

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з наукової роботи
/Студеняк І.П./
_____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МЕТОДИ АВТОМАТИЗАЦІЇ, КОМП'ЮТЕРНОГО КЕРУВАННЯ
ФІЗИЧНИМ ЕКСПЕРИМЕНТОМ ТА ОБРОБКИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ
ДАНИХ**


Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика і наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика і наноматеріали
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи автоматизації, комп'ютерного керування фізичним експериментом та обробки експериментальних даних» для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика і наноматеріали освітньої програми Прикладна фізика і наноматеріали..

Розробник: Молнар О.О., доцент, доктор-фізико математичних наук

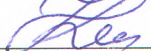
Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри
прикладної фізики

протокол № 2 від «23» вересня 2020 р.

Завідувач кафедри  Небола І.І.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 1 від «23» вересня 2020 р.

Голова науково-методичної комісії  Карбованець М. І.

© Молнар О.О., 2020 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2020 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма Навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 7	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 210	1	1
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи аспіранта – 4	1,2	1,2
	Лекції:	
	40	16
	Практичні (семінарські):	
	44	8
Вид підсумкового контролю: залік, екзамен	Лабораторні:	
	-	-
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	126	186

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни “**Методи автоматизації, комп’ютерного керування фізичним експериментом та обробки експериментальних даних**” є засвоєння необхідних знань по структурі, принципах побудови і функціонуванню найбільш поширених контрольно-вимірювальних приладів, ознайомити з їх технічними параметрами і методами вимірювання, засобами підключення вимірних приладів до керуючого комп’ютера, програмними засобами для керування експериментом та обробки і представлення отриманих результатів. Метою викладання даної дисципліни також є одержання студентами знань і навичок, які потрібні майбутньому науковцю для моделювання фізичних явищ та проведення досліджень з використанням ЕОМ. Одним із основних завдань курсу є поглиблення розуміння суті досліджуваних фізичних явищ через створення алгоритмів розв’язку відповідних задач.

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення дисципліни “**Методи автоматизації, комп’ютерного керування фізичним експериментом та обробки експериментальних даних**” сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

– **інтегральна компетентність**: здатність розв’язувати комплексні проблеми в галузі професійної та дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики.

– **загальні компетентності**: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1); навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-2); здатність проведення самостійних досліджень на сучасному рівні (ЗК-3); здатність до пошуку, обробки на аналізу інформації з різних джерел (ЗК-4); здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-5); здатність комунікації на фахову тематику з нефахівцями (ЗК-10).

– **фахові компетентності**: здатність застосовувати фізичні знання для систематизації різноманітних пов’язаних фактів і явищ (ФК-1); здатність визначати завдання фізичного дослідження (ФК-2); здатність вирізняти із накопичених спостережень відтворювані експериментальні факти (ФК-3); здатність створювати та порівнювати між собою фізичні та математичні моделі фізичних об’єктів, процесів та явищ (ФК-4); здатність оцінювати моделі з точки зору їх відповідності фізичним об’єктам процесам та явищам, для пояснення яких застосовуються дані моделі (ФК-5); вміння здійснювати комп’ютерне моделювання фізичних процесів, у тому числі із застосуванням існуючого програмного забезпечення (ФК-6); володіння експериментальними методиками дослідження наноструктурованих матеріалів (ФК-7); знайомство з інформаційними технологіями та електронікою (ФК-8); володіння теоретичними методами, що застосовуються для дослідження низьковимірних систем і наноматеріалів (ФК-10).

3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньо-наукової програми, вивчення навчальної дисципліни «**Методи автоматизації, комп'ютерного керування фізичним експериментом та обробки експериментальних даних**» повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі фізики, прикладної фізики та суміжних галузей знань.	ПРН 1.1.
Знати фундаментальні праці провідних зарубіжних вчених та наукових шкіл у галузі дослідження.	ПРН 1.2.
Вміти формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження.	ПРН 2.2.
Вміти проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.	ПРН 2.3.
Вміти формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.	ПРН 2.5.
Вміти формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.	ПРН 2.6.
Вміти аналізувати наукові праці в галузі прикладної фізики, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.	ПРН 2.7.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Методи автоматизації, комп'ютерного керування фізичним експериментом та обробки експериментальних даних**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Вміти самостійно працювати з навчальною і науково-технічною літературою по контрольно-вимірювальних приладах. Знати принципи перетворення фізичних величин в електричні сигнали.	ПРН 1.1
Вміти користуватися контрольно-вимірювальними приладами для вимірювання характеристик і параметрів електричних сигналів.	ПРН 1.2
Знати типи приладів для вимірювання тих чи інших характеристик і оцінити метрологічні характеристики обладнання.	ПРН 1.2
Вміти враховувати багатофункціональність і можливість підвищення точності вимірювання, а також автоматизації вимірювання і обробки результатів вимірювання в приладах з мікропроцесорним керуванням.	ПРН 2.2
Знати основні можливості та характеристики стандартних інтерфейсів вимірних приладів (RS-232, IEEE-488.2, КАМАК, USB).	ПРН 2.3
Створювати базові алгоритми моделювання досліджуваних фізичних явищ та процесів; вносити зміни в алгоритми для вирішення різних модельних задач, що ґрунтуються на досліджуваному фізичному явищі; реалізовувати ці алгоритми з використанням раніше вивчених мов програмування	ПРН 2.5
Вміти складати алгоритми з використанням блочно-модульної системи графічного середовища LabVIEW.	ПРН 2.6
Обробляти та візуалізувати отримані експериментальні дані з використанням стандартних програм (MS Excel, ORIGIN, Sigma Plot, GNU Plot, Table Curve, Surfer, Grapher).	ПРН 2.6
Уявляти основні напрямки розвитку комп'ютерної та вимірної техніки.	ПРН 2.7

4. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування;
- фронтальне стандартизоване усне та/або письмове опитування за основними питаннями теми заняття;
- експрес-опитування;
- тестування;
- реферативні повідомлення та їх обговорення;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи, результати якої оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік, екзамен. До заліку або екзамену допускаються аспіранти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	...	...	...	...	...	70	100
5	10	10	5							

T1, T2, T3, T4 – теми

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	...	...	...	...	...	70	100
10	10	5	5							

T1, T2, T3, T4 – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	11	30	11	30
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)		-		
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні		-		
Письмове тестування при тематичному оцінюванні				
Презентація		-		
Реферат		-		
Есе		-		
...		-		
Модульна контрольна робота		70		70
Разом	11	100	11	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота здійснюється у письмовій формі шляхом відповідей на питання тестових завдань та екзамену. Кожна правильна відповідь оцінюється певною кількістю балів. Максимальна кількість балів за кожний модуль становить 100 балів. Мінімальна кількість балів, за якої робота вважається виконаною становить 60 балів.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «Презентація наукових результатів» здійснюється у формі заліку та екзамену.

Залік проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати заліку оцінюються за двобальною шкалою: „зараховано, „незараховано”.

Підсумкова оцінка " зараховано"/"не зараховано" визначається наступними критеріями:

- " зараховано" - якщо аспірант достатньо чітко і грамотно відповідає на питання в межах матеріалу викладеного у рамках лекційних занять, може показати та обґрунтувати взаємозв'язок різних частин матеріалу, пройденого у межах матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність до мислення, при відповіді на питання розмірковує, спираючись на отримані у рамках курсу знання, не допускає істотних неточностей у відповіді, правильно вибудовує логіку вирішення типових завдань;

- "не зараховано" - якщо аспірант викладає основні питання недостатньо чітко або допускає істотні помилки при їх викладі, не може пояснити зав'язків у рамках викладеного матеріалу, аспірант не знає значної частини програмного матеріалу, не може дати точних визначень понять, пройдених у рамках курсу, дає розпливчаті формулювання і не володіє в належній мірі термінологією, плутається при відповіді на додаткові питання, не володіє прийомами вирішення типових завдань.

Екзамен проводиться в усній формі шляхом співбесіди. Результати екзамену оцінюються за чотирибальною шкалою: „відмінно”, „добре”, „задовільно”, „незадовільно”.

Оцінка „відмінно” (А; 90-100) виставляється в тому разі, коли аспірант бездоганно оволодів всіма розділами програми, дав глибокі, чіткі і вичерпні відповіді на всі основні і додаткові запитання, виявив розуміння фізичної суті програмового матеріалу, вільне володіння фактичним матеріалом та відповідним математичним апаратом, вміння грамотно обробляти результати експериментальних вимірювань з метою отримання заданої точності отриманих даних, кваліфіковано використовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „добре” (В, С; 74-89) виставляється тоді, коли аспірант виявив повне знання і розуміння програмового матеріалу, добре оволодів математичним апаратом курсу, може використовувати набуті знання в практичній діяльності, дав вичерпні відповіді на всі запитання, але під час відповіді допускав окремі нечіткі формулювання і незначні неточності.

Оцінка „задовільно” (D, E; 60-73) виставляється в тому разі, коли аспірант в основному знає і розуміє фактичний матеріал курсу, дав в основному правильні відповіді на запитання, виявив уміння розібратися в усьому матеріалі курсу, вміння використовувати відповідний математичний апарат, але не може ґрунтовно пояснити окремі положення пройденого курсу, допускає неточності при використанні математичного апарату, недостатньо вміє застосовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних задач.

Оцінка „незадовільно” (FX, F; 1-59) виставляється тоді, коли аспірант не оволодів матеріалом даного курсу, виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, коли він під час відповіді на запитання виявив нерозуміння фізичної сутності основних понять та термінів навчальної дисципліни, допускає плутанину, слабо володіє математичним апаратом, не може застосовувати набуті знання для розв'язування конкретних практичних задач, тобто виявив відсутність мінімально необхідної кількості знань з даного курсу.

За бажанням аспіранта результуюча підсумкова оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Переведення результатів, отриманих за 100-бальною шкалою оцінювання в національну 4-х бальну та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Оцінка за шкалою балів	Залік	ECTS	
		Оцінка	Характеристика
90 та вище	зараховано	A	відмінно
82-89	зараховано	B	добре
		C	добре
64-73	зараховано	D	задовільно
60-64	зараховано	E	задовільно
35-59	незараховано	FX	незадовільно з можливістю перескладання
1-34	незараховано	F	незадовільно з обов'язковим повторним навчанням

Аспірант, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» або «незадовільно з обов'язковим повторним навчанням» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни (під час додаткового семестру) і скласти залік або екзамен.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Вимірювання фізичних величин електронними приладами

Тема 1. Вступ. Історичний розвиток електровимірювальних приладів. Моноблочні, блочно-модульні, вбудовані та інтерфейсні електровимірювальні прилади. Основні переваги та недоліки різних типів електровимірювальних приладів. Практичні та фінансово-економічні передумови еволюції сучасного експериментального обладнання.

Тема 2. Електричні вимірювання фізичних величин. Методи перетворення фізичних величин в електричні сигнали (струм, напругу, частоту). Будова, принцип роботи та характеристики сучасних аналого-цифрових і цифро-аналогових перетворювачів.

Тема 3. Метрологічні характеристики електровимірювальних приладів. Точність вимірювання параметрів електричних сигналів. Методи підвищення чутливості та роздільної здатності аналого-цифрових перетворювачів. Перетворення струму/напруги в частоту або ширину імпульсів. Переваги вимірювання часових- над амплітудними значеннями електричних сигналів.

Тема 4. Використання комп'ютерної техніки для автоматизації фізичного експерименту. Особливості застосування персональних ЕОМ у фізичному експерименті. Методи введення-виведення інформації в мікропроцесорних системах. Переваги та недоліки різних методів підключення електровимірювальних приладів до керуючого комп'ютера.

Модуль 2. Інтерфейси вимірних систем

Тема 1. Інтерфейси вимірних систем. Спеціалізовані та модульні системи збору даних. Апаратна реалізація багатоканальних вимірювальних систем. Інтерфейси RS-232, IEEE-488, USB, ISA, KAMAK.

Тема 2. Програмні засоби автоматизації фізичного експерименту. Загальні питання програмування систем обробки даних. Значення розвиненого інтерфейсу ЕОМ – користувач. Сучасні строкові, квазіграфічні та графічні середовища автоматизації фізичного експерименту. Програмування в графічному середовищі LabVIEW.

Тема 3. Обробка експериментальних даних. Інтерполяція та екстраполяція експериментальних даних. Статистична обробка результатів експерименту, розрахунок помилок. Апроксимація даних. Візуалізація результатів експерименту, 2D та 3D графіки. Програми обробки та представлення експериментальних даних (MS Excel, ORIGIN, Sigma Plot, GNU Plot, Table Curve, Surfer, Grapher).

Тема 4. Перспективи розвитку систем автоматизації фізичного експерименту. Сучасні малогабаритні інтегровані вимірні системи. Digilent Analog Discovery 2, OpenScope, OpenLogger, Analog Devices ADALM1000, ADALM2000, EVAL-ADICUP360, Spectruino. Програма – як вимірний прилад.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Денна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
Лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Вступ. Історичний розвиток електровимірювальних приладів.	24	4	4			16
Тема 2. Електричні вимірювання фізичних величин.	24	4	6			14
Тема 3. Метрологічні характеристики електровимірювальних приладів.	26	6	6			14
Тема 4. Використання комп'ютерної техніки для автоматизації фізичного експерименту.	26	6	6			14
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	20	22			58
2-й семестр						
Модуль 2						
Тема 1. Інтерфейси вимірних систем.	26	4	4			18
Тема 2. Програмні засоби автоматизації фізичного експерименту.	28	4	6			18
Тема 3. Обробка експериментальних даних.	28	6	6			16
Тема 4. Перспективи розвитку систем автоматизації фізичного експерименту.	28	6	6			16
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	110	20	22			68
Разом за семестр	210	40	44			126

Заочна форма навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього 240	у тому числі				
Лекції 48		практичні (семінарські) 48	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота 144	
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Вступ. Історичний розвиток електровимірювальних приладів.	24	2				22
Тема 2. Електричні вимірювання фізичних величин.	26	2	2			22
Тема 3. Метрологічні характеристики електровимірювальних приладів.	26	2	2			22
Тема 4. Використання комп'ютерної техніки для автоматизації фізичного експерименту.	24	2				22
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	100	8	4			88
2-й семестр						
Модуль 2						
Тема 1. Інтерфейси вимірних систем.	28	2	2			24
Тема 2. Програмні засоби автоматизації фізичного експерименту.	28	2	2			24
Тема 3. Обробка експериментальних даних.	28	2				26
Тема 4. Перспективи розвитку систем автоматизації фізичного експерименту.	26	2				24
Модульна контрольна робота	2					
Разом за модуль	110	8	4			98
Разом за семестр	210	16	8			186

6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Дистанційне керування терморегулятором MC-2438 з використанням інтерфейсу RS-232	2	
2.	Побудова автоматизованої системи для дослідження вольт-амперної характеристики діодів. Основи програмування системи КАМАК.	2	
3.	Програмування приладів з інтерфейсом IEEE-488.	2	
4.	Мова керування приладами SCPI.	4	2
5.	Вимірювання амплітуди вольтметром HP 34401A	4	2
6.	Система вимірювання температури на основі модуля USB-TEMP-AI.	2	
7.	Ознайомлення з LabVIEW	2	
8.	Програмування системи для визначення люкс-амперної характеристики фотодіода в LabVIEW	2	
9.	Автоматизація вимірювання параметрів ультразвукової-лінії затримки в графічному середовищі LabVIEW	4	2
10.	Дослідження частотної залежності діелектричної проникності з використанням вимірювача LCR-819 підключеного по інтерфейсу RS-232 за допомогою мови SCPI в LabVIEW	2	
11.	Обробка експериментальних даних в MS Excel	4	2
12.	3D візуалізація температурно-частотних залежностей діелектричної проникності в ORIGIN	4	
13.	Визначення середнього розміру доменів отриманих PFM мікроскопом компанії Bruker в програмі Gwyddion.	4	
14.	Ознайомлення з USB модулем Digilent Analog Discovery 2	4	
15.	Дослідження спектрів шумоподібних сигналів отриманих модулем Analog Discovery 2.	2	
Разом		44	8

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1.	Історичний розвиток електровимірювальних приладів.	6	8
2.	Моноблочні, блочно-модульні, вбудовані та інтерфейсні електровимірювальні прилади.	6	8
3.	Основні переваги та недоліки різних типів електровимірювальних приладів.	6	8
4	Практичні та фінансово-економічні передумови еволюції сучасного експериментального обладнання.	4	8
5	Значення розвиненого інтерфейсу ЕОМ – користувач.	6	8
6.	Сучасні строкові, квазіграфічні та графічні середовища автоматизації фізичного експерименту.	4	8
7.	Програмування в графічному середовищі LabVIEW. Основи мови LabVIEW.	6	8
8.	Будова, принцип роботи та характеристики сучасних аналого-цифрових і цифро-аналогових перетворювачів	6	8
9.	Методи підвищення чутливості та роздільної здатності аналого-цифрових перетворювачів	6	6
10.	Перетворення струму/напруги в частоту або ширину імпульсів.	4	8
11.	Інтерфейси RS-232	6	8
12.	Інтерфейси IEEE-488	6	8
13.	Інтерфейси КАМАК	6	8
14.	Інтерфейси USB	4	8
15.	Бездротові інтерфейси вимірних систем	6	8
16.	Мова SCPI	4	8
17.	Програмування в графічному середовищі LabVIEW	6	8
18.	Обробка даних в Microsoft Excel	4	8
19.	Візуалізація експериментальних даних в Microsoft Excel	6	6
20.	Основи роботи в ORIGIN	4	8
21.	Підгонка експериментальних даних аналітичними виразами в програмі Origin	6	6
22.	Ознайомлення з сучасними малогабаритними інтегрованими вимірними системами на прикладі Digilent Analog Discovery 2	4	8
23.	Програма – як вимірний прилад	4	8
24.	Використання звукової підсистеми ПК в якості генератора сигналів задовільної форми та цифрового осцилографа	6	8
	Разом	126	186

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: Мультимедійний проектор.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки, вимірні прилади, терморегулятор MC-2438, HP 34401A, кабелі RS-232, IEEE-488, USB, крейт КАМАК, модулі КАМАК, модуль Digilent Analog Discovery 2.

Програмне забезпечення Windows 10, Microsoft Power Point, Microsoft Excel, National Instruments LabVIEW, Origin, GNU Plot, Gwydion.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

ІНФОРМАЦІЇ Основна

література

1. Є.С. Поліщук Методи та засоби вимірювань неелектричних величин. Підручник. – Львів: Львівська політехніка. 2000. –360 с
2. М.Т. Білуха Методологія наукових досліджень: Підручник. — К.: АБУ, 2002. — 480 с.
3. В.І. Крутов, І.М. Грушко, В.В. Попов та ін; Основи наукових досліджень: Підручник для технічних вузів / Під ред. В. І. Крутова, В. В. Попова. - М.: Вища школа, - 1989. - 400с.: Іл.;
4. В.І. Барабашук, Б.П. Креденцера, В.І. Мірошниченко; Планування експерименту в техніці / Під ред. Б. П. Креденцера. - К.: Техніка, 1984. - 200с.
5. Ю.М. Височанський, А.А. Горват, О.О. Грабар, О.О. Молнар, Ш.Б. Молнар, Ю.С. Наконечний, В.І. Феделеш, Твердотільна електроніка: Лабораторний практикум. Навчальний посібник. – Ужгород: ІВА, 2001. – 388с.
6. А.А. Горват, О.О. Молнар, В.В. Мінькович, Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ, “Говерла”, 2019. – 160 с.: іл.
7. А.А. Горват, О.О. Молнар, В.В. Мінькович, Обробка, візуалізація та аналіз експериментальних даних з використанням пакету Origin: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2020. – 64 с.: іл.

Допоміжна література

1. Ю.Ф. Певчев, К.Г. Финогенов "Автоматизация физического эксперимента", - Москва, Энергоатомиздат, 1986г.
2. А.А. Мячев, В.Н. Степанов, В.К. Щербо "Интерфейсы систем обработки данных", - Москва, "Радио и связь", 1989 г.
3. В.Н. Задков, Ю.В.Пономарев "Компьютер в эксперименте: архитектура и программные средства систем автоматизации", - Москва, "Наука", 1988 г.
4. Д.А. Кузьмичев, И.А. Радкевич, А.Д. Смирнов Автоматизация экспериментальных исследований. Москва, «Наука», 1983.
5. LabVIEW based Advanced Instrumentation Systems by S. Sumathi, P. Surekha, Springer, 2007, 747 pages.
6. LabView: Advanced Programming Techniques, Second Edition By Rick Bitter, Taqi Mohiuddin, Matt Nawrocki, CRC Press, 2006, 520 pages.
7. A Software Engineering Approach to LabVIEW by Jon Conway, Steve Watts, National Instruments, 2003, 240 pages.
8. Измерение электрических и неэлектрических величин: Учеб. пособие для вузов/ Н.Н.Евтихиев, Я.А.Купершмидт, В.Ф.Папуловский, В.Н.Скугоров; Под общ. ред. Н.Н.Евтихиева. –М.: Энергоатомиздат, 1990. -352 с.: ил.
9. С.А. Спектор, Электрические измерения физических величин: Методы измерений: Учебн. пособие для вузов. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1987. – 320 с.: ил.

10. К.Л. Куликовский, В.Я. Купер Методы и средства измерений: Учебное пособие для вузов. –М.: Энергоатомиздат, 1986. –448. с.: ил.
 11. Е.С. Левшина, П.В. Новицкий, Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1983. –320 с.: ил.
- Д. Соучек Мини-ЭВМ в системах обработки информации, - Москва, Мир, 1976г.