



ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОНІЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність	171 Електроніка
Освітня програма	Електроніка
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Заочна
Рік підготовки, семестр	Другий курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	3 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / ДКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?g=a8b4bedc-6238-4c53-b2a5-fa7916367df5
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д. т. н., проф. Мельник Ігор Віталійович imelnik@phbme.kpi.ua Практичні / Семінарські: л. т. н., проф. Мельник Ігор Віталійович imelnik@phbme.kpi.ua
Розміщення курсу	https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=2777#section-0

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою навчальної дисципліни «Інформаційні та комп'ютерні технології в електроніці» є формування у аспірантів навичок щодо написання сучасних програмних засобів, призначених для моделювання електронних пристроїв та систем, з використанням нестандартних методів матричного програмування системи науково-технічних розрахунків MatLab та мови програмування Python.

Кредитний модуль формує наступні **знання та вміння**:

1. Знання основи теорії предикатів.

2. Знання основи теорії скінченних автоматів.
3. Знання основи теорії матричного програмування.
4. Знання засобів матричного моделювання системи науково-технічних розрахунків MatLab та мови програмування Python та можливості їх використання для розв'язання практичних завдань сучасної електроніки.
5. Вміння проводити аналіз фізичних процесів в сучасних електронних пристроях та системах для формування математичної моделі відповідного об'єкту дослідження та реалізації цієї моделі з використанням сучасних засобів матричного програмування.
6. Вміння проводити аналіз складних електронних систем з використанням методів теорії скінченних автоматів для формування математичної моделі відповідного об'єкту дослідження та реалізації цієї моделі з використанням сучасних засобів матричного програмування.
7. Вміння використовувати методи матричного програмування в програмах, написаних мовою системи науково-технічних розрахунків MatLab та мовою програмування Python.

Курс «Інформаційні та комп'ютерні технології в електроніці» забезпечує фундаментальну підготовку студентів в області розв'язування практичних завдань сучасної електроніки з використанням методів матричного програмування.

Дисципліна сприяє формуванню таких **компетентностей**:

ЗК 2 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК 4 Здатність ініціювати дослідницько-інноваційні проекти та автономно працювати під час їх реалізації;

ФК 1 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у електроніці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електроніки та суміжних галузей;

ФК 3 Здатність застосовувати інформаційні, комунікаційні та мультимедійні технології, математичне і комп'ютерне моделювання процесів у електронних пристроях та системах, бази даних, методи штучного інтелекту, хмарних обчислень, інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій, професійній та навчальній діяльності;

ФК 6 Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті для україномовної та іншомовної аудиторії з використанням новітніх педагогічних підходів і практик, у тому числі інформаційних технологій, засобів мультимедіа у навчальному процесі для україномовної та іншомовної аудиторії, урізноманітнювати методики викладання з метою кращого сприйняття матеріалу.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

ПРН1 Мати передові концептуальні та методологічні знання з електроніки і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань, їх використання у власних дослідженнях та викладацькій практиці;

ПРН2 Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми електроніки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях;

ПРН3 Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, математичного та комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані;

ПРН4 Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у електроніці та дотичних міждисциплінарних напрямках, у педагогічній практиці;

ПРН5 Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з електроніки та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних теорій, методів, інструментів, інформаційно-комунікаційних технологій, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

ПРН7 Організовувати та керувати дослідницькою, інноваційною та інвестиційною діяльністю, бізнес-проектами та виробничими процесами з урахуванням технологічних показників, вимог ринку, існуючих стандартів, конкурентоспроможності наукової та інженерної продукції;

ПРН8 Розробляти та проводити всі види занять у закладі вищої або професійної освіти, створювати повноцінне методичне та дидактичне забезпечення навчальних дисциплін професійної та базової підготовки фахівців всіх освітньо-кваліфікаційних рівнів, адаптувати наявний матеріал відповідно до науково-технічного прогресу, особливостей викладання, існуючих норм та стандартів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни потребує попереднього опанування наступних дисциплін:

- Персональні комп'ютери та основи програмування (перший рівень освіти).
- Програмування та алгоритмічні мови (перший рівень освіти).
- Чисельні методи (перший рівень освіти).
- Обчислювальні системи та мережі (перший рівень освіти).
- Теорія інформації (перший рівень освіти).

Дисципліна є базовою для формування в аспірантів навичок створення сучасного програмного забезпечення для проведення наукових розрахунків за тематикою виконуваних досліджень. Також дисципліна «Інформаційні та комп'ютерні технології в електроніці» дає вагоме теоретичне підґрунтя для написання наукових статей з програмування за тематикою дисертаційної роботи аспіранта.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи теорії матричного програмування

Тема 1.1. Історія розвитку методів програмування [1 – 12].

Тема 1.2. Основи теорії матричного програмування [1 – 5, 12 – 19].

Тема 1.3 Зв'язок методів матричного програмування з теорією скінченних автоматів [1, 2, 12 – 19].

Розділ 2. Способи формування матричних арифметико-логічних виразів

Тема 2.1 Поняття про арифметико-логічні вирази.

Тема 2.2 Рекурентні вектори та рекурентні матриці.

Тема 2.3 Послідовні та ієрархічні зв'язки рекурентних матриць.

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1 Основна рекомендована література

1. Денбновецький С.В., Мельник І.В., Писаренко Л.Д. Кодування сигналів в електронних системах. Частина 2. Математичні основи теорії кодування. Том 2. Основи теорії імовірностей, математичної статистики, теорії систем масового обслуговування та статистичної радіотехніки. Комплексний електронний навчальний посібник для студентів, які навчаються за напрямом 171 «Електроніка» спеціалізації електронні прилади та пристрої. – К.: Кафедра, 2018. –428 с.

<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2777#section-0>

2. Денбновецький С.В., Мельник І.В., Писаренко Л.Д. Кодування сигналів в електронних системах. Частина 2. Математичні основи теорії кодування. Том 3. Теорія систем штучного інтелекту. Комплексний електронний навчальний посібник для студентів, які навчаються за напрямом 171 «Електроніка» спеціалізації електронні прилади та пристрої. – К.: Кафедра, 2018. –348 с.

<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2777#section-0>

3. Melnyk, I. , Tyhai, S. , Pochynok, A. Universal Complex Model for Estimation the Beam Current Density of High Voltage Glow Discharge Electron Guns. // Lecture Notes in Networks and Systems, 2021, 152, с. 319-341.

http://link-springer-com-443.webvpn.fjmu.edu.cn/chapter/10.1007%2F978-3-030-58359-0_18

4. **Melnyk I., Tuhai S. and Pochynok A.** Interpolation of the Boundary Trajectories of Electron Beams by the Roots from Polynomic Functions of Corresponded Order // 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). Conference Proceedings. – P. 28 – 33.

<https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9085228>

5. **Denbnovetskiy S., Melnyk V., Melnyk I., Tugai B., Tuhai S., Wojcik W., Lawicki T., Assambay A., Luganskaya S.** Principles of operation of high voltage glow discharge electron guns and particularities of its technological application. Proceedings of SPIE – The International Society of Optical Engineering. – 2017. – P. 10445 – 10455.

<https://spie.org/Publications/Proceedings/Paper/10.1117/12.2280736>

4.2 Додаткова рекомендована література

6. Мельник І.В. Система науково-технічних розрахунків MatLab та її використання для розв'язання задач із електроніки: навчальний посібник у 2-х томах. Т. 1. Основи роботи та функції системи. – К.: Університет «Україна». – 2009. – 507 с.

<https://do.ipokpi.ua/course/view.php?id=2777#section-0>

7. Мельник І.В. Система науково-технічних розрахунків MatLab та її використання для розв'язання задач із електроніки: навчальний посібник у 2-х томах. Т. 2. Основи програмування та розв'язання прикладних задач. – К.: Університет «Україна». – 2009. – 327 с.

8. Денбновецький С.В., Мельник І.В., Писаренко Л.Д. Кодування сигналів в електронних системах. Частина 1. Параметри сигналів і каналів зв'язку та методи їхнього оцінювання: навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.0508 «Електронні пристрої та системи». – К.: Кафедра, 2016. – 524 с. – ISBN 978-617-7301-12-6.

9. Денбновецький С.В., Мельник І.В., Писаренко Л.Д. Кодування сигналів в електронних системах. Частина 2. Математичні основи теорії кодування. Том 1. Теорія чисел, теорія множин, теорія груп, теорія поліномів, матриці, вектори та векторні простори. Комплексний електронний навчальний посібник для студентів, які навчаються за напрямом 171 «Електроніка» спеціалізації електронні прилади та пристрої. – К.: Кафедра, 2018. – 684 с.

<https://do.ipokpi.ua/course/view.php?id=2777#section-0>

10. Мельник І.В. Анализ возможностей использования матричных макроопераций системы MatLab при решении прикладных задач // Электронное моделирование. – №3. – 2009. – С. 37-51.

11. Мельник І.В., Шинкаренко Н.В. Анализ алгоритмических особенностей вычисляемых матриц при решении задач программирования средствами матричных макроопераций. // Электронное моделирование. – Т. 33. – №2. – 2011. – С. 81-92.

12. Мельник І.В., Лунтовский А.О. Использование параллельных вычислений для моделирования технологических газоразрядных источников электронов. – Электронное моделирование. – Т. 38. – № 3. – 2016. – С. 5 – 21.

13. Мельник І.В., Починок А.В. Особливості використання методів матричного програмування в математичних моделях джерел електронів високовольтного тліючого розряду. Вісник Університету «Україна». Серія: «Інформатика, обчислювальна техніка та кібернетика». №2, 2019. – С. 151 – 165.

14. Мельник І.В., Починок А.В. Использование матричных алгоритмов для расчета траекторий заряженных частиц и определения фокальных параметров электронного пучка. – Электронное моделирование, 2020, Т. 42, № 1. – с. 73 – 90.

15. Luntovsky A.O., Melnyk I.V. Simulation of Technological Electron Sources with Use of Parallel Computing Methods // XXXV IEEE International Scientific Conference “Electronic And Nanotechnology (ELNANO)”. – Conference Proceedings. – Kyiv, Ukraine, April 21-24, 2015. – P. 454 – 460.

16. Мельник І.В. Основи програмування на мові Python. Том 1. Базові принципи побудови мови програмування Python та її головні синтаксичні конструкції. Комплексний навчальний посібник з курсів «Об'єктно-орієнтоване програмування» та «Обчислювальні системи та мережі» для студентів-бакалаврів, які навчаються за освітньою програмою «Електронні прилади та пристрої». – Київ, «Кафедра», 2020. – 372 с. ISBN 978-617-7301-72-0

17. Мельник І.В. Основи програмування на мові Python. Том 2. Розвинені засоби мови програмування Python. Комплексний навчальний посібник з курсів «Об'єктно-орієнтоване програмування» та «Обчислювальні системи та мережі» для студентів-бакалаврів, які навчаються за освітньою програмою «Електронні прилади та пристрої». – Київ, «Кафедра», 2020. – 492 с. ISBN 978-617-7301-73-7

18. Gubner, J. A. (2006). Probability and random processes for electrical and computer engineers. Cambridge, UK: Cambridge University Press

<http://www.cambridge.org/gb/academic/subjects/engineering/communications-and-signal-processing/probability-and-random-processes-electrical-and-computer-engineers>

19. Lathi B.P. Modern digital and analog communication systems. – Holt, Rinehart and Whinston Inc., 1989. – 720 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розділ 1. Основи теорії матричного програмування

Тема 1.2 Основи теорії матричного програмування.

Лекція 1. Загальні основи теорії матричного програмування. Базові поняття та концепції [1 – 12] (2 години).

Практичне заняття 1. Постановка індивідуального завдання для написання комп'ютерної програми (2 години).

Тема 1.3 Зв'язок методів матричного програмування з теорією скінченних автоматів (4 години).

Лекція 2. Способи формування двійкових матриць [1 – 5, 12 – 19] (2 години).

Домашня контрольна робота №1 (2 години).

Розділ 2. Способи формування матричних арифметико-логічних виразів

Тема 2.2 Рекурентні вектори та рекурентні матриці.

Лекція 3. Рекурентні вектори та рекурентні матриці (2 години).

Практичне заняття 2. Створення алгоритму для розв'язування поставленого завдання з використанням методів матричного програмування (2 години).

Тема 2.3. Послідовні та ієрархічні зв'язки рекурентних матриць.

Практичне заняття 3. Написання програми з віконним інтерфейсом для розв'язування поставленого завдання з використанням методів матричного програмування

Домашня контрольна робота №2 (2 години).

Практичні заняття

Цикл практичних занять передбачає виконання аспірантами реальних завдань дисертаційної роботи з використанням засобів матричного програмування. Завдання є індивідуальними та видаються аспірантові безпосередньо його керівником. Викладач курсу «Інформаційні та комп'ютерні технології в електроніці» проводить з кожним аспірантом індивідуальні професійні консультації щодо можливості та ефективності використання засобів матричного програмування системи MatLab та мови програмування Python для розв'язування поставленого керівником завдання. Загальна кількість практичних занять – 6 годин.

Приклади завдань для практичних занять.

1. Моделювання електродної системи газорозрядної гармати з використанням засобів матричного програмування.

2. Моделювання транспортування електронного пучка з використанням засобів матричного програмування.

3. Моделювання НВЧ-підсилювача з використанням засобів матричного програмування.

4. Моделювання фазового інвертора НВЧ з використанням засобів матричного програмування.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Для стимуляції самостійної роботи аспірантів, заохочення їх до самовдосконалення та знайомства з новітніми інформаційними технологіями в кредитному модулі передбачено в якості індивідуального завдання домашня контрольна робота за тематикою кожного розділу.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог до аспіранта:

- обов'язкове відвідування 70% занять (як лекцій, так і практичних);
- правила поведінки на заняттях: активність, участь в обговоренні лекційного матеріалу, підготовка коротких доповідей, відключення мобільних телефонів, можливість використання засобів зв'язку для пошуку інформації на дистанційних ресурсах;

- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: за активну позицію на лекціях та відповіді на питання дозволяють аспіранту отримати 1-2 заохочувальних бали на занятті; штрафні 1-2 бали надаються за недотримання правил виконання та захисту ДКР;

- політика дедлайнів та перескладань: кожен аспірант повинен вчасно здавати роботи відповідно до графіку виконання робіт, що встановлюється на вступному занятті, залік можна перескладати двічі відповідно до розкладу заліково-екзаменаційної сесії;

- політика щодо академічної доброчесності: діяти у професійних і навчальних ситуаціях із позицій академічної доброчесності та професійної етики; самостійно виконувати навчальні завдання; коректно посилатися на джерела інформації у разі запозичення ідей, тверджень, відомостей; усвідомлювати значущість норм академічної доброчесності, оцінювати приклади людської поведінки відповідно до них; давати моральну оцінку власним вчинкам, співвідносити їх із моральними та професійними нормами.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

1. Рейтингові бали нараховуються згідно з системою рейтингових (вагових) балів.

2. Протягом семестру студент може заробити рейтингові бали наступним чином:

- виконання домашньої роботи з практичних занять – максимальна оцінка 10 балів;

- виступ на практичному занятті – максимальна оцінка 40 балів;

- написання та захист роботи за тематикою СРС – максимальна оцінка 40 балів;

- написання контрольної роботи – максимальна оцінка 10 балів.

3. Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки (А, В, С, D, E) кількість балів мають можливості:

- не складати залік, а отримати оцінку відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;

- складати залік з метою підвищення оцінки.

4. У разі отримання на заліку оцінки нижчої, ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „автоматом”.

5. Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „незадовільно” (FX), зобов’язані складати залік.

6. Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені (F) до диф. заліку з цієї дисципліни, зобов’язані підвищити його до початку екзаменаційної сесії до рівня не менше 60%.

Залікова оцінка визначається за сумою набраних на заліку рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу.

№ п/п	Заняття, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість	Макс. бал	Число балів на відмінно
1	Завдання до практичних занять виконане повністю та безпомилково. За матеріалами виконаної роботи написана стаття в науково-технічний журнал	1	100	100
2	Завдання до практичних занять виконане повністю та безпомилково. Виконана домашня контрольна робота. За матеріалами виконаної роботи не написана стаття в науково-технічний журнал	1	80	–
3	Завдання до практичних занять виконане повністю, але у написаній програмі є помилки, які ще необхідно виправити. Домашня контрольна робота виконана не повністю або з помилками.	1	70	–
4	Завдання до практичних занять виконане лише частково, але головні фрагменти програми написані та аспірант розуміє, як необхідно її закінчити. Домашня контрольна робота виконана не повністю або з помилками.	1	60	–
5	Завдання до практичних занять не виконане. Домашня контрольна робота не виконана.	1	<60	6
	Рейтинг за курс, R			100

Система розрахунку шкали рейтингу

Значення рейтингу з дисципліни, балів			Оцінка ECTS	Оцінка традиційна
	За результатами роботи протягом семестру	За результатами контрольних робіт та реферату		
0,95R – 1,0R	82-84	26-28	A – відмінно	Відмінно
0,85R – 0,94R	71-78	23-25	B – дуже добре	Добре
0,75R – 0,84R	63-70	21-22	C – добре	
0,65 R – 0,74R	54-62	18-20	D – задовільно	Задовільно
0,6R – 0,64R	50-61	16-18	E – достатньо	
менше 0,6R	менше 50	менше 16	FX – незадовільно	Незадовільно
не більше 0,4R	не більше 34	не більше 10	F – не допущено	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

9.1 Перелік питань та завдань, які виносяться на контрольні роботи та на семестровий контроль

1. Що являють собою арифметико-логічні вирази як альтернатива умовному оператору? Наведіть приклади арифметико-логічних виразів.

2. Які головні переваги та недоліки використання арифметико-логічних виразів замість умовних операторів у разі програмування мовою системи MatLab та мовою Python?

3. Пояснити роботу наступних командних рядків мови системи MatLab.

Варіант 1	Варіант 2
<pre>>> A=[1,2;3,4]; >> if A>0 s=1, else s=0, end; s = 1 >> A=[1,2;3,-1]; >> if A>0 s=1, else s=0, end; s = 0 >></pre>	<pre>>> x=-5:0.01:5; >> s1=(x>0); >> s2=(x<=0); >> f1=exp(x)/(x.^2+1); >> f2=(exp(x)-... x.^2)/(x.^2+1); >> f=f1.*s1+f2.*s2;</pre>

4. Пояснити роботу наступних командних рядків інтерпретатора мови програмування Python.

Варіант 1	Варіант 2
<pre>>>> import numpy as np >>> y = linspace(-1., 1., 3.) >>> print(y) [-1 0 1] >>> z = y[:, None] >>> print(z) [[-1] [0] [1]]</pre>	<pre>>>> import numpy as np >>> A = np.array([8, 6], [3, 5]).T >>> print(A) [[8, 3] [6, 5]]</pre>

5. Які існують можливості альтернативної реалізації операторів циклу з фіксованою кількістю повторень через матричні макрооперації? Наведіть власні приклади такої реалізації.

6. Що являють собою матричні макрооперації як внутрішні цикли системи MatLab та мови програмування Python? Наведіть власні приклади використання матричних макрооперацій як внутрішніх циклів.

7. Які існують можливості реалізації циклів з рекурентними ітераційними обчисленнями через векторні та матричні макрооперації системи MatLab? Наведіть власні приклади такої реалізації.

8. Які існують можливості реалізації циклів з рекурентними ітераційними обчисленнями через векторні та матричні макрооперації мови програмування Python? Наведіть власні приклади такої реалізації.

9. Як можна обчислити послідовності числових рядів через рекурентний алгоритм та через рекурсивний виклик функції? Які переваги та недоліки першого та другого способів обчислення?

10. Що являє собою рекурентна матриця та який спосіб розрахунку її елементів, як векторних функцій, Вам відомий? Наведіть власні приклади розрахунків елементів рекурентної матриці.

11. Які існують головні правила, згідно з якими класичні структурні алгоритми можна реалізувати через матричні макрооперації? Наведіть власні приклади використання цих правил у мові програмування системи MatLab та у мові програмування Python.

12. Які існують можливості використання методів матричного програмування замість оператора циклу з післяумовою? Наведіть власні приклади такого використання методів матричного програмування у мові програмування системи MatLab та у мові програмування Python.

13. Які існують можливості обчислення степеневих та функціональних рядів з використанням методів матричного програмування? Наведіть власні приклади такого використання методів матричного програмування у мові програмування системи MatLab та у мові програмування Python.

14. Які існують можливості використання методів матричного програмування для розв'язування нелінійних алгебраїчних рівнянь? Наведіть власні приклади такого використання методів матричного програмування у мові програмування системи MatLab та у мові програмування Python.

15. Які існують можливості використання методів матричного програмування для розв'язування диференціальних рівнянь? Наведіть власні приклади такого використання методів матричного програмування у мові програмування системи MatLab та у мові програмування Python.

16. Як методи матричного програмування пов'язані з теорією предикатів? Наведіть власні приклади такого взаємозв'язку.

17. Як методи матричного програмування пов'язані з теорією скінченних автоматів? Наведіть власні приклади такого взаємозв'язку.

9.2 Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою

Аспіранти мають можливість отримати додаткові бали з курсу «Інформаційні та комп'ютерні технології в електроніці» за наявності в них сертифікатів про проходження курсів програмування на мові системи MatLab, на мові Python, а також на мовах Assembler, C, C++, C# або Java.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри електронних пристроїв та систем, д.т.н.,

професором Мельником Ігорем Віталійовичем

Ухвалено кафедрою електронних пристроїв та систем (протокол № 11 від 24.06.2020)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол No 06/20 від 24.06.2020)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.