і структурних перетворень»

голова — д.ф.-м.н., с.н.с. **Фірстов Георгій Сергійович**
yuri.firstov@gmail.com

Секція «Транспортні явища в металічних матеріалах»

голова — д.ф.-м.н., проф. **Руденко Едуард Михайлович**
rudenko@imp.kiev.ua

Секція «Фізика радіаційних явищ у металічних матеріалах»

голова — чл.-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. **Воєводін Віктор Миколайович**
voyev@kipt.kharkov.ua

**СКЛАД
наукової ради**

«Фізика металічного стану»

Бюро наукової ради

1. Івасишин О.М., акад. НАН України, голова наукової ради
2. Молодкін В.Б., чл.-кор. НАН України, заст. голови ради, голова секції
3. Татаренко В.А., чл.-кор. НАН України, заст. голови ради, заст. голови секції
4. Саввакін Д.Г., д.ф.-м.н., с.н.с., учений секретар ради
5. Бакай О.С., акад. НАН України, заст. голови секції
6. Локтєв В.М., акад. НАН України, голова секції
7. Наумовець А.Г., акад. НАН України, голова секції
8. Фірстов С.О., акад. НАН України, голова секції
9. Воеводін В. М., чл.-кор. НАН України, голова секції
10. Погорілий А.М., чл.-кор. НАН України, заст. голови секції
11. Уваров В.М., чл.-кор. НАН України, голова секції
12. Горбик П.П., д.ф.-м.н., проф., заст. голови секції
13. Зубов Е.Є., д.ф.-м.н., проф., заст. голови секції
14. Лізунов В.В., д.ф.-м.н., заст. голови секції
15. Порошин В.М., д.ф.-м.н., проф., заст. голови секції
16. Руденко Е.М., д.ф.-м.н., проф., голова секції
17. Устінов А.І., д.ф.-м.н., проф., заст. голови секції
18. Фірстов Г.С., д.ф.-м.н., с.н.с., голова секції

Члени наукової ради

1. Білоус А.Г., акад. НАН України, ІЗНХ НАНУ
2. Бродин М.С., акад. НАН України, ІФ НАНУ
3. Булавін Л.А., акад. НАН України, КиївНУ МОНУ
4. Мриглод І.М., акад. НАН України, ІФКС НАНУ
5. Неклюдов І.М., акад. НАН України, ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ
6. Семиноженко В.П., акад. НАН України, ІМк НАНУ
7. Харченко В.В., акад. НАН України, ІПМіц НАНУ
8. Юхновський І.Р., акад. НАН України, ІФКС НАНУ
9. Антонов В.М., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ
10. Воєводін В.М., чл.-кор. НАН України, ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ
11. Гусинін В.П., чл.-кор. НАН України, ІТФ НАНУ
12. Іванов Б.О., чл.-кор. НАН України, ІМаг НАНУ та МОНУ
13. Кладько В.П., чл.-кор. НАН України, ІФНп НАНУ
14. Клепіков В.Ф., чл.-кор. НАН України, ІЕфРТ НАНУ
15. Коваль Ю.М., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ
16. Колбасов Г.Я., чл.-кор. НАН України, ІЗНХ НАНУ
17. Кордюк О.А., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ
18. Куліш М.П., чл.-кор. НАН України, КиївНУ МОНУ
19. Кучмій С.Я., чл.-кор. НАН України, ІФХ НАНУ
20. Лев Б.І., чл.-кор. НАН України, ІТФ НАНУ
21. Марченко О.А., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ
22. Мешков Ю.Я., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ
23. Мільман Ю.В., чл.-кор. НАН України, ІПМ НАНУ
24. Огенько В.М., чл.-кор. НАН України, ІЗНХ НАНУ
25. Омелянчук О.М., чл.-кор. НАНУ, ФТІНТ НАНУ
26. Остафійчук Б.К., чл.-кор. НАН України, ПрикарпНУ МОНУ
27. Пашицький Е.А., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ
28. Пехньо В.І., чл.-кор. НАН України, ІЗНХ НАНУ
29. Рагуля А.В., чл.-кор. НАН України, ІПМ НАНУ
30. Сидоренко С.І., чл.-кор. НАН України, НТУУ «КПІ» МОНУ
31. Сугаков В.Й., чл.-кор. НАН України, ІЯД НАНУ
32. Федірко В.М., чл.-кор. НАН України, ФМІ НАНУ
33. Ямпольський В.О., чл.-кор. НАН України, ІРЕ НАНУ
34. Гаврилюк В.Г., проф., ІМФ НАНУ
35. Гусак А.М., проф., ЧеркНУ МОНУ
36. Лебовка М.І., проф., ІБКХ НАНУ
37. Литовченко П.Г., проф., ІЯД НАНУ
38. Репецький С.П., проф., ІВТ КиївНУ МОНУ

Склад секцій наукової ради

«Теорія металічних систем»

1. **Локтев В.М.**, акад. НАН України, ІТФ НАНУ–НТУУ «КПІ» МОНУ, **голова**, vloktev@bitp.kiev.ua
2. **Бакай О.С.**, акад. НАН України, ННЦ «ХФТІ» НАНУ, **заступник голови**, bakai@kipt.kharkov.ua
3. **Татаренко В.А.**, чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, **заступник голови**, tatar@imp.kiev.ua
4. **Радченко Т.М.**, д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, **учений секретар**, tarad@imp.kiev.ua
5. Мриглод І.М., акад. НАН України, ІФКС НАНУ, mryglod@icmp.lviv.ua
6. Пелетмінський С.В., акад. НАН України, ННЦ «ХФТІ» НАНУ, peletm@kipt.kharkov.ua
7. Юхновський І.Р., акад. НАН України, ІФКС НАНУ, yukhn@icmp.lviv.ua
8. Антонов В.М., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, antonov@imp.kiev.ua
9. Гусинін В.П., чл.-кор. НАН України, ІТФ НАНУ, vgusynin@bigmir.net
10. Іванов Б.О., чл.-кор. НАН України, ІМаг НАНУ та МОНУ, bivanov@i.com.ua
11. Клепиков В.Ф., чл.-кор. НАН України, ІЕРТ НАНУ, ntcefo@yahoo.com, klerikov@nas.gov.ua
12. Молодкін В.Б., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, v.molodkin@gmail.com, molodkn@imp.kiev.ua
13. Омельянчук О.М., чл.-кор. НАН України, ФТІНТ НАНУ, omelyanchouk@ilt.kharkov.ua
14. Пашицький Е.А., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ, pashitsk@iop.kiev.ua
15. Сугаков В.Й., чл.-кор. НАН України, ІЯД НАНУ, sugakov@kinr.kiev.ua
16. Ямпольський В.О., чл.-кор. НАН України, ІРЕ НАНУ, yam@ire.kharkov.ua
17. Білоколог Є.Д., д.ф.-м.н., ІМаг НАНУ та МОНУ, bel@imag.kiev.ua
18. Брик Т.М., д.ф.-м.н., ІФКС НАНУ, bryk@icmp.lviv.ua
19. Горбар Е.В., д.ф.-м.н., КиївНУ МОНУ, gorbar@bitp.kiev.ua
20. Гусак А.М., д.ф.-м.н., ЧеркНУ МОНУ, amgusak@ukr.net
21. Єремко О.О., д.ф.-м.н., ІТФ НАНУ, eremko@bitp.kiev.ua
22. Звягін А.А., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, anzv08@gmail.com
23. Іванов М.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, ivanov@imp.kiev.ua, maivanov@ukr.net
24. Калита В.М., д.ф.-м.н., НТУУ «КПІ» МОНУ, vmkalita@ukr.net
25. Карасевський А.І., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, akarasevskii@gmail.com
26. Карнаухов І.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, karnaui@yahoo.com
27. Ковальов О.С., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, ХаркНУ МОНУ, kovalev@ilt.kharkov.ua
28. Колесніченко Ю.О., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, kolesnichenko@ilt.kharkov.ua
29. Криворучко В.М., д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, krivoruc@gmail.com
30. Лень Є.Г., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, len@imp.kiev.ua, len.evgeniy@gmail.com
31. Лось В.Ф., д.ф.-м.н., ІМаг НАНУ та МОНУ, vlos@imag.kiev.ua, nicholas.los@gmail.com
32. Міцек О.І., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, amitsek@gmail.com

33. Пашкевич Ю.Г., д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, yu.pashkevich@gmail.com,
rashkevich@fti.dn.ua
34. Репецький С.П., д.ф.-м.н., ІВТ КиївНУ МОНУ, srepetsky0208@gmail.com
35. Скрипник Ю.В., д.ф.-м.н., ІТФ НАНУ, yuriy.v.skrypnyk@gmail.com
36. Снарський А.О., д.ф.-м.н., НТУУ «КПІ» МОНУ, asnarskii@gmail.com
37. Харченко Д.О., д.ф.-м.н., ІПФ НАНУ, dikh@ipfcentr.sumy.ua
38. Шарапов С.Г., д.ф.-м.н., ІТФ НАНУ, sergei.sharapov@gmail.com,
sharapov@bitp.kiev.ua
39. Швайка А.М., д.ф.-м.н., ІФКС НАНУ, ashv@icmp.lviv.ua

«Фізика поверхневих явищ та тонких плівок»

1. **Наумовець А.Г.**, акад. НАН України, ІФ НАНУ, **голова**, a.g.naumovets@gmail.com, sptms@nas.gov.ua, agn@iop.kiev.ua
2. **Погорілий А.М.**, чл.-кор. НАН України, ІМаг НАНУ та МОНУ, **заступник голови**, arogor@imag.kiev.ua, arogorily@yahoo.com
3. **Федорус О.Г.**, д.ф.-м.н., ІФ НАН України, **учений секретар**, fedorus.gm@gmail.com
4. Колбасов Г.Я., чл.-кор. НАН України, ІЗНХ НАНУ, kolbasov@ionc.kiev.ua
5. Марченко О.А., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ, marchenko_alexandr@yahoo.com
6. Горбик П.П., д.ф.-м.н., ІХП НАНУ, pgorbyk@ukr.net
7. Красовський В.П., д.х.н., ПІМ НАНУ, vitalkras@ipms.kiev.ua
8. Михайловський І.М., д.ф.-м.н., ННЦ «ХФТІ» НАНУ, igormikhailovskij@gmail.com
9. Стасюк З.В., д.ф.-м.н., ЛьвівНУ МОНУ, stasyuk@electronics.lnu.edu.ua

«Фізика міцності та пластичності»

1. **Фірстов С.О.**, акад. НАН України, ІПМ НАНУ, **голова**,
fsa@materials.kiev.ua, sfirstov6@gmail.com
2. **Котречко С.О.**, д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, **заступник голови**,
serkotr@gmail.com, kotr@imp.kiev.ua
3. **Бродніковський Є.М.**, к.т.н., ІПМ НАНУ, **учений секретар**,
bregor@ukr.net
4. Івасишин О.М., акад. НАН України, ІМФ НАНУ, ivas@imp.kiev.ua
5. Мешков Ю.Я., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, zimina@imp.kiev.ua
6. Мільман Ю.В., чл.-кор. НАН України, ІПМ НАНУ, yuly.milman@gmail.com,
milman@ipms.kiev.ua
7. Федірко В.М., чл.-кор. НАН України, ФМІ НАНУ, fedirko@ipm.lviv.ua,
fedirko.vm46@gmail.com
8. Бейгельзімер Я.Ю., д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, yanbeygel@gmail.com
9. Білошенко В.О., д.т.н., ДонФТІ НАНУ, biloshenko.va@gmail.com
10. Васильєв О.Д., д.ф.-м.н., ІПМ НАНУ, vasilev@ipms.kiev.ua
11. Гаврилюк В.Г., д.т.н., ІМФ НАНУ, gavr@imp.kiev.ua
12. Дехтяр О.І., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, dekhtyar@imp.kiev.ua,
oldekhtyar@yahoo.com
13. Мазанко В.Ф., д.т.н., ІМФ НАНУ, vmazanko@imp.kiev.ua, vmaz@i.ua
14. Марковський П.Є., д.т.н., ІМФ НАНУ, pmark@imp.kiev.ua
15. Осташ О.П., д.т.н., ФМІ НАНУ, ostash@ah.ipm.lviv.ua
16. Подрезов Ю.М., д.ф.-м.н., ІПМ НАНУ, podrezov@ipms.kiev.ua,
yupodrezov@ukr.net
17. Прокопенко Г.І., д.т.н., ІМФ НАНУ, prokor@imp.kiev.ua
18. Саввакін Д.Г., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, savva@imp.kiev.ua
19. Тельович Р.В., д.т.н., ІМФ НАНУ, trv@imp.kiev.ua
20. Тихоновський М.А., д.ф.-м.н., ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ,
tikhonovsky@kipt.kharkov.ua
21. Філатов О.В., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, filatov@imp.kiev.ua
22. Шматко О.А., д.т.н., ІМФ НАНУ, shmatko@imp.kiev.ua

«Фізичні основи діагностики матеріалів»

1. **Молодкін В.Б.**, чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, **голова**, v.molodkin@gmail.com, molodkn@imp.kiev.ua
2. **Лізунов В.В.**, д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, **заступник голови**, lizunov.vyacheslav@gmail.com
3. **Білоцька А.О.**, к.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, **учений секретар**, a.belotska@gmail.com, aabel@imp.kiev.ua
4. Бродин М.С., акад. НАН України, ІФ НАНУ, brodyn@iop.kiev.ua
5. Булавін Л.А., акад. НАН України, КиївНУ МОНУ, bulavin221@gmail.com
6. Карнаухов І.М., акад. НАН України, ІФВЕЯФ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, karnaukhov@kipt.kharkov.ua
7. Неклюдов І.М., акад. НАН України, ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, i.neklyudov@kipt.kharkov.ua
8. Семиноженко В.П., акад. НАН України, ІМк НАНУ, semynozhenko@isc.kharkov.com, contacts@semynozhenko.net
9. Сторіжко В.Ю., акад. НАН України, ІПФ НАНУ, director@ipfcentr.sumy.ua
10. Фірстов С.О., акад. НАН України, ІПМ НАНУ, fsa@materials.kiev.ua
11. Харченко В.В., акад. НАН України, ІПМіц НАНУ, khar@ipp.kiev.ua
12. Воєводін В.М., чл.-кор. НАН України, ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, voyev@kipt.kharkov.ua
13. Кладько В.П., чл.-кор. НАН України, ІФНп НАНУ, kladko@isp.kiev.ua
14. Клепиков В.Ф., чл.-кор. НАН України, ІЕфРТ НАНУ, ntcefo@yahoo.com, klerikov@nas.gov.ua
15. Куліш М.П., чл.-кор. НАН України, КиївНУ МОНУ, mpkulish@ukr.net
16. Мешков Ю.Я., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, zimina@imp.kiev.ua
17. Остафійчук Б.К., чл.-кор. НАН України, ПрикарпНУ МОНУ, kmnt@pu.if.ua, natal.gladiy@ukr.net
18. Борц Б.В., д.ф.-м.н., НВК ВДЕРТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, borts@kipt.kharkov.ua
19. Васильєв М.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, vasil@imp.kiev.ua
20. Гохман О.Р., д.ф.-м.н., ПівдУкрНПУ МОНУ, gokhman@paso.net, alex_gokhman@mail.ru, olga.tkachuk.46@mail.ru
21. Карбівський В.Л., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, karb@imp.kiev.ua
22. Лень Є.Г., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, len.evgeniy@gmail.com
23. Литовченко П.Г., д.ф.-м.н., ІЯД НАНУ, plitov@kinr.kiev.ua
24. Мазанко В.Ф., д.т.н., ІМФ НАНУ, vmazanko@imp.kiev.ua
25. Мордюк Б.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, mordyuk@imp.kiev.ua
26. Низкова Г.І., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, anna.nizkova@gmail.com
27. Прокопенко І.В., д.ф.-м.н., ІФНп НАНУ, prokor@isp.kiev.ua
28. Раранський М.Д., д.ф.-м.н., ЧернівНУ МОНУ, ilitvinchuk@mail.ru
29. Ткач В.М., д.ф.-м.н., ІНТМ НАНУ, tkach@ism.kiev.ua
30. Устінов А.І., д.ф.-м.н., ІЕЗ НАНУ, ustinov3@yandex.ua
31. Фодчук І.М., д.ф.-м.н., ЧернівНУ МОНУ ifodchuk@ukr.net
32. Ченакін С.П., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, chenakin@imp.kiev.ua
33. Запорожець О.І., к.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, zapus@imp.kiev.ua
34. Толмачов М.Г., к.т.н., ІМФ НАНУ, mykola.tolmachov@tmm.ua

«Наноструктуровані та аморфні матеріали»

1. **Уваров В.М.**, чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, **голова**, uvarov@imp.kiev.ua
2. **Горбик П.П.**, д.ф.-м.н., ІХП НАНУ, **заступник голови**, phorbyk@ukr.net
3. **Порошин В.М.**, д.ф.-м.н., ІФ НАНУ, **заступник голови**, poroshin@iop.kiev.ua
4. **Беспалов С.А.**, д.т.н., СФТМН НОВ Президії НАНУ, **учений секретар**, bespalov@nas.gov.ua
5. Білоус А.Г., акад. НАН України, ІЗНХ НАНУ, belous@ionc.kar.net
6. Антонов В.М., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, antonov@imp.kiev.ua
7. Блонський І.В., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ, blon@iop.kiev.ua
8. Валах М.Я., чл.-кор. НАН України, ІФНп НАНУ, mvalakh@gmail.com, valakh@isp.kiev.ua
9. Воєводін В.М., чл.-кор. НАН України, ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ», voyev@kipt.kharkov.ua
10. Кучмій С.Я., чл.-кор. НАН України, ІФХ НАНУ, kuchmiy@inphyschem-nas.kiev.ua
11. Лев Б.І., чл.-кор. НАН України, ІТФ НАНУ, blev@bitp.kiev.ua
12. Марченко О.А., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ, marchenko_alexandr@yahoo.com
13. Огенко В.М., чл.-кор. НАН України, ІЗНХ НАНУ, ogenko@ionc.kar.net
14. Пехньо В.І., чл.-кор. НАН України, ІЗНХ НАНУ, pekhnyo@ionc.kar.net
15. Рагуля А.В., чл.-кор. НАН України, ІПМ НАНУ, ragulya@ipms.kiev.ua
16. Татаренко В.А., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, tatar@imp.kiev.ua
17. Башев В.Ф., д.ф.-м.н., ДніпрНУ, bashev_vf@ukr.net
18. Васильєв М.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, vasil@imp.kiev.ua
19. Дубок В.А., д.х.н., ІПМ НАНУ, dubok@ipms.kiev.ua
20. Карбівський В.Л., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, karb@imp.kiev.ua
21. Ковалюк З.Д., д.ф.-м.н., Чернів. від. ІПМ НАНУ, chimsp@ukrpost.ua
22. Косевич М.В., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, mvkosevich@ilt.kharkov.ua
23. Котречко С.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, serkotr@gmail.com, kotr@imp.kiev.ua
24. Лебовка М.І., д.ф.-м.н., ІБКХ НАНУ, ibcc@ukrpost.ua, lebovka@gmail.com
25. Носенко В.К., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, nosenko@imp.kiev.ua
26. Прокопенко В.А., д.т.н., ІБКХ НАНУ, prokop_va@ukr.net
27. Прокопенко І.В., д.ф.-м.н., ІФНп НАНУ, prokop@isp.kiev.ua
28. Рево С.Л., д.ф.-м.н., КиївНУ МОНУ, s_revo@i.ua
29. Рубіш В.М., д.ф.-м.н., УжНТЦ МОНІ ІПРІ НАНУ, center.uzh@gmail.uz.ua
30. Устінов А.І., д.ф.-м.н., ІЕЗ НАНУ, anatoliustinov@ukr.net

«Фізика фазових і структурних перетворень»

1. **Фірстов Г.С.**, д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, **голова**, yuri.firstov@gmail.com, FirstovGS@nas.gov.ua
2. **Устінов А.І.**, д.ф.-м.н., ІЕЗ НАНУ, **заступник голови**, ustinov@paton-icebt.kiev.ua
3. **Сліпченко В.М.**, к.т.н., ІМФ НАНУ, **учений секретар**, vika_slip@yahoo.com
4. Івасишин О.М., акад. НАН України, ІМФ НАНУ, ivas@imp.kiev.ua
5. Воеводін В.М., чл.-кор. НАН України, ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, voyev@kipt.kharkov.ua
6. Коваль Ю.М., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, koval@imp.kiev.ua
7. Куліш М.П., чл.-кор. НАН України, КиївНУ МОНУ, nkulish@univ.kiev.ua
8. Сидоренко С.І., чл.-кор. НАН України, НТУУ «КПІ» МОНУ, sidorenko@uap.ntu-kpi.kiev.ua, sidorenko@kpi.ua
9. Башев В.Ф., д.ф.-м.н., ДніпрНУ МОНУ, physmet@ff.dsu.dp.ua
10. Брюховецький В.В., д.ф.-м.н., ІЕфРТ НАНУ, ntcefo@yahoo.com
11. Верховлюк А.М., д.т.н., ФТІМС НАНУ, vam@ptima.kiev.ua
12. Гусак А.М., д.ф.-м.н., ЧеркНУ МОНУ, amgusak@ukr.net
13. Іванов М.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, ivanov@imp.kiev.ua
14. Кондратюк С.Є., д.т.н., ФТІМС НАНУ, stas@ptima.kiev.ua, tom@ptima.kiev.ua
15. Ліхачов О.А., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, alex1@imp.kiev.ua
16. Лободюк В.А., д.т.н., ІМФ НАНУ, lobodyuk@imp.kiev.ua
17. Мазанко В.Ф., д.т.н., ІМФ НАНУ, vmazanko@imp.kiev.ua
18. Марковський П.Є., д.т.н., ІМФ НАНУ, pmark@imp.kiev.ua
19. Мордюк Б.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, mordyuk@imp.kiev.ua
20. Носенко В.К., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, nosenko@imp.kiev.ua
21. Тельович Р.В., д.т.н., ІМФ НАНУ, trv@imp.kiev.ua
22. Теус С.М., д.ф.-м.н., teus@imp.kiev.ua
23. Харченко Д.О., д.ф.-м.н., ІПФ НАНУ, dikh@ipfcentr.sumy.ua
24. Шиванюк В.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, shyvaniuk@gmail.com
25. Шипіцин С.Я., д.т.н., ФТІМС НАНУ, odus@ptima.kiev.ua
26. Шматко О.А., д.т.н., ІМФ НАНУ, shmatko@imp.kiev.ua

«Транспортні явища в металічних матеріалах»

1. **Руденко Е.М.**, д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, **голова**, rudenko@imp.kiev.ua
2. **Зубов Е.Є.**, д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ–ДонНУ МОНУ, **заступник голови**, eezubov@ukr.net
3. **Білоголовський М.О.**, д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ–ДонНУ МОНУ, **учений секретар**, belogolovskii@ukr.net
4. **Локтев В.М.**, акад. НАН України, ІТФ НАНУ–НТУУ «КПІ» МОНУ, vloktev@bitp.kiev.ua
5. **Кордюк О.А.**, чл.-кор. НАН України, КАУ НАНУ та МОНУ–ІМФ НАНУ, kordyuk@imp.kiev.ua, kordyuk@gmail.com
6. **Татаренко В.А.**, чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, tatar@imp.kiev.ua
7. **Ямпольський В.О.**, чл.-кор. НАН України, ІРЕ НАНУ, yam@ire.kharkov.ua
8. **Бондаренко С.І.**, д.т.н., ФТІНТ НАНУ, bondarenko@ilt.kharkov.ua
9. **Габович О.М.**, д.ф.-м.н., ІФ НАНУ, alexander.gabovich@gmail.com
10. **Гречнев Г.Є.**, д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, grechnev@ilt.kharkov.ua
11. **Касаткін О.Л.**, д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, al-kas@i.ua
12. **Колесніченко Ю.О.**, д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, kolesnichenko@ilt.kharkov.ua
13. **Криворучко В.М.**, д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, krivoruc@gmail.com
14. **Мазанко В.Ф.**, д.т.н., ІМФ НАНУ, vmazanko@imp.kiev.ua
15. **Найдюк Ю.Г.**, д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, naidyuk@ilt.kharkov.ua
16. **Прокопенко О.В.**, д.ф.-м.н., КиївНУ МОНУ, ovp@univ.kiev.ua
17. **Соловійов А.Л.**, д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, solovjov@ilt.kharkov.ua
18. **Сухарева Т.В.**, д.ф.-м.н., ННЦ «ХФТІ» НАНУ, t.sukhareva.2003@gmail.com
19. **Фінкель В.А.**, д.ф.-м.н., ННЦ «ХФТІ» НАНУ, finkel@kipt.kharkov.ua
20. **Чабаненко В.В.**, д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, vikchabanenko@gmail.com
21. **Черпак М.Т.**, д.ф.-м.н., ІРЕ НАНУ, cherpac@ire.kharkov.ua
22. **Шевченко С.М.**, д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, sshevchenko@ilt.kharkov.ua
23. **Шматко О.А.**, д.т.н., ІМФ НАНУ, shmatko@imp.kiev.ua

«Фізика радіаційних явищ у металічних матеріалах»

1. **Воєводін В.М.**, чл.-кор. НАН України, ННЦ «ХФТІ» НАНУ, **голова**,
voeyev@kipt.kharkov.ua
2. **Булавін Л.А.**, акад. НАН України, КиївНУ МОНУ, **заступник голови**,
bulavin221@gmail.com
3. **Кочешев І.О.**, к.х.н., ВЯФЕ НАНУ, **учений секретар**,
kocheshev@nas.gov.ua
4. Азаренков М.О., акад. НАН України, ХаркНУ МОНУ, azarenkov@karazin.ua
5. Бакай О.С., акад. НАН України, ННЦ «ХФТІ» НАНУ, bakai@kipt.kharkov.ua
6. Неклюдов І.М., акад. НАН України, ННЦ «ХФТІ» НАНУ,
i.neklyudov@kipt.kharkov.ua
7. Фірстов С.О., акад. НАН України, ІПМ НАНУ, fsa@materials.kiev.ua,
fsa@ipms.kiev.ua
8. Харченко В.В., акад. НАН України, ІПМіц НАНУ, khar@ipp.kiev.ua
9. Клепиков В.Ф., чл.-кор. НАН України, ІЕФРТ НАНУ, ntcefo@yahoo.com,
klerikov@nas.gov.ua
10. Федірко В.М., чл.-кор. НАН України, ФМІ НАНУ, fedirko@ipm.lviv.ua
11. Гомонай Г.М., д.ф.-м.н., ІЕФ НАНУ, annagomonai@gmail.com
12. Гохман О.Р., д.ф.-м.н., ПівдУкрНПІУ МОНУ, gokhman@paco.net,
alex_gokhman@mail.ru, olga.tkachuk.46@mail.ru
13. Котречко С.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, serkotr@gmail.com, kotr@imp.kiev.ua
14. Литовченко П.Г., д.ф.-м.н., ІЯД НАНУ, plitov@kinr.kiev.ua
15. Маслюк В.Т., д.ф.-м.н., ІЕФ НАНУ, volodymyr.maslyuk@gmail.com
16. Толстолуцька Г.Д., д.ф.-м.н., ННЦ «ХФТІ» НАНУ, g.d.t.@kipt.kharkov.ua

СПИСОК УСТАНОВ

в Україні, що проводять дослідження з проблем фізики металічного стану та координуються науковою радою «Фізика металічного стану»

1. Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України (ІМФ НАНУ)
2. Інститут фізики НАН України (ІФ НАНУ)
3. Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України (ФТІНТ НАНУ)
4. Інститут фізики конденсованих систем НАН України (ІФКС НАНУ)
5. Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України (ІТФ НАНУ)
6. Інститут магнетизму НАН України та Міністерства освіти і науки України (ІМаг НАНУ та МОНУ)
7. Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України (ДонФТІ НАНУ)
8. Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України (ІФНп НАНУ)
9. Інститут електронної фізики НАН України (ІЕФ НАНУ)
10. Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» (ННЦ «ХФТІ» НАНУ)
11. Інститут прикладної фізики НАН України (ІПФ НАНУ)
12. Інститут ядерних досліджень НАН України (ІЯД НАНУ)
13. Інститут електрофізики і радіаційних технологій НАН України (ІЕфРТ НАНУ)
14. Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (ФМІ НАНУ)
15. Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України (ФТІМС НАНУ)
16. Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України (ІПМ НАНУ)
17. Чернівецьке відділення ІПМ НАН України (Чернів. від. ІПМ НАНУ)
18. Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України (ІПМіц НАНУ)
19. Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України (ІЕЗ НАНУ)
20. Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України (ІНтМ НАНУ)
21. Інститут монокристалів НАН України (ІМк НАНУ)
22. Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України (ІФХ НАНУ)
23. Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України (ІХП НАНУ)
24. Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України (ІЗНХ НАНУ)
25. Інститут космічних досліджень Державного космічного агентства України та НАН України (ІКД ДКАУ та НАНУ)
26. Ужгородський науково-технологічний центр матеріалів оптичних носіїв інформації Інституту проблем реєстрації інформації НАН України (УжНТЦ МОНІ ІПРІ НАНУ)
27. Київський академічний університет НАН України та Міністерства освіти і науки України (КАУ НАНУ та МОНУ)
28. Київський національний університет імені Тараса Шевченка Міністерства освіти і науки України (КиївНУ МОНУ)

29. ННЦ «Фізико-хімічне матеріалознавство» Київського національного університету імені Тараса Шевченка та НАН України (ННЦ «ФХМ» КиївНУ МОНУ та НАНУ)
30. Інститут високих технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка (ІВТ КиївНУ МОНУ)
31. Львівський національний університет імені Івана Франка Міністерства освіти і науки України (ЛьвівНУ МОНУ)
32. Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України (ХаркНУ МОНУ)
33. Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України (ДніпрНУ МОНУ)
34. Донецький національний університет імені Василя Стуса Міністерства освіти і науки України (ДонНУ МОНУ)
35. Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича Міністерства освіти і науки України (ЧернівНУ МОНУ)
36. Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького Міністерства освіти і науки України (ЧеркНУ МОНУ)
37. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника Міністерства освіти і науки України (ПрикарпНУ МОНУ)
38. Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова Міністерства освіти і науки України (ОдесНУ МОНУ)
39. Сумський державний університет Міністерства освіти і науки України (СумДУ МОНУ)
40. Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського Міністерства освіти і науки України (ПівдУкрНПУ МОНУ)
41. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України (НТУУ «КПІ» МОНУ)
42. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України (НТУ «ХПІ» МОНУ)
43. Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України (НУ «ЛП» МОНУ)
44. Запорізький національний технічний університет Міністерства освіти і науки України (ЗНТУ МОНУ)
45. Вінницький державний технічний університет Міністерства освіти і науки України (ВіннДТУ МОНУ)
46. Національний авіаційний університет Міністерства освіти і науки України (НАУ МОНУ)
47. Одеський національний політехнічний університет Міністерства освіти і науки України (ОдесНПУ МОНУ)
48. Інститут проблем безпеки атомних електростанцій НАН України (ІПБАЕ НАНУ)
49. Український державний хіміко-технологічний університет Міністерства освіти і науки України (УДХТУ МОНУ)

II. Головні наукові досягнення за 2020 рік учених України з проблеми «Фізика металічного стану»

Секція 1 «Теорія металічних систем»

Розглянуто спектр графену з домішками. Обчислено спектри електронних збуджень і густина станів із застосуванням моделей Ліфшиця та Андерсона в залежності від симетрії розташування домішки, її концентрації та номеру підгратки. Знайдено умови появи резонансних рівнів, квазіщільни, домішкових підзон з метою з'ясування можливості здійснення у системі фазового переходу метал-діелектрик, коли система під впливом дефектів може перейти із стану з скінченою провідністю у стан, де остання відсутня. (В.М. Локтев, ІТФ НАНУ, Ю.Г. Погорелов, Університет м. Порто, Португалія, Д. Кочан, Університет м. Регенсбург, Німеччина)

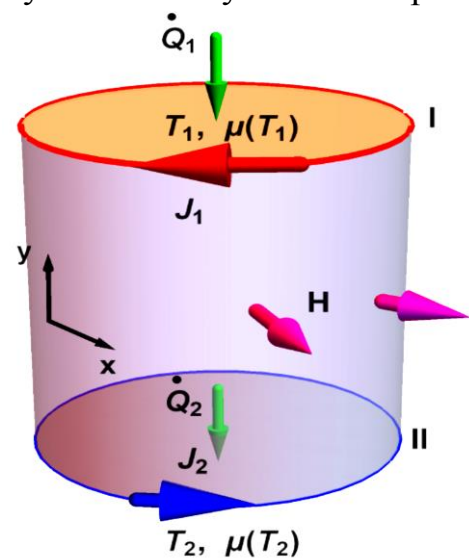
Запропоновано нове сімейство неупорядкованих систем, що містять дефекти, які описуються модельним неермітовим гамільтоніаном. Показано, що ненульова густина станів на такій ізольованій домішці може мати місце, якщо густина станів кристалу-матриці відповідає зоні неперервних станів скінченої ширини. (Ю.В. Скрипник, В.М. Локтев, ІТФ НАНУ)

Знайдено, що псевдомагнітне поле, індуковане механічними деформаціями у вейлівському напівметалі з порушеною симетрією обернення часу, впливає на властивості поверхневих плазмон-поляритонів. Встановлено, що індуковане деформаціями псевдомагнітне поле зменшує частоти поверхневих плазмон-поляритонів для проміжних значень хвильового вектора. Залежно від відносної орієнтації вузлів Вейля в імпульсному просторі, нормалі поверхні та напрямку поширення, дисперсійне відношення поверхневих плазмон-поляритонів може бути невзаємним навіть у тонкому шарі вейлівського напівметалу. Крім того, індуковані деформаціями псевдомагнітні поля можуть суттєво впливати на властивості локалізації колективних поверхневих мод. Ці ефекти дозволяють контролювати *in situ* розповсюдження поверхневих плазмон-поляритонів у вейлівських напівметалах і можуть бути корисними для створення пристроїв з новими функціональними властивостями. (О.В. Бугайко, Е.В. Горбар, КиївНУ МОНУ і ІТФ НАНУ з колегою з Єльського університету, США)

Проводилися дослідження з фізики вуглецевих наносистем, зокрема, досліджувалась функція виходу електронів та її залежності від рівномірної деформації для графену та силіцену; розраховано ефективну взаємодію між магнітними домішками, розташованими у вузлах і центрі щільникової ґратки, і в присутності ферміонних збуджень з псевдоспіном одиниця. Пораховано функцію виходу електронів та її залежність від рівномірної деформації для графену та силіцену. Розглянуто як деформації розтягу, так і стиснення, і обчислено коефіцієнти Пуассона, пов'язані з кріслоподібними і зигзагоподібними границями. Спираючись на ці результати, отримано деформаційний потенціал, що має важ-

ливе значення для стрейнтроніки, як функції прикладеної напруги. Запропоновано спеціальну конфігурацію деформацій, яка генерує лише псевдоелектричне поле, тоді як псевдомагнітне поле відсутнє. При наявності справжнього магнітного поля це дає можливість спостерігати явище колапсу рівнів Ландау. Використовуючи ефективний низькоенергетичний гамільтоніан для ферміонів з псевдоспіном одиниця, розраховано взаємодію Рудермана–Кіттеля–Касуїя–Йосіди (РККЙ) для магнітних домішок, розміщених на одній і тій самій або різних підрешітках ґратки. Показано, що існує три типи взаємодії, які залежать від параметру моделі, що визначає відносну силу стрибків між підрешітками, два з них можна звести до графенового типу, тоді як третій — новий і обумовлений наявністю бездисперсійної (пласкої) зони з нульовою енергією. Отримано загальні аналітичні вирази для взаємодії РККЙ в термінах інтегралів Мелліна–Барнса. Показано, що взаємодія між домішками, розташованими в узлах сотової ґратки, виявляє дуже сильну температурну залежність при малому допуванні, що є прямим наслідком наявності пласкої зони. (В.П. Гусинін, С.Г. Шарапов, ІТФ НАНУ з колегами)

Коли до системи скінченного розміру прикладається зовнішнє магнітне поле, то енергії рівнів Ландау залежать від координати, та поблизу меж зразка утворюють так звані крайові стани. Саме завдяки тому, що електрони в металах можуть займати ці стани, виникають макроскопічні діамагнітні бездисипативні незатухаючі струми, які протікають навколо країв зразка. Для дослідження фундаментальних властивостей систем у зовнішньому магнітному полі використовують циліндричну геометрію задачі, запропоновану Лафліним, в якій магнітне поле прикладене перпендикулярно до поверхні циліндра. Розглянуто циліндр Лафліна з краями, які знаходяться у контакті з термостатами при різних температурах (див. рисунок). Запропоновано візуалізацію ефекту Нернста з використанням ідеального оборотного термодинамічного циклу в координатах «кількість частинок–хімічний потенціал» без урахування кінетичного внеску. З використанням оберненого термодинамічного циклу розглянуто і ефект Етінсгаузена. Відповідні величини недиагональних термоелектричних коефіцієнтів представлені як відношення потоку ентропії через систему до магнітного потоку. Наш підхід ілюструє термодинамічне походження співвідношення між ефектом Нернста та струмами намагніченості. (С.Г. Шарапов, ІТФ НАНУ з колегами з університетів у Римі, Парижі та Ханчжоу)



З використанням квантово-механічного формалізму Кубо–Грінвуда для чисельного розрахунку провідності за постійного струму було продемонстровано, що електротранспортні властивості графенового шару можуть бути адаптовані через комбінований вплив дефектів (точкових і лінійних розсіювачів) та деформації (одновісного розтягу та зсуву), які зазвичай присутні в графеновому зра-

зку через особливості процедури його вирощування та при прилаштуванні зразка в пристроях. Вмотивовані двома експериментальними роботами (X. He et al. *Appl. Phys. Lett.*, **104** (2014) 243108; *ibid.*, **105** (2014) 083108), автори яких не виявили транспортну щілину навіть за великих деформацій (розтягу у 22,5% та зсуву у 16,7%), ми пояснили можливі причини цього із врахуванням графенового сприйняття деформації та дефектів. Транспортна щілина може таки виникнути через зигзагів розтяг або змішаний зсув графенового шару; та наявність дефектів може «перетворити» щілину у квазищілину. Висока чутливість деформаційних ефектів до напрямку та значення відносної деформації вимагає дотримання в експерименті як певних значень, так і напрямків зсуву або розтягу зразка, щоб спостерігати передбачуване розкриття його забороненої енергетичної зони. Індуковані деформацією та дефектами електронно-діркова асиметричність й анізотропія провідності та немонотонність її залежності від деформації свідчать про перспективи деформаційно-дефектної наноінженерії електротранспортних властивостей графенових і подібних квазидвовимірних матеріалів. (Т.М. Радченко, В.А. Татаренко, ІМФ НАНУ з колегами з Технічного університету Дрездена, Німеччина та Лінчопінгського університету, Швеція)

Теоретично досліджено комбінований резонанс міжшарової провідності та спінової намагніченості шаруватих провідників із квазидвовимірним електронним енергетичним спектром. Показано, що за допомогою аналізу залежності поверхневого імпедансу від напрямку та величини магнітного поля, можна експериментально визначити абсолютні значення констант спін-орбітальної взаємодії. Одержано аналітичні вирази для поверхневого імпедансу, магнітної сприйнятливості і резонансної частини міжшарової провідності, обумовленої спін-орбітальною взаємодією Рашби–Дрессельхауса з урахуванням просторової дисперсії. Проведено чисельний аналіз, що дає якісне уявлення про залежність кінетичних коефіцієнтів від кута між магнітним полем і нормаллю до шарів і їх дисперсійних властивостей. (Д.І. Степаненко, Ю.О. Колесніченко, ФТІНТ НАНУ)

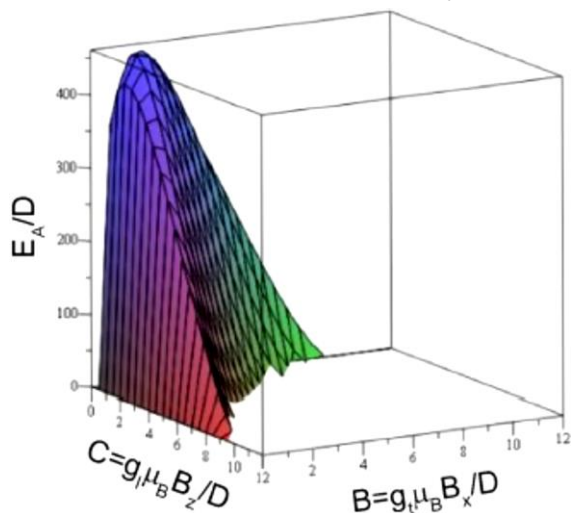
На основі квантових DFT-розрахунків і моделі гібридизації локалізованого $4f$ -стану з делокалізованими зонними станами надано пояснення значній розбіжності експериментальних квазіімпульсних залежностей резонансів Кондо для поверхневих і об'ємних атомів Се в антиферромагнітній сполуці з важкими ферміонами CeRh_2Si_2 . Теоретичний підхід, що використовувався, є цілком придатним для більш широкого застосування. Зокрема, він допомагає зрозуміти поведінку ґраток Кондо з нееквівалентними локальними моментами, таких як $\text{Ce}_3\text{Pd}_{20}(\text{Si},\text{Ge})_6$ і $\text{Ce}_3(\text{Pd},\text{Pt})\text{In}_{11}$. (В.М. Антонов, Ю.М. Кучеренко, ІМФ НАНУ)

Досліджено термоелектричні властивості діелектрика Мотта з корельованим перенесенням при мікролегуванні. Проаналізовано вплив індукованої корельованим перенесенням локалізації колективізованих електронів на електронний транспорт заряду й тепла в слабко легованій фазі моттівського діелектрика моделі Фалікова–Кімбала. Детально розглянуто випадок сильно редукованого перенесення між вузлами з заповненими рівнями f -електронів, коли на густині станів виникає додаткова зона локалізованих станів d -електронів у моттівській щілині. Внаслідок сильної електрон-діркової асиметрії та появи анома-

льних особливостей на густині станів та транспортній функції, одержано сильне зростання коефіцієнта Зеєбека за низьких температур, коли він слабо змінюється в широкому діапазоні температур. (Д.А. Добушовський, А.М. Швайка, ІФКС НАНУ)

Нещодавно запропоновано фіксацію ферміонів Майорана у нульовому енергетичному стані (MZM), використовуючи спін-селективне Андріївське відбиття (AR). Проте спін-селективне AR на гібридних нано-гетеро-структурах надпровідник–ферромагнетик може демонструвати особливості, що можуть імітувати AR на MZM. Це вимагає необхідність відрізнити «тривіальне» спін-селективне AR у таких системах від відбиття на MZM. Нами вивчено особливості спін-залежного резонансного тунелювання електронів через магнітну квантову точку (mQD), що поєднує ферромагнітний нормальний метал (F) з надпровідником (SC): структура F–mQD–SC. Припускається, що квантова точка mQD характеризується дискретними спіновими електронними станами, розщеплення між якими може змінюватися зовнішнім магнітним полем. У рамках методу нерівноважних функцій Гріна (техніка Келдиша) отримано вираз для електричного струму для структури F–mQD–SC і, зокрема, ймовірності проходження струму $I(V)$ за механізмом AR та відповідна електропровідність $dI/dV = T_A(\omega)$. Методами числового моделювання детально вивчено чутливість $T_A(\omega)$ на вплив зовнішнього магнітного поля (чутливість щодо відстані між спіновими електронними станами у mQD). Встановлено, що на додаток до резонансної поведінки Андріївського тунелювання, електропровідність $T_A(\omega)$ демонструє різні види піків, залежно від напруги зміщення V , інтервалу між рівнями mQD та енергетичної щілини надпровідного електроду SC. Ці особливості надають можливість відрізнити «тривіальне» спін-селективне AR від відбиття на MZM. (В.М. Криворучко, О.А. Кошина, ДонФТІ НАНУ)

Вивчення властивостей одномолекулярних магнітів (ОММ) в сучасній фізиці металовмісних сполук є одним із найважливіших напрямів, тому що, з одного боку, в таких системах можуть реалізовуватися фундаментально нові фізичні явища типу квантового спінового тунелювання, а з іншого боку, такі системи використовують у сучасній техніці квантових комп'ютерів і високощільних сховищах даних. Контролювання властивостей індивідуальних спінів у них є найскладнішою задачею сучасної фізики та хімії конденсованого стану. Однією з найбільш перспективних сполук з властивостями ОММ є кристали $\text{Li}_2(\text{Li}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{N}$ з гексагональною структурою. При вивченні магнітних властивостей цих сполук було виявлено гігантську ефективну магнітну анізотропію іонів заліза з ефективним полем анізотропії порядку 220 Т. Однак, вивчаючи низькотемпературну магнітну динаміку в цих ОММ за допомогою ефекту Мессбауера (PRB, 102: 054426 (2020)), встановлено, що відносно слабкі зовнішні магнітні поля (до 7 Т) суттєво



змінюють характер магнітної релаксації в них, знижуючи енергію активаційного бар'єру частоти релаксації з 570 К практично до нуля. На рис. показано теоретично розраховану ефективну енергію активації E_A частоти магнітної релаксації залежно від зовнішнього повздовжнього B_z і поперечного B_x магнітного полів (D — неперенормована енергія магнітної анізотропії). Побудовано теорію, яка довела, що магнітну релаксацію, спостережену в $\text{Li}_2(\text{Li}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{N}$, обумовлено квантовим спіновим тунелюванням, яке у відносно слабкому магнітному полі суттєво зменшує ефективну магнітну анізотропію. (А.А. Звягін, ФТІНТ НАНУ з колегами з Технічного університету Дрездена та Університету Аугсбурга, Німеччина)

Теоретично вивчено резонансне поглинання терагерцових електромагнітних хвиль ТМ-поляризації у пластині шаруватого надпровідника, що розташований між діелектричних шарів. Використовуючи метод трансфер-матриць і вважаючи дисипацію в зразку слабкою, досліджується поглинання хвиль як для симетричного, так і для антисиметричного двобічного опромінювання. Збудження локалізованих електромагнітних хвиль у шаруватому надпровіднику призводить до резонансного поглинання (до вудівських аномалій), що супроводжується зменшенням коефіцієнта відбиття хвилі. Це явище суттєво відрізняється у шаруватих надпровідниках порівняно із звичайними провідниками. Дисперсійні криві локалізованих мод немонотонні та приводять до специфічної залежності коефіцієнта поглинання A від кута падіння хвилі θ . Знайдено умови виникнення резонансного поглинання та асимптотичні вирази для резонансного поглинання. Специфічна нелоренцева форма лінії $A(\theta)$, що має здвоєний резонансний пік або одиночний широкий пік, з'являється, якщо частота хвилі ω налаштована близько до точки $\omega(\theta)$ на дисперсійній кривій. Експериментальне спостереження за такими резонансними формами ліній може слугувати підтвердженням існування локалізованих хвиль з немонотонною дисперсією в шаруватому надпровіднику. (М.В. Мазанов, С.С. Апостолов, З.О. Майзеліс, Н.М. Макаров, О.О. Шматько, В.О. Ямпольський, ІРЕ НАНУ)

Комп'ютерним моделюванням на основі першопринципної молекулярної динаміки встановлено особливості атомарної структури та просторового розподілу зарядової густини у водневому флюїді в області переходу від молекулярного до атомарного металічного стану за температури 2500 К. Аналітично показано, що довгохвильова асимптотика структурного фактора зарядової густини для випадків чисто молекулярного водню (за малих тисків) і металічного водневого флюїду (за високих тисків) повинна бути пропорційна четвертому степеню за хвильовим числом, $\sim k^4$, що і було підтверджено в першопринципному комп'ютерному моделюванні. Однак, в області переходу від молекулярного до атомарного флюїду спостерігається різка зміна довгохвильової асимптотики структурного фактора зарядової густини, що виникає внаслідок сильних флуктуацій електронної густини. Як наслідок структурний фактор зарядової густини в області переходу отримує внесок від іонної компоненти, яка має довгохвильову асимптотику $\sim k^2$. Результати першопринципного моделювання вперше уможливили обґрунтування припущення, що в області переходу від молекулярного до атомарного водневого флюїду можуть існувати не повністю заекрано-

вані йони, що відображається в особливостях структури та динаміки флюїду в перехідній області. (Т.М. Брик, ІФКС НАНУ)

Досліджено механізми кластероутворення у моноатомних рідких металах під дією зовнішнього тиску та температурних змін. Розвинуто кластерний модель будови рідин, в якому рідина розглядається як термодинамічна система, структурними частинками якої є: 1) кристалоподібні атомні угруповання (кластери), що здійснюють обертальний Броунів рух, і поодинокі атоми, що заповнюють пори між ними; 2) поодинокі атоми, що рухаються у середовищі кластерів. Аналіза експериментальних даних стосовно значень коефіцієнтів в'язкості в різних інтервалах тисків і температур уможливило в рамках розвинутого моделю оцінювати кількість атомів одного кластера та визначати середнє значення кластерного радіуса в певних інтервалах одночасної зміни температури та тиску моноатомних рідин. Оцінено розміри кластерів для таких рідких металів як цезій, калій, літій, натрій, алюміній, вісмут, рубідій і ртуть (живосрібло) за різних температур і тисків. Встановлено, що розміри кластерів становлять 2–5 нм, а кількість атомів у кластерах може варіюватися від декількох десятків до декількох мільйонів, що визначається енергетичними параметрами міжатомової взаємодії і залежить від хемічного складу розтопу, а також термодинамічних параметрів системи. Відслідковано тенденцію до зменшення розмірів кластерів зі збільшенням температури та тиску. (І.М. Мельник, В.С. Харченко, В.А. Татаренко, ІМФ НАНУ)

Досліджено спонтанне порушення симетрії для систем, енергія яких включає вищі похідні полів параметрів порядку. (В.Ф. Клепиков, ІЕФРТ НАНУ з колегами)

Задля з'ясування основних рис симетрійно-енергетичного та структурно-ентропійного аспектів взаємочину домішки та розчинника розвинуто конфігураційний модель «гібридного» твердого розчину втілення–заміщення $Me-X$, в якому взаємодійні атоми неметалу X займають як октаедричні міжвузля, так і вузли металевої (Me) ОЦК(Т)-ґратниці з вакансіями. На найпростішому прикладі стопу, що є ізоструктурним нестехіометричному ОЦТ-Fe–N-мартенситу, максимально впорядкованому за структурним типом α'' -Fe₁₆N₂-фази, але з атомами X одночасно у октаедричних міжвузлях і на вузлах ОЦТ- Me , з використанням адекватного набору температуро- та концентраційно-залежних мікроскопічних енергетичних параметрів міжатомових взаємодій, з'ясовано: (1) з якими особливостями можуть змінюватися, у разі підвищення температури T , відносна концентрація атомів X у октаедричних міжвузлях ОЦТ- Me та, відповідно, ступінь його тетрагональності; (2) як рівноважна концентрація залишкових вакансій на вузлах (у широкому діапазоні зміни загального вмісту втілених атомів X) може співвідноситися (зокрема з істотним перевищенням) з концентрацією термічно активованих вакансій у бездомішковому ОЦК- Me . Розрахований результат, — залежний від температури вміст атомів X в октаедричних міжвузлях ОЦТ-ґратниці Me , — підтвердив очікуване передбачення: навіть за нульової температури не всі атоми X залишаються атомами втілення, адже певна доля з них переходить на вакантні вузли материнської ґратниці Me . Подальше

підвищення температури лише сприяє цьому процесу (див. рис. нижче ліворуч); наприклад, за концентрації атомів X в межах 10–12%, тобто близької до стехіометричного складу $Me_{16}X_2$, доля домішкових атомів (X) у вакантних вузлах материнської ґратниці Me може зростати від ≈ 10 –17.5% (при $T \approx 0$ К) до ≈ 20 –25% (при $T \approx 1000$ К) і навіть вище за вищих температур. Оскільки просторовий розподіл атомів X в ОЦТ-ґратниці Me – X корелює з її тетрагональністю, то можна стверджувати, що регулюванням температури також можна керувати ступенем її тетрагональності (як за температур, вищих точки Кюрі Me , так, можливо, навіть і за низьких температур). Виявлено можливість немонотонної залежності концентрації вакансій на вузлах від повного вмісту атомів неметалевої домішки в мартенситі Me – X . Спочатку зі збільшенням вмісту X концентрація вакансій істотно збільшується, навіть для сталої температури (див. рис. нижче праворуч). Проте, потім (коли частка атомів X спонтанно плигає з октаедричних міжвузловин у вузли ґратниці Me) число (залишкових) вакансій різко спадає в результаті заповнення вакантних вузлів атомами X . Такий «різкий» перехід (істотної частки атомів X у вузли ОЦТ-ґратниці Me) за фіксованої температури може реалізуватися лише за певної концентрації домішкових X -атомів або дещо вищих за неї концентрацій, однак нижчих за стехіометричний склад у $Me_{16}X_2$.

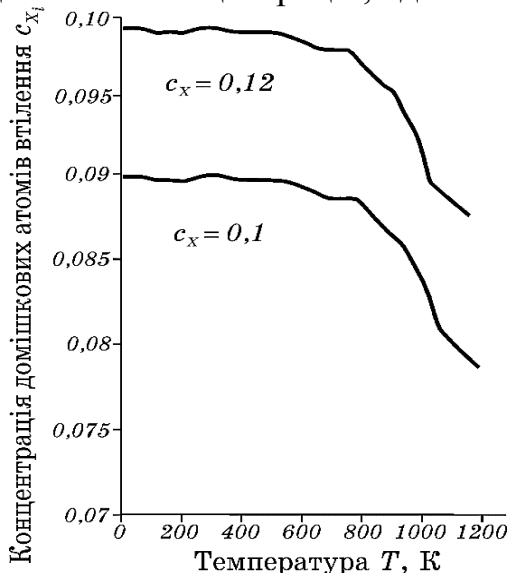


Рис. Температурна залежність «відносної» концентрації c_{X_i} атомів X , які залишилися втіленими в одній з трьох підґратниць октаедричних міжвузловин ОЦТ- Me , для двох випадків загального вмісту атомів домішки: $c_X = 0,1$ і $0,12$ (Т.М. Радченко, В.В. Лізунов, К.Г. Левчук, О.С. Гаценко, В.А. Татаренко, ІМФ НАНУ)

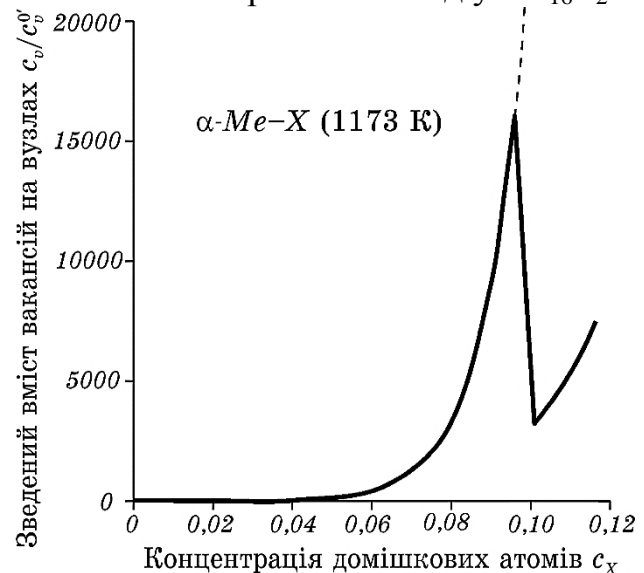


Рис. Залежність відношення c_v / c_v^0 (сумарна крива) від загального вмісту c_X домішки X (за температури 1173 К), де штрихова лінія демонструє гіпотетичний випадок ($c_{X_s} \equiv 0$) відсутності атомів домішки на вузлах ґратниці

Модифіковано теорію середнього поля в теорії пружності: досліджено й усунуто парадокс симетрії. Досліджено рухомий поріг протікання в теорії середнього поля і побудовано теорію колосального магнітореологічного ефекту в магнітних еластомерах. Нова вузлова характеристика — час релаксації в теорії складних мереж (Скейл-фрі, малого світу та інших). (А.О. Снарський, НТУУ «КПІ» МОНУ з колегою з Південно-Баварського політехнічного інституту, Німеччина)

В межах першої в світовій практиці програми «Розробка методології та дослідницького комплексу з вивчення корозії реакторних матеріалів під впливом статичної і циклічної деформацій у надкритичній водяній конвекційній петлі» виконано високороздільне комп'ютерне моделювання породжуваних електронним пучком з енергією 10 МеВ електрон-фотонних злив та поглинання їх енергії в кородуючих поверхневих шарах металевих сплавів. (О.С. Бакай, М.І. Братченко, С.В. Дюльдя, ННЦ ХФТІ НАНУ)

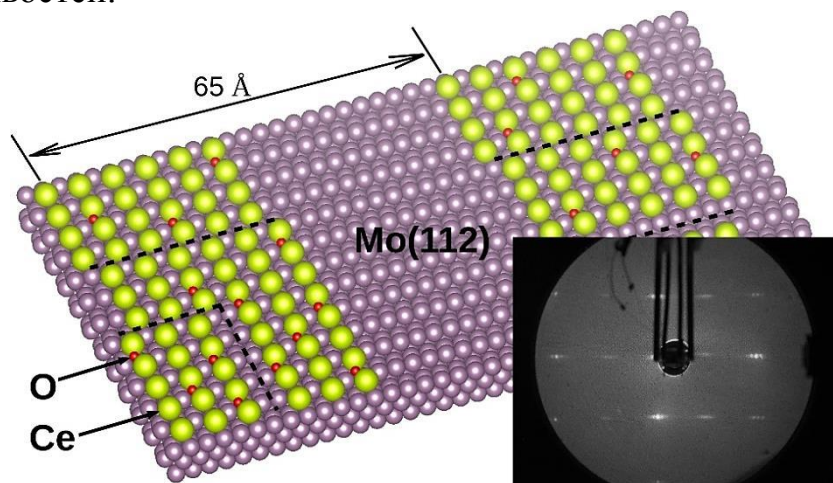
Одержано аналітичні вирази для когерентної та дифузної складових інтегрального коефіцієнта відбивання у випадку Бреггової геометрії динамічної дифракції на монокристалах з хаотично розподіленими мікродефектами. Показано, що ефекти аномально слабкого та сильного поглинання приводять, як правило, до появи асиметрії в диференціальних розподілах інтенсивності дифракції. Для повної інтегральної інтенсивності динамічної дифракції на монокристалах з мікродефектами малих розмірів цей ефект майже нівелюється за рахунок взаємної компенсації коефіцієнта підсилення і втрат як когерентної, так і дифузної інтенсивностей розсіяння через аномально слабе та сильне поглинання відповідно. Також встановлено, що ефект екстинкції при дифузному розсіянні дуже чутливий до співвідношення між ефективним радіусом дефектів і довжиною екстинкції. Остання залежить від вибору довжини хвилі, рефлексу та коефіцієнта асиметрії. Цю особливість запропоновано використовувати для підвищення можливостей фазоваріаційної діагностики шляхом оптимізації вибору умов дифракції при рентгенівських дослідженнях різних типів дефектів у недосконах кристалах. (В.Б. Молодкін, В.В. Лізунов, С.Й. Оліховський, С.В. Дмитрієв, ІМФ НАНУ)

Розроблено принципи побудови та оптимізації властивостей метал-вуглецевих електродів низькотемпературних термоемісійних перетворювачів теплової та променистої енергії в електричну, що базуються на нелокальних у часі та просторі процесах поетапного збудження електронів у наноструктурованому твердому тілі та їх наступній емісії у вакуум. На цій основі проведено пошук нових електродних матеріалів для низькотемпературних термоемісійних перетворювачів, зокрема синтезовано композитний матеріал титан–0,09 ваг.% ТРГ, в якому металеві частки виступають для провідної мережі з ВНС переважно у ролі постачальника вільних носіїв заряду, у т.ч. «гарячих». Показано, що для низькотемпературних ТЕПів важливими є як високі показники нерівноважності електронної підсистеми, так і електронна структура й геометрія поверхні, наприклад, значне аспектне співвідношення для окремо розташованих елементів поверхні. (Є.Г. Лень, І.Є. Галстян, Є.А. Цапко, Г.Ю. Михайлова, М.О. Рудь, М.Я. Шевченко, В.І. Патока, М.М. Якимчук, ІМФ НАНУ)

Уперше в Україні отримано нанопояси пентоксиду ванадію методом інтенсивного перемішування розчину при кімнатній температурі та вперше у світі побудовано феноменологічну теорію вирощування нанопоясів і наностержнів у відкритій системі шляхом використання концепції балістичних стрибків Жоржа Мартена. Прогнозовано, отримано та пояснено одержання дуже тонких інтерметалідних прошарків (≈ 360 нм) при припаюванні міді до низькотемпературно-

го припою SnBiIn з додаванням двох процентів цинку. Вперше спостерігали аномально швидкий ріст зерен інтерметалідів Cu_6Sn_5 на завершальній стадії реакції в мікроконтактах бутербродного типу Cu-Sn-Cu , обумовлений рідким станом міжзеренних меж. Запропоновано й апробовано новий варіант методу Монте Карло для моделювання реакційної дифузії з використанням енергій міжатомних взаємодій, які нелінійно залежать від концентрації в околі взаємодіючих атомів. Запропоновано новий механізм латерального росту зерен проміжних фаз при реакційній дифузії, який спричинюється самим ростом фаз. Зроблено порівняння двох методів, які застосовуються для моделювання зародкоутворення в пересиченому твердому розчині. Перший — добре відомий метод Монте-Карло (МК). Другий — нещодавно розроблена модифікація атомістичного самоузгодженого нелінійного методу середнього поля з додатково введеним шумом локальних потоків — стохастичний кінетичний метод середнього поля (SKMF). Амплітуда шуму є параметром налаштування методу SKMF у порівнянні його з методом МК. Результати двох методів для концентраційної та температурної залежності інкубаційного періоду стають близькими, якщо екстраполювати дані SKMF до певної величини амплітуди шуму. Запропоновано (спільно з Кінг Нінг Ту з Університету Лос-Анджелеса) досить ризикований спосіб теоретичного виведення рівняння Блека для залежності середнього часу до відмови мікросхем від густини струму і узагальнення цього рівняння від випадків електроміграції на випадки термоміграції та міграції в полі градієнтів напруг. Спосіб оснований на концепції виробництва ентропії й ідеї про відмову мікросхеми як наслідок накопичення певного критичного значення виробленої ентропії. Автори усвідомлюють слабкі місця своєї аргументації, але сподіваються на евристичну цінність загального підходу. Добре відома модель хижак-жертва модифікується двома способами. По-перше, розглядається регулярне додавання або регулярне видалення здобичі та/або хижаків. Знайдено діаграму стаціонарних/нестаціонарних та стабільних/нестабільних станів. По-друге, вивчаються випадкові коливання швидкості народження та інші кінетичні коефіцієнти, і знайдено і доведено параболічний закон випадкової прогулянки в x - y -просторі для незначних відхилень від стаціонарного стану. (А.М. Гусак, ЧеркНУ МОНУ у співробітництві з колегами з університетів міст Макау, КНР, Колорадо та Лос-Анджелеса, США, Росток, Німеччина, Пекінського технологічного інституту, Національного університету Цзяотун, Тайвань)

Явище мезоскопічної самоорганізації спостережено в субмоношарових плівках рідкісноземельного елемента церію, допованого киснем, на грані (112) кристала молібдену. Періодичність утворюваних мезоструктур сягає ≈ 6.5 нанометрів, що свідчить про наявність далекосяжних взаємодій на поверхні. Їх природа може бути пов'язана з кулонівськими силами, а також з механічними напруженнями та відповідними деформаціями, що виникають на інтерфейсі внаслідок структурної неузгодженості між підкладкою та епітаксійною плівкою. Явище мезоскопічного структурування може бути застосоване в інженерії поверхонь для цілеспрямованої модифікації їх емісійних, оптичних, каталітичних та інших властивостей.



(Т.В. Афанасьєва, А.М. Горячко, А.Г. Наумовець, І.В. Непорожній, Д.В. Румянцев, О.Г. Федорус, ІФ НАНУ та КиївНУ МОНУ)

Створено високоефективні катоди на основі матеріалів з від'ємною електронною спорідненістю (діамандоїди). В усамітнених молекулах діамандоїдів виявлено ефект односторонньої провідності з майже ідеальною діодною вольт-амперною характеристикою. Експериментально показано, що диференціальна провідність молекули має чутливість до видимого і інфрачервоного випромінень. Отриманий результат створює підґрунтя для розроблення комірок приладів нічного бачення на основі діамантанів. (Я.Ю. Лопатіна, А.І. Сененко, О.А. Марченко, А.Г. Наумовець, ІФ НАНУ)

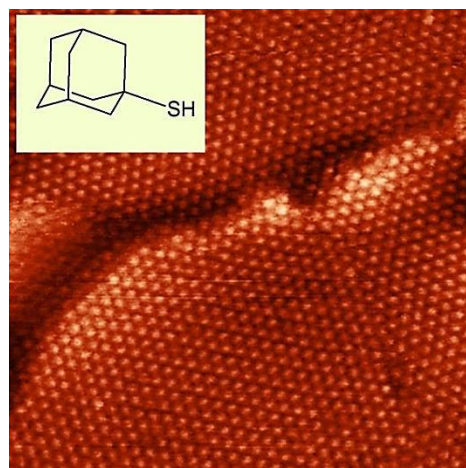
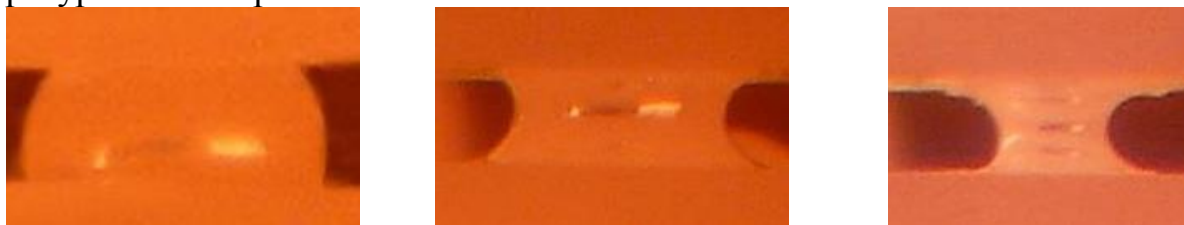


Рис. СТМ-зображення моношару тіолізованого діамантану на поверхні Au (15×15 нм)

Уперше проведено комплексне дослідження капілярних властивостей та контактної взаємодії у системах неметалевий матеріал–розплавлений метал при пропусканні електричного струму крізь межу розділу фаз. Вивчено взаємозв'язок пропускання струму крізь міжфазну межу та змочування в умовах контакту металевих розплавів (Cu, Ni, Sn, Al, Ge, Cu–Ga, Cu–Ga–Ti) з деякими оксидни-

ми матеріалами (ZrO_2 , TiO_2 , HfO_2 , SnO_2 , $BaTiO_3$). Встановлено, що для ZrO_2 -кераміки у контакті з германієм та сплавами $Cu-Ge$, підключення негативного електроду до ZrO_2 приводить до дезмочування. При змочуванні HfO_2 розплавом $Ni-20Cr$ спостерігається покращення змочування, хоча при підключенні негативного електроду на міжфазній поверхні формується значна кількість продуктів взаємодії. Дослідження змочування $BaTiO_3$ міддю також показали утворення продуктів взаємодії у значних кількостях. Дослідженнями змочування $BaTiO_3$ розплавом срібло-мідь-кисень на повітрі було встановлено, що анод змочується дещо краще, ніж катод. Встановлено особливості змочування для різних матеріалів, виявлено вплив полярності підключення та запропоновано пояснення виявленим ефектам, яке підтверджене мікроструктурними дослідженнями. Результати експериментів по електрозмочуванню у вакуумі напівпровідникових оксидів відповідають міжнародним стандартам високого рівня та можуть бути використанні для подальшого розвитку фізико-хімічних основ високотемпературної капілярності.



без пропускання струму пропускання струму 5 хв пропускання струму 16 хв
Рис. Змочування при пропусканні струму силою 1 А крізь міжфазну поверхню мідь- ZrO_2 , крапля розташована між пластинами з ZrO_2 -кераміки («плюс» вгорі) (В.П. Красовський, ІІМ НАНУ)

Уперше запропоновано підхід для розділення та характеристики двох джерел дисипації струму спінової накачки у двошаровій структурі феромагнетик/антиферомагнетик. Перше джерело — це спінова дисипація в об'ємі антиферомагнетика, яка має певну глибину проникнення в антиферомагнітний шар і може проявляти площинну кутову залежність. Друге джерело — це спінове розсіяння в області інтерфейсу феромагнетик / антиферомагнетик, яке виникає за рахунок нерівноважного розподілу спінів поблизу межі розділу між шарами.

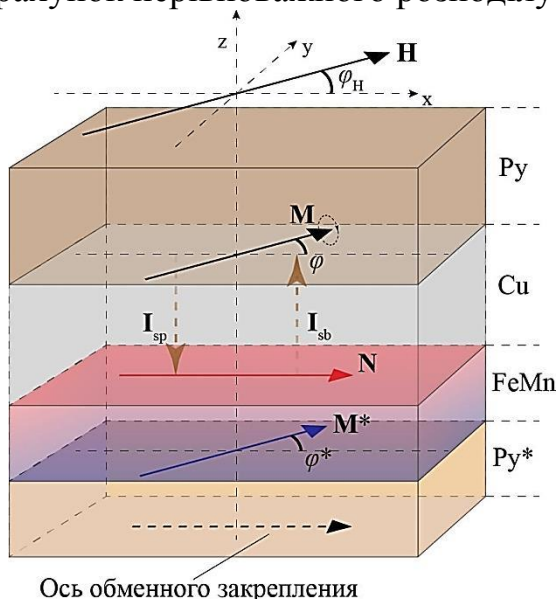


Рис. Ілюстрація геометрії експерименту з феромагнітного резонансу у досліджуваній структурі $Pu^*/FeMn/Cu/Pu$. Намагніченість резонуючого вільного Pu $\mathbf{M} = (M, \varphi)$ та намагніченість закріпленого шару Pu^* $\mathbf{M}^* = (M^*, \varphi^*)$ направлені вздовж зовнішнього магнітного поля $\mathbf{H} = (H, \varphi_H)$, прикладеного в площині структури xu . Рівноважний напрямок вектора Нееля \mathbf{N} лежить вздовж осі обмінного закріплення. \mathbf{I}_{sp} та \mathbf{I}_{sb} — прямий і зворотний струми спінової накачки, поляризація яких паралельна \mathbf{M}

Показано, що останній внесок у загальне спінове розсіяння збільшується зі зме-

ншенням товщини антиферромагнетика, оскільки в цьому випадку все більша частка струму спінової накачки проходить через тонкий шар антиферромагнетика і досягає області інтерфейсу ферромагнетик / антиферромагнетик. Отримані закономірності можна використати для знаходження глибини проникнення спінового струму в антиферромагнетик. (Д.М. Поліщук, Т.І. Полек, В.Ю. Боринський, А.Ф. Кравець, А.І. Товстолиткін, А.М. Погорілий, В. Коренівський, ІМаг НАНУ і МОНУ)

Оптимізовано за питомою площею поверхні наноархітектуру магніточутливих наноконкомпозитів (НК) типу суперпарамагнітне ядро–багаторівнева оболонка для застосування в онкології. Запропоновано і апробовано розрахункову методику та здійснено її перевірку експериментально. Для досліджень використано синтезовані ансамблі наночастинок Fe_3O_4 , наноконкомпозитів $Fe_3O_4@ЦП$ і $Fe_3O_4@ЦП/OI.Na/ПЕГ$ (ЦП – протипухлинний хіміотерапевтичний препарат цисплатин на основі *цис*-діамінодихлорплатини, *OI.Na* – олеат натрію, ПЕГ – поліетиленгліколь) та наповнені вказаними наноструктурами магнітні рідини на основі води або фізіологічного розчину. Запропоновано вирази для знаходження максимальної питомої площі поверхні ансамблів НК з одно- і двошаровими оболонками та проаналізовано умови її реалізації. Наукові та методичні підходи роботи є застосовними до НК на основі суперпарамагнітних ядер, що можуть містити в структурі оболонки інші хіміотерапевтичні препарати, наприклад доксорубіцин та гемцитабін, для розрахунків питомої площі поверхні шарів за їх довільних значень кількості та густини. Результати роботи є актуальними також для використання в розробках нових магнітокерованих адсорбційних матеріалів технічного, технологічного, екологічного та медико-біологічного призначень, медичних тест-систем, тераностичних засобів.

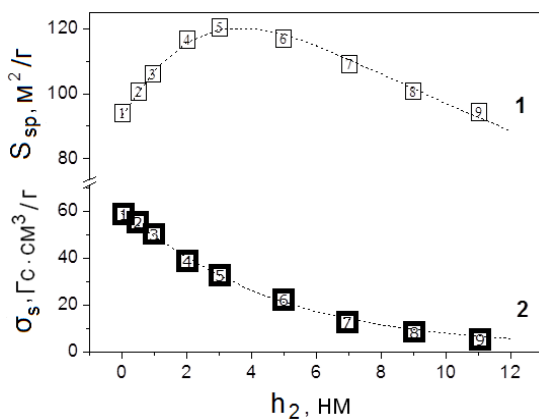


Рис. Розраховані залежності (штриховані криві) питомої площі поверхні S_{sp} (1) і питомої намагніченості насичення σ_s (2) ансамблів частинок НК $Fe_3O_4@ЦП$ від товщини шару ЦП (h_2) за умов логнормального $LN(2.34, 0,28)$ розподілу ядер Fe_3O_4 і постійної (в межах ансамблю) товщини шару ЦП; прямокутними символами позначено експериментальні значення відповідних величин, номер символів відповідає номеру ансамблю

(П.П. Горбик, М.В. Абрамов, ІХП НАНУ)

Розвинуто фізичний базис оброблення поверхні металевих нанооб'єктів польовим випаруванням. Це явище використано для формування польових емітерів та мікрозондів. Розроблена високопольова нанотехнологія дозволяє досягти атомно-гладкої поверхні та найвищого ступеня одноманітності геометрії нанооб'єктів. Польовий іонний мікроскоп було застосовано для стимулювання випарування хімічно активними газами. Встановлено, що газове стимулювання знижує електричне поле випарування до рівня поверхневих напружень Максвелла, що відповідає макроскопічній міцності матеріалу. Завдяки цьому оброб-

ка нановиробів методом польового випарування не супроводжується механічним руйнуванням. Проведені фізичні та комп'ютерні експерименти довели можливість створення емітерів та зондів з локалізованою емісією методом польового випарування, стимульованого активними газами. Встановлено, що одноатомна локалізація емісії супроводжується зменшенням емітувальної площини та кута польової емісії, і збільшенням електронно-оптичного фактора компресії.

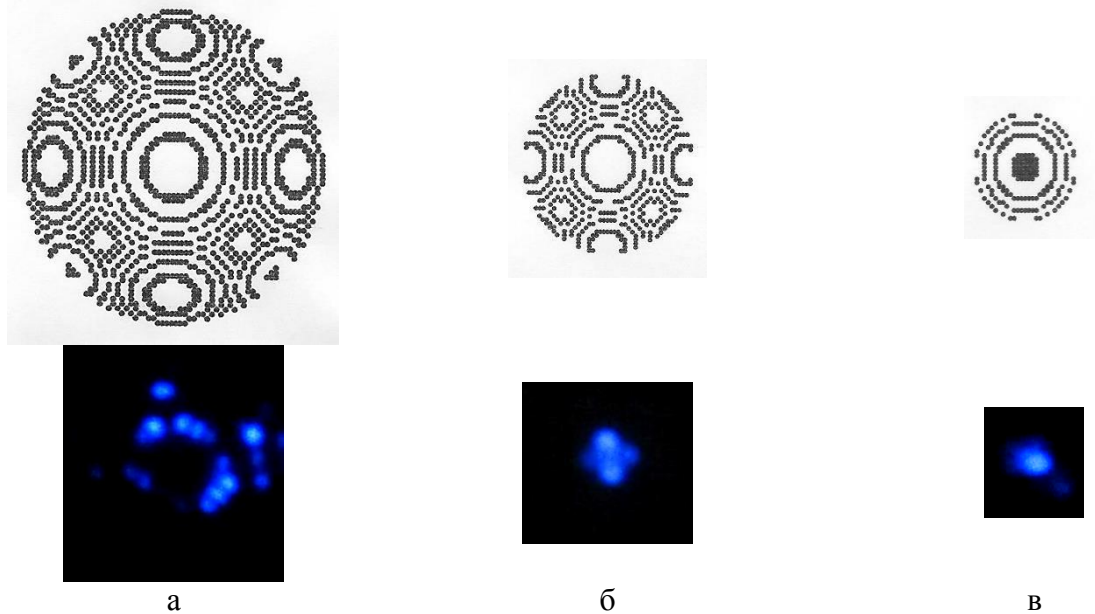


Рис. Комп'ютерні та польові іонні зображення вольфрамового емітера (зонда) до (а) і після (б) і (в) польового випарування, стимульованого азотом (І.М. Михайловський, ННЦ «ХФТІ» НАНУ)

У рамках дослідження закономірностей релаксації носіїв струму в нанорозмірних ($d \sim 2\text{--}3\text{ нм}$) електричносуцільних плівках простих та перехідних металів (Pd, Cr, Mn, Ni) в режимах протікання постійного та змінного електричного струму розроблено комбіновану методику контрольованого вирощування плівок з наперед заданою структурою, електричними та оптичними властивостями. Це дозволило формувати електричносуцільні шари металу і зменшити поріг перколяції в область масових товщин $d_c \sim 2\text{--}3\text{ нм}$. Отримані експериментальні зразки нанорозмірних плівок характеризуються стабільними та добре відтворюваними електрофізичними властивостями. Також отримано стабільні, омичнопровідні шари нанорозмірних плівок металів Au, Ag, Cu товщиною $d \sim 5\text{--}10\text{ нм}$ з високим оптичним коефіцієнтом пропускання ($T \sim 80\%$), які за своїми параметрами можуть конкурувати з аналогічними провідними та прозорими покриттями у сучасних пристроях наносистемної електроніки. (З.В. Стасюк, ЛьвівНУ МОНУ)

Секція 3
«Фізика міцності та пластичності»

Вирішено завдання підвищення пластичності багатокомпонентних сплавів на основі системи Nb-Ti-Al шляхом легування їх Cr, Mo, Zr, Si, що необхідно було для розширення їх використання. При цьому вперше досліджено нові ефекти у багатокомпонентних високоентропійних сплавах, а саме, динамічне деформаційне старіння, динамічна рекристалізація та прояви надпластичності в процесі деформації. Отримано сплав з питомою вагою $6,4 \text{ г/см}^3$, який при 1200°C має межу плину 420 МПа , а при 20°C подовження $3\text{--}5\%$. Проведено та проконтрольовано виплавку розробленого сплаву на підприємстві ТОВ «Ті-технологі». Заготовки отриманого сплаву передано ДП «КБ Прогрес» для виготовлення робочих та соплових лопаток двигуна АІ-450. Згідно технічного завдання ДП «КБ Південне» розроблено сплав, що деформується. Із запропонованого сплаву виготовлено заготовки мембран, які передані замовнику. (С.О. Фірстов, М.П. Бродніковський, М.І. Луговий та ін. ІПМ НАНУ)

Уперше узагальнено закономірності утворення високоентропійних полікомпонентних інтерметалідів (фаз Лавеса, сигма-фаз, мю-фаз) в інтервалі електронної концентрації від $4,5$ до $8,2 \text{ ел/ат}$. Отримано металеві покриття, які вміщують фазу Лавеса з рекордними значеннями твердості в 19 ГПа і нормованої твердості на рівні $0,09$. Розроблені матеріали призначені для імпортозаміщення жароміцних сплавів. Аналоги в Україні відсутні. Розроблено метод для обчислень температури плавлення матеріалів з перших принципів на основі температурної залежності теоретичної міцності. На основі апроксимації результатів обчислення з перших принципів отримано аналітичну закономірність температурної залежності теоретичної міцності матеріалів (метали, багатоеlementні металеві сплави, алмазоподібні матеріали, бориди, карбідні, евтектичні композиції). Отримане співвідношення дозволяє оцінити теоретичну міцність матеріалів в інтервалі температур від нуля до температури плавлення. Для прогнозування опору повзучості нових жароміцних титанових сплавів, що працюють в екстремальних умовах, уперше розроблено оригінальну експрес-методику, яка базується на використанні стандартної схеми випробувань на вигин при підвищених температурах. Її використання дозволило оптимізувати склад, структуру та механічні властивості сплаву ЖТ-19 з підвищеним опором повзучості в діапазоні $600\text{--}650^\circ\text{C}$ при напруженнях $340, 400$ та 600 МПа . Такі випробування дозволяють суттєво зменшити час та вартість проведення експериментів по встановленню довготривалої високотемпературної міцності та дозволяють проводити попередній відбір найбільш перспективних композицій матеріалів перед довготривалими випробуваннями по стандартній методиці згідно Державних стандартів на ДП «Івченко-Прогрес». (С.О. Фірстов, В.Ф. Горбань, Л.Д. Кулак, Д.А. Закарян, та ін., ІПМ НАНУ)

Уперше за рахунок експериментально встановлених закономірностей визначено та виготовлено високоентропійний сплав на основі ГЦК гратки, який за своїми властивостями в наноструктурованому стані (температура плавлення 1320°C , характеристики міцності - 1100 МПа , питома вага $8,2 \text{ г/см}^3$) близький

до сучасних перспективних конструкційних матеріалів. Розроблено дослідну технологію отримання фольги товщиною 80...90 мкм методом прокатки при кімнатній температурі. Розроблений сплав необхідний для дифузійного зварювання жароміцних сплавів нового покоління. Аналоги в Україні відсутні. (С.О. Фірстов, В.Ф. Горбань, М.О. Крапівка, В.М. та ін., ІПМ НАНУ)

Проведений комплексний аналіз структури, механічних та втомних характеристик різних ділянок холоднодеформованих відводів дозволив регламентувати структуру та типорозміри вихідних труб та оптимізувати технологічні параметри деформування. Отримані механічні та службові характеристики виробів відповідають нормативним документам. Їх рівень гарантується не нижче, ніж у кращих аналогів українського виробництва, що підтверджено результатами натурних експериментів, проведених у випробувальному центрі АТ "АР-МА". Результати є важливими для використання при виготовленні відводів для атомних і теплових електростанцій. (С.О. Фірстов, М.І. Даниленко, Ю.М. Подрезов та ін. ІПМ НАНУ)

Розпочато випробування розробленого в Інституті композиційного матеріалу системи Ti-Si-C на основі МАХ-фази Ti_3SiC_2 , в умовах експлуатації паливних комірок. Встановлено, що отримані матеріали відповідають більшості вимог важливих при виборі матеріалу з'єднувача/інтерконнекта КПК. Отримані результати свідчать про те, що виготовлений композиційний матеріал Ti-Si-C – є доволі перспективним претендентом на заміщення stofer APU в збірках КПК. Використання розроблених композиційних матеріалів Ti-Si-C у виготовленні енергетичних систем на основі КПК має покращити їх портативність та створить можливості вирішення нагальної проблеми з деградацією електричних властивостей КПК внаслідок отруєння хромом в процесі роботи. (О.Д. Васильєв та ін., ІПМ НАНУ)

Для прогнозування механізмів надпружної деформації на висхідній ділянці петлі гістерезису використана традиційна для теорії зміцнення обробка в координатах $d\sigma/de-\sigma$. Проаналізовано вплив попередньої деформації від 0,0015 до 0,14 на механізми утворення петель при квазістатичному розтягу сплаву медичного призначення $Ti_{92,5}Nb_5Mo_{2,5}$. Показано, що значне зменшення модуля пружності в області малих (0,0015–0,018) незворотних деформацій (горизонтальні ділянки рис. а) зумовлене зміною орієнтації ґратки внаслідок зародження та руху непружних двійників. Зародження та ініціація джерел, що формують пружні двійники, відбувається при напруженнях 50–100 МПа, де, завдяки збільшенню кількості двійників, крива зміцнення носить параболічний характер (значення $d\sigma/de$ зменшується). При подальшому збільшенні напруження відбувається переорієнтація двійників з поворотом ґратки в напрямку з більшою жорсткістю. Збільшення загальної деформації до значень $> 0,029$ (рис. б) практично не впливає на модуль, що вказує на зміну механізму пластичної деформації від двійникового до дислокаційного. При збільшенні напруження нові пружні двійники не зароджуються, а відбувається спрацьовування (реновація) уже існуючих джерел двійникування. Рух пружних двійників веде до переорієнтації ґратки в положення, що відповідає більшому модулю. Оскільки для великих

ступенів деформації залежності на рис. 1б, практично співпадають, можна з впевненістю казати, що подальше збільшення деформації практично не змінює механізми утворення петель.

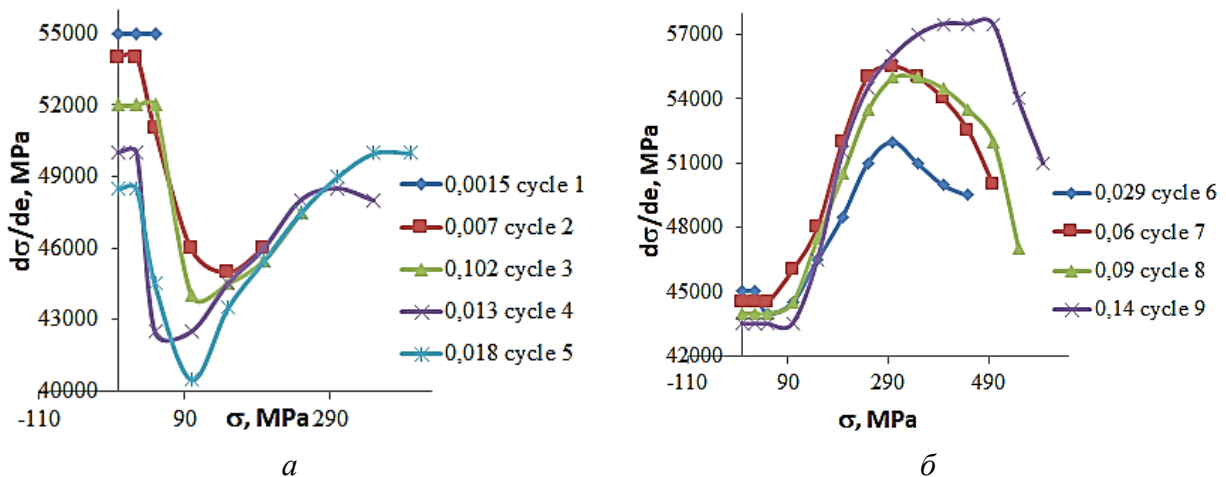
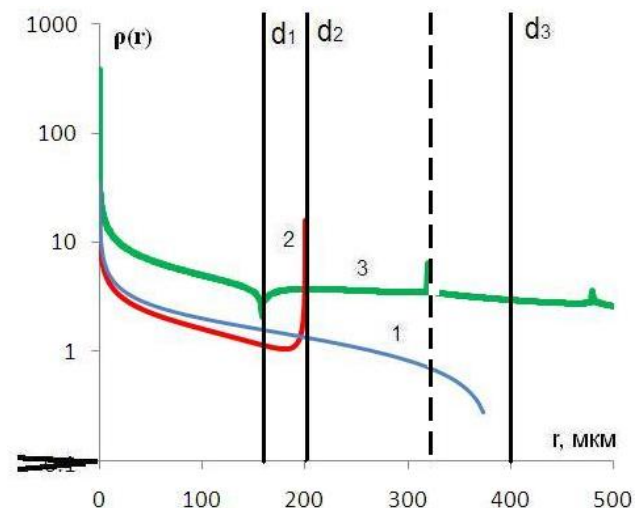


Рис. Висхідні ділянки петель гістерезису сплаву $Ti_{92.5}Nb_5Mo_{2.5}$, перебудовані в координатах $d\sigma/de-\sigma$ (Ю. М. Подрезов, О.М. Мисливченко, П.М. Романко, ІПМ НАНУ)

Розроблено комп'ютерні програми, які базуються на методах дислокаційної динаміки і моделюють поведінку дислокацій біля вершини тріщини при різних співвідношеннях між розміром зерна та пластичної зони. Теоретичні розрахунки на якісному та кількісному рівні підтвердили експериментально встановлений факт підвищення тріщиностійкості на структурній чутливості в'язкості руйнування молібдену в області розмірів зерен, співставних з розміром пластичної зони. Аналіз розподілу дислокацій в пластичній зоні (рис.) дозволив дати фізичне тлумачення цьому ефекту. У випадку великих розмірів зерен, d_3 , щільність дислокацій поступово зменшується з відстанню від голови тріщини (рис. крива 3). Екрануюча дія дислокаціями голови тріщини мала і збільшення тріщиностійкості незначне. При меншому розміру зерна, d_2 , формується скупчення біля границі (рис. крива 2). Але навіть за наявності значного скупчення дислокацій біля границі тріщиностійкість збільшується лише на декілька відсотків. При ще меншому розмірі зерна d_1 , під дією скупчення спрацьовує джерело Франка-Ріда в сусідньому зерні і в ньому формується дислокаційний pile up. Саме під його дією в пластичній зоні першого зерна відбувається



перерозподіл дислокацій (рис. крива 1). Дислокації переміщуються до голови тріщини, блокують її розповсюдження і значно підвищують тріщиностійкість (у випадку молібдену більше, ніж вдвічі). На рисунку зображено обчислену щільність дислокацій, $\rho(r)$, у пластичній зоні, як функція відстані від кінця тріщини, r , для великого, d_3 , середнього d_2 , та малого d_1 розміру зерна в полікристалі молібдену. Пунктиром позначено другу границю малого

зерна. Результати розрахунків дозволяють прогнозувати структурну, температурну та швидкісну чутливості граничних механічних характеристик в області температур крихко-пластичного переходу. (К.М. Борисовська, Ю.М. Подрезов, ІПМ НАНУ)

Розроблено новий фізико-математичний підхід до опису швидкості зносу матеріалів при терті. Запропоновано схему залежності швидкості зносу матеріалу при терті W від введеної раніше авторами фізичної пластичності $\delta_H =$ (пластична деформація/загальна деформація). Показано, що для сталей та інших металевих сплавів знос обумовлений в основному пластичною деформацією і збільшується з ростом δ_H , а для малопластичних матеріалів знос обумовлений крихким руйнуванням і зменшується з ростом δ_H . Встановлена залежність $W = f(\delta_H)$ може бути використана для вибору матеріалу з мінімальною швидкістю зносу.

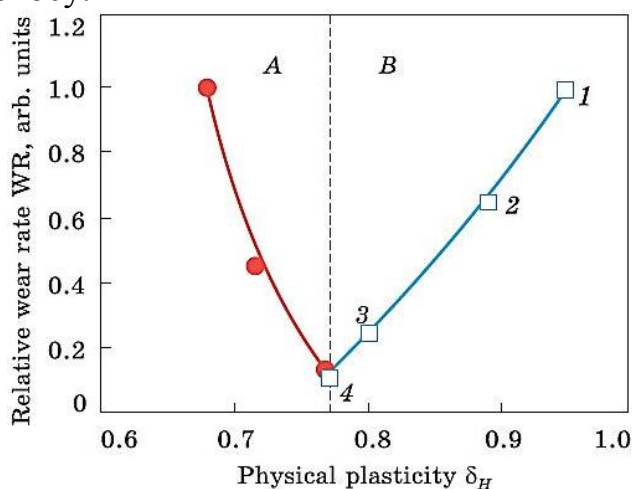
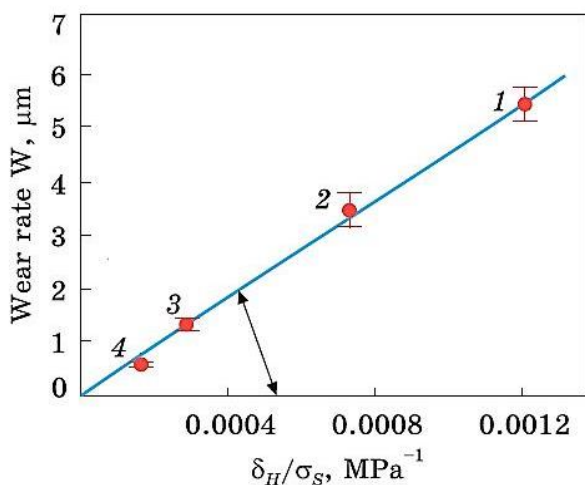


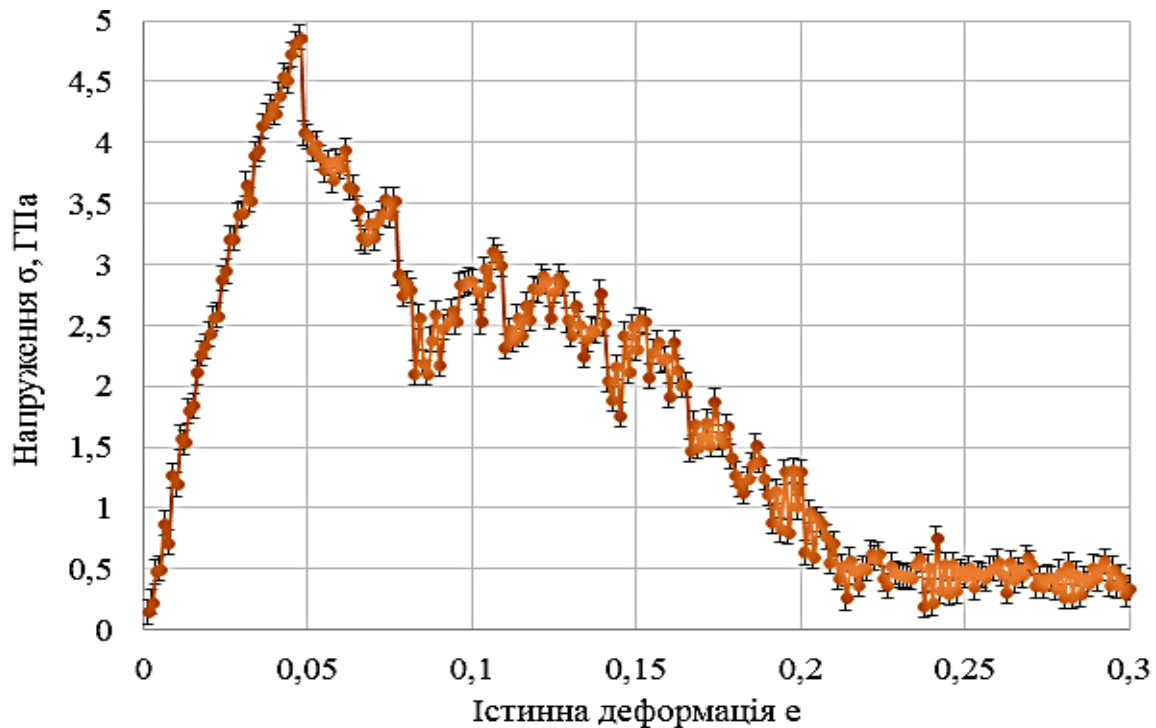
Рис. Залежність відносної швидкості зносу WR від фізичної пластичності δ_H . A і B позначають області, де домінуючий механізм зносу A – крихке руйнування, B – пластична деформація. Кола відповідають даним для твердих сплавів (<https://doi.org/10.1201/b18729>), квадрати – наші дослідження для вихідних (1, 2) та зміцнених (3, 4) поверхневих шарів сталей AISI O2 (1, 4) і AISI D2 (2, 3)

Уперше запропоновано для побудови математичної залежності швидкості зносу від властивостей матеріалу використовувати фізичну пластичність δ_H , а не подовження до руйнування δ , яке не можна застосовувати при визначенні властивостей зміцнених поверхневих шарів та тонких покриттів. Міцність поверхневих шарів пропонується характеризувати межею плинності σ_S , а не твердістю матеріалу.



При дослідженні сталей пропонується використовувати просту формулу, за якою визначається знос за рахунок пластичної деформації при терті: $W = N\delta_H/\sigma_S$ (при $N = \text{const}$). Ця формула може бути використана для заміни частини експериментів з вивчення зносу при терті. На рисунку подано залежність зносу W від співвідношення δ_H/σ_S досліджених поверхневих шарів сталей AISI O2 (1, 4) та AISI D2 (2, 3); поверхневі шари вихідні (1, 2) та зміцнені (3, 4). (Ю.В. Мільман та ін., ІПМ НАНУ)

Проаналізовано механічну стабільність структур з нанотрубок срібла.



Проведено молекулярно-динамічне дослідження механічних властивостей срібних нанотрубок з ГЦК структурою стінок, зовнішній діаметр яких — 4,1 нм, а внутрішній — 2,3 нм. Дослідження проводилось шляхом комп'ютерного моделювання схеми одновісного розтягу для даних наноструктур при температурі 300 К. Крива «напруження–істинна деформація» представлена на рисунку для срібних нанотрубок діаметром 4,1 нм. За цими даними розраховано механічні властивості нанотрубок з ГЦК структурою. Межа міцності складає $\sigma_T = 4,9 \pm 0,1$ ГПа (98-147), модуль Юнга $E = 96 \pm 5$ ГПа (80), максимальна пружна деформація $e_T = 4,75\%$. В дужках наведено дані для макроскопічних зразків срібла. В процесі одновісного розтягу нанотрубки срібла спостерігається деформування наноструктури шляхом зародження часткових дислокацій Шоклі та подальшим їх рухом і утворенням шийки в місці локальної нестабільності структури. Утворені дислокації мають системи ковзання $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ $[\bar{1}\bar{1}2]$ та $(\bar{1}\bar{1}1)$ $[112]$. Швидкість руху дислокації в напрямку $[\bar{1}\bar{1}2]$ становить $1240 \text{ м/с} \pm 40 \text{ м/с}$, тоді як поперечна швидкість звуку в сріблі — 1600 м/с . (О.В. Філатов та ін. ІМФ НАНУ)

Уперше досліджено вплив швидкості деформації ($\dot{\epsilon}$) в діапазоні від 10^{-3} с^{-1} до $3 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ на механічну поведінку титану та двофазного сплаву Ti-6Al-4V (Ti64) в залежності від морфології та дисперсності мікроструктури. Встановлено, що найбільшу стійкість при динамічних навантаженнях (не руйнуються при максимальних швидкостях деформації $\dot{\epsilon}_{max}$) мають технічно чистий титан та сплав Ti64 з глобулярною будовою мікроструктури. Цей самий сплав Ti64 із пластинчастою морфологією фаз руйнується при суттєво нижчих швидкостях деформації, при цьому значення $\dot{\epsilon}_{max}$ зменшується зі збільшенням розмірів як β -зерна, так і елементів внутрішньозеренної $\alpha+\beta$ будови. В результаті детального аналізу кривих деформації (в тому числі з обчисленням енергії деформації SE) та супроводжуючої її еволюції мікроструктури було встановлено, що стійкість титанових матеріалів до руйнування при динамічному навантаженні визначається типом міжфазних меж. У випадку, коли в сплаві переважають α/α границі, він характеризується більшим поєднанням значень максимально досяжних ене-

ргії деформації (SE_{max}) та швидкості деформації ($\dot{\epsilon}_{max}$), в той час як для міжфазних границь типу α/β ці величини є значно нижчими (Рис. 1). Висказано гіпотезу, що ці міжфазні границі впливають на процеси динамічної деформації за рахунок «легкості» передачі деформації від одного кристалу до іншого, а саме, у випадку α/α границі деформація від одного α - кристалу до сусіднього відбувається легше, ніж від α - до сусіднього β - кристалу. Порівняння отриманих для титанових сплавів результатів з аналогічними вимірюваннями для інших конструкційних матеріалів (високоміцного алюмінієвого сплаву B95 і високоміцних сталей ARMOX 600T та Docol 1500MC) показали, що, з урахуванням питомої ваги цих матеріалів, титановий сплав Ті64 за величинами затраченої енергії деформації при однакових швидкостях деформації суттєво переважає їх у стійкості при динамічних навантаженнях (Рис. 2).

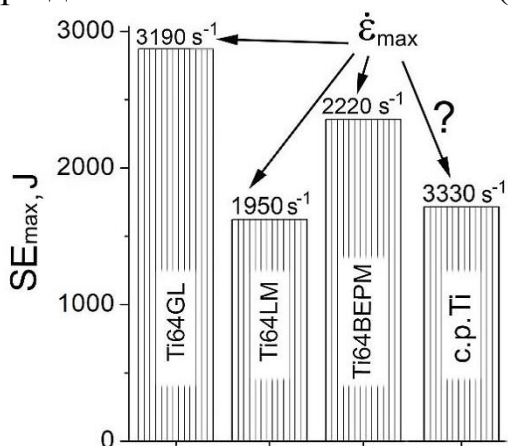


Рис. 1. Порівняння максимальних значень енергії деформації (SE_{max}), які відповідають максимальним значенням швидкості деформації $\dot{\epsilon}_{max}$ (позначені стрілками), для не зруйнованих при випробуванні методом SHPB зразків (П.Є. Марковський та ін., ІМФ НАНУ)

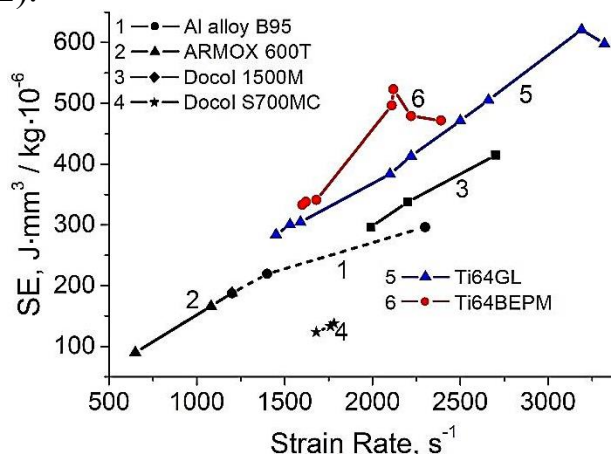
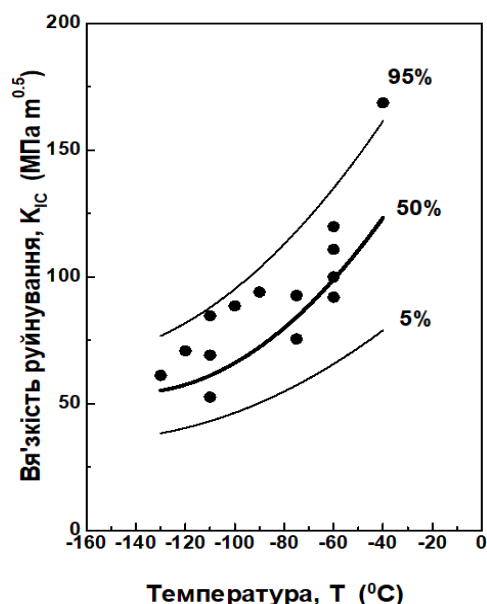


Рис. 2. Порівняння залежності питомої енергії деформації від швидкості деформації для різних матеріалів

Зроблено значний вклад у розробку фізичних основ міждисциплінарного напрямку — «локальний підхід до крихкого руйнування». Показано, що інтенсивність генерування зародкових тріщин в пластичній області в околі концентратора напружень є ключовим чинником, який визначає закономірності впливу температури, величини локальної пластичної деформації і її градієнта на рівень локального напруження руйнування та величину в'язкості руйнування металу. Запропонований підхід дозволяє прогнозувати температурну залежність в'язкості руйнування та межі її розкиду. Одержані результати закладають теоретичні основи для розробки високоміцних конструкційних сталей з високим рівнем тріщиностійкості, а також створюють теоретичне підґрунтя для інженерних розрахунків на опір крихкому



руйнуванню металу. Запропонований підхід дозволяє прогнозувати температурну залежність в'язкості руйнування та межі її розкиду. Одержані результати закладають теоретичні основи для розробки високоміцних конструкційних сталей з високим рівнем тріщиностійкості, а також створюють теоретичне підґрунтя для інженерних розрахунків на опір крихкому

руйнуванню елементів конструкцій в умовах концентрації напружень. На рисунку подано температурні залежності в'язкості руйнування реакторної сталі 15Х2НМФА: точки — експериментальні дані; суцільні лінії — розрахунок з використанням «локального підходу до руйнування»; 5%, 50%, 95% — значення імовірності руйнування. (С.О. Котречко, ІМФ НАНУ)

Встановлено, що отримані за адитивною технологією з використанням електронно-променевої плавки масивні зливки титанового сплаву Ti-6Al-4V в основному мають суттєво вищі (в 1,3-2 рази в залежності від орієнтації шарів при 3D друці) показники коротко- і довготривалої втомної міцності в порівнянні зі сплавом, отриманим ливарним методом. При цьому, значно нижчі характеристики окремих зразків викликані макроскопічними дефектами (зонами непроплаву), які безпосередньо виходили на поверхню зразків. Ті дефекти, що знаходились всередині зразків і не мали контакту з приповерхневими шарами, практично не впливали на втомні характеристики сплаву.

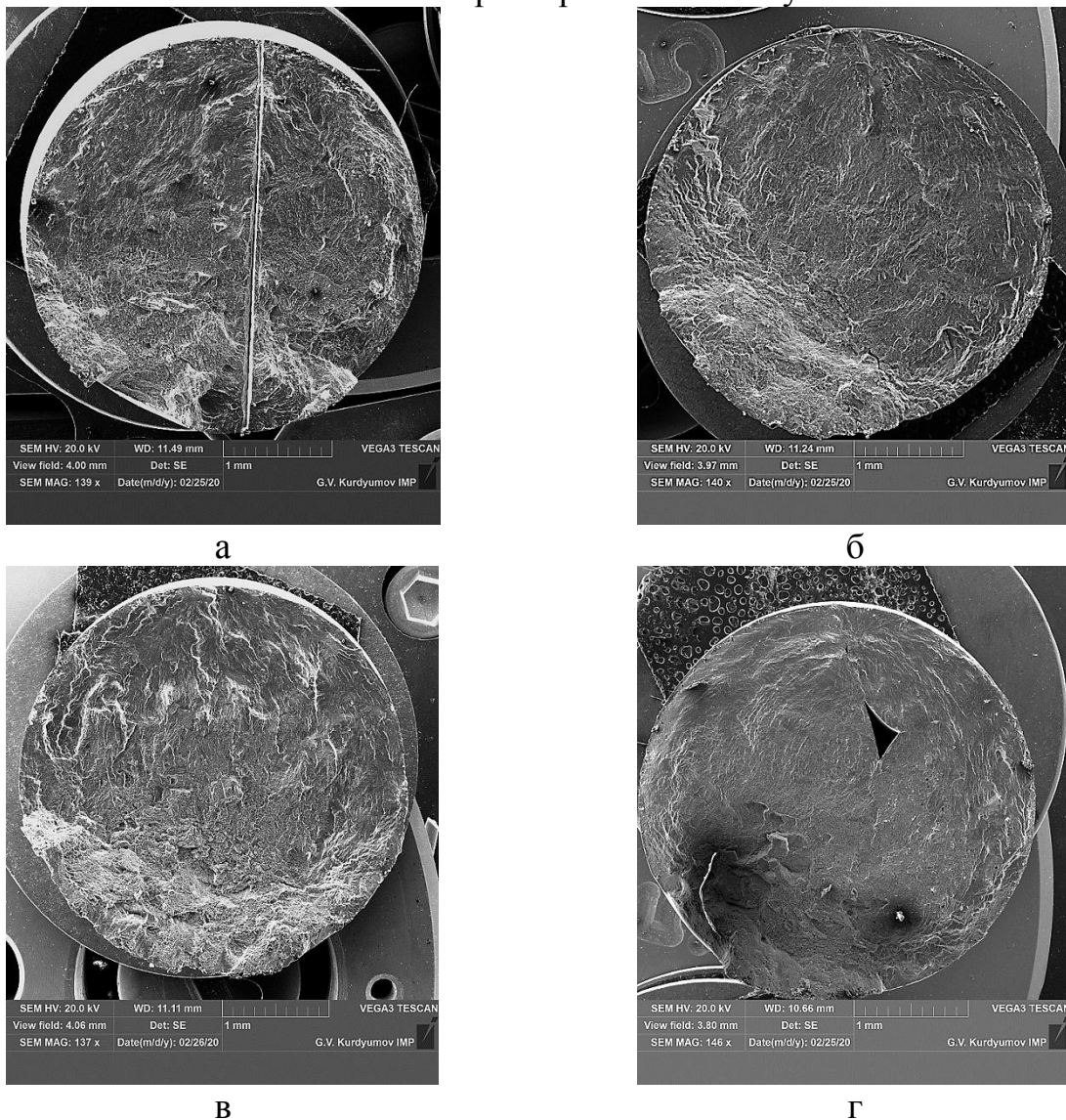
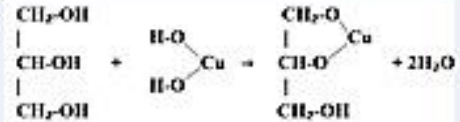
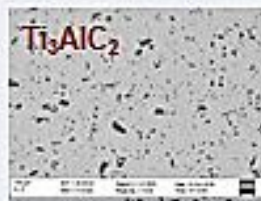


Рис. Поверхня руйнування зразків після втомних випробувань: а — вертикальний непроплав між шарами ($S=540$ МПа, $N=23000$); б — зразок без макродефектів ($S=610$ МПа, $N=310000$); в — непроплави в площині руйнування, що виходять на поверхню зразка ($S=635$ МПа, $N=220000$); г — макродефект всередині зразка ($S=730$ МПа, $N=1250000$) (О.І. Дехтяр та ін., ІМФ НАНУ)

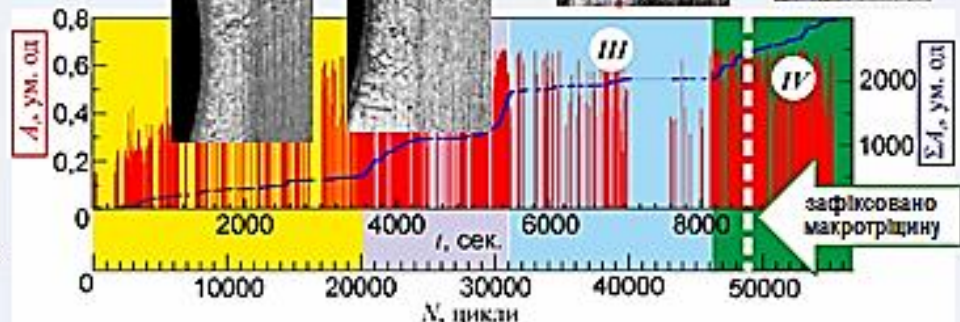
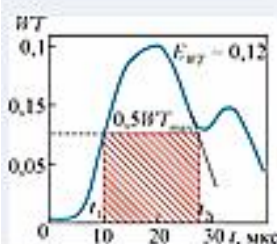
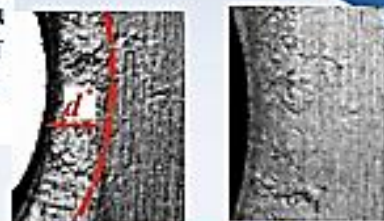
Спільно з науковцями ІНМ НАН України створено матеріал на основі МАХ-фази Ti_3AlC_2 . Наноламінатна порувата структура цього матеріалу забезпечує підвищені характеристики зносотривкості, електропровідності та стійкості до впливу електричної дуги. Для мінімізації зношування триборари «МАХ-фази Ti_3AlC_2 – мідь марки М1» запропоновано просочувати порувату структуру Ti_3AlC_2 10%-ним водним розчином гліцерину. На цій основі запропоновано нову конструкцію вставки пантографа трамвая, що пройшла дослідно-промислову перевірку на маршрутах, які обслуговує ЛКП "Львівелектротранс". Встановлено, що розроблена вставка в умовах сухого тертя за зносостійкістю у 2,7 рази переважає традиційну з алюмінієвого сплава за використання спеціального змащування



Рішення про видачу патенту: "Матеріал для струмознімальних елементів пантографів електротранспорту" а201904101 від 18.04.2019р.

1

Розроблена методика моніторингу накопичення мікропошкоджень на ранніх стадіях втоми алюмінієвих сплавів та їх зварних з'єднань на підставі аналізу параметрів сигналів акустичної емісії, за якими ідентифіковано: інкубаційний період утворення мікротріщин, період формування системи і критичної кількості мікротріщин, інкубаційний період формування макротріщини та початкову стадію її росту.



$$E_{WT} = \int_{t_1}^{t_2} |WT_a(t)|^2 dt$$

енергетичний параметр

Сер. ампл., мВ	0,32	0,42	0,51	0,49
Сер. інтерв., сек.	1,91	0,61	6,3	0,85
Частоти	280, 410	210, 250	180...320	280, 300
E_{WT}	0,014...0,06	0,032...0,1	0,03...0,12	0,1...0,2

2

(О.П. Осташ та ін., ФМІ НАНУ)

Створено модель динамічного розсіяння рентгенівських променів у монокристалах з дислокаціями. Показано, що для невеликих концентрацій дислокацій значення статичного фактору Кривоглаза–Дебая–Валлера відрізняється від значень, які передбачаються кінематичною теорією. Одержано співвідношення, що пов'язують між собою повну інтегральну інтенсивність динамічної дифракції та концентрацію і інші параметри хаотично розподілених дислокацій. На основі створених моделей проведено розрахунки концентрації та інших параметрів хаотично розподілених дислокацій у монокристалах CdTe. Досліджено дві можливі системи дислокацій, які складаються з двох наборів повних 60-градусних дислокацій і часткових дислокацій Франка. Визначено густину дислокацій, що забезпечує відповідність між експериментальними та розрахованими картами розподілу випромінювання у оберненому просторі. (В.Б. Молодкін, В.В. Лізунов, Я.В. Василик, ІМФ НАНУ у співпраці зі співробітниками ЧернівНУ МОНУ)

Встановлено особливості та фізичну природу обумовлених ними можливостей цілеспрямованого впливу взаємопов'язаних варіацій різних умов експерименту на зміни вибіркості чутливості азимутальної залежності повної інтегральної інтенсивності динамічної дифракції до різних типів дефектів у монокристалах. Зокрема, показано, що для випадку геометрії динамічної дифракції за Бреггом з'являється можливість практично повного виключення внеску в повну інтегральну інтенсивність динамічної дифракції від дифузного розсіяння на великих дефектах. Для цього розміри дефектів повинні бути такими, щоб напівширина піку кутового розподілу дифузно розсіяних на них рентгенівських променів була б досить малою, що привело б до повного перекриття всього піку цього дифузного розсіяння кутовою областю прояву динамічного ефекту повного відбивання (столика Дарвіна). При цьому ширина столика Дарвіна обернено пропорційна довжині екстинкції, яка, в свою чергу, для забезпечення можливості реалізації встановленого ефекту повинна бути обрана досить малою (меншою за розмір дефектів). Цього можна досягти, наприклад, шляхом підбору джерел рентгенівського випромінювання з максимально можливо великими довжинами хвиль та використанням рефлексів з малими індексами Міллера. В результаті забезпечено додаткові чутливість та інформативність фазоваріаційної структурної багатопараметричної неруйнівної діагностики монокристалічних систем з дефектами декількох типів. (В.Б. Молодкін, Г.І. Низкова, В.В. Лізунов, А.О. Білоцька, Т.П. Владімірова, О.В. Решетник, Я.В. Василик, ІМФ НАНУ разом із В.П. Кладько, ІФНп НАНУ)

Уперше всесторонньо досліджено область рентгеноакустичних взаємодій з довгохвильовим ультразвуком: вивчено акустичні аспекти, пов'язані із створенням пружних деформацій в кристалах, а також особливості рентгенівської дифракції в умовах повільно змінних по просторовій координаті та швидко і періодично в часі деформацій кристалічної ґратки, в тому числі, експериментально знайдено і теоретично інтерпретовано існування сильної просторової мо-

дуляції пружних деформацій, які накладаються на класичний напівхвильовий розподіл. На основі вивчення впливу ультразвуку на криві дифракційного відбиття від поверхні в нітридних наноструктурах GaN/Al_{0.2}Ga_{0.8}N, в яких збуджувалася акустична хвиля, встановлено, що основним механізмом дії ультразвуку є акустодформаційний, який пов'язаний з перебудовою метастабільних DX-центрів (фонова донорна домішка Si). Показано, що процес релаксації ультразвукового впливу має гістерезисний вигляд. (В.П. Кладько, ІФНп НАНУ)

Досліджені структурні та електрофізичні характеристики гетероструктур ZnO/Si, осаджених магнетронним розпиленням із легованої алюмінієм мішені ZnO. Встановлено, що бар'єр ZnO/Si становить близько 0,66 eV і залежить від температури відпалу імплантованих структур. Діодні структури з прозорим електродом (ITO/ZnO/Si/Al) мають світлочутливість у широкій спектральній області 0,4–2,5 мкм. Механізми світлочутливості в різних спектральних смугах вимагають подальшого уточнення. Показано, що нанесення плівки методом магнетронного розпилення та утворення при цьому її різноманітної морфології впливає на фотоелектричну поведінку структур ZnO/Si. Встановлено, що величина фотоелектричної провідності в осаджених магнетроном шарах ZnO залежить від їх товщини: для менших товщин вона має приблизно в 3 рази більше значення порівняно з такою, що має більшу товщину, і це корелює із змінами мікроструктури плівок. Відповідно сповільнюється поверхнева фотоелектрична провідність (ПФП), демонструючи час затухання порядку 10 мкс при малій товщині плівки та 100 мкс при перевищенні ≈ 70 нм. Ці результати можна інтерпретувати з точки зору центрів рекомбінації та захоплення носіїв у плівці та на границі ZnO/Si, концентрація яких змінюється залежно від товщини плівки. Зокрема, встановлено, що збільшення розміру зерна та щільності зерна впливає на склад та концентрацію активних рекомбінацією дефектів на межі зерен, які змінюють швидкість рекомбінації носіїв. Уловлювання носія на поверхні зерна або границях розділу може домінувати над швидкими процесами рекомбінації носіїв, що також збільшує час спаду фотоелектрики. Крім того, показано, що формування гетероструктури *p*-NiO/*n*-ZnO/Si збільшує величину фотопровідності в декілька разів, і скорочує затухання ПФП. Це можна ефективно використовувати у виробництві швидких світлочутливих елементів. (В.П. Кладько, ІФНп НАНУ)

Розроблено методику визначення профілів розподілу деформації та компонентного складу в градієнтних Al_xGa_{1-x}N структурах по глибині, яка дозволяє калібрувати швидкість росту та компонентний склад даних структур та досліджувати зміни деформаційного та дефектного станів у них після іонної імплантації. (В.П. Кладько, ІФНп НАНУ)

Науково-дослідну роботу було присвячено дослідженням радіаційної фізики сплавів та полімерних нанокомпозитів, встановленню механізмів гетеросоціації лікарських препаратів з білками та впливу на них золотих і магніточутливих наночастинок, з метою створення прототипів протипухлинних проліків. 1) Встановлено, що опромінення високоенергетичними електронами сплаву Fe–Cr супроводжується перебудовою близького порядку, що впливає на вакансійне

розпухання. 2) Встановлено характеристики адсорбції гемцитабіну на магнітних частинках Fe_3O_4 , визначено роль біосумісних функціоналізованих шарів, що покривають поверхню магнетиків. Визначено параметри зв'язування доксорубіцину, гемцитабіну, цефтриаксону з бичачим сироватковим альбуміном, як транспортним білком лікарських засобів. Виконано докінг-моделювання в зазначених системах. Для комплексів доксорубіцину з білками альбуміну показано, що присутність золотих наночастинок різної форми призводить до зниження параметрів зв'язування внаслідок кон'югації протипухлинного препарату з наночастинками (рис.).

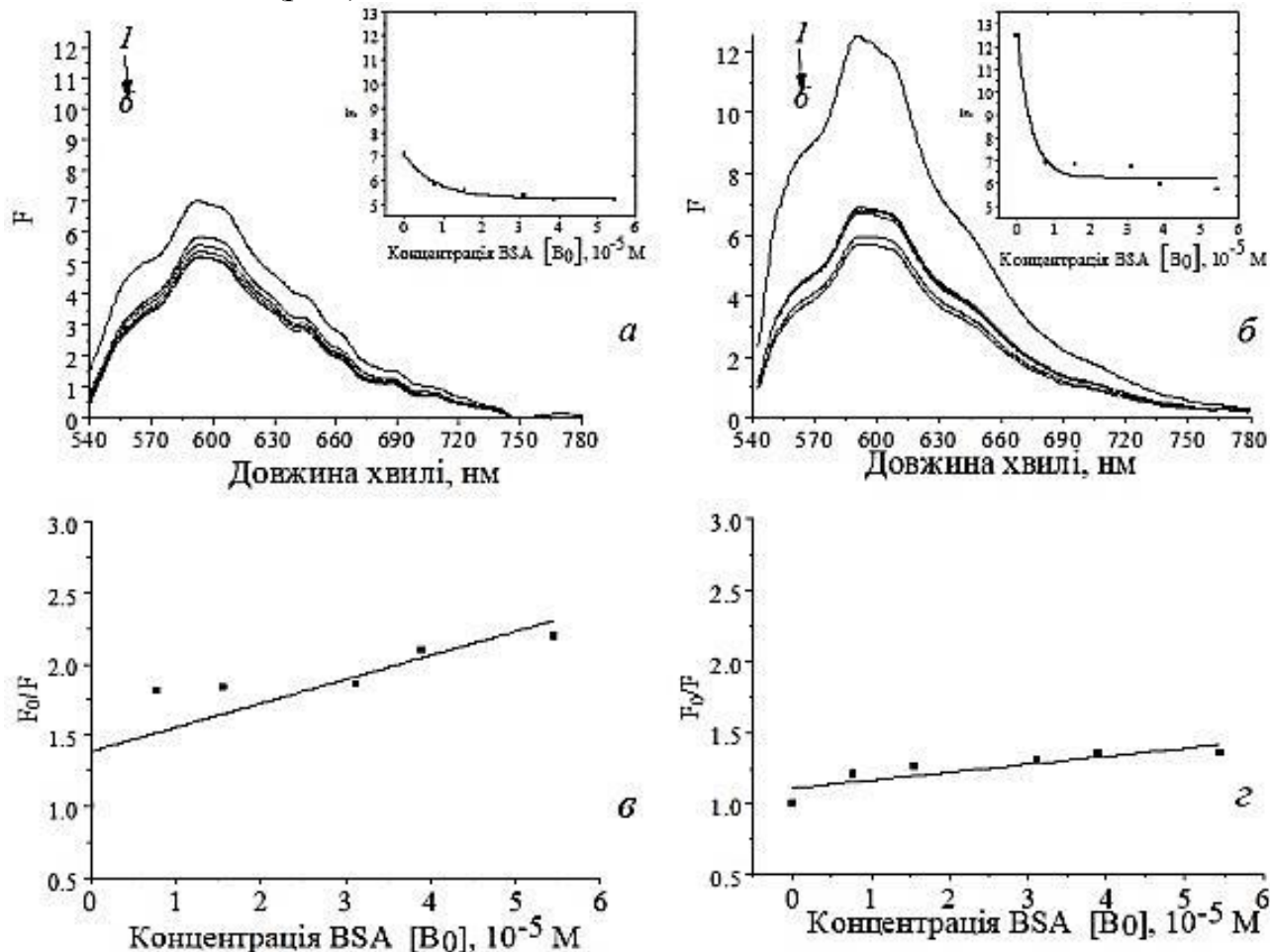
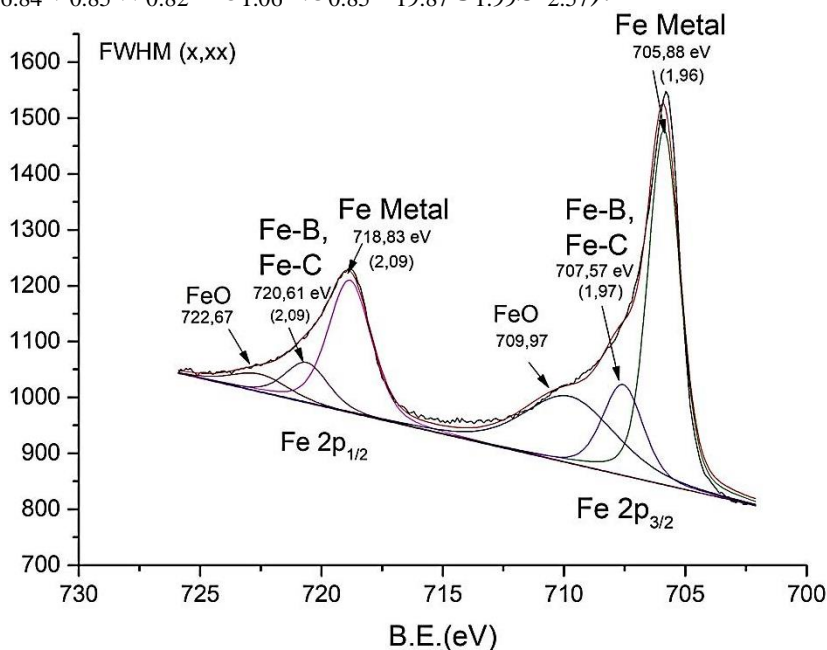


Рис. Спектри флуоресценції розчинів у воді DOX-BSA-AuNPs (на вставках наведено залежності інтенсивності ФЛ від концентрації BSA $[B_0]$ в обмеженому діапазоні поблизу максимуму флуоресценції DOX, $\lambda_{36}=532$ нм, $=25^\circ C$) (а,б) залежності Штерна–Фольмера для відповідних розчинів (в,г), отриманих безпосередньо (а,в) та через 3 дні (б,г) після виготовлення. (М.П. Куліш, КиївНУ МОНУ)

У результаті комплексних досліджень впливу умов синтезу методом золь-гель автоспалювання на структуру, морфологію та магнітні властивості нанорозмірних літєвих феритів-шпінелей встановлено роль заміщення іонами кобальту, нікелю та магнію на покращення властивостей синтезованих матеріалів і можливостей пристосування їх для конкретних практичних застосувань. Зокрема виявлено, що заміщення іонами кобальту призводить до трансформації структури від упорядкованої шпінелі просторової групи $P4_32$ до розупорядкованої просторової групи $Fd3m$. При цьому ріст ступеня заміщення призводить

до трансформації матеріалу з магнітом'якого в магнітожорсткий, а також відповідно має місце зростання температури Кюрі, намагніченості насичення і зменшення коерцитивної сили. При заміщенні іонами нікелю виявлено зв'язок між зміною типу провідності і магнітними характеристиками. Зокрема, перехід від *p*- до *r*-типу провідності досліджуваних зразків супроводжується різким падінням величини намагніченості насичення від 84,1 етм /g (при $x=0,2$) до 28,4 етм /g ($x=0,6$). Зміна електричної провідності в Li–Ni феритах з температурою представлена на основі вузькозонного механізму провідності і пов'язана з формуванням малих поляронів. У випадку заміщення літєвого фериту іонами магнію встановлено немонотонну залежність магнітних характеристик від вмісту допованих іонів. Показано, що поєднання умов синтезу і кількості та типу заміщених іонів дозволяє планомірно змінювати фізичні властивості синтезованого матеріалу. (Б.К. Остафійчук, ПрикНУ МОНУ)

Методом рентгенівської фотоелектронної спектроскопії досліджено зразки об'ємно металевих стекел на основі заліза. Встановлено, що для приповерхневих шарів зразків характерна наявність значного окисненого поверхневого шару на глибину до 200 нм. В об'ємі стрічки виявляється присутність карбіду та бориду заліза, а також кисень в малій кількості. Оскільки для металевих сплавів, як правило, міжатомна відстань Fe–метал ($Me = Ni, Co, Mo, Al, Si$) більша за відстань Fe–B та близька до відстані Fe–Fe, то дифузія призводить до того, що атоми *Me* при формуванні кристалічної структури займають місця атомів Fe, що є одним з можливих механізмів поверхневої сегрегації. Карбон на поверхні досліджуваних сплавів знаходиться в основному в окисненому стані, в той час як в об'ємі він існує у вигляді сполук із B і Fe (див. рис., де зображено рентгенівські фотоелектронні спектри Fe 2*p* сплаву $Fe_{61.37}Cr_{3.78}Co_{6.84}V_{0.85}W_{0.82}Mo_{1.06}Nb_{0.85}B_{19.87}C_{1.99}Si_{2.57}$).



(В.Л. Карбівський, ІМФ НАНУ)

Запропоновано теоретичну модель для опису тенденцій до формування локальних ділянок однорідного магнітного упорядкування в бінарних стопах

заміщення з сильними електронними кореляціями, в яких тип та розмір таких областей визначаються переважно змінами електронної структури. Показано, що навіть за незмінних величин електронної концентрації та потенціалу кулонівського відштовхування електронів можливі зміни типу й розмірів областей однорідної намагніченості (а також обмеження на допустимі типи магнітного упорядкування порівняно з однокомпонентними системами) за рахунок лише зміни концентрації компонентів стопу. Поведінка багатокомпонентних магнітних кристалів є суттєво більш складною, а її опис має враховувати основні аспекти взаємочину атомної та магнітної підсистем. Встановлено, що основною рисою магнітних фазових діаграм бінарних стопів є порушення їх симетрії як відносно половинного заповнення зони, так і відносно рівної концентрації компонентів стопу. Одержані результати можуть бути основою удосконалення та розвитку експериментальних підходів до діагностики магнітних стопів, зокрема, розширення можливостей нейтронографії та адаптації для цих цілей унікального методу позитронної спектроскопії, який дозволяє в рамках єдиного експерименту одержувати інформацію як про структуру матеріалу, так і про його електронні властивості.

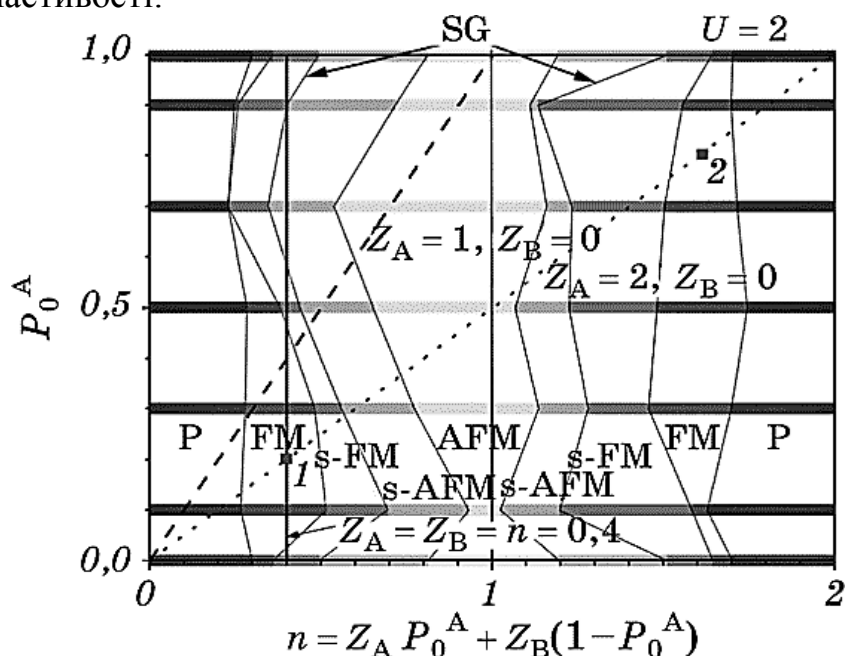


Рис. Магнітна фазова діаграма бінарних стопів заміщення з сильними електронними кореляціями у змінних «концентрація компонента А–електронна концентрація» ($P_0^A - n$). В одиницях напівширини енергетичної зони чистого ОЦК-кристалу з атомів типу А потенціал домішкового розсіювання $W = -0,1 W$, а потенціал кулонівського відштовхування електронів з протилежними спінами на одному вузлі $U = 2$; Z_λ — валентність атома сорту $\lambda = A, B$ у перерахунку на одну ефективну зону. Вертикальна лінія при $n = 0,4$ та похилі штрихова і точкова лінії, що починаються в нулі, відповідають стопам, в яких змінюється концентрація P_0^A за різних значень Z_A і Z_B . Тут AFM і s-AFM позначають відповідно повне і неповне антиферромагнітне впорядкування локалізованих магнітних моментів на сусідніх вузлах, FM і s-FM — повне і неповне ферромагнітне впорядкування, SG — перехідну область, що відповідає стану спінового скла, P — парамагнітну фазу, яка характеризується нульовими значеннями локалізованих магнітних моментів. (Є. Г. Ленъ, В. В. Лізунов, Т. Д. Шатній, М. В. Ушаков, Є. А. Цалко, ІМФ НАНУ)

Досліджено вплив різних механічних методів обробки поверхні, таких як фінішна обробка поверхні (ФОП), шротоструменева обробка (ШСО), ультразвукова обробка шротом (УЗОШ) та ультразвукова ударна обробка (УЗУО) на топографію поверхні, пористість, твердість та залишкове напруження лопаток турбіни, виготовлених адитивним методом селективного лазерного плавлення (СЛП) з використанням порошку сплаву на основі нікелю Inconel (IN718). У порівнянні зі станом, побудованим СЛП, шорсткість поверхні ($Sa = 5,27$ мкм) зразків після обробки відповідно зменшилась на 20,6%, 26,2% та 57,4% після процесів ФОП, УЗОШ та УЗУО. Поверхнева мікротвердість адитивно створеного зразка (~ 390 $HV_{0,025}$), була збільшена після ФОП (на 14,2%), УЗОШ (на 23,8%), УЗУО (на 50%) та ШСО (на 66,5%). Залишкова пористість адитивно створеного зразка була зменшена на 23,1%, 40,6%, 55% та 84% після процесів ФОП, ШСО, УЗОШ та УЗУО, відповідно. Усі механічні обробки поверхні успішно трансформували залишкові напруження розтягу, що утворюються у адитивно створеному зразку, на залишкові напруги стиснення (200–510 МПа). Товщина загартованих, ущільнених і стиснених приповерхневих шарів коливається від ~ 80 мкм після ФОП до ~ 140 мкм після УЗОШ і ~ 180 мкм після процесів ШСО і УЗУО. Порівняння вказаних механічних обробок поверхні зразків IN718, створених методом СЛП, проведено на основі аналізу накопиченої впродовж оброблення механічної енергії. (Б.М. Мордюк, Г.І. Прокопенко, ІМФ НАНУ, Д.А. Лесик, В.В. Джемелінський, НТУУ «КПІ» МОНУ)



Ефективність механічних методів обробки поверхні для поліпшення характеристик адитивно створеного зразка лопатки турбіни із сплаву Інконель 718. Маркер «0» вказує на вихідний стан після селективного лазерного плавлення, а маркери «1»–«4» показують градацію відносної ефективності використаних методів.

За допомогою імпульсної УЗ установки на частотах 10-30 МГц здійснено прецизійні вимірювання об'ємних швидкостей УЗ (v_{ij}) в ортогональних напрямках на трьох ділянках зразків сплавів медичного призначення $51Ti31Zr18Nb$, $51Ti31Zr10Nb8Ta$, $51Zr31Ti18Nb$ та $51Zr31Ti10Nb8Ta$ в литому стані. За результатами вимірювань v_{ij} , а також густини (ρ), отримано кількісні дані про просторовий розподіл у зразках модулів Юнга (E), зсуву (G), всебічного стиснення (B), коефіцієнта Пуассона (η) та співвідношення П'ю (B/G), яке характеризує пластичність матеріалу. Встановлено, що досліджені сплави є суттєво

просторово неоднорідними та анізотропними. Зокрема, для модулів E та G на окремих ділянках зразків ці величини досягали від 10% до 20%, а для коефіцієнта Пуассона до 30%. Значення ν_{ij} на різних ділянках зразків, усереднені для ортогональних напрямків та за об'ємом, використано для обрахунку відповідно усереднених модулів E , G , B , коефіцієнта Пуассона η та співвідношень B/G та G/B . По значенням усереднених за об'ємом модуля G , співвідношення $k=G/B$ та коефіцієнта Пуассона η обраховано твердість за Віккерсом $HV=0.92k^{1.137}G^{0.708}$ та характеристику пластичності за концепцією Ю.В. Мільмана $\delta H=14.3(\eta-2\eta^2)HV/E$. Визначено вплив концентрації складових у досліджених сплавах на зміни виміряних та розрахованих величин.

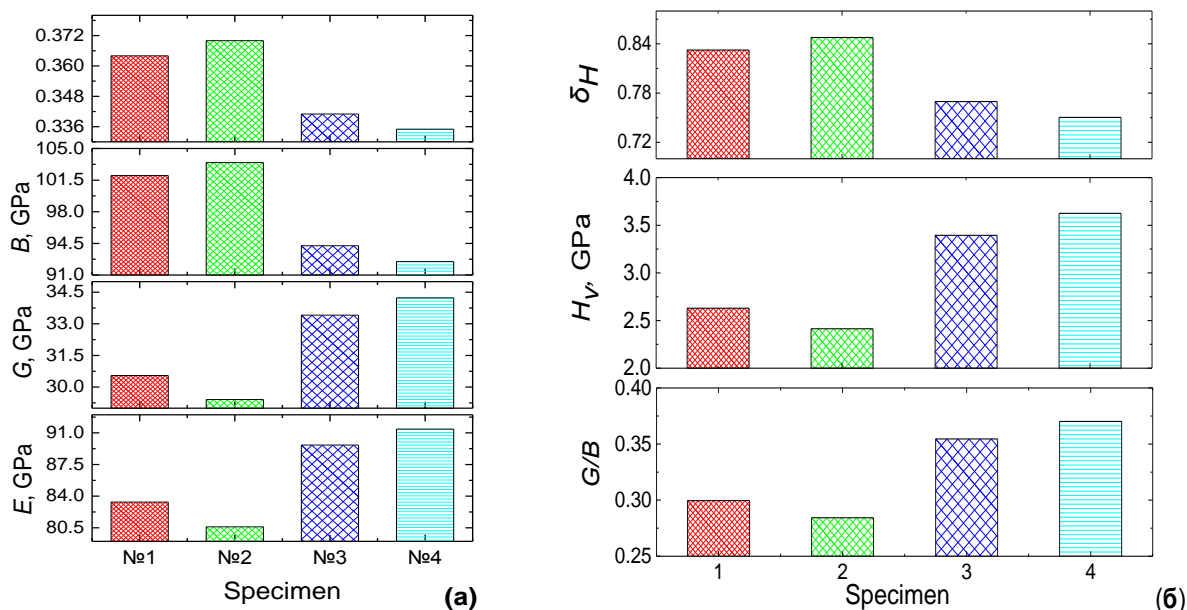


Рис. Значення усереднених за об'ємом модулів E , G , B , коефіцієнта Пуассона η (а) та співвідношення G/B , твердості за Віккерсом H_V і характеристики пластичності δ_H (б) для зразків сплавів 51Ti31Zr18Nb (1), 51Ti31Zr10Nb8Ta (2), 31Ti51Zr18Nb (3) та 31Ti51Zr10Nb8Ta (4)

Результати якісно узгоджуються з наявними літературними даними і пояснюються впливом на пружні та механічні властивості сплавів їх частковою залежністю від стану електронної підсистеми (концентрації валентних електронів, співвідношення електрон/атом). У підсумку проведених досліджень поряд із іншими результатами було відпрацьовано методологію отримання за допомогою використаного неруйнівного УЗ методу кількісної інформації про ізотропні пружні параметри неомогенних та анізотропних багатокомпонентних полікристалів на основі Ti та Zr, що є важливим для їх порівняння з результатами відповідних теоретичних розрахунків. (О.І. Запорожець, Б.М. Мордюк, В.А. Михайловський, А.А. Галкіна, М.О. Дордієнко, ІМФ НАНУ)

Вдосконалено автоматизовану імпульсну ультразвукову (УЗ) установку власної розробки та створено програмне забезпечення для кількісного неруйнівного контролю (НК) якості контактного зварювання металевих пластин. На рисунку наведено результат НК якісного та неякісного зварювання пари пластин із сплаву ВТ-6. Застосований метод дозволяє шляхом сканування з мінімальним кроком 7.5 мкм зварених пластин об'ємними УЗ хвилями визначати ко-

ординати та розміри дефектних ділянок об'єкту контролю з метою розбракування продукції та при технологічній та економічній доцільності повторного зварювання неякісних ділянок.

УЗНК ЯКОСТІ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТИН ІЗ СПЛАВУ ВТ-6

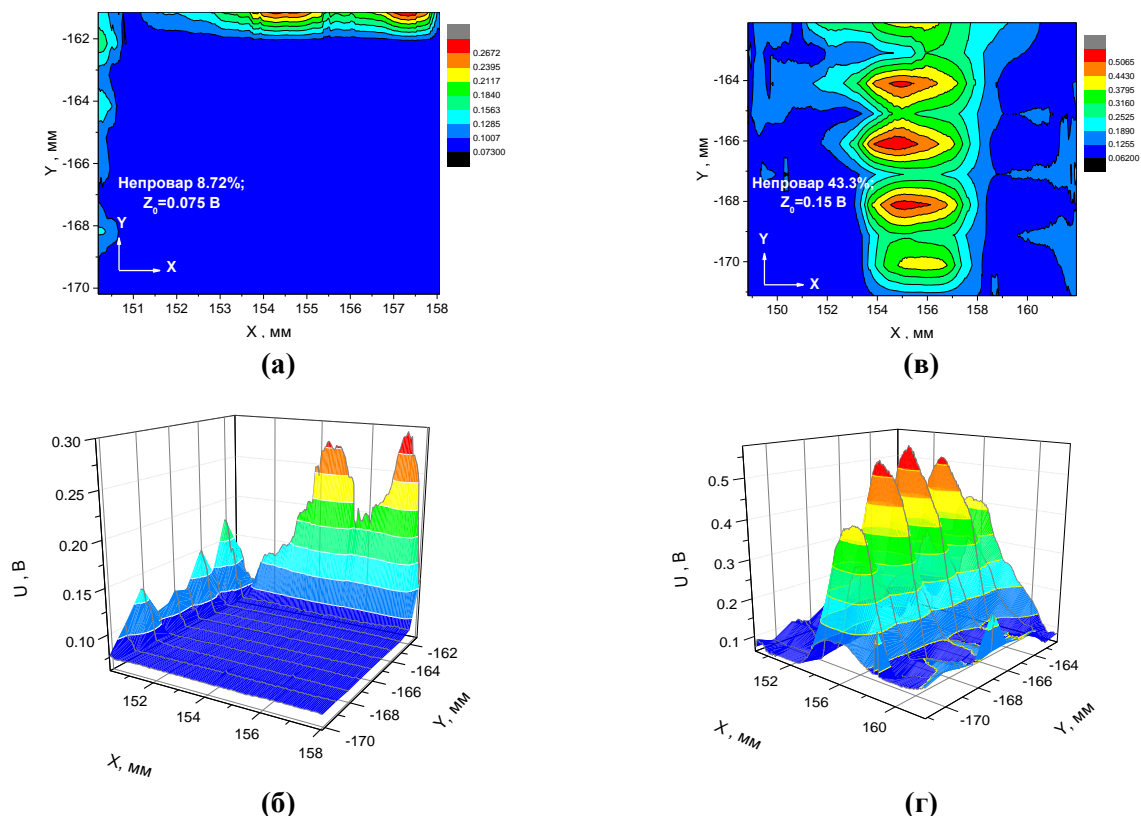


Рис. 2D та 3D зображення (а, в та б, г відповідно) результатів сканування УЗ променем пластин із якісним (а, б) та неякісним (в, г) зварюванням. Крок сканування 52.5 мкм: а, б — непровар 7.2% на краях; в, г — непровар 43.3% в центральній частині звареної пари

(О.І. Запорожець, М.О. Дордієнко, В.А. Михайловський, А.А. Галкіна, ІМФ НАНУ, А.І. Устїнов ІЕЗ НАНУ)

Отримано нові дані про особливості нерівноважних ростових процесів, задіяних у формуванні стовпчикових та нитковидних структур на основі нітриду галію методом плазмової молекулярної пучкової епітаксії. Встановлено оптимальні технологічні параметри для отримання напівпровідникових структур InN/GaN та GaN–AlN–GaN із заданими властивостями (розмір, кристалографічна орієнтація, розподіл внутрішніх деформаційних полів, полярність граней, вбудовані електричні поля). (І.В. Прокопенко, ІФН НАНУ)

Уперше фундаментально досліджено склад поверхні, хімічний стан атомів і електронну структуру для серії оксалатів перехідних металів $MeC_2O_4 \cdot 2H_2O$ ($Me=Mn, Fe, Co, Ni, Cu$) на основі рентгенівських фотоелектронних спектрів з високою роздільною здатністю для основних рівнів $Me\ 2p$ (Рис. 1), $C\ 1s$, $O\ 1s$, Оже-електронних спектрів $Me\ LMM$, $O\ KVV$, індукованих рентгенівским випромінюванням, і спектрів валентної зони. Проведено порівняння спектральних параметрів оксалатів MeC_2O_4 і відповідних оксидів MeO . Встановлено, що у серії оксалатів від MnC_2O_4 до CuC_2O_4 спін-орбітальне розщеплення $Me\ 2p_{1/2} - 2p_{3/2}$ та енергетична відстань між центром найбільш інтенсивного $Me\ 2p_{3/2}$ сате-

літа і основним піком, $\Delta BE(S1-Me)$, збільшуються майже лінійно із зростанням ефективного заряду ядра Z^* катіону для 2p електронної оболонки (Рис. 1). Енергетична відстань головного сателіту S1 від піку Me^{2+} в оксалатах виявилася меншою, а інтенсивність сателіту більшою, ніж ці параметри у відповідних оксидах MeO , що вказує на більшу ковалентність зв'язку $Me-O$ з оксалатним лігандом. Знайдено, що інтенсивність сателіту S1 в оксалатах і оксидах демонструє зворотню залежність від різниці електронегативностей $\Delta\chi$ ліганда і металу (Рис. 2), вказуючи на той факт, що сила зв'язку $Me-O$ (чи міра її ковалентності) є ключовим чинником в емісії фотоелектронів, що формують сателіт. Встановлено, що формування сателітів S1 і S2 відбувається за різними механізмами. Знайдено, що ступінь мультиплетного розщеплення в Me 2p, 3p та 3s спектрах оксалатів зменшується із зменшенням числа неспарених d-електронів в іоні Me^{2+} і також демонструє зворотню залежність від ковалентності ліганда. Встановлено, що на відміну від оксидів, вершина валентної зони оксалатів сформована переважно O 2p станами із зменшеною щільністю домішкових Me 3d станів, а на відстані 10–14 eV нижче рівня Фермі у валентній смузі оксалатів з'являється також аномально інтенсивна сателітна структура.

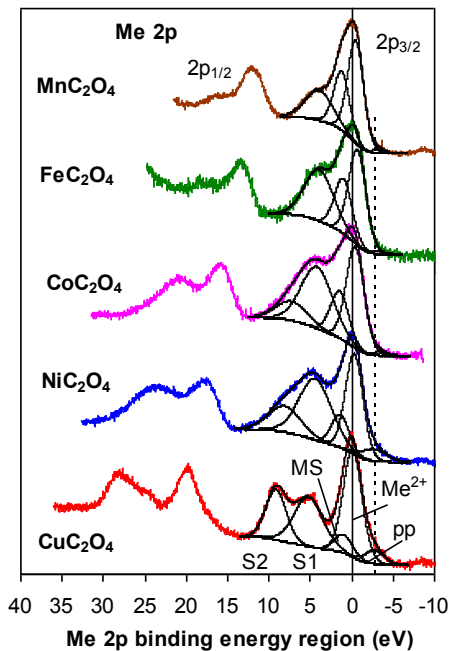


Рис. 1

(С.П. Ченакін, ІМФ НАНУ)

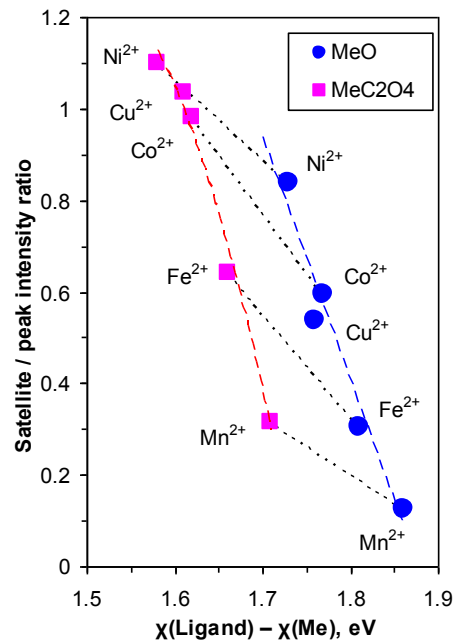


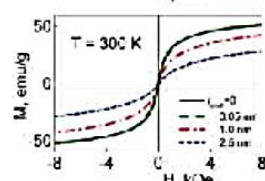
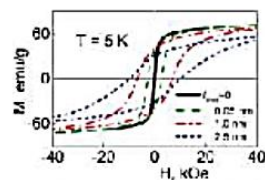
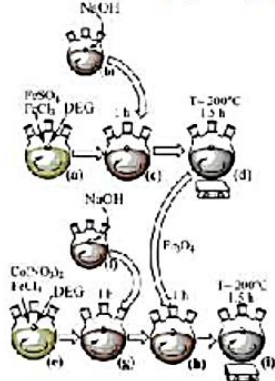
Рис. 2

«Наноструктуровані та аморфні матеріали»

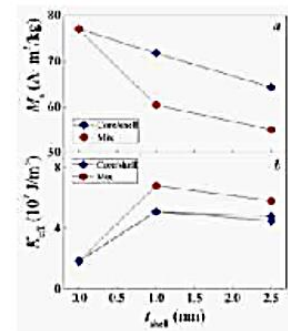
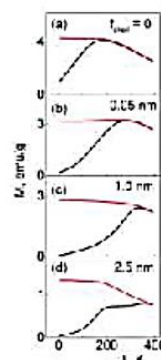
Розроблено методику синтезу наночастинок з архітектурою ядро/оболонка (core/shell) $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ з різною товщиною оболонки (0; 1,0; 2,5 нм). Проведено дослідження магнітних властивостей core/shell наночастинок $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ з товщиною ядра $\sim 6,3$ нм і змінною товщиною оболонки (0; 1,0; 2,5 нм) та механічних сумішей наночастинок Fe_3O_4 і CoFe_2O_4 у співвідношеннях, що відповідають концентраціям компонентів наночастинок ядро/оболонка. Проведено дослідження магнітних властивостей core/shell наночастинок та їх механічних сумішей. Показано, що core/shell наночастинок набувають нових характеристик (величина питомих втрат потужності, намагніченість), які не характерні ні для ядра (Fe_3O_4), ні для оболонки (CoFe_2O_4), ні для механічної суміші на їх основі, що робить їх перспективними для біомедичного використання.

Розробка композиційних біосумісних носіїв на основі наночастинок ядро/оболонка типу $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ і наночастинок церію, вуглецево-церієвих сумішей та композитів

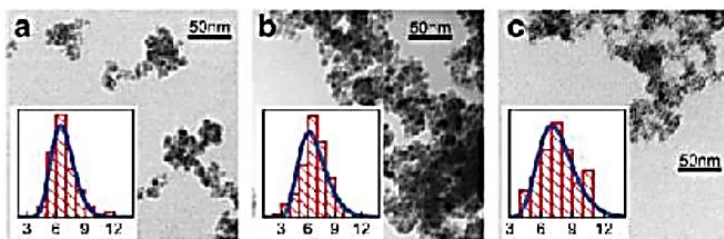
Схема синтезу core/shell наночастинок $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$



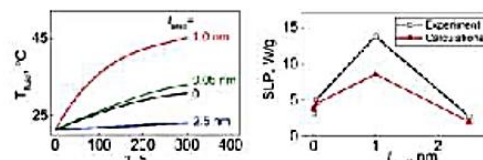
Залежності намагніченості насичення M_s від поля температури для core/shell наночастинок з різною товщиною оболонки CoFe_2O_4



Залежності намагніченості насичення M_s (а) та ефективної константи анізотропії K_{eff} (б) для механічних сумішей та core/shell наночастинок



ТЕМ-зображення core/shell наночастинок $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ $t_{\text{Fe}} = 0$ нм (а), 0,05 нм (б), 1 нм (с).



Залежності температури нагріву та питомих втрат потужностей для core/shell наночастинок

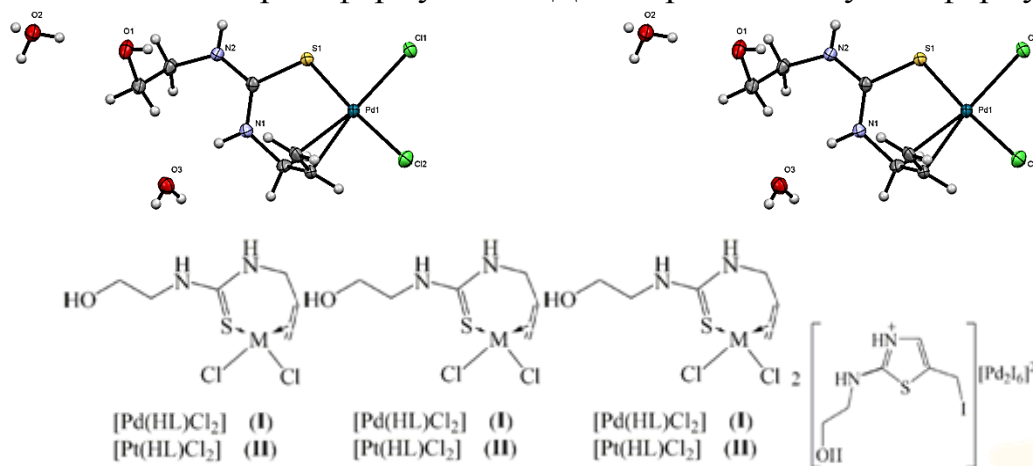
Опубліковані роботи:

1. Магнітні властивості композиційних наночастинок $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ з архітектурою ядро/оболонка // Український фізичний журнал 2020. Т. 65, № 10, С.895-904.
2. Biological Activity of Cerium Dioxide Nanoparticles. // Journal of Biomedical Materials Research Part A, (2020). 108, 1703-1712.
3. Some Effects of Nanohyperthermia on the Basis of Lanthanum-Strontium Manganites $(\text{La,Sr})\text{MnO}_3$ Nanoparticles as Heating Mediators. // Acta Scientific Cancer Biology, (2020). 4(3), 01-08.

(А.Г. Білоус, ІЗНХ НАНУ)

Досліджено комплексоутворення Pd та Pt з N-алілзаміщеними карботіоамідами. В результаті синтезовано ряд пі-комплексів з хлоридними, бромідними та йодидними аніонами в координаційному оточенні металу. Встановлено, що незалежно від співвідношення вихідних компонентів, взаємодія тіосечовини HL з іонами металів призводить до утворення комплексів лише у співвідношенні $M:L = 1:1$, що обумовлено сильним «ефектом анти симбіозу в транс-впливі Пірсона». На нашу думку, зміна аніонів від хлоридів до йодидів може вплинути на швидкість зв'язування даних сполук з молекулами ДНК. В подібних умовах

отримати π -комплекс Pd(II) з йодид-аніонами в координаційній сфері було неможливо, так як у присутності йодид-іонів і кислого середовища відбувається циклізація ліганду з формуванням гідроксиетиламіно-йодометил-тіазоліуму та утворенням іонного асоціанта VI. Структура синтезованих комплексів досліджена методом РСА. Проведений молекулярний докінг показав, що синтезовані комплекси зв'язуються із N7 атомом азоту гуанінового кільця в ДНК, а його ліганд знаходиться поблизу β -складки Dро ДНК-полімерази. Досліджено взаємодію синтезованих комплексів з молекулами ДНК у ізольованій модельній системі - ДНК/металлокомплекс методом електрофорезу в агарозному гелі. Встановлено, що при концентраціях 50 і 25 мкг / мл всі комплекси повністю взаємодіють з ДНК плазмиду, що є передумовою їх протипухлинної активності. Серед платинових комплексів найактивнішими виявились йодидні π -комплекси, а серед паладієвих комплексів – найактивнішим виявився бромідний π -комплекс, який аналогічно платиновому йодидному комплексу при всіх концентраціях практично повністю трансформувал SC ДНК в релаксовану ОС-форму ДНК.



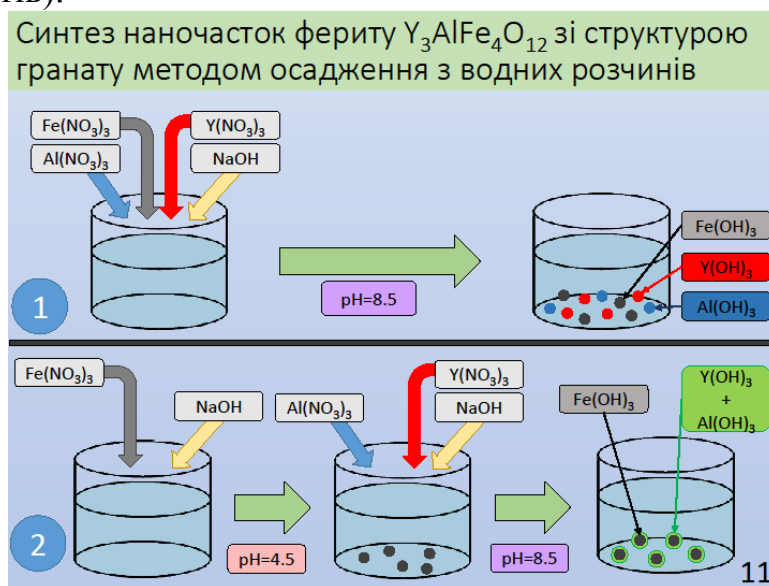
(В.І. Пехньо, ІЗНХ НАНУ)

За допомогою зонних розрахунків у моделі FLAPW (the full-potential linearized augmented-plane-wave) з'ясовано роль взаємних атомних заміщень у формуванні енергетичних, зарядових та спінових характеристик сплавів Гейслера $MMnSb$ ($M = Co, Ni, Cu$). Виявлено, що їх основний стан (з найбільшим значенням когезійної енергії) реалізується в разі розташування атомів M в кристалографічних позиціях з тетраедричним атомним оточенням, а їх заміна марганцем або сурмою сприяє виникненню енергетично високоебуджених метастабільних фаз. Обмін атомами між позиціями, які формують підгратку типу $NaCl$, не призводить до змін в енергетичних характеристиках та у електронній будові сплавів. Сплави з кобальтом та нікелем в основному енергетичному стані є напівметалами (half-metallic), що є важливою властивістю яка необхідна для технологій створення матеріалів пристроїв спінтроніки (спінові вентиля, спінові транзистори, сенсори магнітного поля, елементи магнітної пам'яті тощо); сплави з міддю та фази в метастабільному стані — металами. Для всіх сплавів найбільший магнітний момент зосереджено на атомах марганцю.

(В.М. Уваров, С.А. Беспалов, М.В. Уваров, ІМФ НАНУ)

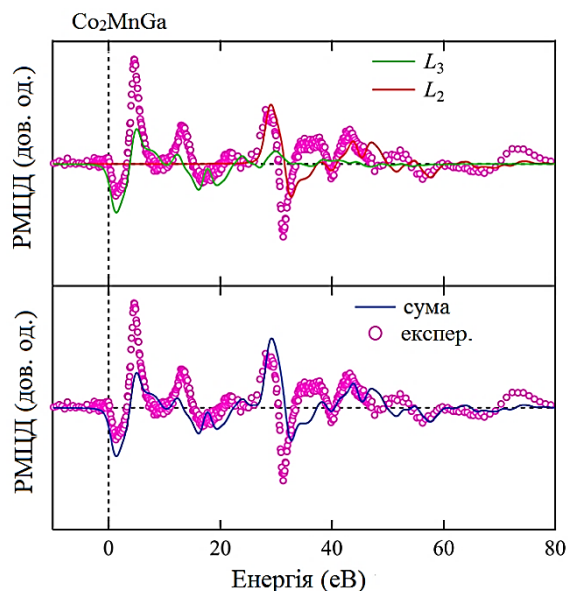
Показано можливість синтезу нанорозмірних частинок фериту зі структурою гранату $Y_3AlFe_4O_{12}$ методом осадження з водних розчинів при постійному

значенні рН в процесі осадження. Встановлено, що в залежності від послідовності осадження компонентів осади характеризуються різним коефіцієнтом фільтрації. При одночасному осадженні гідроксидів Fe та Al коефіцієнт фільтрації втричі більший в порівнянні з випадком одночасного осадження всіх гідроксидів металів. Показано, що синтезовані осади є аморфними, а утворення кристалічних частинок відбувається в одну стадію після термообробки при температурі 800°C, при цьому частинки є нанорозмірними та мають середній розмір 50-70 нм. На основі отриманих наночастинок було синтезовано керамічні зразки та встановлено, що вони спікаються при відносно низькій температурі (1350-1400°C), та характеризуються високою густиною і електрофізичними властивостями, які не поступаються відомим в літературі, що дозволяє використовувати запропоновану методику для промислового використання (виробництво НВЧ феритів).



(А.Г. Білоус, ІЗНХ НАНУ)

На основі *ab initio* розрахунків у рамках теорії функціонала густини (DFT) встановлено, що експериментальний Ga (Ge) $L_{2,3}$ спектр рентгенівського магнітного циркулярного дихроїзму (РМЦД) для тонких плівок сплавів Гейслера Co_2MnGa (рис.) та Co_2MnGe можна якісно пояснити як суму різниць між спін-розщепленими парціальними густинами Ga (Ge) $4d$ та $4s$ вільних станів. Одержаний результат відкриває можливість нового підходу до (експериментального) визначення наявності спін-розщепленої парціальної густини станів над рівнем Фермі. Зокрема, цей (експериментальний) метод може бути розширений для застосування до магнітно-немагнітних багатшарових систем з метою ретельного вивчення електронних станів на інтерфейсі. На рисунку подано експериментальний та розрахований Ga $L_{2,3}$ спектр РМЦД для сплаву Гейслера Co_2MnGa . (В.М. Антонов, ІМФ НАНУ)



Запропоновано ідею описання взаємодії колоїдних частинок, виходячи з припущення, що колоїдні частинки є джерелами деформацій основного стану рідинного кристалу. Основний стан розподілу пружного поля суттєво відбирає можливі деформації і цим визначає особливості характеру взаємодії в рідинних кристалах. У рамках такого підходу передбачено Кулонівський характер взаємодії для великих частинок з дипольним розподілом директора в холестеричному рідинному кристалі, а також суттєву зміну характеру взаємодії малих частинок з квадрупольним розподілом директора в смектичному рідинному кристалі.

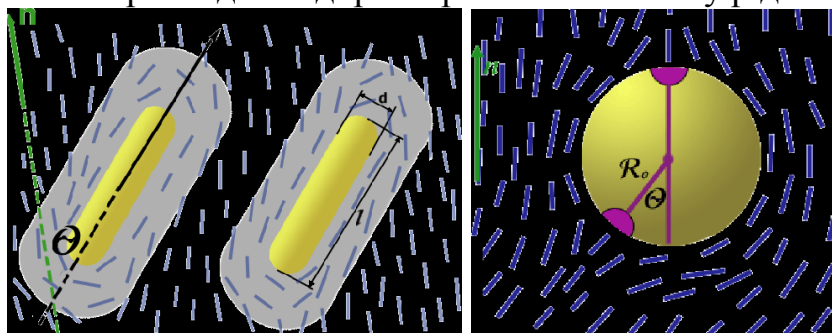


Рис. Ілюстрація появи Кулонівського типу взаємодії між колоїдними частинками в нематичному рідкому кристалі (Б.І. Лев, ІТФ НАНУ)

Створено потужне ербій-ітербієве оптоволоконне джерело лазерного випромінювання (1,54 мкм), з використанням якого в широкому часовому діапазоні (10^{-14} - 10^{-9} сек) вивчено часову динаміку розвитку нестационарних нелінійних оптичних явищ у функціональних оптичних конструкційних матеріалах та кінетику лазерної абляції мішеней із формуванням масивів наночастинок та нанокластерних фаз Si та благородних металів. Розвинутими оптичними та нелінійнооптичними методами здійснено їх діагностику.

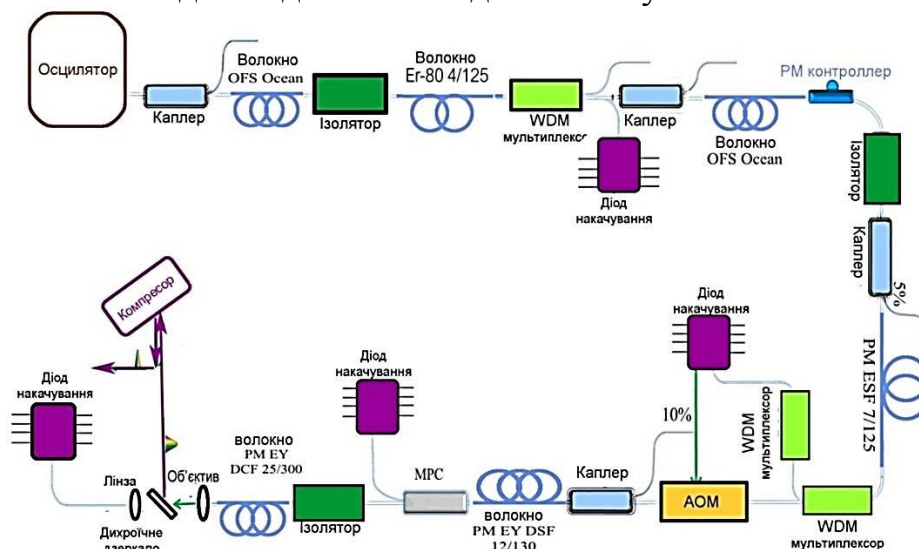


Рис. Блок-схема фемтосекундного волоконного лазера (І.В. Блонський, В.М. Кадан, ІФ НАНУ)

З використанням квантово-механічного формалізму Кубо–Грінвуда для чисельного розрахунку провідності за постійного струму було продемонстровано, що електротранспортні властивості графенового шару можуть бути адаптовані через комбінований вплив дефектів (точкових і лінійних розсіювачів) та дефор-

мації (одновісного розтягу та зсуву), які зазвичай присутні в графеновому зразку через особливості процедури його вирощування та при прилаштуванні зразка в пристроях. Вмотивовані двома експериментальними роботами (X. He et al. *Appl. Phys. Lett.*, **104** (2014) 243108; *ibid.*, **105** (2014) 083108), автори яких не виявили транспортну щілину навіть за великих деформацій (розтягу у 22,5% та зсуву у 16,7%), ми пояснили можливі причини цього із урахуванням графенового сприйняття деформації та дефектів. Транспортна щілина може таки виникнути через зигзагів розтяг або змішаний зсув графенового шару; та наявність дефектів може «перетворити» щілину у квазищілину. Висока чутливість деформаційних ефектів до напрямку та значення відносної деформації вимагає дотримання в експерименті як певних значень, так і напрямків зсуву або розтягу зразка, щоб спостерігати передбачуване розкриття його забороненої енергетичної зони.

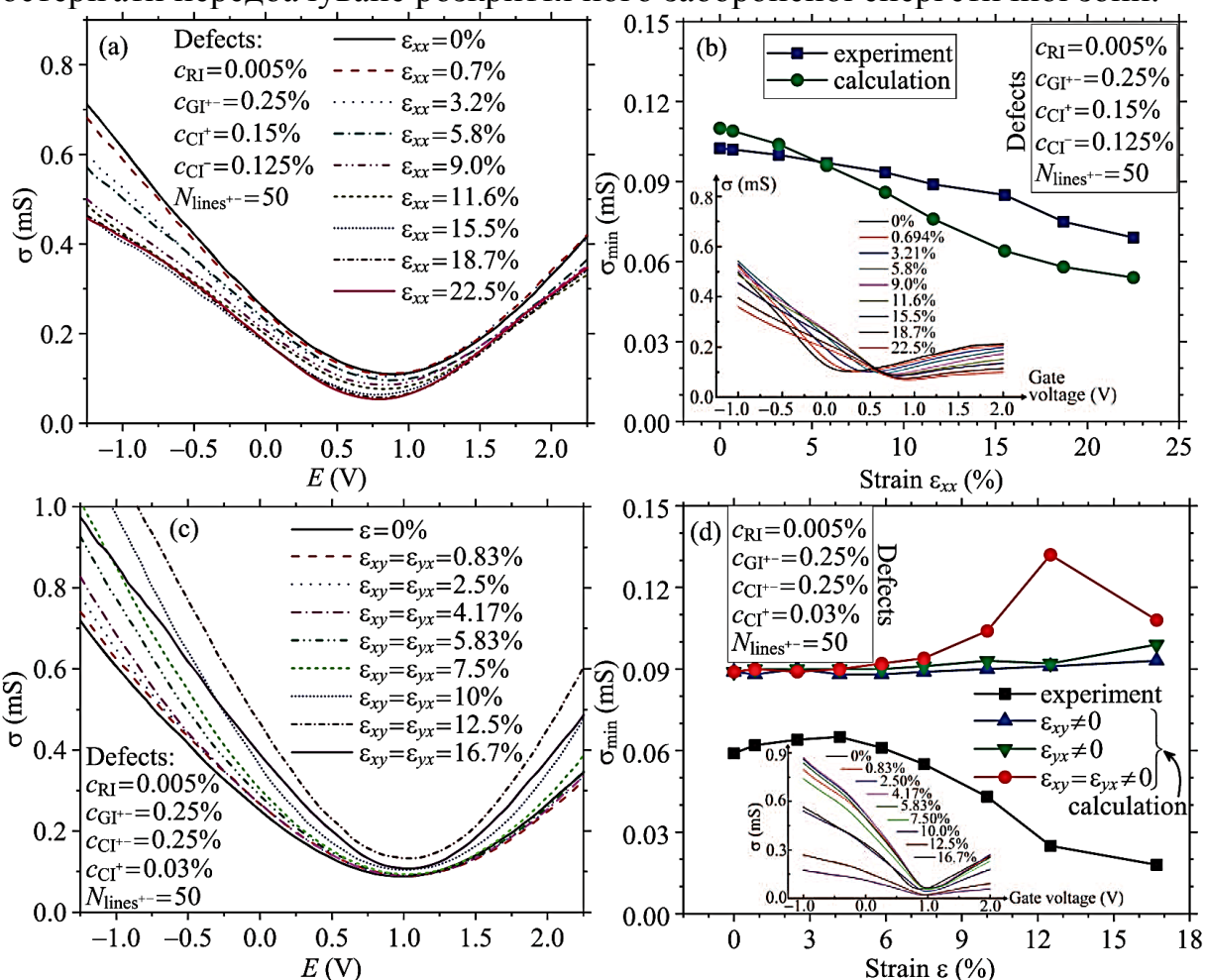


Рис. (а) Розрахована енергетична залежність провідності $\sigma = \sigma(E)$ для різних значень відносного розтягу уздовж зигзагового напрямку графенового шару з: $c_{RI} = 0,005\%$ резонансних домішок, $c_{GI^+} = 0,25\%$ позитивних і негативних домішок Гауссового типу, $c_{CI^+} = 0,15\%$ або $c_{CI^-} = 0,125\%$ позитивних або негативних домішок Кулонового типу відповідно, $N_{lines^+} = 50$ позитивними і негативними лінійними розсіювачами; (b) розраховані й експериментальні (добувані з графіків уставки) значення σ для Діракових точок (σ_{min}) за різних значень відносного розтягу. (c), (d) Те ж саме, що і на рис. (а), (b) відповідно, але для різних значень відносного зсуву і для: $c_{RI} = 0,005\%$ резонансних домішок, $c_{GI^+} = 0,25\%$ позитивних і негативних домішок Гауссового типу, $c_{CI^+} = 0,25\%$ позитивних і негативних домішок Кулонового типу або $c_{CI^+} = 0,03\%$ позитивних домішок Кулонового типу, $N_{lines^+} = 50$ позитивних і негативних лінійних розсіювачів

Індуковані деформацією та дефектами електронно-діркова асиметричність (рис. (a), (c)) й анізотропія провідності та немонотонність її залежності від деформації (рис. (b), (d)) свідчать про перспективи деформаційно-дефектної наноінженерії електротранспортних властивостей графенових і подібних квазидвовимірних матеріалів. (Т.М. Радченко, В.А. Татаренко, ІМФ НАНУ)

Показано вплив гартування з рідкого і пароподібного стану та термічної обробки на формування аморфних і квазікристалічних станів в перспективних сплавах незмішуваних систем і високоентропійних сплавах на базі перехідних металів з поліпшеними фізико-хімічними властивостями; б) застосування методу високочастотного магнетронного розпилювання дозволило одержати у плівковій системі WB5 аморфний стан з високими температурною стабільністю (873К) і мікротвердістю (7 ГПа). Показано, що розпад аморфної фази в цій системі проходить крізь стадію утворення метастабільного розчину вольфраму з ГЦК-граткою.

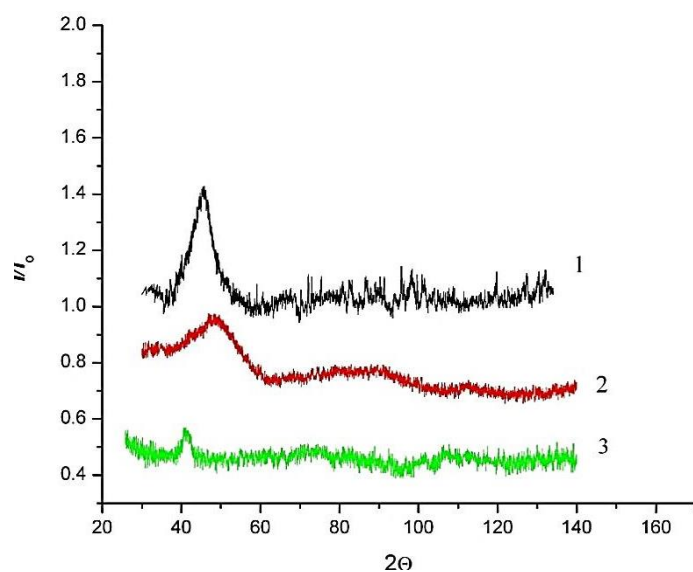


Рис. XRD patterns: 1) of as-sputtered W film ($L \sim 1.9$ nm); 2) of as-sputtered W-B film ($L \sim 0.9$ nm); 3) W-B film after annealing at 973 K ($L \sim 3.9$ nm) (В.Ф. Башев, ДніпрНУ МОНУ)

Досліджено особливості процесів розчинення золь-гель біоскла 60S у фізіологічному розчині та модельній фізіологічній рідині типу SBF (аналог плазми крові людини, модель Кокубо), вивчено процеси адсорбційної іммобілізації цисплатину на поверхні біоскла (рис.) та створено на цій основі прототип нового перспективного лікарського засобу локального застосування та пролонгованої комплексної протипухлинної хімотерапевтичної і замісної остеокондуктивної дії. Зразки біоскла 60S отримано методом золь-гель синтезу. Склад зразків скла (мол.%): 60 % SiO_2 , 36 % CaO , 4 % P_2O_5 . Процеси розчинення скла досліджено в статичному режимі, зміни іонного складу ФР та розчину SBF вивчали атомно-абсорбційним та атомно-емісійним методами, рН середовища контролювали потенціометричним методом. Для дослідження адсорбції використовували хімотерапевтичний препарат “Цисплатин-Тева” (Фармахемі Б.В., Нідерланди). Ідентифікацію адсорбованого цисплатину на поверхні біоактивного скла проведено методом ІЧ-спектроскопії. Адсорбційну ємність, ступінь вилучення цисплатину визначали в перерахунку на концентрацію іонів Pt(II) в розчинах до і

після адсорбції. Результати математичної обробки експериментальних даних вказують на можливість застосування моделі Фрейндліха для опису процесів адсорбції цисплатину на поверхні золь-гель скла. Експериментальні результати свідчать про повільне вивільнення адсорбованого ЦП та компонентів біоактивного скла в середовище ФР з композитів 60S/ЦП та їх перспективність для розробки нового імплантату як системи доставки ліків з хімотерапевтичними і остеокондуктивними властивостями та пролонгованою дією для локального використання.

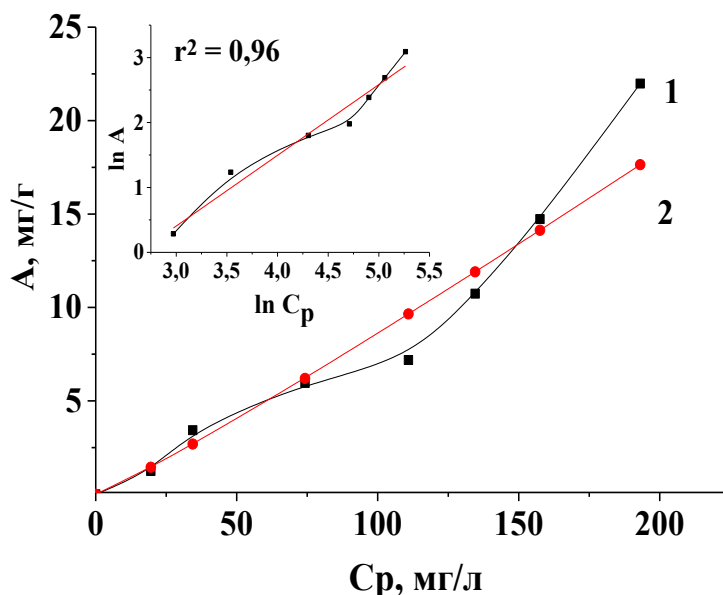


Рис. Ізотерма адсорбції ЦП на поверхні БС 60S при $C_{p(II)} = 25\text{--}325$ мг/л: 1 — експериментальна, 2 — розрахована згідно моделі Фрейндліха; на вставці: лінеаризована форма ізотерми Фрейндліха (П.П. Горбик, В.А. Дубок, О.А. Бур'янов, ІХП НАНУ, ІПМ НАНУ)

Розроблено методику отримання графітової плівки шляхом малювання графітовим стрижнем на поверхні кристала NaCl. Після розчинення солі у воді перенесенням графітової плівки на ван-дер-ваальсову поверхню (0001) шаруватого кристала n-InSe виготовлено гетероструктури графіт/n-InSe. Досліджено електричні та фотоелектричні властивості переходів у темноті та при освітленні, які демонструють добре виражену діодну поведінку із висотою бар'єра 0,49 eV і коефіцієнтом випрямлення близько 200 при 0,9 В. Структури дають максимальну густину струму короткого замикання 0,29 мА/см² і напругу розімкнутого кола 0,31 В. Переходи графіт/n-InSe мають високу чутливість до світла в ближній ІЧ та видимій областях спектра, що вказує на можливість їх використання для виготовлення фотоприймачів. Досліджено фотолюмінесцентне (ФЛ) випромінювання тонкої луски InSe, закапсульованої в hBN, та його залежність від товщини зразка і температури. З аналізу форми ліній ФЛ визначено відносну долю її екситонного та електронно-діркового вкладів. Динаміку фотолюмінесценції при низьких температурах визначають прямозонна електронно-діркова рекомбінація та рекомбінація, пов'язана з дефектами. Ці два процеси мають час життя $\tau_1 \sim 8$ нс та $\tau_2 \sim 100$ нс відповідно. Відносні їх долі сильно залежні від числа шарів, що є наслідком переходу від прямої до непрямой забороненої зони. Час життя рекомбінації, зумовленої дефектами, для тонших зразків стає більшим, а для електронно-діркової ФЛ — не залежить від числа шарів.

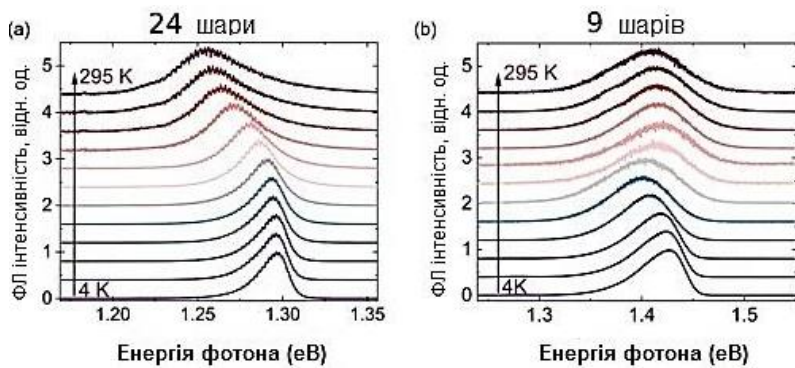


Рис. Спектри фотолюмінесценції (ФЛ) нанопластин γ -InSe товщиною 9 і 24 шари при різних температурах

(З.Д. Ковалюк, Чернів. від. ПІМ НАНУ)

Форма кривої повної щільності електронних станів моношарових структур золота має найбільшу відповідність до повної щільності електронних станів об'ємного зразка починаючи зі слєба, який містить 3 атомні шари металу. Лінійне впорядкування кластерів золота з мономодальним розподілом розмірів частинок $d \sim 10$ нм на поверхнях ван-дер-ваальсових кристалів починається при коефіцієнті заповнення поверхні ~ 0.63 .

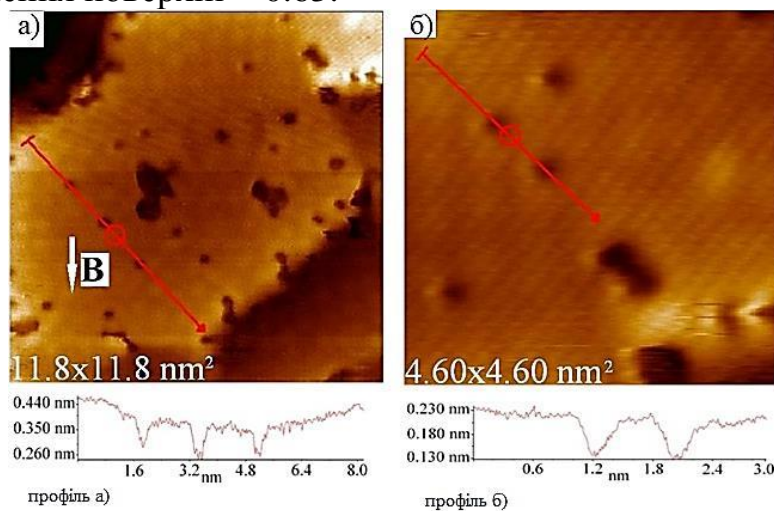


Рис. СТМ-зображення точкових дефектів в моношарах золота та їх профілі при різному масштабі (а, б)

(В.Л. Карбівський, ІМФ НАНУ)

Можливість практичного використання нанопристроїв і нанoeлементів в значній мірі визначається їх довговічністю (ресурсом). У зв'язку з цим в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України започатковано новий напрям в нанofізичі, який полягає в розробці теоретичних основ прогнозування ресурсу нанoeлементів. Розроблено уявлення щодо стохастичної природи руйнування нанoeлементів, які складаються із комбінацій одно- та двомірних наноструктур. У рамках запропонованої флуктуаційної моделі руйнування віднайдений статистичний розподіл ймовірності розриву контактних міжатомних зв'язків у цих нанoeлементах. За результатами молекулярно-динамічного моделювання проведено верифікацію цього розподілу. Значимість отриманих результатів полягає в тому, що вони дозволяють прогнозувати не лише середній час функціонування нанoeлементів, але й межі розкиду цього часу. Це є принципово важливим, зважаючи на значну величину дисперсії довговічності, що є притаманним цьому типу нанoeб'єктів.

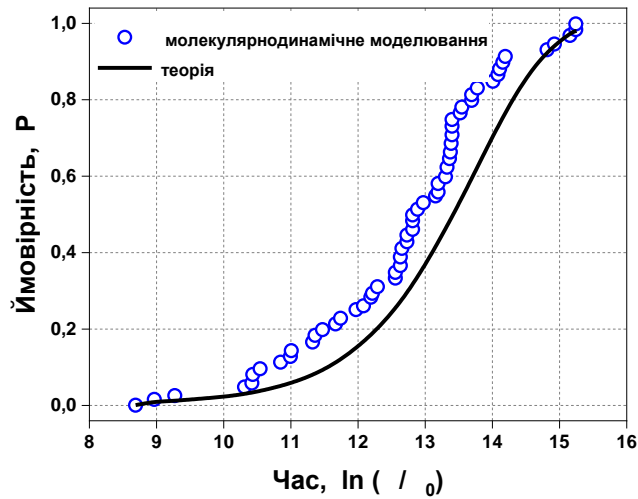


Рис. Розподіл довговічності: карбін-графеновий нанoeлемент при $T=750$ К і величині розтягувальної сили $F=5,84$ нМ (С.О. Котречко, ІМФ НАНУ)

Показано, що в гетероструктурах n-InGaAs/GaAs з асиметричними подвійними тунельно зв'язаними квантовими ямами в умовах біполярної латеральної провідності польові залежності струму та інтенсивності внутрішньо зонної електролюмінесценції якісно відрізняються для різних товщин бар'єру між ямами. При електричних полях, що відповідають просторовому перенесенню гарячих електронів та дірок з широких квантових ям у вузькі, у випадку товстих бар'єрів ($d > 5$ нм) спостерігаються високочастотні осциляції струму, а для вузьких бар'єрів – сильне зростання інтенсивності внутрішньо зонної терагерцової електролюмінесценції. Спостережувана поведінка струму та інтенсивності внутрішньо зонного терагерцового випромінювання пояснюється конкуренцією двох процесів: випромінювальної рекомбінації дірок з електронами у вузьких ямах та тунелювання дірок з вузьких квантових ям у широкі. Отримані в роботі результати можуть бути корисними для подальших досліджень, особливо для розвитку нових надвисокочастотних електронних та оптоелектронних приладів.

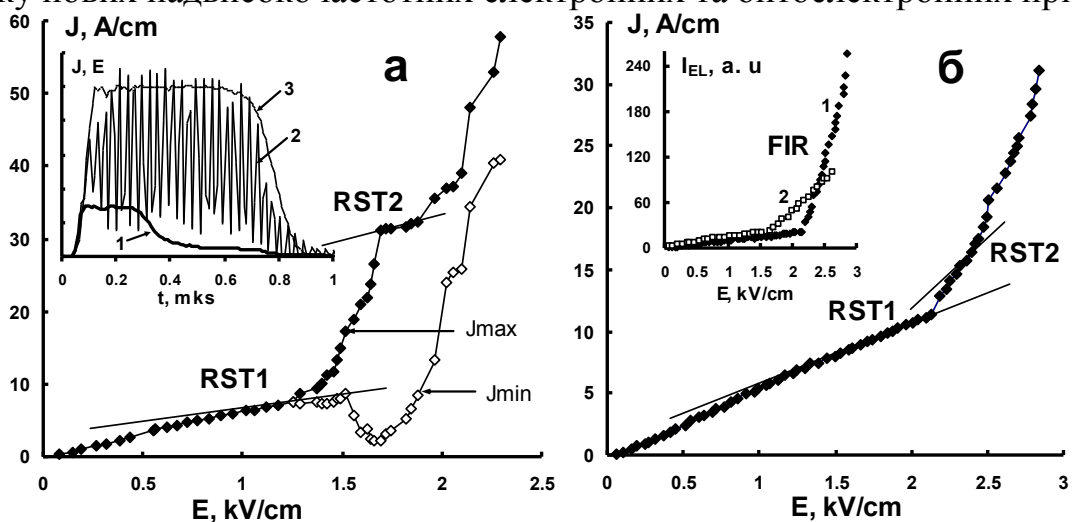
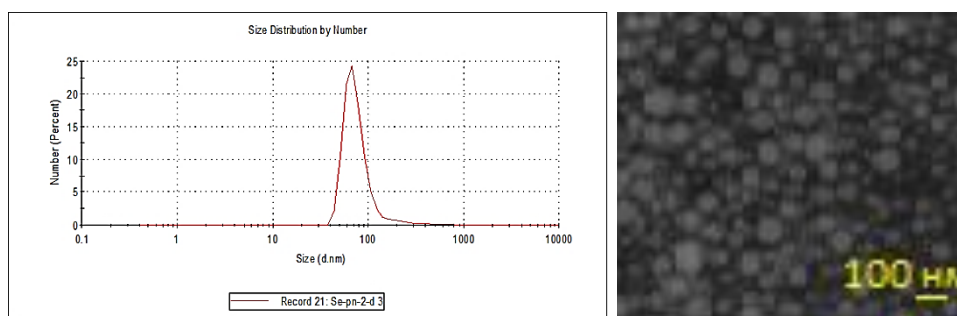


Рис. Залежність струму від величини прикладеного повздовжнього електричного поля (ВАХ) в структурах з товстими (а) та вузькими (б) бар'єрами між квантовими ямами. Вставка: (а) осциляції струму при $E > 1.4$ кВ/см, (б) польова залежність інтенсивності внутрішньо зонної терагерцової електролюмінесценції (крива 1) (П.А. Більовський, М.М. Винославський, В.В. Вайнберг, В.М. Порошин, ІФ НАНУ)

Нанорозмірні золі селену, з розмірами частинок 60–70 нм, отримано шляхом відновлення селенітної кислоти аскорбіновою кислотою, з використанням в якості стабілізатора полісахариду – пектину, що біодеградується. Одержані системи охарактеризовано методами УФ спектроскопії (UV-VIS), інфрачервоної спектроскопії (FTIR), сканувальної електронної мікроскопії (SEM) та динамічного розсіювання світла (DLS). Показано формування сферичних частинок аморфного наноселену та їх стабілізацію пектином за рахунок експериментально встановленого утворення водневих зв'язків між поверхневими атомами твердої фази та гідрокси- і карбоксильними (функціональними) групами стабілізатора. Досліджено антибактеріальний вплив отриманих композиційних золів на дослідні культури *B. Subtilis* та *E.coli* та показано більш виражений інгібувальний вплив золю на *B. Subtilis*. (В.А. Прокопенко, ІБКХ НАНУ)



Досліджено залежності електричного опору планарних структур «шар Ni(Cr)–плівка Se–шар Ni(Cr)» від часу витримки в парах ртуті різної концентрації при різних температурах. Показано, що модифікування аморфних плівок селену ртуттю призводить до різкого зменшення опору (4–6 порядків). Латентний період, протягом якого опір планарних структур залишається незмінним, складає декілька десятків хвилин. Час переходу і часовий інтервал переходу з високоомного стану в низькоомний стан зменшується при зростанні концентрації ртуті та температури оточуючого середовища. Методами скануючої електронної мікроскопії, X-променевої та раманівської спектроскопії досліджено структуру та морфологію поверхні плівок Se, модифікованих парами ртуті. Встановлено, що витримка в парах ртуті цих плівок (як аморфних так і кристалічних) призводить до формування в їх структурній сітці кристалічних включень селеніду ртуті в кубічній модифікації. Показано, що ефективність цього процесу більша в аморфних плівках селену та зростає при збільшенні температури.

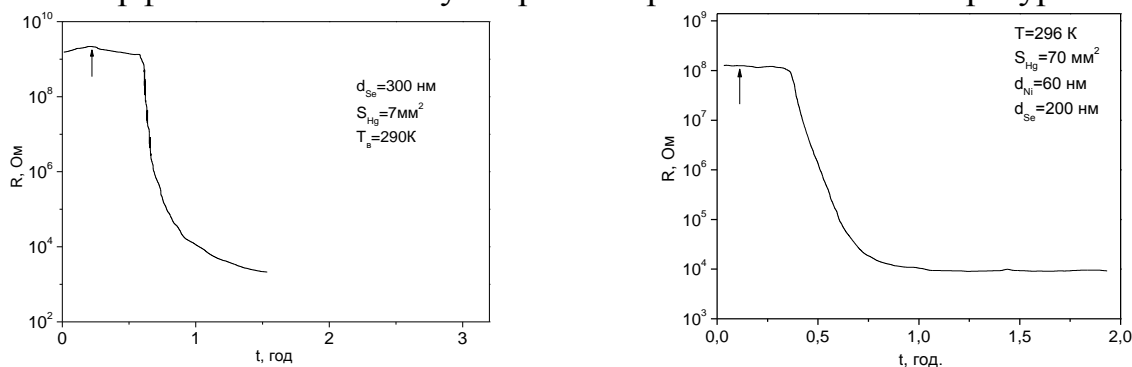


Рис. Залежність електричного опору зразків «шар Ni–плівка Se–шар Ni» від часу витримки в парах ртуті (d_{Se} — товщина плівки Se, S_{Hg} — площа краплі ртуті, T_b — температура, при якій проводилися вимірювання) (В.М. Рубіш, УжНТЦ МОНУ ІПРІ НАНУ)

Отримано нові дані про особливості нерівноважних ростових процесів, здійснених у формуванні стовпчикових та нитковидних структур на основі нітриду галію методом плазмової молекулярної пучкової епітаксії. Встановлено оптимальні технологічні параметри для отримання напівпровідникових структур InN/GaN та GaN-AlN-GaN із заданими властивостями (розмір, кристалографічна орієнтація, розподіл внутрішніх деформаційних полів, полярність граней, вбудовані електричні поля).

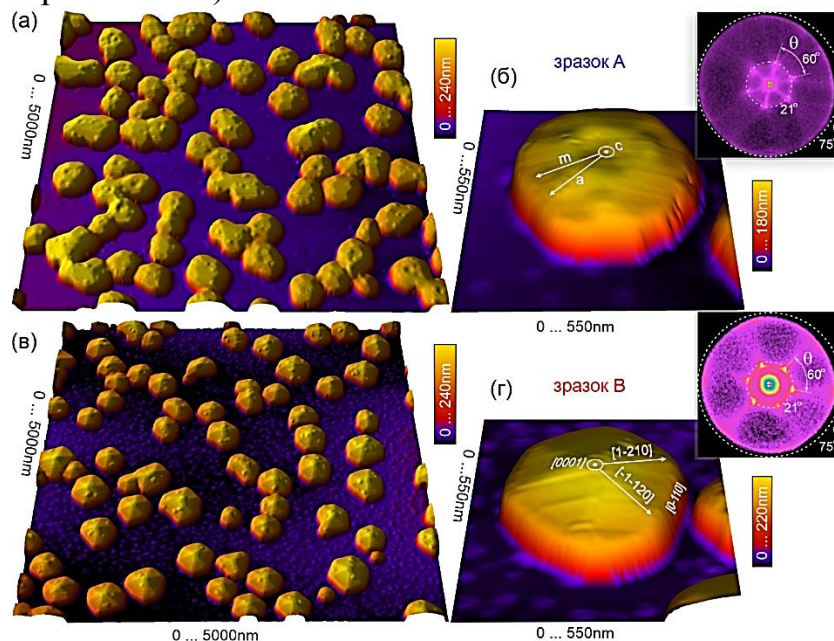


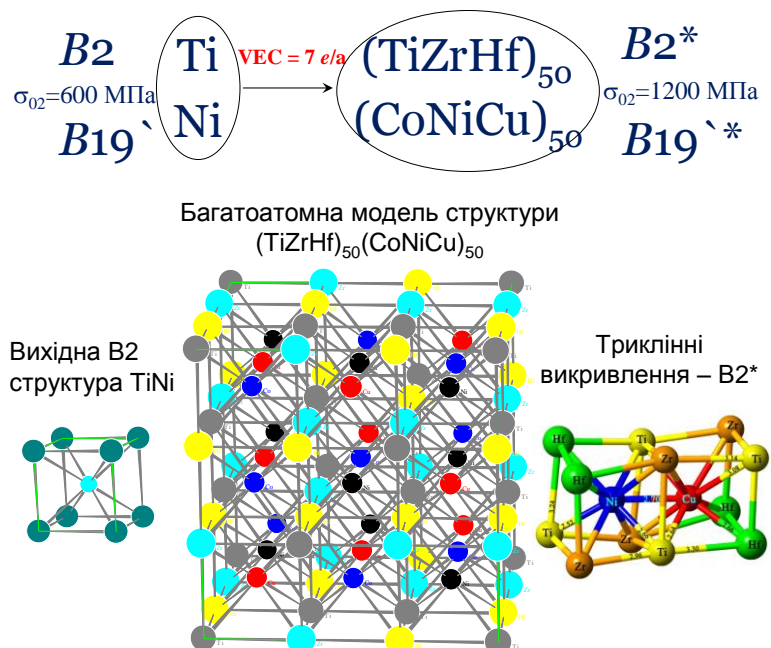
Рис. 3D-АСМ-зображення наностовбців InN, отриманих при різних режимах росту: уповільнений ріст (а, б), швидкий ріст (в, г). На вставках — полярні гістограми орієнтацій нормалей поверхні на зображеннях (а) та (в). Числа 21° і 75° позначають координатну сітку вертикального нахилу φ , азимутальна орієнтація представлена кутом θ (І.В. Прокопенко, ІФНП НАНУ)

Секція 6
«Фізика фазових і структурних перетворень»

На відміну від більшості розробок високоентропійних багатокомпонентних сплавів, які були переважно зорієнтовані на створення новітніх конструкційних матеріалів, в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України було створено та досліджено принципово новий клас функціональних матеріалів — багатокомпонентні (високоентропійні) інтерметаліди з ефектом пам'яті форми (ЕПФ), які мають замінити промислові сплави, що відрізняються нестабільністю функціональних характеристик і обмежені лише певними температурами використання. Досі застосування кращих матеріалів типу нітінолу (TiNi) було можливим за температур, не вищих за 400 К. Простота у виборі необхідних для прояву мартенситних перетворень параметрів електронної структури та кристалічної ґратки уможлиблює на основі розробленої авторами концепції керувати температурним інтервалом, де відбуваються мартенситні перетворення. Зокрема, для системи TiZrHfCoNiCu було з'ясовано закономірності керування механізмами фазових перетворень мартенситного типу $B2 \leftrightarrow B19'$ на тлі дворазового зростання міцності й істотного розширення температурного інтервалу використання створених матеріалів до меж 77–900 К. Як показав аналіз, у конструкції газотурбінних двигунів є біля десятка позицій, які потребують використання сплавів із ЕПФ саме у цьому інтервалі температур. В таблиці подано порівняння властивостей нітінолу і розроблених інтерметалідів з ефектом пам'яті форми:

Властивості	TiNi	Створені матеріали
Температурний інтервал, К	77–390	77–900
Модуль Юнга, ГПа	45	70–80
Межа плинності, МПа	70–600	1200–1500
Відновлювана деформація, %	8 → 1	стабільно 3
Виконувана робота, Дж/см ³	10–20	30

Для інтерметалідів $(\text{TiZrHf})_{50}(\text{CoNiCu})_{50}$ було встановлено пониження симетрії структури порівняно з інтерметалідом TiNi за рахунок триклинних викривлень ґратки високотемпературної впорядкованої фази надструктурного типу B2 та наявності пікорівневих дисторсій кристалічної ґратки, які забезпечують аномально високе зміцнення, що істотно обмежує прояв дислокаційної непружності та, водночас, не перешкоджає мартенситному перетворенню і, відповідно, не пригнічує пам'ять форми. Для розроблених багатокомпонентних (високоентропійних) інтерметалідів структурні особливості на атомарному рівні забезпечують деформацію за мартенситним механізмом, не



ускладнену дислокаційною пластичністю навіть за високих температур. Практична відсутність прояву дислокаційної пластичності дає змогу уникнути функціональної втоми при їх багатоциклічному використанні. Такі матеріали демонструють видатну комбінацію параметрів — стабільну пам'ять форми за оборотної деформації у 3% з демпфувальною здатністю, майже вдвічі більшою, аніж у нітінолу. Одержані результати є важливими для застосування новітніх високоентропійних сплавів із пам'яттю форми (завдяки їхній непересічній стабільності функціональних характеристик у широкій температурно-деформаційно-силовій області) у сучасних сенсорах, виконавчих механізмах, системах гасіння вібрацій і силових приводах в авіакосмічному й автомобільному комплексах, енергетиці (в системах захисту від перегріву ядерних реакторів), видобувній галузі, приладобудуванні та медицині. На рисунку подано схему використання багатоеlementного підходу для створення високоентропійних інтерметалідів з поліатомною структурою пониженої симетрії, спотвореною пікорівневими дисторсіями, що забезпечує зростання межі плинності від 600 МПа у TiNi до 1200 МПа у TiZrHfCoNiCu. (Г.С. Фірстов, Т.О. Косорукова, Ю.М. Коваль, ІМФ НАНУ)

Проведено аналіз розподілу намагнічування та магнітного поля в системі двійникових варіантів 5М мартенситу та особливостей його зміни в процесі намагнічування стопів з магнітоіндукованим ефектом пам'яті форми для внутрішньо здвійникового феромагнітного стопу NiMnGa з ефектом пам'яті форми при різних значеннях об'ємних фракцій двійникових варіантів. Метод базується на прямій мінімізації нової мікромагнітної моделі вільної енергії ФСЕПФ, яка враховує як енергію магнітної анізотропії, так і вклад магнітостатичної енергії, пов'язаної з пласкопаралельною двійниковою мікроструктурою. Показано, що процес намагнічування при збільшенні магнітного поля проходить через дві стадії. На першій стадії величини намагнічування двійникових варіантів зростають без зміни їх напрямків до моменту повного насичення одного з варіантів, вісь легкого намагнічування якого паралельна зовнішньому полю. На другій стадії відбувається зростання величини намагнічування другого варіанту з одночасною зміною напрямків намагнічування обох варіантів. Обговорюється важлива роль магнітостатичної енергії в порівнянні з деякими ранніми моделями, де вона повністю ігнорується. (Ю.М. Коваль, О.А. Ліхачов, ІМФ НАНУ)

Проведено дослідження можливості використання безнікелевих функціональних матеріалів на основі систем Ti–Nb та Zr–Nb для конструювання каркасу штучного аортального клапану. Вивчалась придатність даних матеріалів для з'єднання методами лазерного зварювання. Проведено комплекс досліджень з визначення ступеня впливу перекристалізації матеріалу, що відбувається під дією лазерного випромінювання, на параметри мартенситного перетворення та функціональні характеристики матеріалу в зоні та поза зоною термічного впливу. Встановлено, що в зоні, де відбувається перекристалізація матеріалу під дією термічного впливу лазерного випромінювання, можливість відновлення форми не зберігається. Ця особливість має бути взята до уваги при розробленні конструкції каркасу напівфабрикату аортального клапану. (Ю.М. Коваль, В.М. Сліпченко, С.М. Кедровський, ІМФ НАНУ)

При синтезі титанових сплавів з багатокомпонентних порошкових систем на основі гідриду титану досліджено можливості та умови активації дифузійно-контрольованих процесів спікання і хімічної гомогенізації таких систем при відносно низьких температурах. Показано, що включення в процес спікання термоциклювання в околі температури $\alpha \leftrightarrow \beta$ переходу сприяє активованому заліковуванню пор при одночасному збереженні відносно дисперсної структури зерен, завдяки чому сформовані при 1100°C фазово-структурні стани сплаву Ti-6Al-4V демонструють механічні характеристики, що не поступаються характеристикам відповідного матеріалу, отриманого синтезом при значно вищих температурах (1250–1350°C) або за традиційними технологіями литва і гарячого деформування. (О.М.Івасишин, Д.Г.Саввакін, ІМФ НАНУ спільно з колегами із Цзілінського університету, КНР).

Розвинуто методику розрахунків методом молекулярної динаміки (МД) процесів релаксації в поверхневих шарах композицій «монокристал (100), (110), (111) Fe, Ti, Pt – графен» при різних температурах. За даними матеріалам опубліковано наукову статтю (S.I. Konorev, S.I. Sydorenko, S.M. Voloshko, and W. Gong, Structure Transformation of the Fe Sub-Surface Layers Induced by the Presence of Graphene, Metallofiz. Noveishie Tekhnol., 42, No. 5: 669–694 (2020)). Методами МД продовжуються теоретичні дослідження температурних залежностей параметрів дифузійних процесів в системах $Al_xNi_{(100-x)}$ ($x = 51-55$). За цим напрямом підготовлено лабораторну роботу по курсу "Основи моделювання матеріалів" для студентів кафедри фізики металів. Результати дослідження можуть бути використані при створенні сучасних приладів в галузях енергозбереження та мікроприладобудування. (С.І. Сидоренко, НТУУ КПІ МОНУ)

Доведено перспективність методу бомбардування нанотовщинної плоскошарової вакуумно-конденсованої металевої речовини іонами малих (до 3 KeV) енергій – як інструменту цілеспрямованого формування в об'ємі таких градієнтних розподілів структурно-фазових станів, які забезпечують нові властивості. Показано пасивуючий вплив низькоенергетичного іонного опромінення на матеріали плівкових шарів металів. Розвинуто нову модель відновних процесів у нанорозмірних плівкових системах, засновану на ефекті дальності бомбардуючих іонів Ar^+ . Запропоновано ефективний підхід – комбінування низькоенергетичної іонної обробки із термічним відпалом, що дозволяє стабілізувати нанокристалічну структуру матеріалу шляхом гальмування процесів рекристалізації, уповільнити дифузійну взаємодію компонентів, значно підвищити фізико-механічні та адгезійні властивості, і тим самим збільшити термічну стабільність плівкового матеріалу. Встановлено залежність реакційної здатності поверхні плівкових матеріалів від їх хімічного складу та структури, в тому числі – шорсткості поверхні. Сформовано концепцію про вплив середовища обробки на формування наноструктур, нетипових для масивного стану, з новими перспективними властивостями. Показано ефективність застосування низькоенергетичної іонної обробки для покращення корозійної стійкості поверхні дентальних імплантатів після витримки у бактеріальних середовищах та штучній слині. Результати НДР впроваджено в навчальний процес в КПІ ім. Ігоря Сікорського: розроблено новий курс лекцій «Інструментарій комп'ютерного дизайну

матеріалів», дисципліну «Міждисциплінарні проблеми технологій матеріалів майбутнього» доповнено новим розділом «Матеріали в 6-му і 7-му технологічних укладах», а дисципліну «Основи наукових досліджень» — розділом «Методи зондування поверхні іонними пучками». Ряд отриманих результатів та властивостей є перспективними для високих технологій, що розробляються в: компанії ТОВ «Мікросенсор», Київ; в НВО «Мелта»; в холдингу «Квазар-Мікро. Компоненти та системи» (Дизайн-центр КМ211 — компанії-лідера в області дизайну наносистем); на підприємстві «МОТОР СІЧ ИНЭТС-1,2». (С.І. Сидоренко, НТУУ КПІ МОНУ)

Відомо, що високоентропійні сплави (ВЕС) поєднують властивості, які дозволяють створювати на їх основі елементи конструкцій здатних функціонувати в умовах великих навантажень при високих температурах. Проте, в багатьох випадках такі конструкції піддаються вібраційним навантаженням, що може значно звужувати їх застосування. В зв'язку з цим, досліджено дисипативні властивості вакуумних конденсатів ВЕС на основі системи CrFeCoNiCu_x при $x = 0,3 \dots 3,0$, з метою з'ясування можливості отримання в них високого рівня демпфування. Показано, що хімічний склад сплаву та його структурний стан суттєво впливають на рівень його демпфувальної здатності. Встановлено, що високий рівень дисипації енергії пружних коливань досягається у випадку бімодальної структури сплаву, яка формується при $x > 0,3$ в результаті переходу ВЕС з однофазного в двофазний стан. На основі досліджень амплітудної залежності демпфувальної здатності та впливу на неї температури запропоновано модель дисипації енергії коливань, яка базується на механізмі поглинання енергії на міжфазних границях за рахунок їх зміщення у випадку когерентної структури або зерномежової дифузії атомів міді. Оскільки рівень демпфувальної здатності таких ВЕС знаходиться на рівні високодемпфувальних матеріалів, вони можуть бути використані не лише для виготовлення конструкцій, але й покриттів, здатних розсіювати енергію пружних коливань. (А.І. Устінов, Ю.В. Фальченко, В.С. Скородзієвський, С.С. Поліщук, С.А. Демченков, ІЕЗ НАНУ, ІМФ НАНУ)

Показано вплив гартування з рідкого і пароподібного стану та термічної обробки на формування аморфних і квазікристалічних станів у перспективних сплавах незмішуваних систем і високоентропійних сплавах на базі перехідних металів з поліпшеними фізико-хімічними властивостями. Застосування методу високочастотного магнетронного розпилювання дозволило одержати у плівковій системі WB5 аморфний стан з високими температурною стабільністю (873К) і мікротвердістю (7 ГПа). Показано, що розпад аморфної фази в цій системі проходить крізь стадію утворення метастабільного розчину вольфраму з ГЦК-граткою. (В.Ф. Башев, ДніпрНУ МОНУ)

Вивчено особливості структурно-фазових змін під час надпластичної деформації алюмінієвого сплаву системи Al-Zn-Mg-Cu-Zr з вихідною бімодальною зеренною структурою (рис. а), яку було створено методами термомеханічної обробки крупнокристалічних зразків сплаву. Як видно з рис. а, кристаліти з середнім розміром близько 50 мкм оточені субмікрокристалічними зернами з

розміром близько 1-2 мкм. Вивчення виду деформаційного рельєфу (рис. б), що утворився на поверхні робочої частини надпластично продеформованих зразків, дозволило зробити висновки про те, що деформаційні процеси переважно локалізовані в ділянках, які зайняті субмікрокристалічними зернами. У вихідному стані в сплаві присутні частинки фаз $MgZn_2$, $Mg_3Zn_3Al_2$, Al_2CuMg та β' -фази (Al_3Zr). Незважаючи на наявність в структурі сплаву дрібнодисперсних частинок метастабільної β' -фази динамічна рекристалізація в ході надпластичної деформації не призводить до зменшення розмірів крупних зерен. Однак локальна деформація мікрооб'ємів з крупними зернами також є значно більшою, ніж вона могла бути в умовах звичайної гарячої не надпластичної деформації. Таким чином, зроблено висновок про те, що в структурі з бімодальним розподілом зерен за розмірами, дрібнозерниста структура стимулює крупні зерна також проявляти ознаки надпластичності.

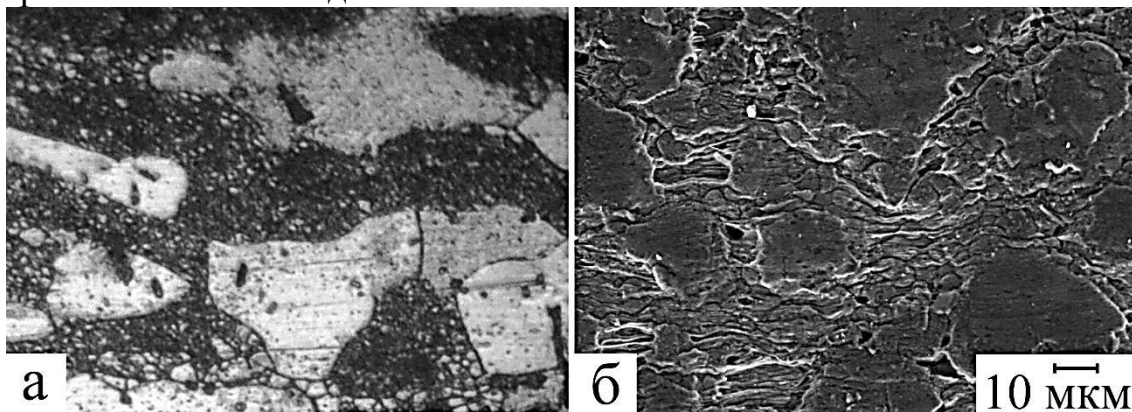


Рис. Вихідна мікроструктура (а) та вид деформаційного рельєфу (б), що утворився на поверхні зразка, надпластично продеформованого до зруйнування (В. В. Брюховецький, ІЕРТ НАНУ)

Досліджено вплив різних модифікаторів та режимів термочасової обробки на структуру та властивості високоміцного алюмінієвого сплаву В96ц. Встановлено оптимальні технологічні параметри одержання дрібнокристалічної структури. Модифікатори готували методом змішування відповідних порошків в ультразвуковому полі з послідуною екструзією при температурі 450°C . Показано, що промисловий модифікатор Al-Ti-B не ефективний для дослідженого сплаву, що, на наш погляд, пов'язано з присутністю цирконію в складі сплаву. Максимальну ефективність показав модифікатор Al-TiC(40 мкм), далі по мірі зменшення ефективності Al-Ti-C, Al-WC(20 мкм), Al-TiC(200 мкм). Також проведено дослідження режимів термочасової обробки розплаву перед розливанням. Температура перегріву складала 850°C , 950°C , 1000°C , 1050°C . Розплав перегрівали до вказаної температури, витримували 10 хвилин та охолоджували до температури розливання 700°C . Зразки для досліджень заливали в металевий кокіль. Металографічні дослідження показали, що мінімальний розмір зерна спостерігається при термочасовій обробці при 950°C . Встановлено, що швидкість охолодження та кількість аморфної фази змінюють температури скловання зразків із сплаву $Zr_{70}Cu_{12,5}Ni_{10}Al_{7,5}$, а температурний інтервал надпластичності при цьому практично не змінюється. Вказані температури помітно (більш ніж на 10°C) зростають при зменшенні масової частки аморфної фази з 100% до 70%, а при подальшому зменшенні масової частки аморфної фази до 40% тем-

ператури скловання та кристалізації практично не змінюються. При легуванні базового сплаву $Zr_{65}Cu_{17,5}Ni_{10}Al_{7,5}$ різними елементами (Y, Ti, Nb) до 5%, атомної частки, тільки ітрієй сприяє розширенню температурного інтервалу надпластичності, а титан і ніобій – його звуженню. Розроблено перспективні режими термічної обробки даного типу сплавів: 1) в інтервалі температур скловання та кристалізації з терміном витримки зразків від 10 хв. до 60 хв.; 2) вище температури кристалізації для аморфних сплавів, які кристалізуються в декілька стадій, тобто між стадіями кристалізації. На основі розрахованих координаційних чисел (середня кількість атомів в локальному оточенні) було зроблено висновок про формування у розплавах Al-Cu-Ti кластерів, де в локальне оточення атомів перехідного металу входить менша кількість атомів, ніж для атомів Al. Із парціальних характеристик структурних параметрів для кожного із компонентів було встановлено, що локальне оточення атомів перехідних елементів (особливо міді) характеризується вищим ступенем впорядкованості порівняно із локальним оточенням алюмінію. Природа даних кластерів пов'язана з реалізацією щільного некристалічного пакування – політетраедричні кластери ікосаедричного типу. Вміст міді у таких кластерах у 2–3 рази вищий, ніж стехіометричний вміст міді в досліджуваних сплавах. Розроблено оптимальні технологічні режими одержання багатошарових монолітно-металокерамічних-пористих композиційних матеріалів двома методами: відцентрового литва та просочення шару армувальних елементів із застосуванням тиску безпосередньо у ливарній формі. При реалізації другого способу, в розплаві утворюється тиск 50–150 кПа, а охолодження виливку ведеться зі швидкістю 50–80 град/хв. Даний процес включає заповнення частини металевої форми елементами армувального матеріалу, заливку розплаву матричного сплаву, просочення ним шару армувальних частинок і порівняно швидке охолодження до твердіння. Розплав заливається у вільну від часток ділянку форми, в її простір вводиться пуансон, на який завдається навантаження до створення тиску, достатнього для заповнення розплавом проміжків між частками рівноосної форми 0,5–8,0 мм. Чим менше розмір часток, тим вищим повинен бути тиск. Одержано експериментальні зразки композиційних виливків, вивчено їх мікроструктуру. Досліджено дисперсні порошки SiC та ВК6 з дисперсністю частинок від 50 мкм до 1000 мкм. Встановлено, що режими просочування не залежать від матеріалу порошків, а тільки від їх дисперсності. Частинки розміром менше 100 мкм набагато гірше просочуються алюмінієвим розплавом, ніж крупні. Визначено необхідну та достатню кількість карбонату натрію в процесі переробки шлаку алюмінієвого виробництва та представлено технологію його переробки. Встановлено, що металургійним способом можна видалити з ливарного шлаку приблизно 49% алюмінію. (А.М. Верховлюк, О.А. Щерецький, Р.А. Сергієнко, Д.С. Каніболоцький, О.В. Семашко, О.Г. Потрух, О.В. Железняк, ФТІМС НАНУ)

У співробітництві з Dr. Yuxin Tang (Joint Key Laboratory of the Ministry of Education, Institute of Applied Physics and Materials Engineering, University of Macau, Avenida da Universidade, Macau 999078, P.R. China), Dr. Olexandr Malyi (Renewable and Sustainable Energy Institute, University of Colorado, Boulder, Colorado 80309, USA), Juern Schmelzer (Institute of Physics, University of Rostock, Albert-Einstein-Strasse 23-25, 18059 Rostock, Germany) вдалося вперше в Україні отри-

мати нанопояси пентоксиду ванадію методом інтенсивного перемішування розчину при кімнатній температурі і вперше в світі (наскільки нам відомо) побудувати феноменологічну теорію вирощування нанопоясів і нанострижнів у відкритій системі шляхом використання концепції балістичних стрибків Жоржа Мартена. У співробітництві з проф. Yingxia Liu (Пекин, Department of Materials Science and Engineering, Beijing Institute of Technology) і проф. Кінг Нінг Ту (Лос Анджелес, MSE UCLA, prof. emeritus) вдалося прогнозувати, отримати і пояснити отримання дуже тонких інтерметалідних прошарків (біля 360 нанометрів) при припаюванні міді до низькотемпературного припою SnBiIn з додаванням двох процентів цинку. У співробітництві з проф. Chih Chen (Department of Materials Science and Engineering, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan) та проф. Кінг Нінг Ту (Лос Анджелес, MSE UCLA, prof. emeritus) вдалося вперше спостерігати аномально швидкий ріст зерен інтерметалідів Cu_6Sn_5 на завершальній стадії реакції в мікроконтактах бутербродного типу Cu-Sn-Cu, обумовлений рідким станом міжзеренних меж. Запропоновано і апробовано новий варіант методу Монте Карло для моделювання реакційної дифузії з використанням енергій міжатомних взаємодій, які нелінійно залежать від концентрації в околі взаємодіючих атомів. Запропоновано новий механізм латерального росту зерен проміжних фаз при реакційній дифузії, який індукується самим ростом фаз. (А.М. Гусак, ЧеркНУ МОНУ)

Досліджено особливості структури поверхні поділу та проаналізовано можливі зони ризику для двох до певної міри альтернативних об'єктів, одержаних при зварюванні вибухом. Один з них — хімічний реактор, другий — нафтохімічний реактор (коксова камера). Конструювання стінки хімічного реактора є прикладом успішної реалізації зварювання вибухом. У результаті аналізу структури стінки хімічного реактора, що містить зварювальне з'єднання мідь–тантал, виявлено причини її стабільності, що забезпечує тривалу експлуатацію реактора в умовах агресивних середовищ. Проте зона ризику може виникати завдяки квазіхвильовій природі поверхні поділу. Навпаки, для нафтохімічного реактора виявлено причини, які зменшують тривалість його використання. Зона контакту двох пластин для стінки нафтохімічного реактора (коксової камери), які виготовлені шляхом зварювання вибухом із сталей 08X13 і 12XM, складається з п'яťох шарів. Сегрегація карбону стимулює евтектоїдний розпад, котрий викликає утворення колоній стрижнеподібних карбідів. У результаті спостерігалися дві зони ризику — розплавлена зона та зона сегрегації. Стінки реактора зазнають тиску в результаті змішування важких фракцій нафти. На прикладі з'єднання мідь–тантал вивчено вплив інтерметалевих реакцій на міцність зварювальних з'єднань. Спостерігалися розупорядкованості та неограновані кластери й перетворення їх в інтерметалідні частинки, які потім перетворювалися в агломерати. Звернуто увагу на той факт, що різноманіття діючих способів та умов створює загрозу утворення інтерметалідів цілком реальною. (М.О. Іванов, ІМФ НАНУ)

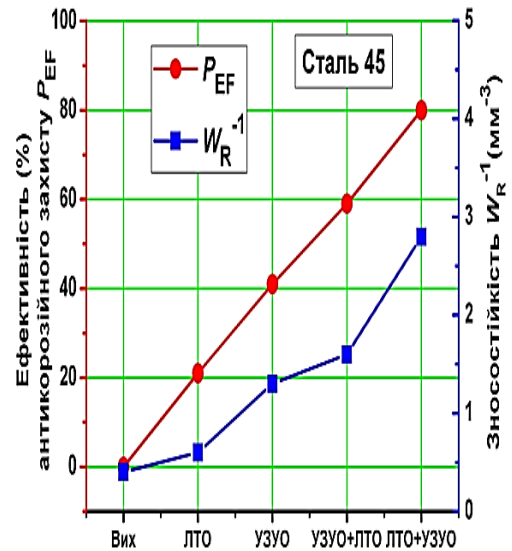
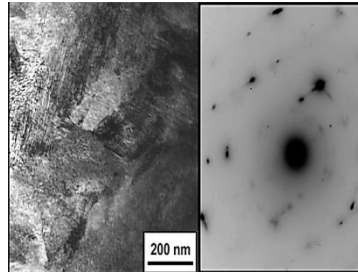
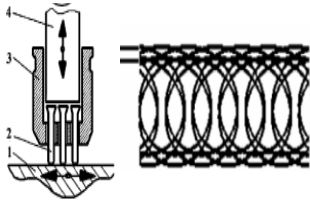
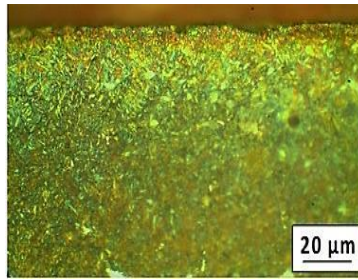
На основі системних досліджень встановлено закономірності впливу термодинамічних параметрів обробки розплаву конструкційних та інструментальних сталей у передкристалізаційний період, під час кристалізації та в інтервалі

температур твердофазних перетворень на процеси структуроутворення і формування властивостей у виливках, що відкриває можливості цілеспрямованої їх зміни для забезпечення високих механічних і експлуатаційних показників литих сталевих виробів. Уперше експериментально досліджено і встановлено закономірні зміни механізмів твердофазних перетворень і формування фазово-структурного стану сталевих виливків залежно від термодинамічних умов їх охолодження після тверднення, що дозволило розробити і реалізувати нові технологічні режими термічної обробки литих сталевих виробів, зокрема з використанням тепла ливарного нагріву. Одержані результати досліджень щодо закономірностей впливу термочасових умов на процеси кристалізації і структуроутворення розширюють можливості керування фазово-структурним станом сталевих виливків, відкривають додаткові резерви підвищення їх властивостей, розроблення нових ливарних технологій і матеріалів. (С.Є. Кондратюк, В.М. Щеглов, О.М. Стоянова, І.Н. Примаєв, ФТІМС НАНУ)

Проаналізовано результати досліджень кристалічної структури мартенситу вуглецевих сталей. Впровадження атомів С в сталі (до 1,7% мас. або ≈ 8 ат.%) на одне із ребер а, b, с ОЦК-ґратки мартенситної фази призводить до збільшення цього ребра та відповідних змін сусідніх ребер. У цьому випадку кристалічну структуру мартенситу можна відобразити у вигляді набору блоків із 4-х спотворених ОЦК-ґраток, що мають різні розміри а, b, с ребер. При впорядкованому розташуванні атомів С тільки на ребрі с виникає псевдотетрагональна структура, яка призводить до дублетного розщеплення дифракційних ліній. У випадку хаотичного (невпорядкованого) розташування атомів С (на будь-якому із ребер а, b, с) структура мартенситу залишається кубічною, а дифракційні лінії уширюються. Кристалічна структура мартенситу також достатньо добре відображається за допомогою сереньоквадратичних зміщень атомів Fe із положень рівноваги, що викликані періодичним втіленням атомів С на ребра с ОЦК-ґраток мартенситу. (В.А. Лободюк, Ю.Я. Мешков, ІМФ НАНУ)

Методом радіоактивних ізотопів за допомогою ^{60}Co досліджено процес масоперенесення в стопах Al–Li 2099-T83 за умов ультразвукової ударної обробки (УЗУО). Визначено особливості будови дифузійної зони та величини рухливості атомів. Оцінка величини коефіцієнта масоперенесення під час УЗУО дала значення, що перевищує значення коефіцієнта дифузії ^{60}Co в Al за кімнатної температури у 6×10^7 раз, тобто в даному випадку реалізувалося явище аномального масоперенесення, зумовлене не температурним впливом, а дією рушійної сили за рахунок УЗУО. Використання такого явища відкриває перспективи поліпшення властивостей цих сплавів за швидкого (близько 100 с) приповерхневого легування без підвищення температури, що збереже структуру і механічні характеристики об'єму металу. (А.В. Філатов, В.Ф. Мазанко, С.Є. Богданов, С.П. Ворона, Є.І. Богданов, ІМФ НАНУ)

Досліджено кореляцію між структурно-фазовим станом, твердістю, корозійною поведінкою та зносостійкістю поверхні сталі 45 у вихідному стані та після лазерного термозміцнення і комбінованої лазерної та ультразвукової ударної обробки (УЗУО). Встановлено позитивний вплив структурно-фазових змін у сталі



Обладнання для УЗУО, наномасштабна мартенситна структура (білий шар) та зростання зносостійкості W_R^{-1} і ефективності антикорозійного захисту сталі 45 після ЛТО, УЗУО, та комбінованих обробок УЗУО+ЛТО та ЛТО+УЗУО. Комбінована ЛТО+УЗУО веде до зростання анти-корозійного захисту P_{EF} (у 1,8 рази) та зносостійкості W^{-1} сталі 45 (у 5 разів)

45, що відбуваються за комбінованих впливів лазерного термооброблення (ЛТО) та височастотного (ультразвукового) ударного оброблення (ВЧУО), проведених у оптимальних з огляду на найвищу твердість поверхні та мінімальні шорсткість / хвилястість поверхні режимах. Встановлено механізми структурно-фазових перетворень, а також зношування та корозії поверхні сталі 45 після окремо та послідовно застосованих ЛТО та ВЧУО. Комплексне термомеханічне оброблення (ЛТО та наступне УЗУО) – перспективний метод підвищення антикорозійних властивостей (у 1,8 рази), твердості (2,5 рази) і зносостійкості (5 разів) середньовуглецевих сталей (сталі 45) за рахунок формування наномасштабної мартенситної структури (~ 40–150 нм) з межами зерен, закріпленими наночастинками цементиту розміром ~ 20–50 нм.

(Б.М. Мордюк, Г.І. Прокопенко, ІМФ НАНУ, Д.А. Лесик, і В.В. Джемелінський, НТУУ «КПІ» МОНУ, М.О. Єфімов і К.Е. Грінкевич, ІПМ НАНУ)

При проведенні комплексних досліджень впливу легування та ТМО на термічну стабільність та магнітні властивості (початкова магнітна проникність, коерцитивна сила та втрати в осерді) аморфних сплавів двох систем $Co_{73}(Fe, Ni, Mn, Mo)_6(Si_{0,2}B_{0,8})_{21}$ та $Co_{55+59}(Fe, Ni, Mn)_{21+24}(Si_{0,2}B_{0,8})_{20}$ з високою індукцією насичення ($B_s \geq 1T$) показано наступне. (1) Температура початку первинної кристалізації аморфних стрічок (утворення кристалів твердого розчину двох типів $\alpha-Co$ та $\beta-Co$) залежить від хімічного складу сплаву і зменшується від 450°C до 392°C при збільшенні сумарного вмісту нікелю, заліза та марганцю в сплаві, що обумовлено зменшенням енергії активації процесу нанокристалізації $\alpha-Co$ та $\beta-Co$ фаз. (2) Процес наведення магнітної анізотропії при відпалі зразків у постійному поперечному полі полегшується при комплексному легуванні базового сплаву Ni, Mn і Mo, що супроводжується помітним зменшенням температури Кюрі. (3) Збільшення вмісту легувальних елементів Fe, Ni, Mn та Mo в сплаві Co–(Fe–Ni–Mo–Mn)–Si–B приводить до покращення магнітом'яких вла-

стивостей: питомі втрати в осерді зменшуються, лінійність петлі перемагнічування зростає, як і стійкість ефективної магнітної проникності до підмагнічування. (4) При збільшенні вмісту нікелю в сплавах величина ефективної магнітної проникності зменшується від 3000 до 550 і, відповідно, вона залишається сталою в ширшому діапазоні напруженості магнітного поля (до 1100-1300 А/м). При вимірі температурної залежності магнітної проникності осердь після їх ТМО показано, що руйнування наведеної поперечним полем магнітної анізотропії починається при температурах 250-260°C, які фактично визначають рівень термічної стабільності цих перспективних АМС.

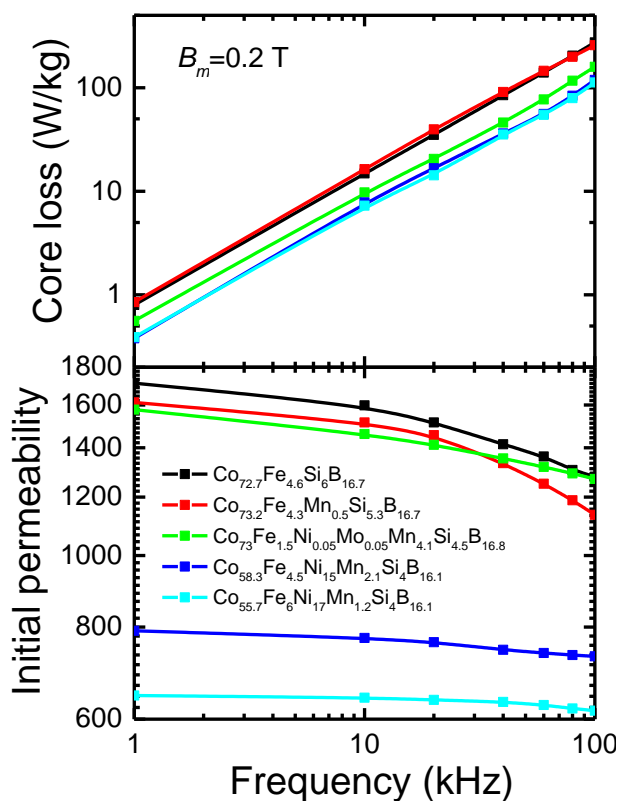
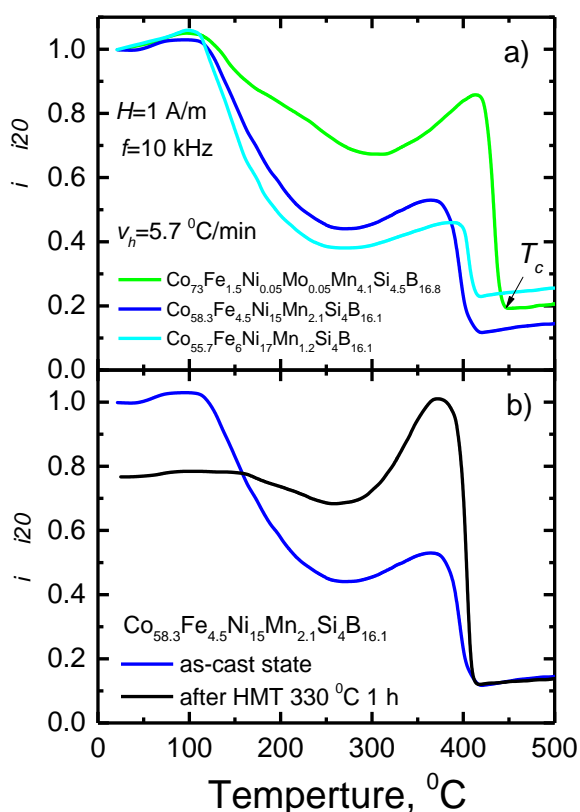


Рис. 1 Температурна залежність відносної ефективної магнітної проникності для сплавів у вихідному стані (а) та після термомагнітної обробки (б) досліджених аморфних сплавів Co-(Fe-Ni-Mo-Mn)-Si-B (В.К. Носенко, О.М. Семирга, В.В. Кирильчук, В.З. Балан, Т.М Міка, А.В. Носенко, ІМФ НАНУ)

Визначено механічні властивості при розтягу, характеристики крихкої міцності (R_{mc}) та коефіцієнт механічної стабільності (K_{ms}) високовуглецевої сталі (1,28% С) після різних видів термічної обробки (багаторазове гаряче деформування вальцюванням, нормалізація, відпал на зернистий перліт). Встановлено, що просторова неоднорідність в розташуванні часток цементиту в сталі з шаруватою структурою, яка була створена в процесі багаторазового деформування, викликає зміну коефіцієнта механічної стабільності в залежності від напрямку вимірювання. Характеристики крихкої міцності та ударної в'язкості залишаються незмінними. (Р.В. Тельович, Ю.А. Гарасим, Н.О. Бондаревська, ІМФ НАНУ)

У рамках теорії функціоналу густини проведено теоретичні розрахунки впливу водню на електронну структуру алюмінію. Відповідна модельна комірка складалася з 32 атомів алюмінію та одного атому водню, що відповідає концентрації 3 ат.%. Аналіз існуючих літературних даних дозволяє стверджувати, що зазначений розмір комірки є достатнім аби виключити можливі взаємодії водень-водень, що є наслідком періодичних граничних умов. Варіація повної енергії систем Al та Al-H (після знаходження рівноважних атомних позицій) як функція об'єму комірок та апроксимація отриманих залежностей рівнянням стану третього порядку Бірча–Мурнагхана дозволила розрахувати рівноважні параметри ґраток. Шляхом розміщення атому водню в різних позиціях втілення та порівнюючи значення енергії когезії встановлено, що атоми водню схильні займати тетраедричні позиції втілення в алюмінії. При цьому слід зазначити, що в системах із ГЦК-ґраткою об'єм октаедричних пор є більшим. Використовуючи метод модифікованого тетраедра, проведено розрахунки впливу водню на густину електронних станів на рівні Фермі в алюмінії (рис.). Встановлено індуковане воднем підвищення цього значення. Зроблено висновок, що введення водню в алюмінії призводить до підвищення концентрації вільних електронів. Моделювання впливу водню на просторовий розподіл електронної густини для систем ГЦК-Al₃₂H та ГЦК-Al дозволило зробити висновок, що введення водню супроводжується підвищенням значення електронної густини в околі водню, зокрема в міжатомній області, що вказує на індуковане воднем посилення металічного характеру міжатомного зв'язку.

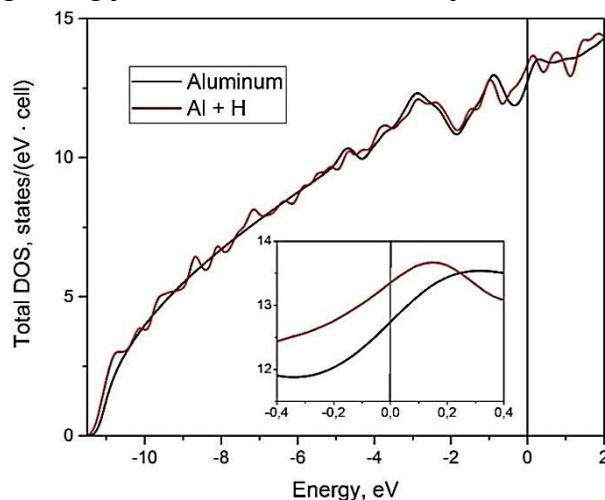


Рис. Вплив водню на повну густину електронних станів на рівні Фермі в алюмінії (С.М. Теус, В.Г. Гаврилюк, ІМФ НАНУ, Д.О. Харченко, ІПФ НАНУ)

Досліджувався вплив глибокої криогенної обробки та її режимів на властивості сталі для стволів вогнепальної зброї до та після трибологічних випробувань, котрі проводилися з метою експериментального моделювання процесу нагрівання стволів під час стрільби за рахунок тертя ковзання та впливу такого термомеханічного навантаження на внутрішню поверхню матеріалу ствола. Було досліджено зносостійкість сталі після різних термообробок (звичайної та криогенної) та різних трибологічних режимів; вплив цих режимів та режимів термообробки на мікро- та макротвердість поверхні, її мікроструктуру та моменти сили тертя ковзання. Вимірювання макро- та мікротвердості показали, що поверхня сталі, в схему термічної обробки якої додано етап криогенної обробки,

після випробувань на зношування при температурі поверхні вище 430°C , що відповідає середній інтенсивності стрільби, суттєво змінюється (рис. 1).

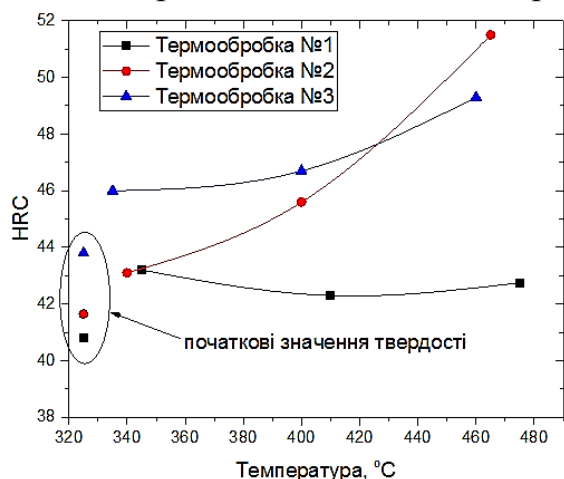


Рис.1.

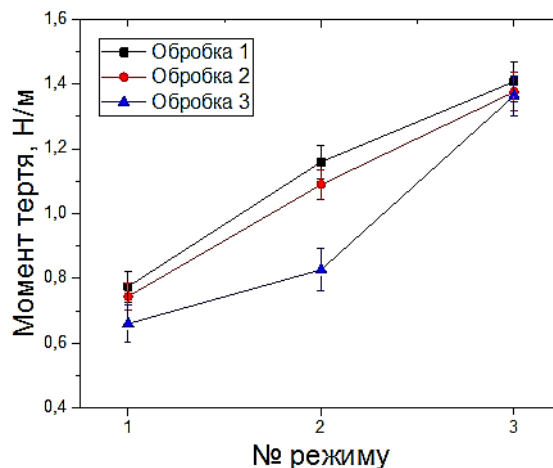


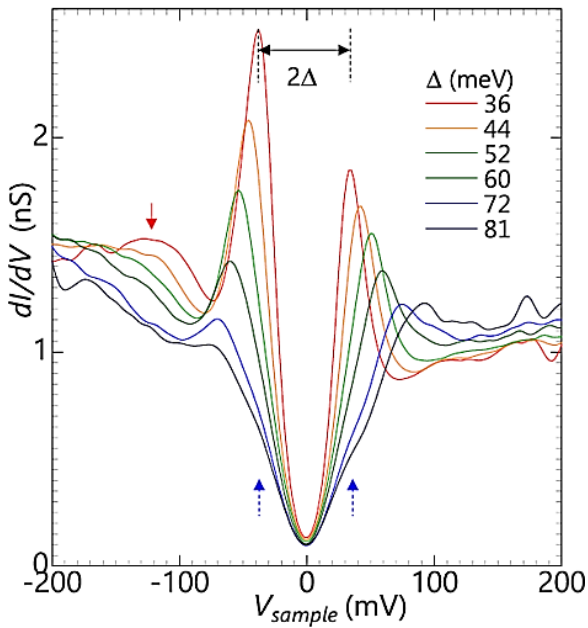
Рис.2

Як було показано раніше, цей ефект обумовлений затримкою виділення карбідів в процесі термообробки, та їх виділенням в процесі інтенсивної експлуатації матеріалу. З цієї ж причини показники моменту сили тертя ковзання у сталі без кріогенної обробки вищі (рис.2). Отримані експериментальні результати свідчать про те, що додаткова кріогенна обробка може сприяти стабільності геометрії стволів стрілецької зброї, збільшенню інтенсивності стрільби, збільшенню ресурсу експлуатації та ремонтпридатності. (В.М. Шиванюк, В.Г. Гаврилюк, А.І. Тищенко, ІМФ НАНУ)

За результатами наукових досліджень впливу роздільного легування алюмінієм, марганцем та іншими елементами на закономірності формування вихідної структури в ливарній хромистій сталі 120X15, та досліджень особливостей і закономірностей формування вторинної структури і властивостей матеріалу в шарах тертя, при різних параметрах і умовах тертя ковзання встановлено наступне. (1) Легування сталі алюмінієм в межах 0,2–0,4% забезпечує формування динамічного балансу структурного стану металеві фази во вторинних структурах шарів тертя на рівні 50% α -фази та 50% γ -фази, та рівність значень щільності дислокацій в цих фазах, а також максимум зносостійкості. (2) Максимальна зносостійкість сталі 120X15, в умовах граничного тертя ковзання досягається при вмісті в сталі 0,7–1,2% марганцю. (3) Приповерхневі шари тертя істотно змінюють свій хімічний склад, по відношенню до вихідного матеріалу, збагачуючись хромом і киснем, забезпечуючи додаткове зміцнення поверхневих шарів тертя, збільшуючи їх опір руйнуванню в процесі тертя. (4) Концентраційні залежності зносостійкості сталі 120X15, при роздільному легуванні вольфрамом, ванадієм, алюмінієм чи марганцем, мають вид однопікових функцій з екстремумами на межах фазових областей відповідних систем, що відповідає основним положенням закону Курнакова. (5) Уперше побудовано діаграми склад–структура–властивості (відносна зносостійкість при терті ковзання в умовах граничного нормального зношування) сталі 120X15, легуваної роздільно вольфрамом, ванадієм, алюмінієм чи марганцем. (6) Зносостійкість сталі 120X15Г в умовах граничного тертя в 5,5 і 3,3 рази вище, ніж сталей 20X13 120X15, відповідно. За результатами досліджень основних закономірностей

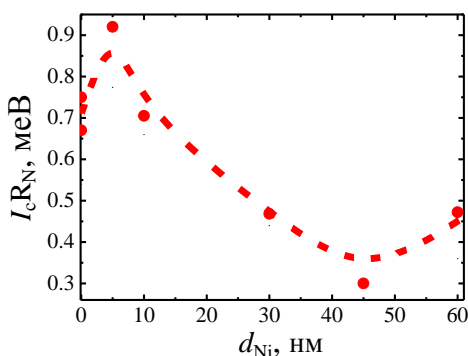
формування структури і властивостей марганцевої сталі 110Г13Л побудовані діаграми склад–структура-властивості (межа міцності та плинності при розтягуванні, та ударного згину) марганцевих аустенітних сталей, в тому числі і для сталі 110Г13Л. (С.Я. Шипіцин, І.Ф. Кірчу, ФТІМС НАНУ)

При дослідженні впливу параметрів гарячої деформації при прокатуванні, штампуванні, куванні конструкційних і спеціальних сталей встановлено, що підвищення температури і ступеня деформації суттєво впливає на механізми і закономірності розпаду пересиченого твердого розчину металевої матриці з виділенням вторинної фази. Головною причиною є підвищення пересичення твердого розчину матриці при повному розчиненні надлишкових фаз литого стану і вирівнюванні концентрації елементів, які утворюють надлишкові фази, у мікрооб'ємах металевої матриці. Це змінює механізм зародження вторинних надлишкових фаз при відпуску сталей при кінцевій термічній обробці з гетерогенного на високоенергетичних дефектах кристалічної структури матриці (висококутові границі аустенітних, чи феритних зерен) на гомогенний на низько енергетичних дефектах (вакансії, окремі дислокації). Наслідком є внутризеренне рівномірне виділення нанорозмірних надлишкових фаз при відпуску сталей. У прикладному плані це прогнозує можливість промислового застосування розробленої сталі з дисперсійним нітридним зміцненням для залізничних коліс з підвищеними до двох разів ресурсом і надійністю на підприємствах, зокрема ПАТ «Інтерпайп НТЗ», в яких можливості термічного обладнання за температурою не відповідають вимогам, які були встановлені при дослідженнях і розробці сталі в лабораторних умовах. (С.Я. Шипіцин, І.Ф. Кірчу, ФТІМС НАНУ, О.А. Шматко, С.М. Захаров, В.Є. Панарін, ІМФ НАНУ)



Уперше за допомогою низькотемпературної скануючої тунельної мікроскопії систематично досліджено наномасштабну періодичну локальну щільність станів (LDOS) та неоднорідний розподіл щілин для мікрокристалів легovanого високотемпературного надпровідника Pb-Bi₂Sr₂Ca₂Cu₃O_{10+y} (PbBi2223). Просторово неоднорідний розподіл щілин із структурами розміром у кілька нанометрів демонструє середню величину щілини $\Delta \approx 46$ меВ із стандартним відхиленням $\sigma = 8$ меВ. Ці особливості подібні до властивостей широко досліджуваних раніше двошарових купратів. (О.М. Габович, ІФ НАНУ)

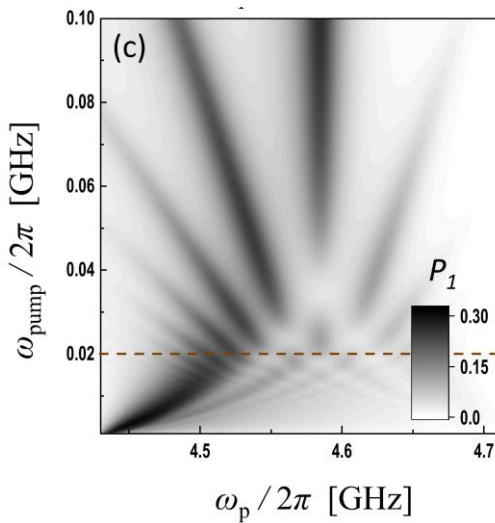
Проникнення куперівських пар з надпровідного шару до феромагнітного в контактах надпровідник–феромагнетик, відоме як ефект близькості, є предметом інтенсивних досліджень протягом декількох останніх десятиліть. На початку цього сторіччя стало зрозумілим, що ефект близькості супроводжується зворотною дією магнітного матеріалу на електронну підсистему надпровідника, яка проявляє себе в дифузії намагніченості через інтерфейс двох металів. Згідно з тодішньою теорією зворотного ефекту близькості глибина такого проникнення мала бути порядку довжини когерентності в надпровіднику. Цей феномен спостерігався експериментально. Проте, індуковане магнітне поле спостерігалось в S/F-гібридних системах на відстані набагато більшій відповідної надпровідної довжини когерентності. В 2018 році автори [S. Mironov et al., *Appl. Phys. Lett.* **113**, 022601 (2018)] запропонували теорію далекодіючого зворотного електромагнітного ефекту близькості (ЕМЕБ), згідно до якої магнітні кореляції можуть поширюватися в надпровідник другого роду на відстанях порядку лондонівської глибини проникнення. Запропонований авторами ЕМЕБ, як вважають автори, можливо спостерігати експериментально при дослідженні джозефсонівських контактів типу феромагнетик/надпровідник–ізолятор–надпровідник. Проведені нами дослідження вольт-амперних кривих виготовлених джозефсонівських переходів Ni/Pb/Sn-оксидний бар'єр-Pb підтвердили існування електромагнітного ефекту близькості в контактах над-



тонкої плівки свинцю — надпровідника другого роду з феромагнітним нікелем. Більш того, вперше спостерігалась осцилююча залежність критичного струму Джозефсона від товщини Ni, яка свідчить про наявність в плівці Pb просторових коливань параметру надпровідного порядку, передбачених FFLO-теорією ще в середині 60-х

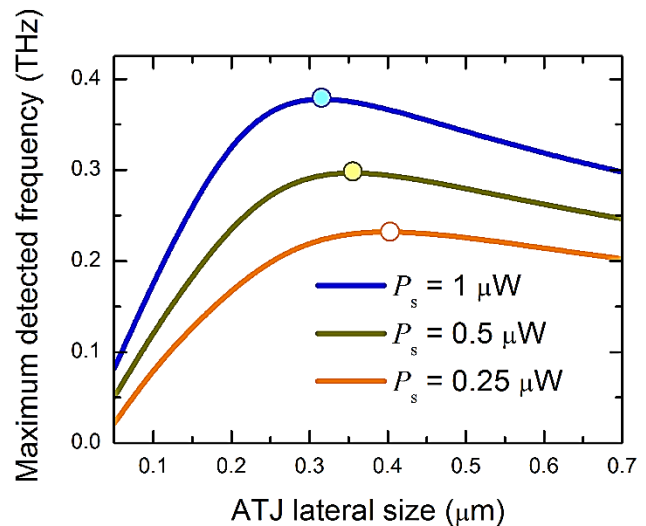
років минулого сторіччя. (Е.М. Руденко, А.О. Краковний, І.В. Короташ, М.В. Дякін, М.О. Білоголовський, ІМФ НАНУ)

Теоретично досліджено відбиття та проходження електричного сигналу крізь лінію передач. На кінці лінії в такій системі знаходиться ємність, а перед



якою — система транзмон-кубіт; сигнал віддзеркалюється від ємності та взаємодіє з кубітом нелінійним чином. Розраховано відповідні інтерферограми та отримано кількісне узгодження з експериментальними результатами. На рисунку зображено залежність збудженого стану кубіту від частоти пробного сигналу та сигналу накачки. Резонансне збудження кубіту на експерименті відповідало резонансному поглинанню пробного сигналу, який було візуалізовано через коефіцієнт відбиття. Дана робота важлива для квантового контролю систем з кубітами. (С.М. Шевченко, ФТІНТ НАНУ)

Уперше в світі розроблено аналізатор спектра електромагнітних сигналів терагерцового діапазону частот на основі антиферромагнітного тунельного контакту (АТК), керованого квазістаціонарним електричним струмом. АТК є чотирьохшаровою тунельною структурою Pt/АФМ/MgO/Pt, що складається з двох зовнішніх шарів платини (Pt), шару антиферромагнетика (АФМ) та діелектричного тунельного прошарку MgO. При протіканні квазістаціонарного електричного струму I_{dc} крізь шар Pt, сусідній до АФМ шару, в АФМ викликають коливання магнітних підґраток за рахунок спінового ефекту Холла. Це, в свою чергу, приводить до появи коливань тунельного анізотропного магнітоопору наноструктури з субтерагерцовою або терагерцовою частотою f . Якщо крізь АТК протікає змінний електричний струм, створений зовнішнім сигналом з частотою f_s та потужністю P_s , то за умови $f \approx f_s$ між платиновими електродами АТК виникає низькочастотна електрична напруга U_{atj} , вимірюючи яку можна визначити частоту f_s та потужність P_s зовнішнього сигналу. Змінюючи сталий струм живлення I_{dc} , можна змінювати частоту коливань f магнітоопору структури, а, отже, й частоту, на якій вимірюється низькочастотна напруга U_{atj} , що дозволяє проводити вимірювання спектра сигналів у діапазоні частот $\sim 0.1 - 1$ ТГц. Оптимізовано характеристики аналізатора спектра на основі АТК з АФМ шаром $Ir_{0.2}Mn_{0.8}$ і визначено оптимальні латеральні розміри АТК для різних потужностей P_s зовнішнього сигналу (див. рис.). Встановлено, що такий пристрій здатен забезпечити сканування діапазону частот $0.1-1$ ТГц зі



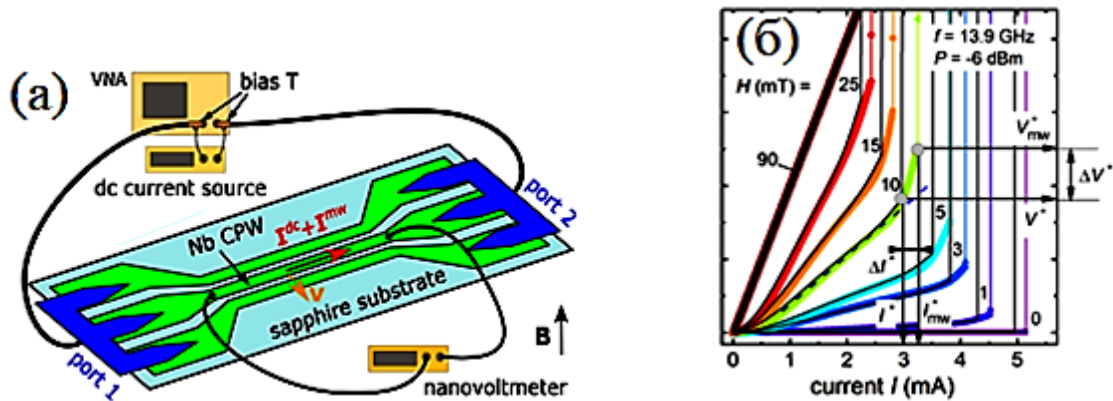
швидкістю до 100 ГГц/пс з одночасним вимірюванням частоти сигналу з похибкою ~ 5 МГц за наявності сильного шуму (співвідношення сигнал/шум ~ 0.1). (П.Ю. Артемчук, О.В. Прокопенко, КиївНУ МОНУ спільно з А.М. Славіним та ін., Оклендський університет, США).

Експериментально досліджено вплив температури і зовнішнього магнітного поля на транспортні властивості гранулярного високотемпературного надпровідника $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, у якого магнітна 4f-оболонка практично повністю заповнена. Динаміка зміни ходу ізотерм магнітоопору демонструє складний характер, а саме, спостерігаються два типи поведінки - квазілінійний в діапазоні $66 \text{ K} \leq T \leq 72 \text{ K}$ і «аномальний» в діапазоні $73 \text{ K} \leq T \leq 81 \text{ K}$. Аномальні ізотерми містять три елементи: ділянку різкого зростання опору при підвищенні H_{ext} , точку перегину і ділянку помірної зростання опору. Такий характер еволюції ізотерм магнітоопору при зростанні температури свідчить про наявність топологічних фазових переходів Березинського–Костерліца–Таулеса (БКТ) по магнітному полю в області існування резистивності джозефсонівського середовища гранулярного високотемпературного надпровідника $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, а наявність джерел внутрішнього магнітного поля призводить до істотного зниження температури $T_{\text{БКТ}}(H)$. (В.О. Фінкель, Т.В. Сухарева, ННЦ ХФТІ НАНУ)

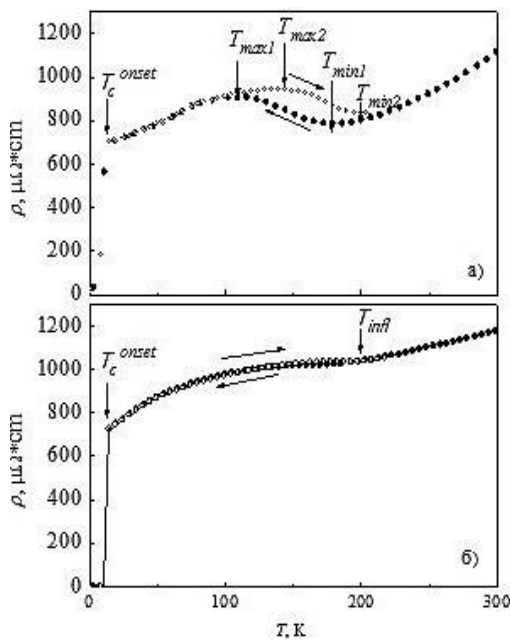
Запропоновано новий діаграмний метод часової теорії збурень, який дозволив вже в нульовому наближенні самоузгодженого поля описати ефект нелінійної близькості в гібридній структурі «нормальний метал-надпровідник». Показано, що електронне тунелювання посилює некогерентність збуджень куперівських пар і збільшує температурний діапазон існування надпровідного стану. На прикладі Sn при нульовій температурі показано, що надпровідність різко зникає при критичному значенні $T_N \sim 3,3 \text{ K}$, що вказує на фазовий перехід першого роду. Цей факт підтверджується появою двох щілин, що відображають наявність метастабільного надпровідного стану для високої бар'єрної прозорості. Аномальний ефект близькості може спостерігатися в приповерхневих властивостях надпровідників, надпровідних гетероструктурах з сильно невпорядкованою поверхнею тунельного бар'єру низької висоти або в транспортних характеристиках S/NIS контактів Джозефсона. (Е.Є. Зубов, ІМФ НАНУ)

Уперше спостерігалось явище стимуляції надпровідності у змішаному стані під дією надвисокочастотного струму, а також відповідне «гальмування» нестійкості Ларкіна-Овчиннікова. Досліджувався вплив комбінації постійного і змінного струмів у широкому діапазоні частот від 100 МГц до 14 ГГц на копланарні хвильоводи, створені з плівок ніобію, напилених магнетронним розпилюванням і фотолітографією, див. рис. (а). Плівки мали гладку поверхню, з нерівностями, що не перевищували 1 нм на площадці 1 мкм x 1 мкм. У режимі відносно низьких частот (від 64.1 МГц до 1 ГГц) низькорезистивний режим не зазнав майже ніяких змін. Водночас, у присутності змінного струму з частотою 13.9 ГГц спостерігався загин вольт-амперних кривих догори, див. рис. (б). Стимуляція надпровідності досягала максимальної ефективності при частотах вище 10 ГГц і потужностях надвисокочастотного опромінення -12 – $+3$ дБм. При подальшому збільшенні потужності мав місце зворотний ефект більш швидкого

зруйнування надпровідності під впливом джоулевого перегріву зразка занадто сильним надвисокочастотним струмом.



У результаті досліджень термодинамічних (критичні температури і поля) і транспортних (струм і швидкість вихорів) властивостей продемонстровано універсальність явища стимуляції надпровідності. (О.В. Добровольський, В.М. Бевз, В.А. Шкловський, А.І. Безуглий, Р.В. Вовк, ХаркНУ МОНУ)



Температурні залежності електроопору $Gd_{0.9}Pb_{0.1}Mo_6S_8$ (а) та $Gd_{0.7}Pb_{0.3}Mo_6S_8$ (б), виміряні за відсутності магнітного поля при охолодженні $300 \div 2$ К (●) і нагріванні $2 \div 300$ К (○) з однаковою швидкістю 2 К/хв

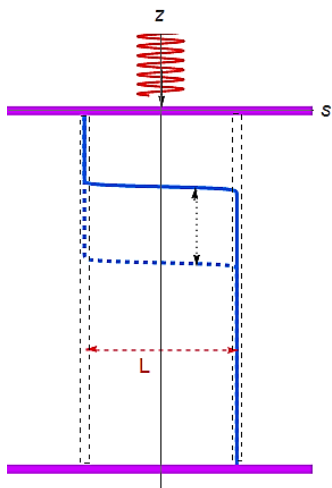
температурою Кюрі $\theta \approx 21$ К, що свідчить про можливість появи АФМ впорядкування при більш низьких температурах. Таким чином, можливе співіснування надпровідності та магнетизму нижче температури надпровідного переходу. (А.В. Терехов, І.В. Золочевський, Л.А. Іщенко, ФТІНТ НАНУ)

Виявлено, що на температурних залежностях електроопору сполук $Gd_{0.9}Pb_{0.1}Mo_6S_8$ і $Gd_{0.7}Pb_{0.3}Mo_6S_8$ вище 100 К спостерігаються особливості (максимум і мінімум у $Gd_{0.9}Pb_{0.1}Mo_6S_8$ і перегин у $Gd_{0.7}Pb_{0.3}Mo_6S_8$), а також тепловий гістерезис в області існування особливостей, які можуть бути обумовлені перебудовою зонної структури і появою двох каналів носіїв заряду, відповідальних за напівпровідниковий і металічний хід температурних кривих електроопору. В області температур нижче 11 К в цих сполуках виявлено перехід в надпровідний стан. Величина температури надпровідного переходу знижується з ростом концентрації Gd. Дослідження впливу температури на намагніченість $M(T)$ в $Gd_{0.9}Pb_{0.1}Mo_6S_8$ показало, що на $M(T)$ залежності в області температур $70 \div 250$ К відсутні особливості, пов'язані з магнітними перетвореннями. У той же час, поведінка температурної залежності зворотної намагніченості добре дотримується закону Кюрі-Вейса з парамагнітною

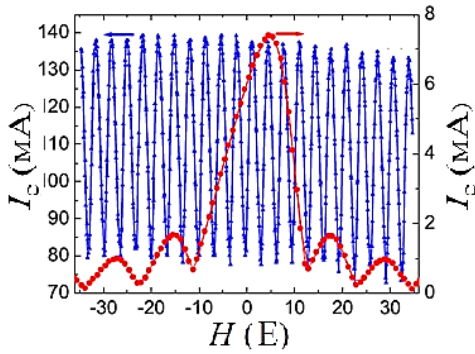
Важливою умовою існування Майоранових станів, які передбачають ви-

користувати для роботи топологічних квантових комп'ютерів, є наявність триплетної надпровідності. Триплетна надпровідність, як вважається на даний час, може з'являтися в надпровідних сполуках, в яких зв'язок між електронами забезпечується за допомогою спінових флуктуацій. Великим класом магнітних надпровідників, в яких можлива поява триплетної надпровідності, є потрібні халькогеніди молібдену з магнітними рідкісними землями. Тому дослідження електричних і магнітних властивостей цих сполук вище та нижче температури надпровідного переходу є важливими. Показано, що шаруваті надпровідники завдяки своїм своєрідним нелінійним властивостям поведуться як гіперболічні середовища в широкому діапазоні частот радіохвиль, які можуть бути перестроєні. Досліджено резонансну прозорість шаруватого надпровідника, пов'язану зі збудженням локалізованих хвиль з немонотонною дисперсією. Виявлено, що постійне магнітне поле транспортного струму може регулювати електромагнітні властивості шаруватого надпровідника таким чином, щоб спостерігати подвійні піки в залежності коефіцієнту пропускання хвилі від кута падіння. Вирішуючи проблему методом трансфер-матриць, вдалося отримати аналітичний вираз для матриці, відповідальної за вплив постійного магнітного поля транспортного струму. Важливо, що ця матриця не залежить ні від розміру шаруватого надпровідника, ні від параметрів оточення. (Н.М. Квітка, С.С. Апо-столов, Т.М. Рохманова, О.О. Шматько, В.О. Ямпольський, ІРЕ НАНУ)

Теоретично досліджено високочастотну динаміку вихорів Абрикосова у шаруватих 3D-анізотропних надпровідниках із паралельними лінійними (стовпчастими) дефектами, такими, наприклад, як крайові або гвинтові дислокації, а також штучно створені при імплантації наночастинок діелектричні нанострижні, або радіаційні треки у високотемпературних надпровідних матеріалах з малою довжиною когерентності. При низьких температурах і в магнітних полях, в стані так званого «Бозе-скла», динаміка вихорів у змінному полі визначається динамікою вихорових «кінків», які з'єднують частини вихорової лінії, заціпінговані на сусідніх стовпчастих дефектах (див. рис.). У даній роботі було розраховано залежність концентрації вихорових «кінків» від їх відстані до поверхні надпровідника, а також від кута нахилу зовнішнього магнітного поля відносно вісі лінійних дефектів. Обраховано температурну і магнітно-польову залежності поверхневого опору в мікровильовому діапазоні для надпровідника із стовпчастими центрами пінінгу вихорів у стані Бозе-скла в зовнішньому сталому магнітному полі при різних температурах, величині та орієнтації магнітного поля. (О.Л. Касаткін, ІМФ НАНУ)



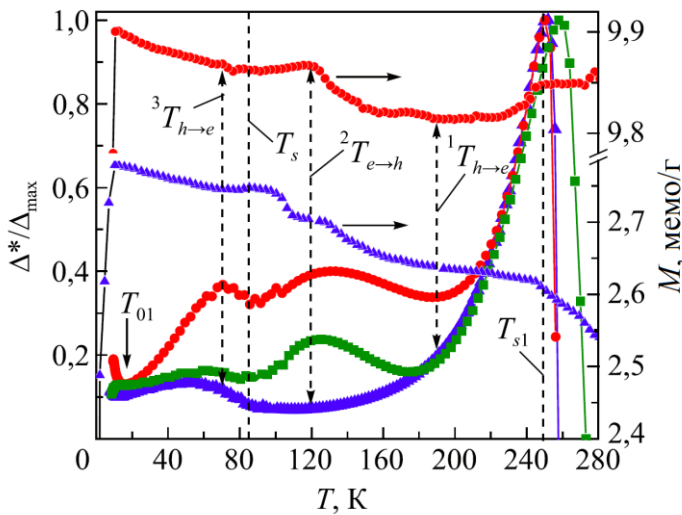
Запропоновано і реалізовано новий перехід Джозефсона з періодичним багат шаровим Ni/Al прошарком, який має СКВІД-подібну залежність критичного струму від зовнішнього магнітного поля (див. рис., на якому цю залежність порівняно зі стандартною фраунгоферовою кривою). Показано підвищену чутливість даного пристрою до магнітного поля порівняно зі звичайними переходами надпровідник–ізолятор–надпровідник. Застосування багат шарових N/F



структур в якості бар'єрів у джозефсонівських переходах не тільки значно розширює можливість контролю над їх властивостями, але й дозволяє створити новий напрямок керованої спіннадпровідної електроніки. (М.О. Білоголовський, ІМФ НАНУ, І.Р. Nevirkovets, J.B. Ketterson, Northwestern University, USA)

Досліджено електротранспортні властивості хаотичних бінарних наноконкомпозитів Bi2223:LSMO, що складаються з високотемпературного *d*-хвильового надпровідника Bi₂Sr₂Ca₂Cu₃O_{6+x} (Bi2223) та напівметалевого феромагнетика La_{2/3}Sr_{1/3}MnO₃ (LSMO). При об'ємних співвідношеннях складових компонентів 4:1 експериментальні транспортні характеристики об'ємних (3D) зразків, при переході у надпровідний стан добре описуються моделлю Березинського–Костерліца–Таулеса (БКТ) для двовимірних (2D) надпровідників. Спостережувана 2D-подібна поведінка транспортних властивостей 3D-наноконкомпозиту, найбільш імовірно, обумовлена наявністю двох характерних просторових масштабів у системі, а саме (а) суттєвою різницею між геометричними розмірами складових компонентів (мікронного розміру частинки Bi2223 та наночастинки LSMO) та (б) індукованим так званим «ефектом близькості» триплетного *p*-хвильового типу надпровідного стану напівметалевого манганіту LSMO, що контактує з Bi2223, з відповідною довжиною когерентності. Нижче температури надпровідного переходу Bi2223 резистивні втрати в таких об'ємних наноструктурах обумовлені струмом, що протікає повз феромагнітні наночастинки LSMO, які покривають мікрогранули Bi2223. Зі зниженням температури на ефективній 2D-поверхні наночастинок LSMO, що покривають мікрогранули Bi2223, реалізується індукований близькістю перехід у надпровідний стан змішаного *d*- та *p*-типу. Цей перехід реалізується як 2D топологічний БКТ-подібний перехід. Отримані експериментальні дані дають прямі докази нетрадиційного надпровідного переходу у композиті *d*-хвильовий надпровідник–напівметалевий феромагнетик. (В.М. Криворучко, В.Ю. Таренков, ДонФТІ НАНУ, О.І. Дьяченко, ІМФ НАНУ)

Уперше досліджено температурну залежність надлишкової провідності $\sigma'(T)$ в полікристалічних зразках FeSe_{0,94}, виготовлених за різною технологією: S1 зі складом FeSe_{0,94} + 4 wt% Ag (червоні точки на рис.), S3 зі складом FeSe_{0,94} (зелені квадрати) методом часткового плавлення та S2 зі складом FeSe_{0,94} (сині трикутники) методом твердотільної реакції. Вперше доведено існування флуктуаційних куперовських пар в FeSe в області надпровідних флуктуацій поблизу $T_c \sim 9$ К, де $\sigma'(T)$ відмінно апроксимується флуктуаційними теоріями 3D Асламова–Ларкіна і 2D Макі–Томпсона до температури $T_{01} \sim 2T_c$, демонструючи 3D–2D-кросовер при $T = T_0$. Виявлено, що інтервал надпровідних флуктуацій $\Delta T_{fl} = T_{01} - T_c \approx 20$ К фактично такий же, як і в купратах типу YBa₂Cu₃O_{7- δ} і Fe-пніктидах. Відповідно і вимірний для FeSe час фазової релаксації $\tau_\phi = (3,4 \pm 0,05) \cdot 10^{-13}$ с є фактично таким же, як і для купратів. Обидва ці результати означають, що механізм утворення надпровідного стану найбільш імовірно є однаковим для різних типів високотемпературних надпровідників. Одержана з вимі-



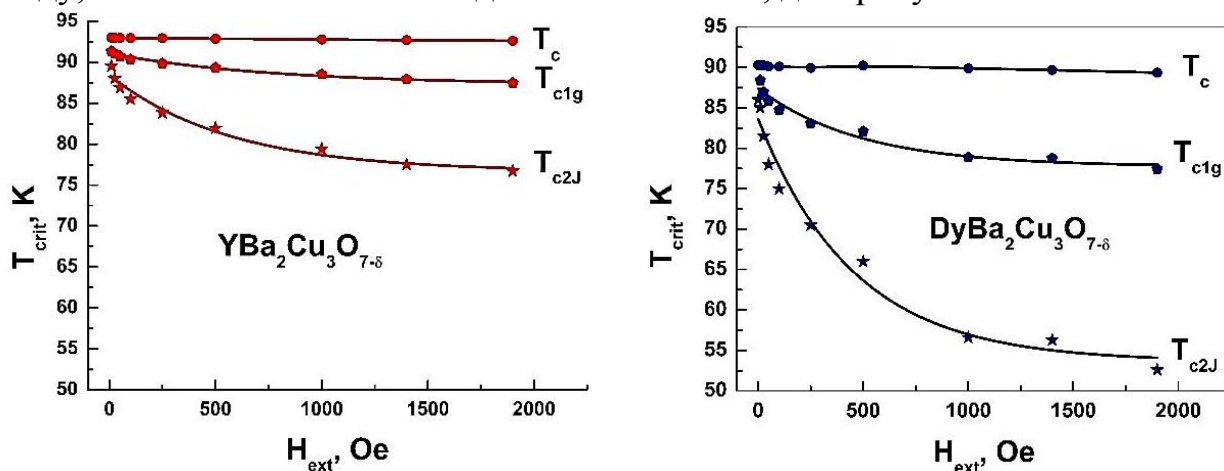
рювань $\sigma'(T)$ температурна залежність параметра псевдощільни, $\Delta^*(T)/\Delta^*_{\max}$ (див. рисунок), при високих T така ж, як і в магнітних Fe-пніктидах ($\text{EuFeAsO}_{0.85}\text{F}_{0.15}$ з $T_c = 11.0$ К) з високим вузьким максимумом $\Delta^*(T)/\Delta^*_{\max}$ при $T_{s1} = 247$ К. При цьому є особливість на намагніченості M зразків S1 і S2 (менші символи на рисунку), що вказує на перебудову магнітної підсистеми в FeSe при T_{s1} . Нижче ~ 230 К на $\Delta^*(T)/\Delta^*_{\max}$ зразків S1 і

S3 спостерігається низка мінімумів і максимумів. Вони корелюють з температурами (пунктири зі стрілками), при яких провідність змінюється з діркової на електронну і навпаки, бо FeSe є сполукою з двома типами носіїв заряду. Однак ці особливості відсутні на $\Delta^*(T)/\Delta^*_{\max}$ зразка S2. Таким чином показано, що дефектні ансамблі, обумовлені різною технологією, істотно впливають на властивості зразків. При температурі структурного переходу $T_s = 85$ К є мінімум на $\Delta^*(T)/\Delta^*_{\max}$ всіх зразків, але немає особливостей на намагніченості, що узгоджується з уявленнями про нематичний характер структурного переходу в FeSe при $T = T_s$. Нижче T_s усі зразки демонструють максимум $\Delta^*(T)/\Delta^*_{\max}$. Для S2 зразків форма цього максимуму співпадає з формою псевдощільни в купратах. Таким чином вперше експериментально доведено існування псевдощільни в FeSe нижче T_s , яку раніше було передбачено теоретично. (А.Л. Соловйов, Є.В. Петренко, Л.В. Омельченко, ФТІНТ НАНУ)

Експериментально досліджено зміни провідних та надпровідних характеристик насичених киснем керамічних зразків рутенікуватів (магнітних надпровідників) при їх тривалому зберіганні. Вперше показано, що втрата кисню в міжгранульному середовищі призводить до гістерезисної поведінки вольт-амперних характеристик. Отримані результати є важливими для прогнозування часової стабільності елементів електроніки на основі цих сполучень. (Є.Ю. Біляєв, В.О. Горелій, Ю.О. Колесніченко, ФТІНТ НАНУ)

Досліджено вплив хімічного складу, температури, магнітного поля і транспортного струму на електрофізичні властивості гранулярних високотемпературних надпровідників. Оптимізовано умови бездисипативного перенесення електричної енергії від джерела до споживача при температурі кипіння рідкого азоту. Вперше розглянуто взаємозв'язок електронної структури і струмонесучої здатності гранулярних високотемпературних надпровідників типу $\text{Re}^{3+}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$, де Re — ітрій або рідкісноземельний метал. Суттєво важливим є те, що характер заповнення електронних оболонок атома ітрію ($4d^15s^2$) принципово відрізняється від характеру заповнення електронних оболонок рідкоземельних атомів, а саме, «магнітна» $4f$ -оболонка Y вакантна. Це означає, що для високотемпературних купратів $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ джерела внутрішнього магнітного поля відсутні і відповідно $H_{\text{int}} \equiv 0$, в той час як для $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ($4f^{10}6s^2$) $H_{\text{int}} > 0$.

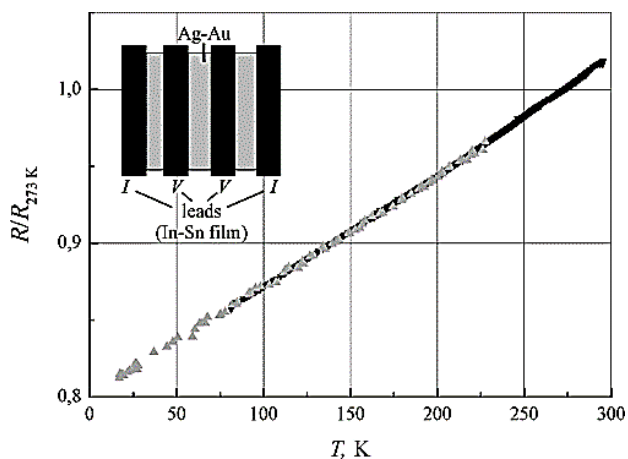
Визначено критичні температури фазових переходів: $T_{c2J} = T_{\rho=0}$ - критична температура початку проникнення магнітного поля в підсистему «слабких зв'язків», T_{c1g} - критична температура початку проникнення магнітного поля в підсистему надпровідних гранул, T_c - критична температура надпровідного переходу, а також їх залежності від магнітного поля, див. рисунок.



Таким чином, основним матеріалом для бездисипативного перенесення електроенергії від джерела до споживача при температурі кипіння рідкого азоту мають бути провідники виключно на основі високотемпературних купратів $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, для яких $T_{c2J} = T_{\rho=0} < 77,4$ К. (Т.В. Сухарева, В.О. Фінкель, ННЦ «ХФТІ» НАНУ)

Досліджено теоретично струмові флуктуації в шаруватих гібридних структурах, утворених металевим інжектором, нанорозмірним ізолятором, нормальним металевим прошарком і досліджуваним надпровідником. Показано, що одночасні виміри дробового шуму і диференціальної провідності в таких зразках можуть служити джерелом надійної інформації щодо присутності в надпровіднику двох енергетичних зон з різними надпровідними щілинами. (О.С. Житлухіна, ДонФТІ НАНУ, В.В. Шамаєв, ДонНТУ МОНУ, Покровськ, Донецька область)

Визначено „металеву” поведінку електричного опору хімічного нанорозмірного Ag–Au покриття з вмістом срібла від 6,6 до 13,1 ат.% в інтервалі температур від 4,2 до 300 К. Виявлено і пояснено особливості низькотемпературної частини цієї залежності. На рисунку наведено виміряні з інтервалом у два тижні залежності відносного опору $R(T)/R_{273K}$ такого зразка від температури (чорна лінія - перший експеримент, сірі трикутники - другий експеримент). На вставці показано розташування In-Sn контактів на зразку. (О.Г. Сиваков, Р.П. Явецький, Н.А. Матвієвська, Т.Г. Бейнік, А.В. Толмачов, С.І. Бондаренко, А.С. Похила, В.П. Коверя, О.В. Кревсун, О.С. Гарбуз, ФТІНТ НАНУ)



«Фізика радіаційних явищ у металічних матеріалах»

Досліджено еволюцію надлишкової провідності монокристалів $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ при опроміненні електронами. Показано, що опромінення електронами призводить до значного розширення температурного інтервалу існування надлишкової провідності, тим самим, звужуючи область лінійної залежності $\rho(T)$ в аб площині. Встановлено, що надлишкова провідність $\Delta\sigma(T)$ монокристалів $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ в широкому інтервалі температур $T_f < T \leq T^*$ підпорядковується експоненційній температурній залежності. При цьому опис надлишкової провідності за допомогою співвідношення $\Delta\sigma \sim (1 - T/T^*) \exp(\Delta^* ab/T)$ може бути інтерпретовано в термінах теорії середнього поля, де T^* представлена, як середньополева температура переходу в ПЩ-стан, а температурна залежність псевдоцилінри задовільно описується в рамках теорії кросовера БКШ-БЕК. При цьому величина поперечної довжини когерентності $\xi_c(0)$ збільшується в 1,4 рази, і зміщується по температурі точка 2D–3D кросовера. (М.О. Азаренков, ХНУ МОНУ)

Досліджено поведінку розпухання аустенітної нержавіючої сталі X18H10T, опроміненої енергетичними іонами Ar в діапазоні доз 40-105 зсувів на атом (зна) при одночасній імплантації аргону до рівнів 0,08-6,3 ат. % при температурі 550-700 °C. Виявлено, що аргон сприяє розпуханням при більш низькій температурі. При одночасному створенні дефектів і імплантації аргону було виявлено зсув кривої розпухання в сторону більш високих температур у порівнянні з опроміненням іонами металів. Показано, що аргон можна використовувати як аналог гелію в експериментах з імплантації та відпалу за умови, що дози регулюються таким чином, щоб концентрації газів були еквівалентними. Вивчено вплив радіаційних пошкоджень на мікроструктуру і накопичення дейтерію, імплантованого з енергією 10 кеВ / D2+ в сталі X18H10T і ДЗОХ18H10T при кімнатній температурі. Встановлено, що термодесорбція при 300–600 К для обох сталей спричинена виходом дейтерію з пасток вакансій та скупчень вакансій. Високотемпературна стадія десорбції дейтерію з максимумом при ~ 970 К, яка спостерігається тільки в сталі ДЗОХ18H10T, що містить два типи преципітатів - оксиди (Y-Ti-O) і карбіди TiC, обумовлена виходом дейтерію з пасток TiC. (О.С. Кальченко, С.О. Карпов, І.Є. Копанець, В.В. Ружицький, Г.Д. Толстолуцька, ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ)

Вивчено поведінку розпухання трьох сталей феритного складу в умовах одночасного опромінення іонами Cr^{3+} з енергією 1,8 МеВ і газів (гелію або водню) при температурах максимального розпухання і дозах 50 і 200 зсувів на атом (зна). Показано, що поведінка радіаційного розпухання багато в чому залежить від концентрації гелію або водню. Встановлено, що гелій і водень по-різному впливають на процеси зародження і зростання вакансійних пор. Подвійне опромінення з воднем приводить до зменшення розміру пор, що утворюються при опроміненні. Гелій проявляє більш сильний вплив на зародження пор, збільшуючи їх концентрацію на порядок при значному зменшенні їх розміру. (Р.Л.

Створено та випробувано експериментальний комплекс для дослідження корозії статично деформованих та втомної корозії конструкційних матеріалів для реакторів IV покоління, охолоджуваних водою в надкритичному стані (тиск 250 атм, температура понад 400°C).

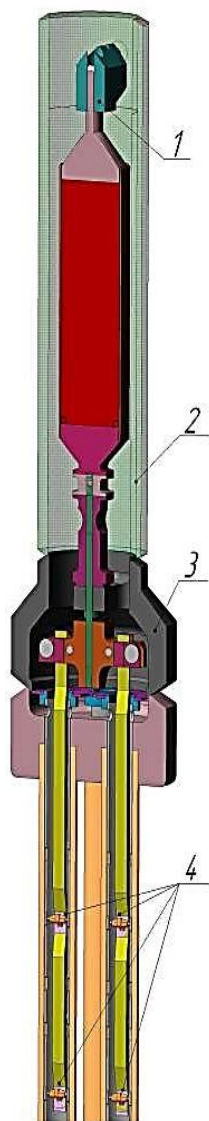


Рис.1 Верхня частина чотиріканальної камери із магнітним сердечником у перерізі; 1 — направляюча магнітного сердечника; 2 — камера магнітного сердечника; 3 — перехідна камера; 4 — ексцентрики, що деформують зразки з періодом $T = 0.15-0.2$ с

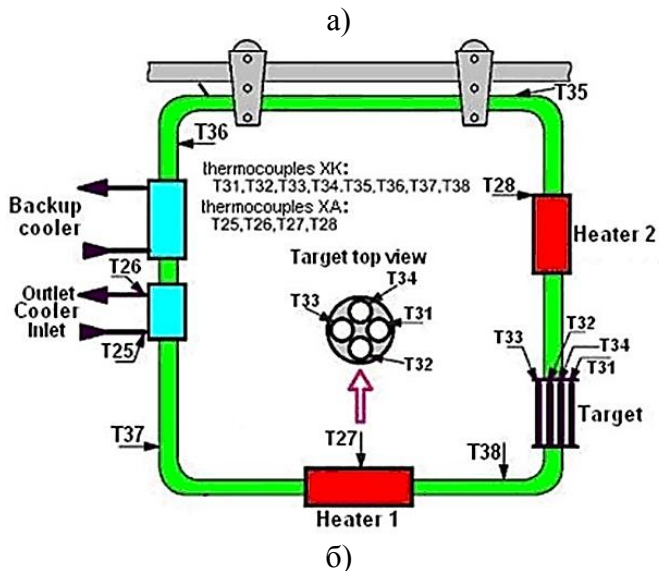


Рис. 2. Блочна схема надкритичної водної конвекційної петлі (НВКП) (а) та її розміщення у бункерній кімнаті лінійного прискорювача електронів ЛПЕ-10 (б)

Виготовлено зразки з нержавійної сталі з захисними покриттями і без покриттів. Виконано високороздільне комп'ютерне моделювання термогідраліки, електрон-фотонних злив та поглинання їх енергії в кородуючих поверхневих шарах. (О.С. Бакай, В.М. Борискін, Р.М. Дронов, Ю.В. Горенко, С.В. Шелепко, М.І. Братченко, С.В. Дюльдя, В.І. Татанов, ННЦ «ХФТІ» НАНУ)

Встановлено зв'язок між деградацією теплообмінних труб і конструкційними особливостями парогенераторів типу ПГВ-1000 для АЕС з реакторами ВВЕР - 1000. Досліджено дефектну структуру сталі 08X18H10T після експлуатації теплообмінних труб, показано типи дефектів і їх контрольні ознаки. Представлено результати досліджень впливу неметалевих включень у сталі 08X18H10T на утворення корозійних пошкоджень. Розглянуто фізичні механізми утворення дефектів різного типу при експлуатації теплообмінних труб. Надано аналіз механічних властивостей сталі 08X18H10T в області експлуатаційних пошкоджень. Визначено характер ушкоджень металу, вплив дефектів на характеристики міцності й пластичності в місцях локації дефектів. Описано результати фрактографічних досліджень зламів на зразках з експлуатаційними дефектами різного виду. (В.М. Воєводін, А.С. Митрофанов, Є.О. Крайнюк, ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ)

Встановлено концентраційні діапазони водних розчинів хлоридної та сульфатної кислот, де корозійна тривкість спечених порошкових титанових сплавів з поруватістю до 4%, отриманих методом пресування та спікання порошку гідриду титану, знаходиться на рівні матеріалу, отриманого традиційним литвом. Показано, що поза цими діапазонами концентрацій технічно чистий титан VT1-0 та сплав VT6 потребують додаткового захисту. Запропоновано схему та режими азотування, що забезпечують формування регламентованої морфології захисного шару, за якої швидкість корозії поруватого спеченого матеріалу у висококонцентрованих розчинах кислот знижується на один-три порядки. (І.М. Погрелюк, В.М. Федірко, ФМІ НАНУ)

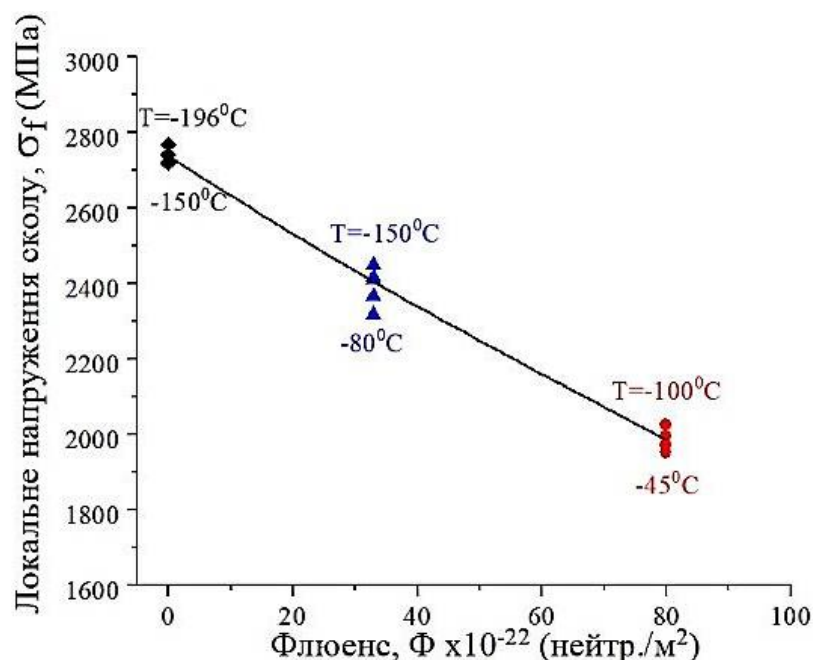
Уперше досліджено діаграму потрійної системи Y-Mg-Co при температурі 770 К. Синтезовано нові гідриди інтерметалічних сполук у системах «рідкоземельний метал-магній-метал», де в якості рідкоземельних металів слугують La, Y, Nd, Pr, а металом є Ni, Co, Mn, Fe. Визначено кристалічну структуру та фізико-хімічні властивості нових інтерметалічних сполук, сплавів твердих розчинів та їх гідридів. Показано, що шляхом одночасного заміщення рідкоземельного металу на магній та нікелю на кобальт можна покращити розрядну ємність електродних сплавів для нікель-металогідридних джерел струму на 20 %. (І.Ю. Завалій, Ю.В. Вербовицький, В.В. Березовець, ФМІ НАНУ)

Розроблено метод модифікації поверхні промислового алюмінієвого сплаву 1933 шляхом опромінення сильнострумовим релятивістським електронним пучком. У результаті опромінення в поверхневому шарі товщиною порядку 100 мкм збільшується мікротвердість на 30% та істотно підвищуються показники займистостійкості, що є важливим для авіабудівної галузі, де використовується даний сплав. Встановлено механізм досягнення вказаного ефекту. Він полягає у радіаційно-хімічних перетвореннях інтерметалідних фаз $MgZn_2$, $Mg_3Zn_3Al_2$ та Al_2CuMg , які наявні у вихідному стані, в рівномірно розподілені дрібнодисперсні частинки MgO , що утворюються під впливом імпульсної дії електронного пучка та сорбції кисню, що міститься в залишковій атмосфері камери обробки. (В.Ф. Клепіков, ІЕРТ НАНУ)

На мікротроні М-30 продовжено дослідження по встановленню метрологічних параметрів радіаційних полів: їх дозиметрія, енергетичний спектр поля опромінення, формування чистих е, n-, γ -, γ -n пучків ядерного випромінювання, одно- та 2-х шарові мішені Ta+B4C для радіаційних та дозиметричних експериментів. Такі роботи на мікротроні М-30 важливі для розробки радіаційних (n-, γ -, γ -n) стендів для прикладних досліджень, зокрема, космічного приладобудування, фізики реакторів, дозиметрії інтенсивних радіаційних полів, активаційного аналізу. Встановлено особливості оптичних характеристик нестехіометричної шпінелі MgO·2,5Al2O3, опроміненої на мікротроні М-30 з енергією 12 МэВ. Досліджено ТСЛ та кінетику затухання фосфоресценції після опромінення. Дослідження важливі для клінічної, технологічної дозиметрії імпульсних електронних пучків. Спільно із НДНЦ молекулярної мікробіології та імунології слизових оболонок УжНУ МОНУ, отримано дані про часову еволюцію фізико-хімічних та біологічних характеристик опромінених на мікротроні М-30 (12,5 МеВ, 1МРад) зразків води та водних розчинів глюкози/сахарози. Показано, що продукти радіолізу води/розчинів мають значний опосередкований вплив на структуру ДНК у живих організмах, співставний з їх руйнуванням під прямим радіаційним впливом. Результати досліджень важливі для розробки нових біомедичних технологій експрес-реакцій загроз вірусних пандемій. (Г.М. Гомонай, В.Т. Маслюк, ІЕФ НАНУ)

У рамках розробленої фізичної версії локального підходу до крихкого руйнування обґрунтовано можливість реалізації цієї складової радіаційного окрихчення навіть за умови транскристалітного руйнування. Встановлено, що її поява супроводжується зменшенням величини локального напруження σ_f ініціювання сколу в околі макротріщини (концентратора напружень), що спричиняє падіння величини в'язкості руйнування K_{IC} опроміненого металу. Показано, що причиною цього явища є зростання густини зародкових тріщин, які генеруються в локальній області пластичної деформації в околі вершини макротріщини. Урахування цього ефекту має важливе значення при оцінці величини залишкового ресурсу ядерних реакторів типу ВВЕР-440 та ВВЕР-1000. На рисунку подапно залежність величини

локального напруження σ_f ініціювання сколу в зразках-свідках типу РСVN (0.4Т) від величини флюенсу Φ при різних температурах випробувань зразків-свідків. (Експериментальні дані для отримання калібрувальних констант надані к.т.н. В.М. Ревка, ІЯД НАНУ; на графіках наведені інтервали температур, за яких реалізується крихке руйнування зразків-свідків). (С.О. Котречко, ІМФ НАНУ)



Отримані результати

Встановлено концентраційні діапазони водних розчинів хлоридної та сульфатної кислот, де корозійна тривкість спечених порошкових титанових сплавів з поруватістю до 4%, отриманих методом пресування та спікання порошку гідриду титану, заходиться на рівні матеріалу, отриманого традиційним литвом. Показано, що поза цими діапазонами концентрацій технічно чистий титан BT1-0 та сплав BT6 потребують додаткового захисту.

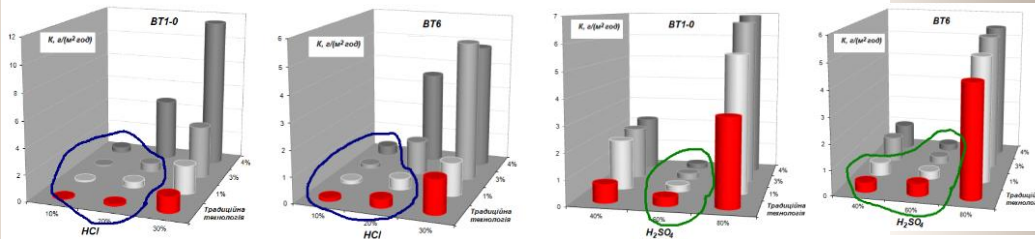


Рис. 1. Залежність швидкості корозії спеченого титану BT1-0) та сплаву BT6 від їх залишкової поруватості у водних розчинах хлоридної та сульфатної кислот широкого концентраційного діапазону

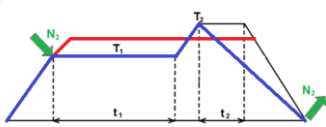


Рис. 2. Схема азотування для формування регламентованої морфології захисного шару

Запропоновано схему та режими азотування, що забезпечують формування регламентованої морфології захисного шару, за якої швидкість корозії поруватого спеченого матеріалу у висококонцентрованих розчинах кислот знижується на один-три порядки.

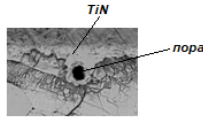
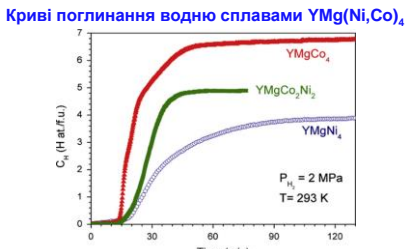


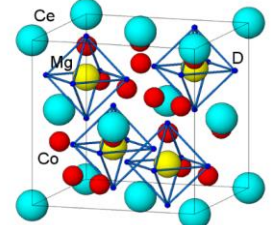
Рис. 3. Заліковування відкритих пор нітридом TiN

Оброблення	K, г/(м²·год)			
	Технологія отримання матеріалу			
	Традиційна		Порошкова	
	BT1-0 (20% HCl)	BT6 (30% HCl)	BT1-0	BT6
Без оброблення	0,049	1,310	3,871	3,669
Азотування	0,002	0,119	0,019	1,440
Азотування	0,0001	0,001	0,0004	0,005

Дослідження сплавів PЗМ-Mg-Co,Ni та вибір ефективних поглиначів водню та електродних матеріалів

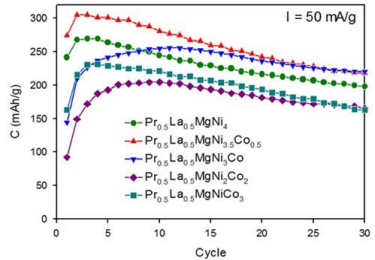


Сплави складів АВ₂ та АВ₃ – ефективні поглиначі водню та електродні матеріали



Структура гідриду β-CeMgCo₄H₄

Розрядні характеристики електродних сплавів (La,Pr)Mg(Ni,Co)₄



V.V. Shtender, V.V. Paviyuk, O.Ya. Zelinska, W. Nitek, V. Paul-Boncour, I.Yu Zavaliiy. The Y-Mg-Co ternary system: alloys synthesis, phase diagram at 500 C and crystal structure of the new compounds. *J. Alloys and Compounds*, 812 (2020) 152072.

(І.Ю. Завалій та ін., ФМІ НАНУ)

III. Найбільш перспективні наукові напрями з тематики секцій

«Теорія металічних систем»

- Теорія макроскопічних квантових явищ (в тому числі механізмів ВТНП)
- Теорія металічної речовини в екстремальних умовах
- Теорія нерівноважних фазових переходів у відкритих металічних системах
- Теорія релятивістські подібних конденсованих систем з Діраковим енергетичним спектром електронної рідини (в тому числі у зовнішніх полях)
- Теорія сильно корельованих електронних систем
- Теорія квантових когерентних явищ
- Теоретичні основи Джозефсонових кубітів для квантових комп'ютерів
- Теоретичні проблеми фізики наномасштабних і мезоскопічних металічних систем та наноелектроніки

«Фізика поверхневих явищ та тонких плівок»

- Дослідження поверхонь композитних матеріалів, що містять наногранули металевого феромагнетика в немагнітній матриці, для використання їх у спінтроніці та наноелектроніці
- Розробка методів керованого модифікування властивостей поверхонь в різних нанотехнологіях, у тому числі медичних

«Фізика міцності та пластичності»

- Проблеми гранично можливого й оптимального зміцнення металевих матеріалів за рахунок формування наддрібнозернистих (наноструктурованих) станів з використанням підходів інженерії меж поділу та концепції «корисних» домішок; технології одержання наноструктур деформаційного походження; об'ємне та градієнтне зміцнення
- Дослідження особливостей формування структури та властивостей полікомпонентних (високоентропійних) сплавів (ВЕС), розробка технологій одержання їх та оброблення; аналіз пікорівневих дисторсій твердих розчинів ВЕС, природи їхнього аномально високого атермічного зміцнення
- Розроблення полікомпонентних сплавів на основі титану та цирконію біомедичного спрямування
- Двофазні та поліфазні матеріали, зміцнення квазикристалами й інтерметалідними фазами, процеси розпаду твердих розчинів
- Композиційні матеріали, в т.ч. *in situ* композити евтектичного походження
- Метали та сплави із підвищеними жароміцністю, втомними характеристиками, конструкційною міцністю, зносостійкістю та високими експлуатаційними властивостями
- Новітні керамічні та металокерамічні матеріали, в тому числі матеріали для паливно-коміркових технологій
- Комп'ютерне моделювання будови та механічної поведінки матеріалів

«Фізичні основи діагностики матеріалів»

- Перебудова теоретичних і експериментальних основ дифрактометрії та то-

пографії кристалічних конструкційних і функціональних матеріалів шляхом використання явища дисперсійного прояву структури та характеристик дефектів у картині розсіяння випромінення та застосування фазоваріаційних принципів для багатопараметричної, включаючи і наноструктурну, діагностики

- Створення на основі використання явища дисперсійної (фазової) структурної чутливості й інформативності нового покоління діагностики некристалічних об'єктів живої та неживої природи
- Комбінування новітніх методів структурної діагностики з комп'ютерним моделюванням і першопринципними розрахунками впливу структури на властивості матеріалів
- Впровадження розроблених методів у міжнародних діагностичних центрах

«Наноструктуровані та аморфні матеріали»

- Фізика та діагностика наномасштабних систем і наноструктур
- Фізико-технологічні проблеми самоорганізації квазикристалічних та аморфних систем
- Технології наноматеріалів
- Хімія наноматеріалів і наноструктур
- Хімія та фізика поверхневих явищ; супрамолекулярні структури
- Нанохімія та наноелектрохімія гетероструктур і гібридних нанокомпозитів
- Зварювальні наносхаруваті композитні присадки; нанотехнології з'єднання важкозварюваних неорганічних матеріалів
- Біонаносистеми та біонаноматеріали для біології та медицини; штучна біомінералізація наноматеріалів

«Фізика фазових і структурних перетворень»

- Фазові та структурні перетворення; твердофазні реакції
- Атомарна будова металів і металовмісних гетерофазних структур, в тому числі багатокомпонентних (високоентропійних) сплавів і функціональних матеріалів
- Міжатомні взаємодії, близький і далекий атомні порядки
- Комп'ютерне моделювання фізичних процесів у сплавах

«Транспортні явища в металічних матеріалах»

- Виявлення особливостей транспортних процесів (зарядового транспорту, тепло- та масоперенесення) у металевих гетероструктурах
- Дослідження квантових інтерференційних ефектів у гібридних системах, особливостей транспортних процесів у невпорядкованих системах, механізмів взаємодії з електромагнітними сигналами
- Дослідження динаміки топологічних утворень у надпровідниках, гістерезисних явищ, тощо

«Фізика радіаційних явищ у металічних матеріалах»

- Дослідження особливостей взаємодії радіаційних дефектів і процесів тепло- та масоперенесення у опромінюваних і пострадіаційних матеріалах

IV. Матеріали про науково-організаційну діяльність членів наукової ради з проблеми «ФМС» у 2020 р.

1. Часописи

оглядовий журнал «Progress in Physics of Metals» (4 випуски т. 21)
журнал «Металофізика та новітні технології» (12 випусків т. 42)
міждисциплінарний збірник наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології» (4 випуски т. 18)
журнал “Condensed Matter Physics” (4 випуски т. 23)
журнал «Фізика низьких температур» (12 випусків т. 46)
«Журнал нано- та електронної фізики» (6 випусків т. 12)
«Український фізичний журнал» (12 випусків т. 65)
«Журнал фізичних досліджень» (4 випуски т. 23)
журнал «Фізика і хімія твердого тіла» (4 випуски т. 21)
журнал «Фізико-хімічна механіка матеріалів» (6 випусків т. 56)
журнал «Хімія, фізика та технологія поверхні» (4 випуски т. 11)
журнал «Металознавство та обробка металів» (4 випуски т. 26)
журнал «Питання атомної науки і техніки, серія “Фізика радіаційних пошкоджень та радіаційне металознавство”» (№ 2)
«Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія “Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління”» (2 випуски т. 91; 92)
«Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія “Фізика”» (2 випуски т. 32; 33)
журнал «Порошкова металургія» (4 випуски)
журнал «Технічна діагностика та неруйнівний контроль» (4 випуски)
журнал «Доповіді НАН України» (12 випусків)
збірник наукових праць «Поверхня» (1 випуск)
збірник наукових праць «Успіхи металознавства» (1 випуск)
збірка «Адгезія розплавів і пайка матеріалів» (1 випуск, т.40)
«Вісник Черкаського університету, серія “Фізико-математичні науки”» (4 випуски)
«Вісник НАН України» (12 випусків)
збірник наукових праць «Оптоелектроніка та напівпровідникова техніка» (1 випуск)
журнал «Процеси лиття» (4 випуски)

2. Монографії та огляди

1. Б.М. Мордюк, Г.І. Прокопенко, С.М. Волошко, С.О. Соловей, І.М. Клочков, Г.О. Линник, Т.А. Красовський, М.В. Високолян; Ультразвукова ударна обробка конструкцій і споруд транспортного машинобудування. Ред. Г.І. Прокопенка. Суми: Університетська книга, 2020. – 310 с.
2. D. Lesyk, S. Martinez, B. Mordyuk, V. Dzhemelinskyi, O. Danyleiko, Effects of the Combined Laser-Ultrasonic Surface Hardening Induced Microstructure and

- Phase State on Mechanical Properties of AISI D2 Tool Steel, In: Ivanov V. et al. (eds) *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (2020). P.188-198. Springer, Cham.
3. D. Lesyk, S. Martinez, B. Mordyuk, V. Dzhemelinskyi, A. Lamikiz, Surface Finishing of Complexly Shaped Parts Fabricated by Selective Laser Melting, In: Tonkonogyi V. et al. (eds) *Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering.* (2020) P.186-195. Springer, Cham
 4. D. Lesyk, S. Martinez, O. Pedash, V. Dzhemelinskyi, B. Mordyuk, Combined Thermo-Mechanical Techniques for Post-processing of the SLM-Printed Ni-Cr-Fe Alloy Parts, n: Ivanov V. Trojanowska J., Pavlenko I., Zajac J., Peraković D.(Eds.): “*Advances in Design, Simulation and Manufacturing III*”, DSMIE 2020, *Lecture Notes in Mechanical Engineering.* (2020) P.295-304. Springer, Cham.
 5. «Nanochemical, Nanostructural and Biocolloidal Aspects of Transformation in Dispersions of Iron-alumosilicate Minerals”, I.G. Kovzun, V.A. Prokopenko, V.A. Panko, O.A. Tsyganovich, V.A. Oliinyk, O.M. Nikipelova, Z.R. Ulberg. -К., «Академперіодика», -2020, 188 p.
 6. B.I. Lev, A.G. Zagorodny “Applications of Field Theory Methods to Statistical Description Many-Body Systems” World Scientific, Singapore (2020)
 7. P.P. Gorbyk, A.L. Petranovska, O.P. Dmytrenko, O.L. Pavlenko, I.P. Pundyk, T.O. Busko, T.M. Pinchuk-Rugal, A.I. Lesiuk, N.A. Goncharenko, O.O. Honcharova, L.V. Denis, V.V. Strelchuk, M.P. Kulish. Adsorption Mechanisms of Gemcitabine Molecules on the Surface of Fe₃O₄ Nanoparticles with Biocompatible Coatings. In: *Nanooptics and Photonics, Nanochemistry and Nanobiotechnology, and Their Applications, Springer Proceedings in Physics.* 247, p. 195-208. Springer Nature Switzerland AG 2020 (розділ монографії)
 8. Т.М. Radchenko, O.S. Gatsenko, V.V. Lizunov, V.A. Tatarenko. Martensitic α'' -Fe₁₆N₂-Type Phase of Non-Stoichiometric Composition: Current Status of Research and Microscopic Statistical-Thermodynamic Model, *Progress in Physics of Metals*, 2020, Vol. **21**, No. 4, P. 580–618
 9. E.V. Gorbar, V.A. Miransky, I.A. Shovkovy, P.O. Sukhachov, Electronic properties of Dirac and Weyl semimetals, *World Scientific*, 536 pages.
 10. А. Варламов, Л. Асламазов, під редакцією С.Г. Шарапова «Несамовита фізика. Піца, скрипка, вино і надпровідність.», Наш Формат, 2020. 400 с.
 11. З.В. Стасюк, Р.І. Бігун, М.М. Козак., Я.А. Пастирський., Б.Р. Пенюх. Вакуумна та плазмова електроніка. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. Видання друге, перероблене. За заг. ред. проф. З.В. Стасюка. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 2020. 480 с.
 12. В.М. Федірко, І.М. Погрелюк, О.Г. Лук'яненко, В.С. Труш. «Хіміко-термічна обробка титанових сплавів. Поверхневе твердорозчинне модифікування». – /Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України / К.: Наукова думка, 2020. –183 с.
 13. І.М. Дмитрах, А.М. Сиротюк, Р.Л. Лещак «Руйнування та міцність трубних сталей у водневовмісних середовищах» – /Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України / . – Львів. ПРОСТІР-М, 2020. – 222 с.
 14. А.С. Митрофанов, Є.О. Крайнюк, Р.Л. Василенко, В.М. Воєводін, А.В. Бажуков, П.Є. Мельник. «Встановлення причин експлуатаційного пошкодження зварних з'єднань колекторів з корпусами парогенераторів ПГВ-1000»/

Огляд, ННЦ ХФТІ, 2020 р., 1-41 стор.

15. М.М. Будник, І.Д. Войтович, А.В. Коваленко, В.М. Корсунський, В.Н. Курашов, О.В. Прокопенко. Прикладна фізика та електроніка: підручник. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2020. – 431 с.
16. М.М. Будник, Ю.В. Пустовіт, О.В. Прокопенко. Надпровідникова електроніка: електронний навчальний посібник. – К.: Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2020. – 205 с. (електронне видання - видавництво часописів)
17. Datsyshyn O.P., Panasyuk V.V. Structural integrity assessment of engineering components under cyclic contact // Springer Nature Switzerland AG, Cham, 2020. – 314 p. Ум.др.арк.26,1
18. S.V. Prikhodko, O.M. Ivasishin, P.E. Markovsky, D.G. Savvakina, O.O. Stasiuk, Titanium Armor with Gradient Structure: Advanced Technology for Fabrication, Chapter 13, In: Advanced Technologies for Security Applications, Claudio Palestini (Ed.) NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics book series, 2020, Springer, pp. 127-140.
19. Verkhovliuk A.M., Dovbenko V.V., Chervonyi I.F. Processing of aluminum slag. Heritage of European science: engineering and technology, informatics, transport, architecture. Monographic series «European Sciens». Karlsruhe, Germany.- 2020.- book 2.- part 3.- P. 9-36. (колективна монографія)
20. Гусак А. М., Фізичні задачі-оцінки: від мелодії до симфонії. – Черкаси: видавець Третяков О.М, 2020. – 40 с.
21. Гусак А.М., Запорожець Т.В., Сторожук Н.В. Посібник «Фізика матеріалів-базові моделі».
22. Soft magnetic cobalt based amorphous alloys with low saturation induction. Anton V. Nosenko, Vasyl V. Kyrylchuk, Mykhailo P. Semen'ko, Michał Nowicki, Andriy Marusenko, Taras M. Mika, Oleksandr M. Semyrga, Galyna M. Zelinska, Viktor K. Nosenko. Journal of Magnetism and Magnetic Materials Volume 515, 1 December 2020

3. Захисти докторських дисертацій

А.В. Гончаренко (ІФНп НАНУ)
С.А. Беспалов (Президія НАНУ)
О.М. Мокрий (ФМІ НАНУ)
Г.В. Кречковська (ФМІ НАНУ)
В.А. Винар (ФМІ НАНУ)

4. Нагороди

Державною премією України в галузі науки і техніки нагороджено:

д.ф.-м.н. Т.М. Брика (ІФКС НАНУ)
д.ф.-м.н. М.П. Козловського (ІФКС НАНУ)
к.ф.-м.н. О.С. Пелетминського (ІТФ ННЦ «ХФТІ» НАНУ)
д.ф.-м.н. Ю.О. Плевачука (ЛьвівНУ МОНУ)

д.ф.-м.н. О.Д. Рудя (ІМФ НАНУ)
д.ф.-м.н. В.М. Склярчука (ЛьвівНУ МОНУ)
академіка НАН України Ю.В. Слюсаренка (ІТФ ННЦ «ХФТІ» НАНУ)
к.ф.-м.н. А.Г. Сотнікова (ІТФ ННЦ «ХФТІ» НАНУ)
— за роботу «Керування властивостями матеріалів в екстремальних умовах»

Орденем князя Ярослава Мудрого II ступеня нагороджено:

академіка НАН України А.Г. Наумовця (ІФ НАНУ)

Орденем князя Ярослава Мудрого III ступеня нагороджено:

академіка НАН України І.Р. Юхновського (ІФКС НАНУ)
академіка НАН України І.М. Мриглода (ІФКС НАНУ)

Почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України» присвоєно:

члену-кореспонденту НАН України А.В. Рагулі (ІПМ НАНУ)

Премію Верховної ради України молодим ученим присуджено:

к.ф.-м.н. А.Б. Груб'яку (ІМФ НАНУ)
— за роботу «Технологічні основи виробництва новітніх наноструктурованих електродів літій-іонних акумуляторів»

Премію Президента України для молодих учених присуджено:

д.ф.-м.н. С.М. Теусу (ІМФ НАНУ)
— за роботу «Вплив водневого середовища на властивості конструкційних матеріалів на основі сплавів заліза, титану та нікелю»

Орденем Українського національного комітету Міжнародної торгової палати нагороджено:

д.т.н В.А. Прокопенка (ІБКХ НАНУ)

Почесною грамотою Президії НАН України за успіхи у вихованні молодих науковців нагороджено:

д.ф.-м.н. Ю.М. Подрезова (ІПМ НАНУ)

Премії видатних учених України

Давидівську премію ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України отримав:

академік НАН України В.М. Локтев (ІТФ НАНУ)

5. Інші форми визнання

М.О. Азаренков — головний редактор журналів «Східно-європейський фізичний журнал», «Фізика та інженерія поверхні», головний редактор віснику ХНУ імені В.Н. Каразіна «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», член редколегії журналу Питання атомної науки і техніки ННЦ ХФТІ серії фізика плазми та надчисті матеріали; член секції фізики комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки, член ради Державного фонду фундаментальних досліджень, голова експертної ради з загальної фізики МОН України, представник України в комісії ЦЕРН–Україна, відповідальний за освітні програми з фізики високих енергій, заступник академіка-секретаря відділення ядерної фізики та енергетики

О.С. Бакай — член редколегії оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

А.Г. Білоус — член редколегії журналів «Фізика, хімія і технологія поверхні», «Chemistry of Metals and Alloys», член Наукового комітету

М.С. Бродин — член редколегій «Українського фізичного журналу» та наукових журналів ‘Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics’ і «Фізика і хімія твердого тіла»

О.М. Івасишин — член бюро Відділення фізики і астрономії НАН України (до жовтня 2020 р.), член Міжнародного титанового комітету, член редакційної ради науково-технічного журналу «Титан», член редколегій наукового журналу «Металофізика та новітні технології» й оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

В.М. Локтєв — академік-секретар Відділення фізики і астрономії НАН України, голова Науково-координаційної ради Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України, головний редактор «Великої української енциклопедії», член редколегій «Українського фізичного журналу» та журналу «Вісник НАН України», член консультативної ради журналу «Фізика низьких температур»

І.М. Мриггод — член бюро Відділення фізики і астрономії НАН України, заступник головного редактора журналу ‘Condensed Matter Physics’, член редколегії журналу ‘Open Physics’

А.Г. Наумовець — керівник програми «Перспективні фундаментальні дослідження та інноваційні розробки наноматеріалів і нанотехнологій для потреб промисловості, охорони здоров’я та сільського господарства», дійсний член Інституту фізики (Велика Британія), почесний професор Інституту низьких температур і структурних досліджень Польської академії наук, головний редактор журналу «Доповіді НАН України» (до жовтня 2020 р.) і член його редколегії (з жовтня 2020 р.), радник компанії Huahan Biotechnology Co. (м. Шеньчжень, КНР)

С.О. Фірстов — член бюро Міждержавної ради з фізики міцності, член комітету з присудження Державних премій в галузі науки та техніки України, член Санкт-Петербурзької Академії міцності, член Міжнародного Інституту спікання (Белград, Сербія), член редколегій журналів «Деформация и разрушение материалов» (Москва, РФ), ‘Progress in Powder Metallurgy’ (Slovakia), «Металофізика та новітні технології», «Наноструктурне матеріалознавство», відповідальний редактор періодичної збірки «Електронна мікроскопія та міцність»

І.Р. Юхновський — головний редактор журналу ‘Condensed Matter Physics’

І.В. Блонський — член редколегій наукових журналів "Український фізичний журнал", "Сенсорна електроніка і мікросистемні технології", "Semiconductor Physics. Quantum Electronics. Optoelectronics", голова експертної ради ДАК Міністерства освіти і науки України

М.Я. Валах — член редколегій міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології» та наукового журналу ‘Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics’

В.М. Воєводін — заступник академіка-секретаря Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України, член Вищої наукової ради Європейського ядерного товариства, віце-президент Українського ядерного товариства, член Науково-технічної ради секції «Ядерна енергетика» Міненерговугілля (Мінекоенерго) України, заступник головного редактора журналу «Питання атомної науки і техніки, серія “Фізика радіаційних пошкоджень і радіаційне матеріалознавство”», член редколегії журналу «Фізика» Білоруського державного університету, член секції нові речовини та матеріали комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки, представник України в Євратомі (fission configuration), член науково-координаційної ради Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України

Б.О. Іванов — член консультативної ради журналу «Фізика низьких температур»

В.П. Кладько — заступник головного редактора журналу ‘Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics’, відповідальний редактор розділу «Українського фізичного журналу», член редколегії наукового журналу «Фізика і хімія твердого тіла», член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології», заступник голови секції Науково-технічної ради Міністерства освіти і науки «Нові матеріали і речовини», член Міжнародного союзу кристалографів

В.Ф. Клепиков — член редколегії журналів «Журнал фізики та інженерії поверхні», «Питання атомної науки і техніки», серія “Вакуум, чисті матеріали, надпровідники”», «Компрессорное и энергетическое машиностроение», член Національної комісії з радіаційного захисту населення України при Верховній Раді України

Ю.М. Коваль — почесний член міжнародного консультативного комітету Міжнародної конференції ICOMAT (International Conference on Martensitic Transformations), член редколегій наукового журналу «Металофізика та новітні технології» й оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

Г.Я. Колбасов — заступник головного редактора «Українського хімічного журналу», член редакційної колегії журналу 'Kimya Problemleri' ('Chemical Problems') НАН Азербайджану

О.А. Кордюк — член редколегій наукового журналу «Металофізика та новітні технології» та міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології», член консультативної ради журналу «Фізика низьких температур»

М.П. Куліш — член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

Б.І. Лев — член експертної ради МОН України по фізиці та астрономії, редактор тематичного розділу «Українського фізичного журналу», член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

Ю.В. Мільман — дійсний член Міжнародного інституту спікання (Белград, Сербія), член редколегії збірника «Успіхи матеріалознавства» (Київ), член редколегії журналу «Металофізика та новітні технології», член редколегії збірки «Електронна мікроскопія і міцність матеріалів», член редколегії міжнародних журналів 'Science of Sintering' (Белград, Сербія), «Деформация и разрушение материалов» (Москва, Росія), «Материаловедение» (Москва, Росія)

В.Б. Молодкін — член редколегій наукового журналу «Металофізика та новітні технології», оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів» і міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

Б.К. Остафійчук — заступник головного редактора наукового журналу «Фізика і хімія твердого тіла» ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

В.І. Пехньо — член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

А.М. Погорілий — Президент Українського комітету радіосоюзу (складова міжнародного URSI), член редколегії «Українського фізичного журналу»

С.І. Сидоренко — член редколегії оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

В.Й. Сугаков — член редколегій оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів», «Українського фізичного журналу», наукового журналу ‘Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics’ і міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

В.А. Татаренко — член координаційної ради Українського фізичного товариства, член бюро Відділення фізики і астрономії НАН України, головний редактор і науковий редактор міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології», наукового журналу «Металофізика та новітні технології» та оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів», член редакційної колегії наукового «Журналу нано- та електронної фізики»

В.М. Уваров — член редколегій наукового журналу «Металофізика та новітні технології» та міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

В.М. Федірко — член редакційної ради науково-технічного журналу «Титан»

В.О. Ямпольський — член редколегій журналів «Фізика низьких температур», «Радіофізика та електроніка», «Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, серія “Фізика”»

В.Ф. Башев — академік Академії наук вищої освіти України, член редакційної колегії журналу “Journal of Physics and Electronics”(ДНУ), експерт України в області технологій виробництва нових матеріалів і наноструктурних форм

Я.Ю. Бейгельзімер — член редакційної колегії журналу ‘International Journal of Material and Mechanical Engineering’, член редакційної колегії журналу ‘International Journal of Metallurgical & Materials Engineering’, член редакційної колегії журналу «Обробка металів тиском»

М.О. Білоголовський — віце-президент Українського фізичного товариства, член редколегії наукового журналу «Металофізика та новітні технології»

Т.М. Брик — член міжнародного комітету по проблемі ‘Liquid and amorphous metals’, заступник головного редактора журналу ‘Condensed Matter Physics’, член редколегій наукового журналу «Металофізика та новітні технології» й оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

М.О. Васильєв — член редколегій наукового журналу «Металофізика та новітні технології» й оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

О.Д. Васильєв — член The American Ceramic Society (ACerS)

А.М. Верховлюк — член редколегії наукових журналів «Металознавство та обробка металів» і «Процеси лиття»; експерт з оцінювання ефективності діяльності наукових установ при МОН України; член Ради директорів промислових

підприємств, установ та організацій при Святошинській в м. Києві державній адміністрації

В.Г. Гаврилук — член редколегій наукового журналу «Металофізика та новітні технології» й оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

П.П. Горбик — член редколегій журналу «Хімія, фізика та технологія поверхні», збірників наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології» та «Поверхня»

Г.Є. Гречнев — член редколегій наукових журналів «Металофізика та новітні технології» та «Фізика низьких температур»

А.М. Гусак — член редколегії оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

О.І. Дехтяр — член TMS (USA)

М.О. Іванов — член редколегії оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

В.Л. Карбівський — член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

О.Л. Касаткін — член редколегії оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

Ю.О. Колесніченко — заступник головного редактора журналу «Фізика низьких температур»

С.Є. Кондратюк — головний редактор фахового журналу «Науково-технічний журнал «Металознавство та обробка металів»»

С.О. Котречко — член Наукового комітету Національної ради України з питань розвитку науки і технологій, член European Structural Integrity Society, член робочої групи при ВП НТЦ НАЕК «ЕНЕРГОАТОМ», заступник головного редактора наукового журналу «Металофізика та новітні технології», член редколегій журналу 'Frattura ed Integrità Strutturale' ('Fracture and Structural Integrity', Italy) та міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

В.П. Красовський — голова наукової ради «Поверхневі явища в розплавах та твердих фазах, що контактують з ними», член редакційних колегій журналу «Порошкова металургія» та збірника наукових праць ІІМ НАНУ «Успіхи матеріалознавства»

М.І. Лебовка — член журі Української Премії глобальної Програми L'ORÉAL-

ЮНЕСКО «Для жінок у науці», член Наукової ради Національного фонду досліджень України, член International Society for Electroporation-Based Technologies and Treatments, член редколегій журналів 'Condensed Matter Physics', «Хімія, фізика та технологія поверхні», «Полімерний журнал», редактор спецвипусків 'Journal of Molecular Liquids'

Є.Г. Лень — заступник головного редактора та науковий редактор наукового журналу «Металофізика та новітні технології», член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології», член експертної групи з оцінювання ефективності діяльності наукових установ за напрямом природничих наук в рамках проведення державної атестації наукових установ України

В.В. Лізунов — відповідальний секретар редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології» й оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

В.А. Лободюк — член редколегії оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

Т.І. Мазілова — член American Nano Society

П.Є. Марковський — член редколегії наукового журналу «Металофізика та новітні технології» й оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів», член Експертної ради при ДАК МОН України, член Експертної групи з технічних наук для атестації наукових установ України

І.М. Михайловський — член American Nano Society, член редакційних колегій журналів 'New Journal of Glass and Ceramics та Materials Science and Engineering Progress', рецензент журналів J. Appl. Phys., Letters on Materials, Physical Review B, Zeitschrift für Naturforschung, J. Physical Chemistry, Non-Crystalline Solids, J. Chemical Physics, European J. Physics, Problems of Atomic Science and Technology, Carbon, Modern Physics Letters

Б.М. Мордюк — заступник головного редактора міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології», член редколегії наукового журналу «Металофізика та новітні технології», рецензент журналів видавництва Elsevier, Springer, Taylor&Fransis

Ю.Г. Найдюк — член Наукової ради Національного фонду досліджень України

О.П. Осташ — член Європейського товариства з цілісності конструкцій (ESIS) член редколегії журналу «Фізико-хімічна механіка матеріалів»

Ю.М. Подрезов — член редколегій журналів «Порошкова металургія» та «Металофізика та новітні технології»

В.М. Порошин — член редколегії міжнародного наукового журналу ‘Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronic’

В.А. Прокопенко — член International Association for Study of Clays (AIPEA), член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

І.В. Прокопенко — член редколегій наукового журналу ‘Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics’ і науково-технічного журналу «Математичні машини і системи», дійсний член (академік) Міжнародної академії комп’ютерних наук та систем

Т.М. Радченко — заступник головного редактора та науковий редактор оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів», член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

С.П. Репецький — член редколегії оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

В.М. Рубіш — член редакційної колегії науково-технічного журналу «Реєстрація, зберігання і обробка даних»

З.В. Стасюк — член редколегій журналів «Вісник ЛНУ ім. Ів. Франка. Серія фізична» та «Фізика і хімія твердого тіла», член науково-методичної ради МОН України та науково-методичної комісії з вищої освіти України

А.І. Устінов — член редколегії наукового журналу «Металофізика та новітні технології»

О.В. Філатов — член редколегії наукового журналу «Металофізика та новітні технології»

Г.С. Фірстов — постійний член міжнародного консультативного комітету Міжнародної конференції ‘ESOMAT (European Symposium on Martensitic Transformations)’

Д.О. Харченко — член редколегії міждисциплінарного збірника наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології»

С.Г. Шарапов — член координаційної ради Українського фізичного товариства, редактор тематичного розділу «Українського фізичного журналу», член редколегії журналу ‘Condensed Matter Physics’

А.М. Швайка — заступник головного редактора журналу ‘Condensed Matter Physics’

О.А. Шматко — член редколегії оглядового наукового журналу «Успіхи фізики металів»

В.О. Ямпольський — член редколегій журналів «Фізика низьких температур», «Радиофизика и электроника», «Вісник ХНУ»

6. Організація конференцій

1. Наукові читання, присвячені пам'яті академіка НАН України Ф.Д. Овчаренка, лютий 2020р., м. Київ
2. Міжнародна науково-практична конференція “Стародубівські читання. Секція: Матеріалознавство», 19-20.04.2020р., м. Дніпро
3. Всеукраїнська наукова конференція «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи», 29 квітня 2020 р. м. Житомир
4. Конференція «Функціональні матеріали для інноваційної енергетики» ФМІ-2020, 25-27 травня 2020, м. Київ
5. 8-ма науково-практична конференція молодих вчених «Нові технології і матеріали у машинобудуванні», присвячена пам'яті С.В. Шуміхіна, В.І. Дубодєлова та Ю.В. Моїсеєва, Спів організатори: Рада наукової молоді ФТІМС НАН України, Фізико-технологічний інститут металів та сплавів; ІІМ НАН України; Національна академія наук України, 03-06 вересня 2020 р, Київ, база відпочинку Фізико-Технологічного Інституту Металів та Сплавів с.Сичавка, Одеська обл., Україна
6. Конференція «Modern Problems of Solid State and Statistical Physics», September 14-15, 2020 Kyiv
7. Міжнародна конференція “Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології”, 23-25 вересня 2020 р, м. Київ
8. International Young Scientists Conference Optics and High Technology Material Science – SPO, 25-26 вересня 2020 р., м. Київ
9. International Program Committee: CLUSTERS AND NANOSTRUCTURED MATERIALS, (CNM-6) Uzhgorod-Vodograj-Ukraine, 5-9 October 2020, м. Ужгород
10. XV Міжнародна конференція «Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів» (КОРОЗІЯ-2020), присвячена 110-річчю від дня народження академіка Г.В. Карпенка. 15-16 жовтня 2020 р., м. Львів
11. XX Всеукраїнська школа-семінар та Конкурс молодих вчених зі статистичної фізики та теорії конденсованої речовини, 15–16 жовтня 2020 р., м. Львів
12. Всеукраїнська конференція з міжнародною участю «Хімія, фізика та технологія поверхні», присвячена 90-річчю від дня народження академіка Олексія Чуйка, 21–22 жовтня 2020 р., м. Київ
13. 5-а Всеукраїнська науково-практична конференція “Перспективні напрямки сучасної електроніки, інформаційних і комп'ютерних систем“, листопад, 2020р., м. Дніпро
14. Міжнародний Українсько-корейський науково-практичний онлайн-семінар (лекції співробітників інституту, зустрічі з представниками корейських підприємств). Спів організатори: ІІМ НАН України; КОІТА, Korea Industrial Technology Association, Korea technology and information promotion agency for

SMEs (TIPA). Онлайн конференція, 04 листопада 2020 р.

15. Biotech meets Business 2020, Zoom, Site: <https://sites.google.com/view/3rd-innovation-day-kau-ua/home>. ІМФ НАНУ спільно з Київський академічний університет, Асоціація підприємств промислової автоматизації, 3 грудня 2020 р.
16. Наукова звітна сесія по цільовій комплексній програмі наукових досліджень НАН України «Розвиток наукових засад отримання, зберігання та використання водню в системах автономного енергозабезпечення», 7 грудня 2020 р., м.Київ
17. Всеукраїнська науково-практична конференція ПолтНТУ «Проблеми й перспективи розвитку академічної та університетської науки» (он-лайн конференція), 10 грудня 2020 р.
18. Міжнародна конференція молодих вчених Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України. 21-22 грудня 2020р., м. Київ

7. Рецензування наукових робіт

Експертами Наукової ради «ФМС» в 2020 році прорецензовано 6 науково-дослідних робіт за відомчою тематикою Національної академії наук України:

1. Структурна інженерія конструкційних та функціональних матеріалів з використанням методів обробки тиском, адитивних технологій та модифікації складу.
Науковий керівник: д.т.н., проф. Я.Ю. Бейгельзімер
Організація: Донецький фізико-технічний інститут ім. О.О. Галкіна НАН України
2. Вплив зовнішніх електричних і магнітних полів на енергетичні характеристики молекулярних і металевих наносистем.
Науковий керівник: член-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. Е. Г. Петров
Організація: Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України
3. Дослідження електричних, оптичних, магнітних та акустичних властивостей новітніх напівпровідникових матеріалів та наноструктур, перспективних для застосування в приладах нанoeлектроніки, нанофотоніки та наноакустики.
Наукові керівники: член-кор. НАН України, д.ф.-м.н., проф. В.О. Кочелап, академік НАН України, д.ф.-м.н., проф. О.Є. Беляєв
Організація: Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України
4. Кінетичні явища й наносистеми в об'ємі та на поверхні конденсованого гелію.
Науковий керівник: д.ф.-м.н. С.С. Соколов
Організація: Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна НАН України

5. Закономірності формування поверхневих наноструктур на основі композицій металів і неметалевих наноматеріалів.

Науковий керівник: д.ф.-м.н. В.Л. Карбівський

Організація: Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України

6. Електронна будова та фізичні властивості сплавів Гойслера і дисперсних структур на модифікованій поверхні конструкційних сталей.

Науковий керівник: член-кор. НАН України, д.ф.-м.н. В.М. Уваров

Організація: Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України

8. Координаційна діяльність з проблеми «ФМС» серед установ НАНУ, ЗВО та підприємств і відомств України

Діє кафедра прикладної фізики та наноматеріалів ДНУ «Київський академічний університет» НАН України та МОН України, для якої Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України є базовим.

Діє спільна навчально-наукова лабораторія фізики магнітних плівок Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України та ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».

Діє спільна науково-дослідна лабораторія динаміки електронних процесів в гібридних структурах, яку було створено Інститутом металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України і Донецьким національним університетом імені Василя Стуса (у м. Вінниця).

Ведеться діяльність на основі угоди про співпрацю між Київським університетом імені Бориса Грінченка (факультет інформаційних технологій та управління) й Інститутом фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України.

Спільно з Національним технічним університетом України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (хіміко-технологічний факультет) здійснювалося наукове керівництво створеною Міжгалузевою науково-дослідною лабораторією біогідрометалургії та біотехнології. У звітній період розглядалися актуальні задачі, зокрема, з фізики колоїдних систем, фізичної хімії дисперсних мінералів та технологій, і спільне вирішення актуальних задач практичної реалізації на інноваційних принципах наукових розробок з технологій одержання та використання вітчизняних високоякісних матеріалів на основі природних дисперсних мінералів, утилізації цінних компонентів вторинних джерел, природоохоронних технологій і матеріалів.

При ІФКС НАН України діють філії кафедри прикладної фізики і наноматеріалознавства та кафедри прикладної математики Національного університету «Львівська політехніка»; Інститут забезпечує навчальні курси з різних дисциплін, написання курсових та дипломних робіт студентами кафедр.

При ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України продовжували роботу 3 філії кафедр Національного університету «Львівська політехніка»: філія кафедри інженерного матеріалознавства та прикладної фізики; філія кафедри фотоніки на базі відділу оптико-електронних інформаційних систем ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України; філія кафедри «Інформаційні системи та мережі».

Продовжувала роботу спільна ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України та Львівського національного університету імені Івана Франка кафедра механіки.

У ІІМ ім. І.М. Францевича НАН України діє спільна з Національним технічним університетом України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» лабораторія «Високоміцні матеріали».

Діє спільний Центр енергетики майбутнього при Інституті матеріалознавства та зварювання імені Є.О. Патона НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Діє спільна (подвійного підпорядкування) Черкаського НУ імені Богдана Хмельницького та ІІММ НАН України (м. Слов'янськ) лабораторія математичної фізики.

9. Алфавітний довідник електронних адрес

Азаренков М.О., акад. НАН України, ХаркНУ МОНУ, azarenkov@karazin.ua
Антонов В.М., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, antonov@imp.kiev.ua
Бакай О.С., акад. НАН України, ІТФ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, bakai@kipt.kharkov.ua
Башев В.Ф., д.ф.-м.н., ДніпрНУ МОНУ, bashev_vf@ukr.net
Беспалов С.А., д.т.н., СФ ТМН НОВ Президії НАНУ, bespalov@nas.gov.ua
Бейгельзімер Я.Ю., д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, yanbeygel@gmail.com
Білоголовський М.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ–ДонФТІ НАНУ, belogolovskii@ukr.net
Білококос Є.Д., д.ф.-м.н., ІМаг НАНУ та МОНУ, bel@imag.kiev.ua
Білоус А.Г., акад. НАН України, ІЗНХ НАНУ, belous@ionc.kar.net
Білоцька А.О., к.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, a.belotska@gmail.com
Білошенко В.О., д.т.н., ДонФТІ НАНУ, biloshenko.va@gmail.com
Блонський І.В., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ, blon@iop.kiev.ua
Бондаренко С.І., д.т.н., ФТІНТ НАНУ, bondarenko@ilt.kharkov.ua
Борц Б.В., д.ф.-м.н., НВК ВДЕРТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, borts@kipt.kharkov.ua
Брик Т.М., д.ф.-м.н., ІФКС НАНУ, bryk@icmp.lviv.ua
Бродин М.С., акад. НАН України, ІФ НАНУ, brodyn@iop.kiev.ua
Бродніковський Є.М., к.т.н., ІІМ НАНУ, bregor@ukr.net
Брюховецький В.В., д.ф.-м.н., ІЕФРТ НАНУ, ntcefo@yahoo.com
Булавін Л.А., акад. НАН України, КиївНУ МОНУ, bulavin221@gmail.com
Валах М.Я., чл.-кор. НАН України, ІФНп НАНУ, valakh@isp.kiev.ua, mvalakh@gmail.com
Васильєв М.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, vasil@imp.kiev.ua
Васильєв О.Д., д.ф.-м.н., ІІМ НАНУ, vasilev@ipms.kiev.ua

Воєводін В.М., чл.-кор. НАН України, ННЦ «ХФТІ», voyev@kipt.kharkov.ua
Габович О.М., д.ф.-м.н., ІФ НАНУ, alexander.gabovich@gmail.com
Гаврилюк В.Г., д.т.н., ІМФ НАНУ, gavr@imp.kiev.ua
Гомонай Г.М., д.-ф.м.н., ІЕФ НАНУ, annagomonai@gmail.com
Горбар Е.В., д.ф.-м.н., КиївНУ МОНУ–ІТФ НАНУ, gorbar@bitp.kiev.ua
Горбик П.П., д.ф.-м.н., ІХП НАНУ, phorbyk@ukr.net
Гохман О.Р., д.ф.-м.н., ПівдУкрНПУ МОНУ, gokhman@paco.net
Гречнев Г.Є., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, grechnev@ilt.kharkov.ua
Гусак А.М., д.ф.-м.н., ЧеркНУ МОНУ, amgusak@ukr.net
Гусинін В.П., чл.-кор. НАН України, ІТФ НАНУ, vgusynin@bigmir.net
Данільченко В.Ю., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, danila@imp.kiev.ua
Дехтяр О.І., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, dekhtyar@imp.kiev.ua, oldekhyar@yahoo.com
Дубок В.А., д.х.н., ІПМ НАНУ, dubok@ipms.kiev.ua
Єремко О.О., д.ф.-м.н., ІТФ НАНУ, eremko@bitp.kiev.ua
Запорожець О.І., к.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, zapus@imp.kiev.ua
Звягін А.А., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, anzv08@gmail.com
Зубов Е.Є., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ–ДонНУ МОНУ, eezubov@ukr.net
Іванов Б.О., чл.-кор. НАН України, ІМаг НАНУ та МОНУ, bivanov@i.com.ua
Іванов М.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, ivanov@imp.kiev.ua, maivanov@ukr.net
Івасишин О.М., акад. НАН України, ІМФ НАНУ, ivas@imp.kiev.ua
Калита В.М., д.ф.-м.н., НТУУ «КПІ» МОНУ, vmkalita@ukr.net
Карасевський А.І., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, akaras@imp.kiev.ua, akarastvskii@gmail.com
Карбівський В.Л., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, karb@imp.kiev.ua
Карнаухов І.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, karnau@yaho.com
Касаткін О.Л., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, al-kas@carrier.kiev.ua, al-kas@i.ua
Кладько В.П., чл.-кор. НАН України, ІФНп НАНУ, kladko@isp.kiev.ua
Клепиков В.Ф., чл.-кор. НАН України, ІЕфРТ НАНУ, klepikov@nas.gov.ua, ntsefo@yahoo.com
Коваль Ю.М., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, koval@imp.kiev.ua
Ковальов О.С., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ–ХаркНУ МОНУ, kovalev@ilt.kharkov.ua
Ковалюк З.Д., д.ф.-м.н., Чернів. від. ІПМ НАНУ, chimsp@ukrpost.ua
Колбасов Г.Я., чл.-кор. НАНУ, ІЗНГ НАНУ, kolbasov@ionc.kiev.ua
Колесніченко Ю.О., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, kolesnichenko@ilt.kharkov.ua
Кондратюк С.Є., д.т.н., ФТІМС НАНУ, stas@ptima.kiev.ua, tom@ptima.kiev.ua
Кордюк О.А., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, kordyuk@imp.kiev.ua, kordyuk@gmail.com
Косевич М.В., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, mvkosevich@ilt.kharkov.ua
Котречко С.О., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, kotr@imp.kiev.ua, serkotr@gmail.com
Кочешев І.О., к.х.н., ВЯФЕ НАНУ, kocheshev@nas.gov.ua
Красовський В.П., д.х.н., ІПМ НАНУ, vitalkras@ipms.kiev.ua
Криворучко В.М., д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, krivoruc@gmail.com
Куліш М.П., чл.-кор. НАН України, КиївНУ МОНУ, mpkulish@ukr.net
Кучмій С.Я., чл.-кор. НАН України, ІФХ НАНУ, kuchmiy@inphyschem-nas.kiev.ua
Лебовка М.І., д.ф.-м.н., ІБКХ НАНУ, ibcc@ukrpost.ua, lebovka@gmail.com
Лев Б.І., чл.-кор. НАН України, ІТФ НАНУ, blev@bitp.kiev.ua
Лень Є.Г., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, len@imp.kiev.ua

Литовченко П.Г., д.ф.-м.н., ІЯД НАНУ, plitov@kinr.kiev.ua
Лізунов В.В., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, lizunov@imp.kiev.ua
Ліхачов О.А., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, alexl@imp.kiev.ua
Лободюк В.А., д.т.н., ІМФ НАНУ, lobodyuk@imp.kiev.ua
Локтев В.М., акад. НАН України, ІТФ НАНУ–НТУУ «КПІ» МОНУ,
vloktev@bitr.kiev.ua
Лось В.Ф., д.ф.-м.н., ІМаг НАНУ та МОНУ, vlos@smag.kiev.ua
Мазанко В.Ф., д.т.н., ІМФ НАНУ, vmazanko@imp.kiev.ua, vmaz@i.ua
Марковський П.Є., д.т.н., ІМФ НАНУ, pmark@imp.kiev.ua
Марченко О.А., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ,
marchenko_alexandr@yahoo.com
Маслюк В.Т., д.ф.-м.н., ІЕФ НАНУ, volodymyr.maslyuk@gmail.com
Мешков Ю.Я., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, zimina@imp.kiev.ua
Михайловський І.М., д.ф.-м.н., ННЦ «ХФТІ» НАНУ,
igormikhailovskij@gmail.com
Мільман Ю.В., чл.-кор. НАН України, ІПМ НАНУ, milman@ipms.kiev.ua,
yuly.milman@gmail.com
Мицек О.І., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, amitsek@gmail.com
Молодкін В.Б., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, molodkn@imp.kiev.ua,
v.molodkin@gmail.com
Мордюк Б.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, mordyuk@imp.kiev.ua
Мриглод І.М., акад. НАН України, ІФКС НАНУ, mryglod@icmp.lviv.ua
Найдюк Ю.Г., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, naidyuk@ilt.kharkov.ua
Наумовець А.Г., акад. НАН України, ІФ НАНУ, a.g.naumovets@gmail.com,
sptms@nas.gov.ua, agn@iop.kiev.ua
Неклюдов І.М., акад. НАН України, ННЦ «ХФТІ» НАНУ,
i.neklyudov@kipt.kharkov.ua
Низкова Г.І., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, anna.nizkova@gmail.com,
nizkova@imp.kiev.ua
Носенко В.К., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, nosenko@imp.kiev.ua
Огенко В.М., чл.-кор. НАН України, ogenko@ionc.kar.net
Омельянчук О.М., чл.-кор. НАН України, ФТІНТ НАНУ,
omelyanchouk@ilt.kharkov.ua
Остафійчук Б.К., чл.-кор. НАН України, ПрикарпНУ МОНУ, kmnt@pu.if.ua,
natal.gladiy@ukr.net
Осташ О.П., д.т.н., ФМІ НАНУ, ostash@ah.ipm.lviv.ua
Пашицький Е.А., чл.-кор. НАН України, ІФ НАНУ, pashitsk@iop.kiev.ua
Пашкевич Ю.Г., д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, yu.pashkevich@gmail.com,
pashkevich@fti.dn.ua
Пелетмінський С.В., акад. НАН України, ІТФ ННЦ «ХФТІ» НАНУ,
peletm@kipt.kharkov.ua
Пехньо В.І., чл.-кор. НАН України, peknyo@ionc.kar.net
Погорілий А.М., чл.-кор. НАН України, ІМаг НАНУ та МОНУ,
apogor@imag.kiev.ua, apogorilyyahoo.com
Подрезов Ю.М., д.ф.-м.н., ІПМ НАНУ, podrezov@materials.kiev.ua,
yupodrezov@ukr.net
Порошин В.М., д.ф.-м.н., ІФ НАНУ, poroshin@iop.kiev.ua

Прокопенко В.А., д.т.н., ІБКХ НАНУ, prokor_va@ukr.net
Прокопенко І.В., д.ф.-м.н., ІФНп НАНУ, prokor@isp.kiev.ua
Прокопенко О.В., д.ф.-м.н., КиївНУ МОНУ, ovr@univ.kiev.ua
Рагуля А.В., чл.-кор. НАН України, ІПМ НАНУ, ragulya@ipms.kiev.ua
Рево С.Л., д.ф.-м.н., КиївНУ МОНУ, s_revo@i.ua
Радченко Т.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, tarad@imp.kiev.ua
Раранський М.Д., д.ф.-м.н., ЧернівНУ МОНУ
Репецький С.П., д.ф.-м.н., ІВТ КиївНУ МОНУ, srepetsky0208@gmail.com
Руденко Е.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, rudenko@imp.kiev.ua
Рубіш В.М., Ужг. НТЦ МОНІ ІПРІ НАНУ, centr.uzh@gmail.com
Саввакін Д.Г., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, savva@imp.kiev.ua
Семиноженко В.П., акад. НАН України, ІМк НАНУ, semynozhenko@isc.kharkov.com
Сидоренко С.І., чл.-кор. НАН України, НТУУ «КПІ» МОНУ, sidorenko@uap.ntu-kpi.kiev.ua
Скрипник Ю.В., д.ф.-м.н., ІТФ НАНУ, yuriy.v.skrypnyk@gmail.com
Сліпченко В.М., к.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, slip@imp.kiev.ua
Снарський А.О., д.ф.-м.н., НТУУ «КПІ» МОНУ, asnarskii@gmail.ua
Соловійов А.Л., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, solovjov@ilt.kharkov.ua
Стасюк З.В., д.ф.-м.н., ЛьвівНУ МОНУ, stasyuk@electronics.lnu.edu.ua
Сторіжко В.Ю., акад. НАН України, ІПФ НАНУ, director@ipfcentr.sumy.ua
Сугаков В.Й., чл.-кор. НАН України, ІЯД НАНУ, sugakov@kinr.kiev.ua
Сухарева Т.В., д.ф.-м.н., ННЦ «ХФТІ» НАНУ, t.sukhareva,2003@gmail.com
Татаренко В.А., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, tatar@imp.kiev.ua
Тельович Р.В., д.т.н., ІМФ НАНУ, trv@imp.kiev.ua
Теус С.М., д.ф.-м.н., teus@imp.kiev.ua
Тихоновський М.О., д.ф.-м.н., tikhonovsky@kipt.kharkov.ua
Ткач В.М., д.ф.-м.н., ІНтМ НАНУ, tkach@ism.kiev.ua
Толмачов М.Г., к.т.н., ІМФ НАНУ, mykola.tolmachov@tmm.ua
Толстолуцька Г.Д., д.ф.-м.н., ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, g.d.t@kipt.kharkov.ua
Уваров В.М., чл.-кор. НАН України, ІМФ НАНУ, uvarov@imp.kiev.ua
Устінов А.І., д.ф.-м.н., ІЕЗ НАНУ, anatoliustinov@ukr.net, ustinov@paton-icebt.kiev.ua
Федірко В.М., чл.-кор. НАН України, ФМІ НАНУ, fedirko@ipm.lviv.ua, fedirko.vm46@gmail.com
Федорус О.Г., д.ф.-м.н., ІФ НАНУ, fedorus.gm@gmail.com
Філатов О.В., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, filatov@imp.kiev.ua
Фінкель В.А., д.ф.-м.н., ІФТТМТ ННЦ «ХФТІ» НАНУ, finkel@kipt.kharkov.ua
Фірстов Г.С., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, yuri.firstov@gmail.com, firstovGS@nas.gov.ua
Фірстов С.О., акад. НАН України, ІПМ НАНУ, fsa@materials.kiev.ua, sfirstov6@gmail.com, firstov@nas.gov.ua
Фодчук І.М., д.ф.-м.н., ЧернівНУ МОНУ, ifodchuk@ukr.net
Харченко В.В., акад. НАН України, ІПМіц НАНУ, khar@ipp.kiev.ua
Харченко Д.О., д.ф.-м.н., ІПФ НАНУ, dikh@ipfcentr.sumy.ua
Чабаненко В.В., д.ф.-м.н., ДонФТІ НАНУ, vikchabanenko@gmail.com

Ченакін С.П., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, chenakin@imp.kiev.ua
Черпак М.Т., д.ф.-м.н., ІРЕ НАНУ, cherpac@ire.kharkov.ua, n.t.cherpak@ukr.net
Шарапов С.Г., д.ф.-м.н., ІТФ НАНУ, sharapov@bitp.kiev.ua,
sergei.sharapov@gmail.com
Шатернік В.Є., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, shaternikvolod@gmail.com
Швайка А.М., д.ф.-м.н., ІФКС НАНУ, ashv@icmp.lviv.ua
Шевченко С.М., д.ф.-м.н., ФТІНТ НАНУ, sshevchenko@ilt.kharkov.ua
Шиванюк В.М., д.ф.-м.н., ІМФ НАНУ, shyvaniuk@gmail.com
Шматко О.А., д.т.н., ІМФ НАНУ, shmatko@imp.kiev.ua
Юхновський І.Р., акад. НАН України, ІФКС НАНУ, yukhn@icmp.lviv.ua
Ямпольський В.О., чл.-кор. НАН України, ІРЕ НАНУ, yam@ire.kharkov.ua

Підписано до друку 25.03.2021. Формат 60×84/16. Гарн. Тип Таймс. Пап. офс. № 1.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 6,74. Ум. фарбо-відб. 6,98. Обл.-вид. арк. 5,03.
Тираж 135 прим. Зам. № 21-21

Поліграфічна дільниця
Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України.
Україна, 03142 Київ, бульвар Академіка Вернадського, 36

