



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
ННІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ

Журнал  
матеріально-технічного  
забезпечення кафедри  
«Мікро- та наноелектроніка»

Кафедра  
«Мікро- та наноелектроніка»





Лабораторний практикум  
до освітньої програми  
«Стала та відновлювана  
енергетика: електрична та  
мікроелектронна інженерія»



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
ННІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ

## Лабораторний комплекс

# Дослідження сонячних елементів та наноструктур

Затвердження			Експлуатаційні відомості			
Протокол засідання кафедри	№ 1	від 27.08.2021 р.	Введено	2020 р.		
Кафедра	Мікро- та наноелектроніки		Ремонт			
Завідувач лабораторії		Наталія СЕМЕНОВА	Аудиторія зберігання	№9, навчальний корпус У2		
Завідувач кафедри		Роман ЗАЙЦЕВ	Ліцензія ПЗ	Тип	Кількість	Термін



# Загальний вигляд лабораторного комплексу



Світлодіодний імітатор  
сонячного випромінювання



Випромінюючий елемент  
імітатора



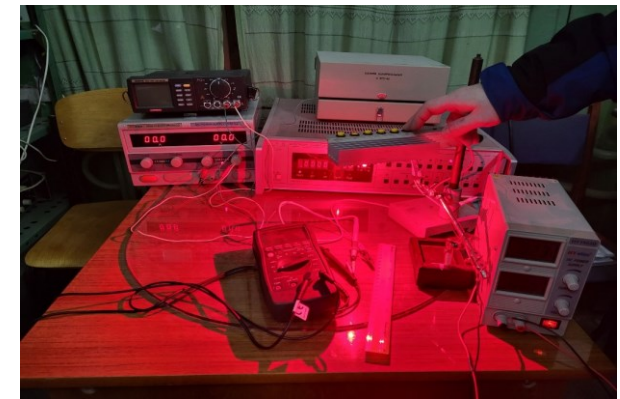
Імітатор висококонцентро-  
ваного випромінювання



Характеріограф Keithley 2400



LRC вимірювач



Стенд дослідження монохрома-  
тичного випромінювання

# Специфікація лабораторного комплексу



№	Назва	Кількість, шт.
1	Світлодіодно-галогеновий імітатор сонячного випромінювання	1
2	Імітатор висококонцентрованого сонячного випромінювання	1
3	Характеріограф Keithley 2400	2
4	Мультиметр UNI-T UTM1804	2
5	RLC вимірювач E7-12	1
6	Лабораторне джерело живлення	4
7	Мікроскоп AmScope SW-2B24	2
8	Цифровий осцилограф Siglent SDS	1
9	Електронне навантаження East Tester ET	1
10	Контактні пристрої	4
11	Комп'ютер	1





# Перелік навчальних дисциплін в яких використовується комплекс

№	Дисципліна
1	Напівпровідникові фотоелектричні перетворювачі
2	Розробка новітніх рішень та методів атестації сонячних елементів
3	Комбіноване перетворення сонячної енергії
4	Вироби мікро- та наноелектроніки
5	Плівкові фотоелектричні перетворювачі



# Опис лабораторного комплексу

Комплекс призначений для детального аналізу та тестування сонячних елементів та фотоелектричних пристроїв. Обладнаний різноманітними приладами для вивчення різних аспектів взаємодії матеріалів із сонячним випромінюванням, електричної характеристики та ефективності сонячних елементів.

## **1. Світлодіодно-галогеновий імітатор сонячного випромінювання:**

Використовується для імітації різних умов освітленості від сонячного випромінювання. Забезпечує однорідне та стабільне випромінювання для експериментів із сонячними елементами.

## **2. Імітатор висококонцентрованого сонячного випромінювання:**

Створений для вивчення висококонцентрованих умов сонячного випромінювання. Використовується для дослідження поведінки сонячних елементів під впливом інтенсивного світла.

## **3. Характеріограф Keithley 2400:**

Прилад для вимірювання електричних характеристик, таких як напруга, струм, та опір, що важливо для аналізу робочих параметрів сонячних елементів.

## **4. Мультиметр UNI-T UTM1804:**

Забезпечує точні вимірювання параметрів електричних сигналів, що використовуються для аналізу та контролю роботи сонячних елементів.



# Опис лабораторного комплексу



## 5. RLC вимірювач E7-12:

Використовується для вимірювання параметрів електричних кіл (опір, індуктивність та ємність) для аналізу взаємодії сонячних елементів з навантаженням.

## 6. Лабораторне джерело живлення:

Забезпечує стабільне живлення для всіх приладів та сонячних елементів, що використовуються в лабораторних експериментах.

## 7. Мікроскоп AmScope SW-2B24:

Дозволяє досліджувати структуру та морфологію сонячних елементів на мікрорівні.

## 8. Цифровий осцилограф Siglent SDS:

Використовується для вивчення і аналізу змінних електричних сигналів, що генеруються сонячними елементами та іншими приладами.

## 9. Електронне навантаження East Tester ET:

Використовується для створення різноманітних електричних навантажень для визначення робочих характеристик сонячних елементів.

## 10. Комп'ютер:

Використовується для обробки даних, керування експериментами та візуалізації результатів досліджень.







НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
ННІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ

## Лабораторний комплекс

# Загальна обчислювально- вимірювальна лабораторія

Затвердження			Експлуатаційні відомості			
Протокол засідання кафедри	№ 1 від 29.08.2023 р.		Введено	2023 р.		
Кафедра	Мікро- та наноелектроніки		Ремонт			
Завідувач лабораторії		Наталія СЕМЕНОВА	Аудиторія зберігання	№11, навчальний корпус У2		
Завідувач кафедри		Роман ЗАЙЦЕВ	Ліцензія ПЗ	Тип	Кількість	Термін
				-	-	-



# Загальний вигляд лабораторного комплексу



Кафедра  
«Мікро- та наноелектроніка»



# Специфікація лабораторного комплексу



Кафедра  
«Мікро- та нанoeлектроніка»

№	Назва	Кількість, шт.
1	Персональний комп'ютер	10
2	Набори програмованих мікроконтролерів	5
3	Лабораторний блок живлення	2
4	Мультиметр	2



# Перелік навчальних дисциплін в яких використовується комплекс

№	Дисципліна
1	Програмовані мікро- та наносистеми
2	Комп'ютерне моделювання фізичних та технологічних процесів мікро- та наноелектроніки
3	Комп'ютерне моделювання та проектування систем сонячної енергетики



# Опис лабораторного комплексу



Проведення загальних занять до досліджень щодо різноманітних задач обчислень та моделювання елементів та приладів мікро-електроніки, сонячних елементів та електричних станцій на їх основі. Виконання лабораторних та практичних робіт за освітніми компонентами.





НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
ННІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ

## Лабораторний комплекс

# Оптичні дослідження

Затвердження			Експлуатаційні відомості			
Протокол засідання кафедри	№ 1 від 29.08.2023 р.		Введено	2020 р.		
Кафедра	Мікро- та наноелектроніки		Ремонт			
Завідувач лабораторії		Наталія СЕМЕНОВА	Аудиторія зберігання	№9, навчальний корпус У2		
Завідувач кафедри		Роман ЗАЙЦЕВ	Ліцензія ПЗ	Тип	Кількість	Термін
				-	-	-



# Загальний вигляд лабораторного комплексу



Загальний вигляд комплексу досліджень оптичних параметрів тонких плівок



Експериментальний стенд для дослідження фотовідгуку тонкоплівкових структур



Металлографічний мікроскоп Sigeta M-700



Спектрофотометер СФ-2000

# Специфікація лабораторного комплексу



№	Назва	Кількість, шт.
1	Оптичний спектрофотометр СФ-2000	1
2	Приставка до СФ-2000 для вимірювання коефіцієнту відбиття	1
3	Металографічний мікроскоп Sigeta M700	1
4	Цифрова камера DCM-510	1
5	Оптичний мікроскоп AmScore серії SW-2B13	1
6	Персональний комп'ютер	1
7	Мультиметр Mastech MS8040	2
8	Нановольтметр P341	1





# Перелік навчальних дисциплін в яких використовується комплекс

№	Дисципліна
1	Властивості та сучасні методи дослідження напівпровідникових приладів
2	Фізика твердого тіла
3	Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів
4	Плівкові фотоелектричні перетворювачі



# Опис лабораторного комплексу



Лабораторний комплекс для проведення оптичних досліджень включає прилади які дозволяють вимірювати коефіцієнти пропускання та відбиття від поверхні досліджуваних зразків за рахунок чого можна визначати товщину тонкоплівкових зразків. Наявність двох мікроскопів, один з яких металургійний із збільшенням до 1000X та оснащений цифровою камерою для підключення до ПК дозволяє проводити оптичні дослідження поверхні масивних та тонкоплівкових зразків, визначати особливості рельєфу та дизайну приладів мікро та наноелектроніки. Для дослідження фотовідгуків малої інтенсивності до складу комплексу входить нановольтметр. Більшість приладів зі складу комплексу мають можливість виведення інформації на ПК та її експресної обробки.





НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
ННІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ

## Лабораторний комплекс

# Моделювання фізичних процесів високої складності

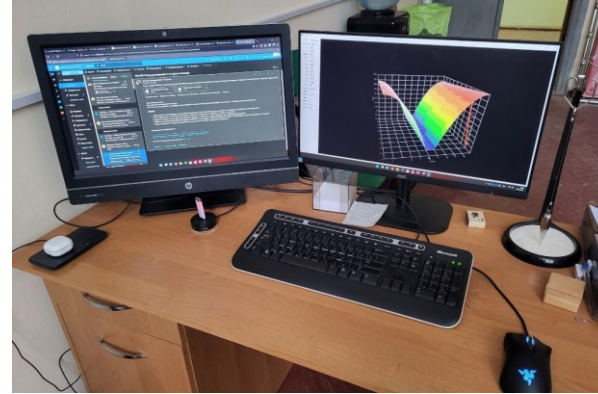
Затвердження			Експлуатаційні відомості			
Протокол засідання кафедри	№ 1	від 29.08.2023 р.	Введено	2021 р.		
Кафедра	Мікро- та наноелектроніки		Ремонт			
Завідувач лабораторії		Наталія СЕМЕНОВА	Аудиторія зберігання	№11, навчальний корпус У2		
Завідувач кафедри		Роман ЗАЙЦЕВ	Ліцензія ПЗ	Тип	Кількість	Термін
				-	-	-



# Загальний вигляд лабораторного комплексу



Робоче місце №1 в процесі моделювання



Робоче місце №2 в процесі моделювання



# Специфікація лабораторного комплексу



№	Назва	Кількість, шт.
1	Персональний комп'ютер	2
2	Програмний пакет SolidWorks/FlowSimulation	2
	Програмний пакет PVsyst	1
	Програмний пакет MATLAB	1
	Програмний пакет Simulink	1



# Перелік навчальних дисциплін в яких використовується комплекс

№	Дисципліна
1	Комп'ютерне моделювання фізичних та технологічних процесів мікро- та наноелектроніки
2	Фізика твердого тіла
3	Проектування та розробка систем відновлюваної енергетики



# Опис лабораторного комплексу



Комплекс моделювання фізичних процесів високої складності складається з потужних комп'ютерів які дозволяють експресно та ефективно проводити обчислення із використанням сучасних програмних пакетів. Інсталювані програмні продукти такі як SolidWorks/FlowSimulation, PVsyst, MATLAB, Simulink задовольняють сучасним вимогам до проведення модельних експериментів в ході навчання та дозволяють моделювати як фізичні процеси у тонкоплівкових структурах так і роботу тепло та електрогенеруючих сонячних установок і тому можливості даного комплексу є вичерпними для застосування в освітньому процесі.





НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
ННІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА МАТЕМАТИКИ

## Лабораторний комплекс

# Вакуумні системи напилення структур

Затвердження			Експлуатаційні відомості			
Протокол засідання кафедри	№ 1 від 29.08.2023 р.		Введено	2015 р.		
Кафедра	Мікро- та наноелектроніки		Ремонт			
Завідувач лабораторії		Наталія СЕМЕНОВА	Аудиторія зберігання	№113, 202, навчальний корпус 2		
Завідувач кафедри		Роман ЗАЙЦЕВ	Ліцензія ПЗ	Тип	Кількість	Термін
				-	-	-





# Загальний вигляд лабораторного комплексу



Вакуумна установка УВН-71ПЗ



Вакуумна установка УВН-71ПЗ



Пост прецизійного розрізання зразків



Вакуумні установки ВУП-5М



Вакуумні установки ВУП-5М



Пост підготовки підкладок до наплення тонкоплівкових шарів

# Специфікація лабораторного комплексу



№	Назва	Кількість, шт.
1	Вакуумна установка УВН-71ПЗ	1
2	Вакуумна установка ВУП-5М	2
3	Електричний дистилятор	1
4	Модифікований мікроскоп ММІ-7	1
5	Персональний комп'ютер	1
6	Електроплитка Термія	1
7	Ультразвукова ванна НУ-3020	1
8	Вакуумметр ВІТ-3	1
9	Мультиметр АРРА-207	3
10	Магнітна мішалка ММ-7	1

# Перелік навчальних дисциплін в яких використовується комплекс



№	Дисципліна
1	Фізичні основи технології для мікро- та наноелектроніки
2	Плівкові фотоелектричні перетворювачі
3	Вироби мікро- та наноелектроніки



# Опис лабораторного комплексу



Комплекс вакуумних систем для напилення тонкоплівкових структур має у своєму складі все необхідне для повного циклу формування таких структур включаючи підготовку підкладок шляхом їх прецизійного розрізання, наступного хімічного миття із використанням різних очисних методик, зокрема УЗ очищення. Для формування власне тонкоплівкових структур використовуються вакуумні установки УВН-71ПЗ та ВУП-5М у яких реалізовані методи термовакуумного напилення, магнетронного розпилення на постійному струмі та квазізамкненого об'єму.

