



ПРОЕКТУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>F Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>F2 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ЕКТС (лекції – 36 год., лабораторних занять – 18 год., СРС – 84 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції і лабораторні заняття проводить: доктор технічних наук, професор, Мусієнко Андрій Петрович, mysienkoandrey@gmail.com тел. 095-315-69-17</i>
Розміщення курсу	<i>Кампус</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Проектування експертних систем» є вибірковою з ряду спеціальних дисциплін, що стосуються проектування експертних систем, та продовженням для дисциплін, що стосуються інтелектуального аналізу даних та інженерії даних та знань у підготовці магістрів з напрямку «Інженерія програмного забезпечення». Основним об'єктом вивчення є експертні системи та методи їх проектування, а також напрямки застосування. Окрім цього, викладання курсу має на меті ознайомити студентів з основами практичного апарату, необхідного для застосування теоретичних і практичних знань з обраного фаху, виробити навички оцінки отриманих результатів, вибір оптимального методу розв'язування задач; привити студентам уміння самостійно вивчати навчальну літературу з проектування експертних систем, розвинути логічне та математичне мислення та підняти загальний рівень інформаційної культури студентів; розвинути алгоритмічне мислення та вміння вибирати і використовувати інтелектуальні методи і засоби; ознайомити студентів з роллю та місцем експертних систем в нашої сучасності.

Метою опанування дисципліни є формування у студентів професійних компетентностей:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 2);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 5);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 6)
- формування знань, вмінь та навичок, необхідних для проектування експертних систем систем з використанням сучасних методів і засобів програмування для вирішення інтелектуальних, нечітких та важкоформулізуючих задач (системи розпізнавання, експертні системи, алгоритми та технології штучного інтелекту).

Предметом навчальної дисципліни є експертні системи.

Студенти після засвоєння матеріалу дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання

- знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення (ПРН 5);
- знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань (ПРН 13);
- основні підходи до вирішення інтелектуальних задач;
- основні поняття та означення діагностичних систем, підходи, методи і технології проектування експертних систем;
- способи подання інтелектуальної задачі та методи пошуку рішень, моделі представлення знань у експертних системах;

вміння:

- аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки (ПРН 1);
- вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання (ПРН 11);
- вміти розробляти застосунки з використанням концепцій штучного інтелекту та машинного навчання при проектуванні експертних систем (ПРН 34);
- досліджувати й оцінювати програмні продукти зі алгоритмами штучного інтелекту.

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

У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна розміщена у другому семестрі першого року навчання. Дисципліна "Проектування експертних систем" має дисципліни, які її забезпечують, а саме: алгоритми та структури даних (розуміння основ алгоритмізації, структур даних, методів пошуку, сортування та представлення знань), об'єктно-орієнтоване програмування (володіння принципами ООП, вміння реалізовувати програмні модулі з використанням класів, наслідування, поліморфізму), системний аналіз і моделювання

(вміння аналізувати складні системи, будувати моделі їх функціонування, розуміння концепції системного підходу), бази даних та бази знань

(знання принципів побудови БД, нормалізації, запитів SQL, логіки побудови баз знань для експертних систем). Дисципліна "Проектування експертних систем" забезпечує вивчення таких дисциплін, як: інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (використання експертних модулів для DSS, інтеграція баз знань і моделей рішень), гібридні інтелектуальні системи (поєднання експертних систем із нейронними мережами, нечіткою логікою, еволюційними алгоритмами), моделювання та управління кібер-фізичними системами

(застосування експертних компонентів для прогнозування, оптимізації, діагностики станів у енергетичних системах), інженерія знань та онтологічне моделювання (розробка онтологій і баз знань для інтелектуальних агентів та енергетичних платформ), проєктування інтелектуальних енергетичних систем (використання експертних систем у задачах моніторингу, прогнозування споживання, керування енергетичними потоками).

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи проєктування експертних систем

Тема 1. Вступ до експертних систем

Тема 2. Архітектура експертних систем

Тема 3. Знання та їх представлення

Тема 4. Методи набуття знань

Тема 5. Механізми логічного виведення

Модуль 2. Методи проєктування та розроблення експертних систем

Тема 7. Нечіткі експертні системи

Тема 8. Гібридні та адаптивні експертні системи

Тема 9. Проєктування користувацького інтерфейсу

Тема 10. Тестування та верифікація експертних систем

Модуль 3. Практичне застосування експертних систем

Тема 12. Онтологічне моделювання

Тема 13. Пояснюваний штучний інтелект

Тема 14. Експертні системи в енергетиці та кіберфізичних системах

Тема 15. Експертні системи на базі вебтехнологій

Тема 16. Сучасні інструменти та середовища розроблення

Тема 17. Оцінювання ефективності експертних систем

Тема 18. Перспективи розвитку експертних систем

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Джаратано Дж., Райлі Г. Експертні системи: принципи розробки та програмування. - .: Видавничий дім "Вільямс", 2010 р.
2. Люгер Д.Ф. Штучний інтелект: стратегії та методи вирішення складних проблем. - Видавничий дім "Вільямс", 2013. - 864 с.
3. Федорчук Є.Н. Програмування систем штучного інтелекту. Експертні системи / Є.Н.Федорчук, Вид-во Львівської політехніки, 2012. - 168 с
4. Аврунін О. Г., Владов С. І., Петченко М. В., Семенець В. В., Татарінов В. В., Тельнова Г. В., Філатов В. О., Шмельов Ю. М., Шушляпіна Н. О. Інтелектуальні системи автоматизації: монографія. Кременчук: Видав-во «НОВАБУК», 2021. — 322 с. Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/bitstreams/d7217c7f-e0c7-4dc8-9076-eb3f2c445191/download> Open Archive KhNURE+2Open Archive KhNURE+2
5. Нікітіна Л.О. Експертні системи: навч. посібник. Харків : НТУ «ХПІ», 2023. — 210 с.
Режим доступу: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/b13ab31e-8f1d-4ed0-81aa-2a594470ec48/content> eNTUKhPIIR
6. Ярощук Л. Д. Експертні методи в автоматизованих системах керування: навч. посіб. / за заг. ред. Л.Д. Ярощука. — Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2022. — 43 с.
7. Проєктування експертних систем: навчально-методичні матеріали / Інститут прикладних систем та електроніки (ІПЗЕ), КПІ ім. Ігоря Сікорського. — 2024. — 157 с.
8. Інтелектуальні інформаційні системи: навч. посіб. / С.В. Шаров, Д.В. Лубко, В.В. Осадчий. – Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2015. – 144 с.
9. Експертні системи в медицині. Навчальний посібник / Продеус А.М. та ін. – Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2014 – 332 с.

Додаткова література

1. Fazlollahtabar, H. Knowledge Engineering: The Process Paradigm. – London: Routledge, 2021. – 312 p. – ISBN 9781032065117. – Режим доступу: <https://www.routledge.com/Knowledge-Engineering-The-Process-Paradigm/Fazlollahtabar/p/book/9781032065117>
2. Zadeh, L. A., & Dubois, D. (eds.). Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Their Applications. – Basel: MDPI, 2020. – 380 p. – ISBN 9783039363283. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/books/pdfview/book/2702>
3. Zhao, D., et al. (eds.). Knowledge Science, Engineering and Management: 14th International Conference, KSEM 2021, Tokyo, Japan, Revised Selected Papers. – Cham: Springer, 2021. – (Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 12815). – DOI: 10.1007/978-3-030-82147-0
4. Hu, S. D. Expert Systems for Software Engineers and Managers. – New York: Springer, 2022. – 285 p. – ISBN 9783030916747. – DOI: 10.1007/978-3-030-91675-6
5. Pan, J.-S., Chen, S.-M., Nguyen, N. T. (eds.). Fuzzy Systems and Data Mining VI: Proceedings of FSDM 2020. – Cham: Springer, 2021. – (Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 1311). – DOI: 10.1007/978-981-16-0513-5
6. Giarratano, J. C., Riley, G. Expert Systems: Principles and Programming. – 5th ed. – Boston: Cengage Learning, 2020. – 672 p. – ISBN 9781337558085. – Режим доступу: <https://www.cengage.com/c/expert-systems-principles-and-programming-5e-giarratano/>
7. Fred, A. L. N., Filipe, J., Dietz, J. L. G. (eds.). Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management: IC3K 2021, Revised Selected Papers. – Cham: Springer, 2022. – (Communications in Computer and Information Science, Vol. 1599). – DOI: 10.1007/978-3-031-04081-4
8. Gupta, M. M. Artificial Intelligence and Expert Systems. – Singapore: Springer, 2021. – 418 p. – ISBN 9789813367974. – DOI: 10.1007/978-981-33-6798-1
9. Azevedo, B. F., et al. Hybrid Approaches to Optimization and Machine Learning: A Systematic Review. – Machine Learning Journal, Springer, 2024. – DOI: 10.1007/s10994-023-06467-x
10. Kacprzyk, J., Pedrycz, W. (eds.). Hybrid Artificial Intelligence Systems: Models, Methods, and Applications. – Cham: Springer, 2023. – (Studies in Computational Intelligence, Vol. 1098). – DOI: 10.1007/978-3-031-19048-9

Інформаційні ресурси

1. Кампус НТУУ “КПІ” — <http://login.kpi.ua/>
2. Науково-технічна бібліотека НТУУ “КПІ” — <http://library.kpi.ua/1>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна дисципліна охоплює 36 годин лекцій і 18 годин лабораторних занять, а також модульну контрольну роботу, яка проводиться на останньому занятті і триває 2 академічні години.

На лекціях студенти одержують основний теоретичний матеріал. Основні завдання циклу лабораторних занять полягають в тому, щоб студенти закріпили і поглибили засвоєння матеріалу лекцій, отримали практичні навички. На лабораторних заняттях розглядаються методичні рекомендації до лабораторних робіт та відбувається захист лабораторних робіт, розробляються алгоритми програмної реалізації, здійснюється поточний контроль.

Передбачається одна модульна контрольна робота, яка проводиться у кінці семестру. Мета контрольної роботи полягає у перевірці засвоєння матеріалу дисципліни. Для проведення контрольної роботи виділяється 2 години за рахунок лабораторних занять. На контрольну роботу виносяться теми, які розглядаються на лекційних заняттях.

Лекційні заняття

Термін виконання (тиждень)	Назви тем занять
----------------------------	------------------

1	Тема 1. Вступ до дисципліни. Еволюція експертних систем. Поняття експертної системи. Історія розвитку систем штучного інтелекту. Основні етапи створення експертних систем. Роль експертних систем у сучасних інформаційних та кібер-фізичних системах. Приклади застосування в енергетиці, медицині, промисловості.
2	Тема 2. Архітектура експертної системи. Типова структура ES: база знань, база фактів, механізм виведення, модуль пояснення, інтерфейс користувача. Порівняння архітектур: продукційна, фреймова, онтологічна.
3	Тема 3. Методи представлення знань. Основні форми представлення знань: продукційні правила, семантичні мережі, фрейми, онтології. Переваги та недоліки різних моделей.
4	Тема 4. Продукційні моделі знань. Типи правил, механізми оновлення бази фактів, приклади реалізації на CLIPS, Jess, Drools.
5	Тема 5. Фреймові та онтологічні моделі. Поняття фрейму, слотів, наслідування. Онтологічне представлення знань: OWL, RDF, Protégé.
6	Тема 6. Механізми логічного виведення. Пряме і зворотне виведення. Розв'язання конфліктів між правилами. Реалізація inference-engine у програмних оболонках.
7	Тема 7. Невизначеність у знаннях. Ймовірнісні та нечіткі моделі. Основи теорії нечітких множин, баєсівські та Dempster-Shafer моделі. Використання у експертних системах.
8	Тема 8. Нечіткі експертні системи. Фазифікація, агрегування, дефазифікація. Побудова нечітких правил типу Mamdani та Sugeno. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox, Python scikit-fuzzy
9	Тема 9. Інженерія знань. Процес здобування, формалізації та перевірки знань. Методи knowledge acquisition. Валідація баз знань.
10	Тема 10. Інструментальні засоби розроблення експертних систем. Огляд середовищ: CLIPS, Jess, Drools. Порівняння мов представлення знань.
11	Тема 11. Процес проєктування експертних систем. Етапи життєвого циклу ES. Методології CASE-проєктування знаннєвих систем.
12	Тема 12. Інтеграція експертних систем у кібер-фізичні комплекси. Архітектура інтеграції. Використання експертних систем у задачах моніторингу, прогнозування, керування в енергетиці.
13	Тема 13. Гібридні експертні системи. Поєднання правил, нечіткої логіки, нейромереж та еволюційних алгоритмів. Нейро-нечіткі системи.
14	Тема 14. Машинне навчання у контексті експертних систем. Автоматичне вилучення правил з даних. Порівняння Data-driven і Knowledge-driven підходів.
15	Тема 15. Оцінювання якості та ефективності експертних систем. Критерії ефективності: точність, повнота, стабільність. Методи тестування та валідації баз знань.
16	Тема 16. Експертні системи підтримки рішень в енергетиці. Приклади застосувань: діагностика обладнання, прогнозування навантаження, енергоефективність.
17	Тема 17. Етичні та безпекові аспекти експертних систем. Проблеми прозорості, упередженості, захисту знань. Етичні стандарти у штучному інтелекті.
18	Тема 18. Перспективи розвитку експертних систем. Сучасні тренди: пояснюваний штучний інтелект, когнітивні архітектури.

Лабораторні заняття

№ п/п	Назва	Кількість годин 18
1.	Лабораторна робота №1. Основи побудови експертних систем	4
2.	Лабораторна робота №2. Моделювання бази знань у предметній області	4
3.	Лабораторна робота №3. Розробка експертної системи з логічним виведенням	8

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні теоретичного й програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, підготовці до підсумкової контрольної роботи, ознайомлення з дослідницькими програмами на базі експертних систем. Самостійна робота виконується студентами за такими напрямками:

1. Оволодіння теоретичними основами курсу – робота над конспектом і підручниками.
2. Підготовка до лекцій і лабораторних занять, виконання лабораторних робіт, підготовка до захисту лабораторних робіт, підготовці до підсумкової контрольної роботи.
3. Оволодіння поглибленими знаннями з дисципліни.
4. Поглиблене вивчення сучасних програмних систем.
5. Модульна контрольна робота
7. Залік

Крім того, самостійна робота студентів проводиться за такими темами:

1. Аналіз історичного розвитку експертних систем.

Дослідити ключові етапи становлення експертних систем, від перших прототипів (MYCIN, DENDRAL) до сучасних гібридних і ХАІ-систем. Очікуваний результат: короткий реферат або порівняльна таблиця еволюції технологій.

2. Класифікація експертних систем за принципом побудови.

Провести огляд типів ES: продукційні, фреймові, нечіткі, гібридні, агентні, онтологічні.

Завдання: створити схему класифікації з прикладами сучасних реалізацій.

3. Методи представлення знань у сучасних експертних системах.

Порівняти різні підходи (правила, фрейми, семантичні мережі, онтології). Завдання: описати переваги та обмеження для використання в енергетичних CPS.

4. Розробка фрагмента бази знань експертної системи.

Створити приклад бази знань на 10–15 правил у вигляді продукційних «IF–THEN» конструкцій.

Інструменти: CLIPS або Drools.

5. Аналіз механізмів логічного виведення.

Вивчити принципи прямого та зворотного виведення, порівняти алгоритми та час виконання.

Завдання: підготувати короткий звіт або приклад реалізації в Python (модуль *experta*).

6. Невизначеність у базах знань та методи її обробки.

Описати види невизначеності та способи її подолання (фазифікація, баєсівський підхід, теорія доказів). Завдання: скласти приклади нечітких правил.

7. Застосування нечіткої логіки в енергетичних експертних системах.

Дослідити приклади використання нечітких експертних систем у задачах моніторингу, прогнозування навантаження, діагностики. Очікуваний результат: короткий аналітичний огляд або презентація.

8. Інженерія знань: етапи, ролі, методи.

Описати основні етапи життєвого циклу знань у експертних системах.

Завдання: розробити приклад процесу вилучення знань із експерта для заданої предметної області.

9. Інструментальні засоби проєктування експертних систем.

Підготувати огляд інструментів CLIPS, Jess, Drools, Protégé, MATLAB Fuzzy Logic Toolbox.

Завдання: виконати короткий порівняльний аналіз можливостей.

10. Перспективи розвитку пояснюваних експертних систем (Explainable AI)

Дослідити сучасні підходи до інтерпретації рішень інтелектуальних систем (LIME, SHAP, XAI). Завдання: описати можливості впровадження пояснюваних механізмів у галузі енергетики.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять. Відвідування лекційних і лабораторних занять є обов'язковим за винятком поважних причин (хвороба, непередбачувані обставини).

У разі пропуску занять з поважних причин викладач надає можливість студенту виконати всі лабораторні завдання.

У разі пропуску занять без поважних причин, а також через порушення граничного терміну виконання завдання студент може отримати 70% від максимальної оцінки за відповідне завдання.

Протягом семестру студенти:

- виконують і захищають лабораторні роботи;
- пишуть модульну контрольну роботу;
- складають залік.

Пропущені контрольні заходи оцінювання. Кожен студент має право відпрацювати пропущені з поважної причини заняття за рахунок самостійної роботи.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання. Студенти мають право аргументовано оскаржити результати контрольних заходів, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються.

Календарний контроль проводиться з метою підвищення якості навчання студентів та моніторингу виконання студентом вимог силабусу.

Критерій		Перший календарний контроль	Другий календарний контроль
Термін календарного контролю		Тиждень 8	Тиждень 14
Умови отримання позитивної оцінки	Поточний рейтинг	≥6,6 балів	≥13,5 балів

Академічна доброчесність. Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки. Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни «Проектування експертних систем» може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, крім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дають можливості виконувати завдання з використанням персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англомовних джерел.

Призначення заохочувальних та штрафних балів Відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання сума всіх заохочувальних балів не може перевищувати 10% рейтингової шкали оцінювання.

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Написання тез, статті (за тематикою навчальної дисципліни)	5-10 балів	-	-
Участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	5-10 балів	-	-

Підготовка до лабораторних занять і контрольних заходів здійснюється під час самостійної роботи студентів з можливістю консультування з викладачем у визначений час консультацій або за допомогою електронних засобів (електронна пошта, телеграм, зум).

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

Максимальна кількість балів з кредитного модуля дорівнює 100.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, отриманих за:

- 1) роботу на лекційних заняттях;
- 2) виконання та захист трьох лабораторних робіт;
- 3) написання модульної контрольної роботи.

1.Робота на лекційних заняттях

На лекційних заняттях може бути проведено блищопитування студентів щодо виконання домашнього завдання. Такі опитування проводяться на довільних лекційних заняттях 10 разів протягом семестру, на початку заняття. Ваговий бал за вірну відповідь – 1. Максимальна кількість балів, що може отримати кожен студент за семестр – 10 балів.

2.Виконання лабораторних робіт

Оцінюються 3 роботи, передбачених робочою програмою. Максимальний ваговий бал – $20 \cdot 3 = 60$ балів.

Рейтингові бали кожної роботи складаються з балів за правильність виконання (від 0 до 9) та захист роботи (від 0 до 9), балів за оформлення протоколу роботи (від 0 до 2). За несвоєчасну здачу звіту з лабораторної роботи – штраф 5 балів.

3. Модульний контроль

Максимальний ваговий бал – 30.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R=10+60+30=100 \text{ балів}$$

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування модульної контрольної роботи, а також стартовий рейтинг (r_C) не менше 40% від R , тобто 40 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з кредитного модуля менше $0,6R$, зобов'язані виконувати залікову контрольну роботу.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну кількість балів ($RD \geq 0,6R$), мають можливість:

- отримати залікову оцінку (залік) так званим «автоматом» відповідно до набраного рейтингу (таблиця);
- виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення оцінки (у разі отримання оцінки, більшої ніж «автомат» з рейтингу, студент отримує оцінку за результатами залікової роботи). Оцінювання залікової роботи здійснюється за 100-бальною шкалою

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Методичні рекомендації. Для кращого засвоєння матеріалу дисципліни рекомендується використовувати на лекціях мультимедійні засоби навчання, які дозволяють інтенсифікувати навчальний процес, стимулювати розвиток мислення та уяви студентів, збільшувати обсяг навчального матеріалу для творчого засвоєння і використання його студентами, викликати зацікавленість та позитивне ставлення до навчання. Методика побудована таким чином, що матеріал майже кожної лекції закріплюється виконанням завдання лабораторної роботи. Завдання студенти отримують заздалегідь і на аудиторному занятті під керівництвом викладача виправляють помилки в разі їх наявності та відповідають на запитання щодо програмної реалізації та теоретичних засад роботи. Що стосується дистанційного навчання, то воно реалізується з використанням електронного освітнього середовища університету, а також платформи Zoom, навчальний процес організовується у синхронному (онлайн лекції, консультації) та асинхронному (самостійна робота, форуми, тести) форматах. Усі матеріали дисципліни (лекції, презентації, лабораторні завдання, контрольні запитання) розміщуються у системі Google Classroom.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри ІПЗЕ, д.т.н., проф., Мусієнком Андрієм Петровичем

Ухвалено кафедрою інженерії програмного забезпечення в енергетиці НН ІАТЕ (протокол № 43 від 24.06.2026 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТЕ КПІ імені Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 26.06.2026 р.)