

НАЗВА КУРСУ

Системна інженерія

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський) / Другий (магістерський) / Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>XX Назва¹ ІІ Математика і статистика</i>
Спеціальність	<i>XXX Назва¹¹³ прикладна математика</i>
Освітня програма	<i>Назва Назва ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА другого (магістерського) рівня вищої освіти Назва Наука про дані та математичне моделювання</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна / Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна(вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній / весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>Заняття з дисципліни проводяться у 3-му семестрі</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська/Німецька / Французька</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>науковий ступінь, вчене звання, ПІБ, контактні дані²</i> канд., техн., наук, ст. наук. співр. МАСЛЯНКО Павло Павлович mrpdom@i.ua Практичні / Семінарські: <i>науковий ступінь, вчене звання, ПІБ, контактні дані</i> канд., техн., наук, ст. наук. співр. МАСЛЯНКО Павло Павлович mrpdom@i.ua Лабораторні: <i>науковий ступінь, вчене звання, ПІБ, контактні дані</i> канд., техн., наук, ст. наук. співр. МАСЛЯНКО Павло Павлович mrpdom@i.ua
Розміщення курсу	<i>Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Googleclassroom, тощо)</i> Workspace URL: 1-67f7282.slack.com

Програма навчальної дисципліни

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

Викладач обґрунтовує необхідність вивчення навчальної дисципліни, відповідаючи на питання «Чому майбутньому фахівцю варто вчити саме цю дисципліну?», визначає **мету, предмет дисципліни та програмні результати³ навчання** (компетентності, знання, уміння, навички, досвід, послідовність дій в стандартних виробничих ситуаціях тощо), які студент/аспірант набуде після вивчення дисципліни з розподілом на окремі освітні компоненти (якщо дисципліна вивчається декілька семестрів).

¹В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

²Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

³Для нормативних дисциплін зазначається згідно матриці відповідності програмних компетентностей та результатів навчання в освітній програмі.

Системна інженерія зосереджена на визначенні потреб стейкхолдерів і необхідних функціональних можливостей на ранніх етапах розробки, на документуванні вимог і на наступному синтезі проектних рішень, валідації і верифікації системи за умови розгляду проблеми в цілому протягом всіх стадій життєвого циклу системи: застосування системи, витрати і графіки робіт, характеристики, навчання і супровід, випробування, виробництво, а також припинення використання і утилізація. Системна інженерія бере до уваги як ділові, так і технічні потреби всіх зацікавлених сторін з метою надання якісної продукції, що відповідає потребам і потребам користувачів [Посібник із системної інженерії Збірник знань (SEBoK v 2.5 2021)].

SEBoK – це **посібник** із широкого кола знань, пов'язаних із SE. Основою цього є перевірені та перевірені знання, які були розроблені на практиці, задокументовані, перевірені та обговорені спільнотою SE. Крім того, SEBoK також охоплює деякі з нових аспектів практики SE, такі як системи систем, підходи Agile Life Cycle і Model Based Systems Engineering (MBSE).

Системна інженерія має свої коріння в основах, принципах і моделях фундаментальних системних наук, а також пов'язаних з ними управлінських та інженерних наук. Це ефективні процеси системної інженерії застосовуються в межах керованого життєвого циклу, працюючи з низкою інших управлінських, інженерних та спеціалізованих дисциплін. Хоча традиційно використовується для розробки продуктів, системна інженерія також може бути застосована до [сервісних](#) і [корпоративних](#) систем. Оскільки системна інженерія — це підхід до співпраці, яка працює з іншими інженерними та управлінськими дисциплінами та спеціальностями, вона покладається на компетенції на індивідуальному та командному рівнях та відповідну структуру й управління на рівні організації.

Теоретичну і методологічну основу системної інженерії складають системний підхід і загальна теорія систем, а також методи досліджень із залученням математичної логіки, математичної статистики, системного аналізу, теорії алгоритмів, теорії ігор, теорії ситуацій, теорії інформації, комбінаторики і ряду інших. У системної інженерії тісно переплетені елементи науки і практики. Хоча її основою вважають загальносистемні теорії, системна інженерія, однак, запозичує у них лише найзагальніші початкові уявлення і передумови. Її методологічний статус вельми незвичайний: з одного боку, системна інженерія користується методами і процедурами, почерпнутими з сучасної науки і створеними спеціально для неї, що ставить її в ряд з іншими прикладними напрямками сучасної методології, з іншого - у розвитку системної інженерії відсутня тенденція до оформлення її в строгу і закінчену теорію. Це пов'язано, перш за все, з тим, що надзвичайно висока складність і різноманітність великомасштабних систем істотно ускладнює використання точних формалізованих методів при їх створенні. Тому основні концепції, методи і технології сучасної системної інженерії формувалися, головним чином, в рамках практики успішних розробок. В даний час системна інженерія є міждисциплінарним комплексом досліджень, підходів і методологій до побудови та експлуатації складних систем будь-якого масштабу і призначення в різних областях *людської діяльності, зокрема.*

Знання та навички з проектування, створення і експлуатації структурно складних, великомасштабних, людино-машинних і соціотехнічних систем.

Вміння розв'язувати широке коло специфічних завдань, таких як визначення загальної структури системи, організація взаємодії між підсистемами і елементами, облік впливу зовнішнього середовища, вибір оптимальних режимів функціонування, оптимальне управління системою, пов'язані технологічні процеси і так далі.

Створення складних систем і управління їхнім життєвим циклом, підтримка діяльності по створенню ефективних систем бізнесу, виробництва, фінансів, соціальних проектів, тощо.

Навчальна дисципліна зорієнтована на упорядкування і систематизацію інженерії Науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт за індивідуальними науковими проектами, що виконують студенти за темами своїх магістерських дисертацій.

Застосування парадигми міждисциплінарного підходу і засобів, необхідних для створення успішних систем і зокрема систем, що студенти розробляють в рамках магістерських дисертацій за індивідуальними науковими проектами.

Згідно з вимогами освітньо - наукової програми, студенти після засвоєння кредитного модуля «Системна інженерія» мають продемонструвати такі результати навчання:

компетентності:

1. Здатність виявляти ініціативу, інноваційність та підприємливість.
2. Здатність готувати та здійснювати публічні виступи з презентацією одержаних результатів, готувати науково-технічні публікації за результатами виконаних досліджень, у тому числі на іноземній мові
3. Здатність формалізувати та розв'язувати складні задачі й проблеми, які потребують оновлення й інтеграції знань, часто в умовах неповної, неточної чи недостатньої інформації та суперечливих вимог.
4. Здатність проводити наукові дослідження з розроблення нових та адаптацією існуючих математичних та комп'ютерних моделей для дослідження різноманітних процесів, явищ і систем, проводити відповідні чисельні експерименти з аналізом одержаних результатів.

ЗНАННЯ:

1. Теоретичних класичних джерел за обраною науковою проблемою, пов'язаною зі спеціалізацією кафедри та відповідно до наукової проблеми дослідження щодо майбутньої магістерської роботи;
2. Процедур формального опису поведінки системи та результатів дослідження реальних технічних, природних, біомедичних та соціально-економічних систем, впливів некерованих чинників, потрібних для прийняття раціональних рішень.
3. Методів здобуття знань із даних великого обсягу, методів оцінки та інтерпретації знайдених закономірностей.
4. Основних типів задач машинного навчання й інтелектуального аналізу даних, основних метрик класифікації та регресії, принципів побудови векторних ознак, вирішуючих правил та класифікаторів.

УМІННЯ:

1. Здійснювати збір, систематизацію та аналіз науково-технічної інформації з питань професійної діяльності.
2. Застосовувати математичний апарат при вирішенні актуальних задач на практиці.
3. Будувати моделі складних систем і вибирати методи їх дослідження, реалізовувати побудовані моделі програмно та перевіряти їх адекватність за допомогою комп'ютера.

НАВИЧКИ:

1. Набуття навичок продукування наукових результатів;
2. Набуття навичок логічно, послідовно й точно формулювати свої думки та подавати інформацію у професійному спілкуванні, розробляти документи та презентації.

ДОСВІД:

1. Вирішення складних задач та проблеми в галузі науки про дані та здійснення інноваційної професійної діяльності для комплексного виконання наукових та проектно-технологічних робіт з машинного навчання, інтелектуального аналізу даних та математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ різного характеру.

Апробації основних теоретичних та практичних результатів магістерської роботи (у формі виступів на конференціях, написанні наукових статей).

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

Зазначається перелік дисциплін, або знань та умінь, володіння якими необхідні студенту (вимоги до рівня підготовки) для успішного засвоєння дисципліни (наприклад, «базовий рівень володіння англійською мовою не нижче A2»). Вказується перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з даної дисципліни.

Базові знання з дисциплін: Системний аналіз, Математичне моделювання, Математична логіка та теорія алгоритмів, Алгоритми і структури даних, Математична статистика, Аналіз даних,

Архітектура обчислювальних систем, Алгоритми і системи комп'ютерної математики, Вступ до баз даних та інформаційних систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Надається перелік розділів і тем всієї дисципліни.

Вступ до системної інженерії.

Концепт «Системна інженерія». Дефініція поняття «Системна інженерія». Основні поняття і категорії.

Система знань, методологія та основні міжнародні організації з системної інженерії.

Три керівні організації:

- Міжнародна рада з системної інженерії (INCOSE);
- Рада систем Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE-SYSC);
- Технологічний інститут Стівенса.

Для студентів, науковців та інженерів рекомендується Посібник із системної інженерії Systems engineering Body of Knowledge (SEBoK) [<https://www.sebokwiki.org/>].

SEBoK, це діючий авторитетний посібник, у якому формуються, систематизуються і обговорюються знання, пов'язані з системною інженерією. SEBoK не містить усіх цих знань сам по собі, але надає відправну точку та ключові ресурси, які дозволяють читачеві орієнтуватися в ширшому масиві знань, які існують в опублікованих джерелах. Для цього SEBoK:

1. Визначає відповідні знання та структурує їх для полегшення розуміння.
2. Містить короткі обговорення ключових ідей, принципів і концепцій у цій структурі.
3. Вказує на довідкові джерела, важливі для дисципліни, які досліджують ці ідеї більш детально.

При цьому неминуче з'являться відмінності в термінології, альтернативні підходи і навіть принципово різні способи мислення в межах знання, методології та її застосування. SEBoK надає можливості для прояснення пояснення нових ідей або ідей, що збігаються, або висвітлення реальних розбіжностей і причин, що стоять за ними. Зокрема, Глосарій термінів SEBoK містить найуживаніші або загально узгоджені визначення термінів, якщо це можливо, але може виділяти більше ніж одне визначення, якщо потрібно, щоб продемонструвати широту поточного мислення та застосування.

Розділ 1. Структура SEBoK

У цій частині пояснюється сфера застосування, контекст, структура SEBoK і застосування системної інженерії (SE).

Огляд того, кому і з якою метою слід використовувати SEBoK і SE, супроводжується детальними прикладами використання. Обговорюється економічна цінність системної інженерії, історія та зв'язок з іншими дисциплінами. Частина 1 також містить розділ, у якому обговорюється майбутня еволюція SEBoK і дозволяє вводити нові області вмісту перед переходом до інших частин SEBoK.

У 1965 році А. Д. Холл вперше описав методологію системної інженерії (Arthur D. Hall. A Methodology for Systems Engineering, 1965), визначивши її як організовану творчу технологію та виділивши як основу три положення:

1. Системна інженерія багатоаспектна, і це має бути обов'язково відображено у предметі інженерії.
2. В основу діяльності системного інженера має бути покладено розуміння, що метою всього процесу системної інженерії є оптимальне проведення функціональних кордонів між людськими інтересами, системою та її оточенням. У самому оточенні виділяються три основні складові:
 - 1) фізичне і технічне оточення;
 - 2) ділове та економічне оточення;

3) соціальне оточення.

3. Системна інженерія приділяє першорядне увагу дослідженню потреб, основу якого має бути покладено використання передових економічних теорій, врахування потреб ринку і можливість зміни цих потреб як у теперішньому, і у майбутньому.

Розділ 2. Основи системної інженерії

Ця частина містить вступ та огляд галузей знань, які становлять основи SE.

За обговоренням визначень і основних концепцій теорії систем слідує огляд принципів, концепцій, методів, моделей і шаблонів деяких ключових основоположних напрямків науки про системи. Це включає детальний розгляд фундаментальних знань, пов'язаних із системними моделями та моделюванням.

Частина 2 більш детально розглядає два аспекти цих фундаментальних знань, які мають особливу цінність для SE.

По-перше, це обговорення аспектів системних знань, пов'язаних із системним підходом до складних проблем і можливостей. Цей підхід забезпечує основу для того, як SE визначає та практикує (див. Частина 3 та 5 нижче).

Другий — описати різні способи застосування системних концепцій до проблем реального світу. SEBoK визначає інженерну систему (ES) як основний фокус для застосування SE (див. Частина 4 нижче).

Поряд з цим сформувався цілий ряд системно-орієнтованих дисциплін та суміжних напрямів досліджень, які тісно пов'язані із системною інженерією або включаються до її складу на тих чи інших підставах. Серед них зокрема:

- [Системний аналіз](#) (Systems Analysis).
- Когнітивна системна інженерія (Cognitive Systems Engineering).
- Конфігураційне управління (Configuration Management).
- Автоматичне керування (Control Engineering).
- Промислова системна інженерія (Industrial Engineering).
- Мехатронна інженерія (Mechatronic Engineering).
- Дослідження операцій (Operations Research).
- Програмна інженерія (Software Engineering).
- Інженерія продуктивності (Performance Engineering).
- Управління програмами та проектами (Program and Project Management).
- Проектування інтерфейсів (Interface Design).
- Системне планування (Scheduling).
- Інженерна психологія (Human Engineering).
- Інженерія безпеки (Safety Engineering).
- Управління ризиками (Risk Management).

Прикладом множини суміжних до SE дисциплін спеціальності 113 Прикладна математика може бути Індивідуальна навчальна програма студента каф. ПМА, де зібрані всі дисципліни необхідні для написання магістерської дисертації (МД) за спеціалізацією «Наука про дані та математичне моделювання».

Розділ 3. Системна інженерія та менеджмент

Ця частина описує загальні знання про практики SE та відповідну управлінську діяльність, зокрема щодо написання МД.

Частина 3 починається з моделей життєвого циклу, поширених у SE, і загальних принципів їх застосування. Потім він переходить до діяльності з управління SE. Він охоплює як технічну діяльність, таку як вимоги, архітектура, тестування та оцінка; та управлінська діяльність, така як планування, вимірювання та ризик. Далі йде управління продуктом і терміном служби, окрема сфера управління SE, яка наголошує на всьому життєвому циклі, включаючи виведення з експлуатації та утилізацію. Огляд стандартів SE завершує цю частину.

Ця частина, зосереджена на тому, що багато хто вважає основною частиною SE, включаючи найкращі практики та типові підводні камені, становить значну частину SEBoK. Як уже обговорювалося, знання в частині 3 базуються на системному підході з частини 2. Зв'язки між частиною 3 та іншими частинами SEBoK обговорюються нижче.

Розділ 4. Застосування системної інженерії

У цій частині описано, як застосовувати принципи SE до різних типів системного контексту.

Частина 4 зосереджується на чотирьох основних інженерних системних контекстах:

- продукти, послуги, підприємства та системи систем (SoS).

Для кожного з них описано абстракцію системи, комерційні відносини та застосування інструментів SE.

Наведені вище узагальнені контексти слід розглядати як перекриваючі моделі того, як SE можна застосовувати в різних ситуаціях. Комбінації одного або кількох із них повністю реалізуються при застосуванні в прикладній області. Частина 4 наразі описує цю програму в невеликій кількості таких доменів, що повністю поширюється на домен систем Data Science. Застосування SE в цій частині описує реальні практики SE, зокрема в частині:

- графічні мови моделювання систем;
- бізнес-профілі предмету розробки (система, підсистема, продукт, тощо, для всіх стадій їх життєвого циклу);
- бізнес-профілі системи, що забезпечує діяльність з розробки (система, підсистема, продукт, тощо, для всіх стадій їх життєвого циклу);
- процеси діяльності з розробки (система, підсистема, продукт, тощо, для всіх стадій їх життєвого циклу);
- методи верифікації і валідації результатів діяльності з розробки (система, підсистема, продукт, тощо, для всіх стадій їх життєвого циклу).

Розділ 5. Впровадження системної інженерії

У цій частині описуються підходи до організації, які можуть забезпечити успішне виконання діяльності з системної інженерії.

Частина 4 охоплює знання на рівні підприємства, команди чи окремої людини. Діапазон міркувань поширюється від ціннісних пропозицій, бізнес-цілей і управління до компетентності, особистого розвитку як системного інженера та етики.

Усе це стосується базових визначень SE у Частині 3, далі узагальнених у рівнях застосування у Частині 4.

Системний підхід у Частині 2 також має стати основою для цієї частини. Оскільки практика SE є міждисциплінарною, Частина 5 також має посилання на Частину 6, як обговорюється нижче.

Розділ 6. Суміжні дисципліни

Ця частина описує зв'язки між SE та іншими дисциплінами.

Частина 6 охоплює зв'язки між SE та програмною інженерією (SwE), управлінням проектами (PM), промисловим проектуванням (IE) та закупівлями. Він також описує, як SE пов'язаний зі спеціалізованим проектуванням, який описує різні системні «-ilities» (наприклад, надійність, доступність і ремонтпридатність), які SE має збалансувати та інтегрувати.

Знання в цій частині забезпечують інтерфейс до інших масивів знань, зосереджених на тому, як вони пов'язані з частинами 3, 4 і 5 вище.

Розділ 7. Приклади реалізації системної інженерії

Набір реальних прикладів діяльності SE демонструє реалізацію знань системної інженерії в попередніх частинах SEBoK. Ці приклади представлені у двох формах: тематичні дослідження, які орієнтують читача та підсумовують опубліковані аналізи успіхів і проблем реалізації SE. Ця частина є ключовим місцем для пошуку в SEBoK отриманих уроків, найкращих практик і шаблонів. Багато посилань пов'язують матеріал у прикладах із концептуальним, методологічним та іншим вмістом в інших частинах SEBoK.

Розділ 8. Нові знання та перспективи розвитку.

Однією з проблем, пов'язаних із сукупністю знань, є те, що передові та/або нові ідеї важко включити. Сукупність знань базується на наявній літературі та ресурсах, а для нових тем вони часто не існують. Щоб вирішити цю проблему, частина 8 SEBoK містить нові ідеї та пункти, які нелегко висвітлити в інших розділах SEBoK. У міру того, як ці сфери розвиватимуться і навколо них буде створено літературу, вони будуть перенесені в інші частини SEBoK.

Додатки.

SEBoK містить глосарій термінів, який містить визначення ключових термінів із авторитетними посиланнями. Ця інформація відображається, коли читач наводить вказівник миші на термін глосарію в статті. Він також містить список первинної літератури з додатковою інформацією про кожну літературу. Швидкі посилання на лівому полі надають додаткову довідкову інформацію, включаючи зміст, перелік статей за темами та список скорочень.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Зазначається: базова (підручники, навчальні посібники) та додаткова (монографії, статті, документи, електронні ресурси) література, яку потрібно прочитати або використовувати для опанування дисципліни.

Можна надати рекомендації та роз'яснення:

- *де можна знайти зазначені матеріали (бібліотека, методичний кабінет, інтернет тощо);*
- *що з цього є обов'язковим для прочитання, а що факультативним;*
- *як саме студент/аспірант має використовувати ці матеріали (читати повністю, ознайомитись тощо);*
- *зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни.*

Бажано зазначати не більше п'яти базових джерел, які є вільно доступними, та не більше 20 додаткових.

Література з системної інженерії .

1. Хол А. Д., Фейджин Р. Е. Визначення поняття системи. - У книзі: Дослідження з загальної теорії систем. - М., 1969.
2. Батоврін В. К. Тлумачний словник з системної і програмної інженерії. - М., 2012.
3. Берталанфи Л. фон. Загальна теорія систем: критичний огляд. Дослідження з загальної теорії систем. - М., 1969.
4. Богданов А. А. Тектологія: загальна організаційна наука . Видання третє, перероблене і доповнене. - М., 1989.
5. Косяков А., Світ У., СемюельДж. С. Системна інженерія. Принципи та практика. - М., 2014.
6. Systems engineering Body of Knowledge (SEBoK) [<https://www.sebokwiki.org/>]
7. Маслянюк П.П., Сельський Є.П. Метод системної інженерії систем нейронного машинного перекладу. *KPIScienceNews*, 2021, № 2. с. 46 – 55. <https://doi.org/10.20535/kpissn.2021.2.236939>

Література з системної інженерії систем Data Science.

1. Davenport, Thomas and Patil, D.J. "Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century". Harvard Business Review. October 2012. [Mode of access.](#)
2. Conway, Drew. The Data Science Venn Diagram. Personal blog. September 30, 2010. [Mode of access.](#)
3. O'Neil, Cathy, and Rachel Schutt. Doing data science: Straight talk from the frontline. " O'Reilly Media, Inc.", 2013. [Mode of access.](#)
4. Dhar, Vasant. "Data science and prediction." Communications of the ACM 56.12 (2013): 64-73.
5. VanderPlas, Jake. Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc.", 2016.
6. Ng, Annalyn, and K. Numsense Soo. "Data Science for the Layman: No Math Added." Annalyn Ng & Kenneth Soo 1.
7. Provost, Foster, and Tom Fawcett. Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. " O'Reilly Media, Inc.", 2013. [Mode of access.](#)
8. Provost, Foster, and Tom Fawcett. "Data science and its relationship to big data and data-driven decision making." Big data 1.1 (2013): 51-59.
9. Waller, Matthew A., and Stanley E. Fawcett. "Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management." Journal of Business Logistics 34.2 (2013): 77-84.
10. Павлишенко, Богдан. "Суб'єктивний погляд на Data Science в Україні". Стаття на dou.ua, 9 січня 2017. [Режим доступу.](#)
11. Leek, Jeff. "The key word in "Data Science" is not Data, it is Science". Simply Statistics, December 12, 2013. [Mode of access.](#)
12. Tukey, J. W. (1962). The future of data analysis. The annals of mathematical statistics, 33(1), 1-67. [Mode of access.](#)
13. Nilsson, N. J. (2009). The quest for artificial intelligence. Cambridge University Press. [Mode of access.](#)
14. Samuel, A. L. (1959). Some studies in machine learning using the game of checkers. IBM Journal of research and development, 3(3), 210-229. [Mode of access.](#)
15. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. nature, 521(7553), 436-444. [Mode of access.](#)
16. Russom, P. (2011). Big data analytics. TDWI best practices report, fourth quarter, 19(4), 1-34. [Mode of access.](#)
17. Chen, C. H., Härdle, W. K., & Unwin, A. (Eds.). (2007). Handbook of data visualization. Springer Science & Business Media. [Mode of access.](#)
18. Ihaka, R., & Gentleman, R. (1996). R: a language for data analysis and graphics. Journal of computational and graphical statistics, 5(3), 299-314. [Mode of access.](#)
19. Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., ... & Zheng, X. (2016). Tensorflow: A system for large-scale machine learning. In 12th {USENIX} symposium on operating systems design and implementation ({OSDI} 16) (pp. 265-283). [Mode of access.](#)
20. Higham, D. J., & Higham, N. J. (2016). MATLAB guide. Society for Industrial and Applied Mathematics.
21. Maxfield, B. (2013). Essential PTC® Mathcad Prime® 3.0: A guide for new and current users. Academic Press.
22. De Sá, J. P. M. (2007). Applied statistics using SPSS, Statistica, MatLab and R. Springer Science & Business Media.
23. Collobert, R., Bengio, S., & Mariéthoz, J. (2002). Torch: a modular machine learning software library (No. REP_WORK). Idiap. [Mode of access.](#)
24. Meng, X., Bradley, J., Yavuz, B., Sparks, E., Venkataraman, S., Liu, D., ... & Talwalkar, A. (2016). Mllib: Machine learning in apache spark. The Journal of Machine Learning Research, 17(1), 1235-1241. [Mode of access.](#)
25. Wimmer, H., & Powell, L. M. (2016). A comparison of open source tools for data

science. Journal of Information Systems Applied Research, 9(2), 4. [Mode of access](#).

26. Gulli, A., & Pal, S. (2017). Deep learning with Keras. Packt Publishing Ltd.

27. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. the Journal of machine Learning research, 12, 2825-2830. [Mode of access](#).

28. Loper, E., & Bird, S. (2002). Nltk: The natural language toolkit. arXiv preprint cs/0205028. [Mode of access](#).

29. Adams, C. (2014). Learning Python data visualization. Packt Publishing Ltd. [Mode of access](#).

30. Rossant, C. (2013). Learning IPython for interactive computing and data visualization. Packt Publishing Ltd. [Mode of access](#).

31. Kolmogorov, A. N., & Fomin, S. V. (1975). Introductory real analysis. Courier Corporation.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Надається інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та надаються рекомендації щодо їх засвоєння (наприклад, у формі календарного плану чи деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи).

Календарний план

№	Назва розділу і теми розділу	
0.	<i>Розділ Вступ до системної інженерії.</i>	Лекція за розкладом занять/ Орієнтовно годин
0.1	Концепт «Системна інженерія». Дефініція поняття «Системна інженерія». Основні поняття і категорії.	1
0.2	Система знань, методологія та основні міжнародні організації з системної інженерії. Три керівні організації: - Міжнародна рада з системної інженерії (INCOSE); - Рада систем Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE-SYSC); - Технологічний інститут _тівена.	1
0.3	Для студентів, науковців та інженерів рекомендується Посібник з	2

	<p>системної інженерії Systems engineering Body of Knowledge (SEBoK) [https://www.sebokwiki.org/]. SEBoK, це діючий авторитетний посібник, у якому формуються, систематизуються і обговорюються знання, пов'язані з системною інженерією. SEBoK не містить усіх цих знань сам по собі, але надає відправну точку та ключові ресурси, які дозволяють читачеві орієнтуватися в ширшому масиві знань, які існують в опублікованих джерелах. Для цього SEBoK:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначає відповідні знання та структурує їх для полегшення розуміння. 2. Містить короткі обговорення ключових ідей, принципів і концепцій у цій структурі. 3. Вказує на довідкові джерела, важливі для дисципліни, які досліджують ці ідеї більш детально. <p>При цьому неминуче з'являться відмінності в термінології, альтернативні підходи і навіть принципово різні способи мислення в межах знання, методології та її застосування. SEBoK надає можливості для прояснення пояснення нових ідей або ідей, що збігаються, або висвітлення реальних розбіжностей і причин, що стоять за ними. Зокрема, Глосарій термінів SEBoK містить найуживаніші або загально узгоджені визначення термінів, якщо це можливо, але може виділяти більше ніж одне визначення, якщо потрібно, щоб продемонструвати широту поточного мислення та застосування.</p>	
Всього за розділом 4 год		
1	<i>Розділ 1. Структура SEBoK</i>	
1.1	<p>У цій частині пояснюється сфера застосування, контекст, структура SEBoK і застосування системної інженерії (SE). Огляд того, кому і з якою метою слід використовувати SEBoK і SE, супроводжується детальними прикладами використання. Обговорюється економічна цінність системної інженерії, історія та зв'язок з іншими дисциплінами. Частина 1 також містить розділ, у якому обговорюється майбутня еволюція SEBoK і дозволяє вводити нові області вмісту перед переходом до інших частин SEBoK.</p>	2

1.2	<p>У 1965 році А. Д. Холл вперше описав методологію системної інженерії (Arthur D. Hall. A Methodology for Systems Engineering, 1965), визначивши її як організовану творчу технологію та виділивши як основу три положення:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Системна інженерія багатоаспектна, і це має бути обов'язково відображено у предметі інженерії. 2. В основу діяльності системного інженера має бути покладено розуміння, що метою всього процесу системної інженерії є оптимальне проведення функціональних кордонів між людськими інтересами, системою та її оточенням. У самому оточенні виділяються три основні складові: <ol style="list-style-type: none"> 1) фізичне і технічне оточення; 2) ділове та економічне оточення; 3) соціальне оточення. 3. Системна інженерія приділяє першорядне увагу дослідженню потреб, основу якого має бути покладено використання передових економічних теорій, врахування потреб ринку і можливість зміни цих потреб як у теперішньому, і у майбутньому. 	2
Всього за розділом 4 год		
2	<i>Розділ 2. Основи системної інженерії</i>	
2.1	<p>Ця частина містить вступ та огляд галузей знань, які становлять основи SE.</p> <p>За обговоренням визначень і основних концепцій теорії систем слідує огляд принципів, концепцій, методів, моделей і шаблонів деяких ключових основоположних напрямків науки про системи. Це включає детальний розгляд фундаментальних знань, пов'язаних із системними моделями та моделюванням.</p>	1
2.2	<p>Частина 2 більш детально розглядає два аспекти цих фундаментальних знань, які мають особливу цінність для SE.</p> <p>По-перше, це обговорення аспектів системних знань, пов'язаних із системним підходом до складних проблем і можливостей. Цей підхід забезпечує основу для того, як SE визначає та практикує (див. Частина 3 та 5 нижче).</p> <p>По-друге, це описати різні способи застосування системних концепцій до проблем реального світу. SEBoK визначає інженерну систему (ES) як основний фокус для застосування SE (див. Частина 4 нижче).</p>	1

2.3	<p>Поряд з цим сформувався цілий ряд системно-орієнтованих дисциплін та суміжних напрямів досліджень, які тісно пов'язані із системною інженерією або включаються до її складу на тих чи інших підставах. Серед них зокрема:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Системний аналіз (Systems Analysis). • Когнітивна системна інженерія (Cognitive Systems Engineering). • Конфігураційне управління (Configuration Management). • Автоматичне керування (Control Engineering). • Промислова системна інженерія (Industrial Engineering). • Мехатронна інженерія (Mechatronic Engineering). • Дослідження операцій (Operations Research). • Програмна інженерія (Software Engineering). • Інженерія продуктивності (Performance Engineering). • Управління програмами та проектами (Program and Project Management). • Проектування інтерфейсів (Interface Design). • Системне планування (Scheduling). • Інженерна психологія (Human Engineering). • Інженерія безпеки (Safety Engineering). • Управління ризиками (Risk Management). <p>Викладом множини суміжних до SE дисциплін спеціальності 113 Прикладна математика може бути Індивідуальна навчальна програма студента каф. ПМА, де зібрані всі дисципліни необхідні для написання магістерської дисертації (МД) за спеціалізацією «Наука про дані та математичне моделювання».</p>	2
Всього за розділом 4 год		
3	<i>Розділ 3. Системна інженерія та менеджмент</i>	
3.1	Ця частина описує загальні знання про практики SE та відповідну управлінську діяльність, зокрема щодо написання МД.	2
3.2	Частина 3 починається з моделей життєвого циклу, поширених у SE, і загальних принципів їх застосування. Потім він переходить до діяльності з управління SE. Він охоплює як технічну діяльність, таку як вимоги, архітектура, тестування та оцінка; та управлінська діяльність, така як планування, вимірювання та ризик. Далі йде управління продуктом і терміном служби, окрема сфера управління SE, яка наголошує на всьому життєвому циклі, включаючи виведення з експлуатації та утилізацію. Огляд стандартів SE завершує цю частину.	
3.3	Ця частина, зосереджена на тому, що багато хто вважає основною частиною SE, включаючи найкращі практики та типові підводні камені, становить значну частину SEBoK. Як уже обговорювалося, знання в частині 3 базуються на системному підході з частини 2. Зв'язки між частиною 3 та іншими частинами SEBoK обговорюються нижче.	
Всього за розділом 2 год		
4	<i>Розділ 4. Застосування системної інженерії</i>	

4.1	<p>У цій частині описано, як застосовувати принципи SE до різних типів системного контексту.</p> <p>Частина 4 зосереджується на чотирьох основних інженерних системних контекстах:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продукти, послуги, підприємства та системи систем (SoS). <p>Для кожного з них описано абстракцію системи, комерційні відносини та застосування інструментів SE.</p>	2
4.2	<p>Наведені вище узагальнені контексти слід розглядати як перекриваючі моделі того, як SE можна застосовувати в різних ситуаціях. Комбінації одного або кількох із них повністю реалізуються при застосуванні в прикладній області. Частина 4 наразі описує цю програму в невеликій кількості таких доменів, що повністю поширюється на домен систем Data Science. Застосування SE в цій частині описує реальні практики SE, зокрема в частині:</p> <ul style="list-style-type: none"> - графічні мови моделювання систем; - бізнес-профілі предмету розробки (система, підсистема, продукт, тощо, для всіх стадій їх життєвого циклу); - бізнес-профілі системи, що забезпечує діяльність з розробки (система, підсистема, продукт, тощо, для всіх стадій їх життєвого циклу); - процеси діяльності з розробки (система, підсистема, продукт, тощо, для всіх стадій їх життєвого циклу); <p>методи верифікації і валідації результатів діяльності з розробки (система, підсистема, продукт, тощо, для всіх стадій їх життєвого циклу).</p>	8
Всього за розділом 10 год		
5	<i>Розділ 5. Впровадження системної інженерії</i>	
5.1	<p>У цій частині описуються підходи до організації, які можуть забезпечити успішне виконання діяльності з системної інженерії.</p> <p>Частина 4 охоплює знання на рівні підприємства, команди чи окремої людини. Діапазон міркувань поширюється від ціннісних пропозицій, бізнес-цілей і управління до компетентності, особистого розвитку як системного інженера та етики.</p>	2
5.2	<p>Усе це стосується базових визначень SE у Частині 3, далі узагальнених у рівнях застосування у Частині 4.</p> <p>Системний підхід у Частині 2 також має стати основою для цієї частини.</p> <p>Оскільки практика SE є міждисциплінарною, Частина 5 також має посилання на Частину 6, як обговорюється нижче.</p>	
Всього за розділом 2 год		
6	<i>Розділ 6. Суміжні дисципліни</i>	

6.1	<p>Ця частина описує зв'язки між SE та іншими дисциплінами.</p> <p>Частина 6 охоплює зв'язки між SE та програмною інженерією (SwE), управлінням проектами (PM), промисловим проектуванням (IE) та закупівлями. Він також описує, як SE пов'язаний зі спеціалізованим проектуванням, який описує різні системні «-ilities» (наприклад, надійність, доступність і ремонтпридатність), які SE має збалансувати та інтегрувати.</p> <p>Знання в цій частині забезпечують інтерфейс до інших масивів знань, зосереджених на тому, як вони пов'язані з частинами 3, 4 і 5 вище.</p>	4
Всього за розділом 4 год		
7	<i>Розділ 7. Приклади реалізації системної інженерії</i>	
7.1	<p>Набір реальних прикладів діяльності SE демонструє реалізацію знань системної інженерії в попередніх частинах SEBoK. Ці приклади представлені у двох формах: тематичні дослідження, які орієнтують читача та підсумовують опубліковані аналізи успіхів і проблем реалізації SE. Ця частина є ключовим місцем для пошуку в SEBoK отриманих уроків, найкращих практик і шаблонів. Багато посилань пов'язують матеріал у прикладах із концептуальним, методологічним та іншим вмістом в інших частинах SEBoK.</p>	2
Всього за розділом 2 год		
8	<i>Розділ 8. Нові знання та перспективи розвитку.</i>	
8.1	<p>Однією з проблем, пов'язаних із сукупністю знань, є те, що передові та/або нові ідеї важко включити. Сукупність знань базується на наявній літературі та ресурсах, а для нових тем вони часто не існують. Щоб вирішити цю проблему, частина 8 SEBoK містить нові ідеї та пункти, які нелегко висвітлити в інших розділах SEBoK. У міру того, як ці сфери розвиватимуться і навколо них буде створено літературу, вони будуть перенесені в інші частини SEBoK.</p>	2
Всього за розділом 2 год		
<i>Додатки.</i>		
	<p>SEBoK містить глосарій термінів, який містить визначення ключових термінів із авторитетними посиланнями. Ця інформація відображається, коли читач наводить вказівник миші на термін глосарію в статті. Він також містить список первинної літератури з додатковою інформацією про кожну літературу. Швидкі посилання на лівому полі надають додаткову довідкову інформацію, включаючи зміст, перелік статей за темами та список скорочень.</p>	2
Всього за розділом 2 год		
Всього за дисципліною 36 год		

Лабораторні роботи з дисципліни Системна інженерія.

Повну версію реалізації проекту системної інженерії Систем нейтронного машинного перекладу можна подивитись за посиланням. <https://doi.org/10.20535/kpissn.2021.2.236939>

Лабораторна робота №1

Формалізація класу/об'єкта класу системної інженерії.

Завдання для виконання лабораторної роботи №2.

1. Об'єкт інженерії, предмет інженерії, мета інженерії, кінцевий результат системної інженерії.
2. Огляд існуючих рішень предмета системної інженерії .
3. Обґрунтування вибору бізнес-профілю (концептуальної моделі) предмета системної інженерії, як множини сутностей інженерії і відношень між ними необхідних і достатніх для реалізації процесів системної інженерії..
4. Обґрунтування вибору бізнес-профілю (концептуальної моделі) системи інженерії, як множини сутностей інженерії і відношень між ними необхідних і достатніх для реалізації процесів системної інженерії.
5. Формалізація технічних умов і вимог до бізнес-профілів предмета системної інженерії та системи інженерії.
6. Формування матриці сутностей (ресурсів, бізнес-правил, процесів, тощо) необхідних і достатніх для реалізації проекту системної інженерії предмета інженерії за темою МД.
7. Верифікація і валідація результатів роботи.
8. Висновки до лабораторної роботи.

Лабораторна робота №2.

Системна інженерія предмета інженерії на основі бізнес-профіля Еріксона–Пенкера.

Основна ідея методу системної інженерії предмета інженерії полягає у застосуванні методології системної інженерії та бізнес-профілю Еріксона–Пенкера для формалізації упорядкованого способу розроблення предмета інженерії рис 1.

Методологія системної інженерії базується на чотирьох основних категоріях [2]:

1. Категорія “Система” як множина сутностей і відношень між ними, що в межах прийнятих припущень й обмежень показує, власне, систему.
2. Категорія “Життєвий цикл”, що передбачає представлення генезису системи від народження та до утилізації самої системи [2].
3. Категорія “Зацікавлені сторони”, що передбачає формування вичерпної множини умов і вимог, які зацікавлені сторони висувають до системи.

На категорії «Бізнес-профіль», що формалізує представлення предмета інженерії на всіх стадіях життєвого циклу предмета інженерії.

Проаналізуємо можливість застосування технік системної інженерії, яку також називають системною методологією XXI століття (за Дерекком Хітчинсом [3]). Однією з найпоширеніших моделей представлення діяльності є бізнес-профіль Еріксона–Пенкера [1], в контексті якого автори сформулювали чотири основні сутності формального представлення діяльності будь-якої бізнес-системи, а саме:

цілі - (уособлюють мету діяльності системи та сформульовані як правило. Цілі можуть бути розбиті на підцілі та досягнені завдяки реалізації процесів);

– *процеси* (основні дії, що складають діяльність системи та призначені для досягнення мети відповідно до встановлених бізнес-правил. Процеси зазвичай підпорядковуються правилам, можуть змінювати стан вхідних ресурсів, а також продукувати нові ресурси – ресурси виходу системи згідно з умовами та вимогами, встановленими зацікавленими особами);

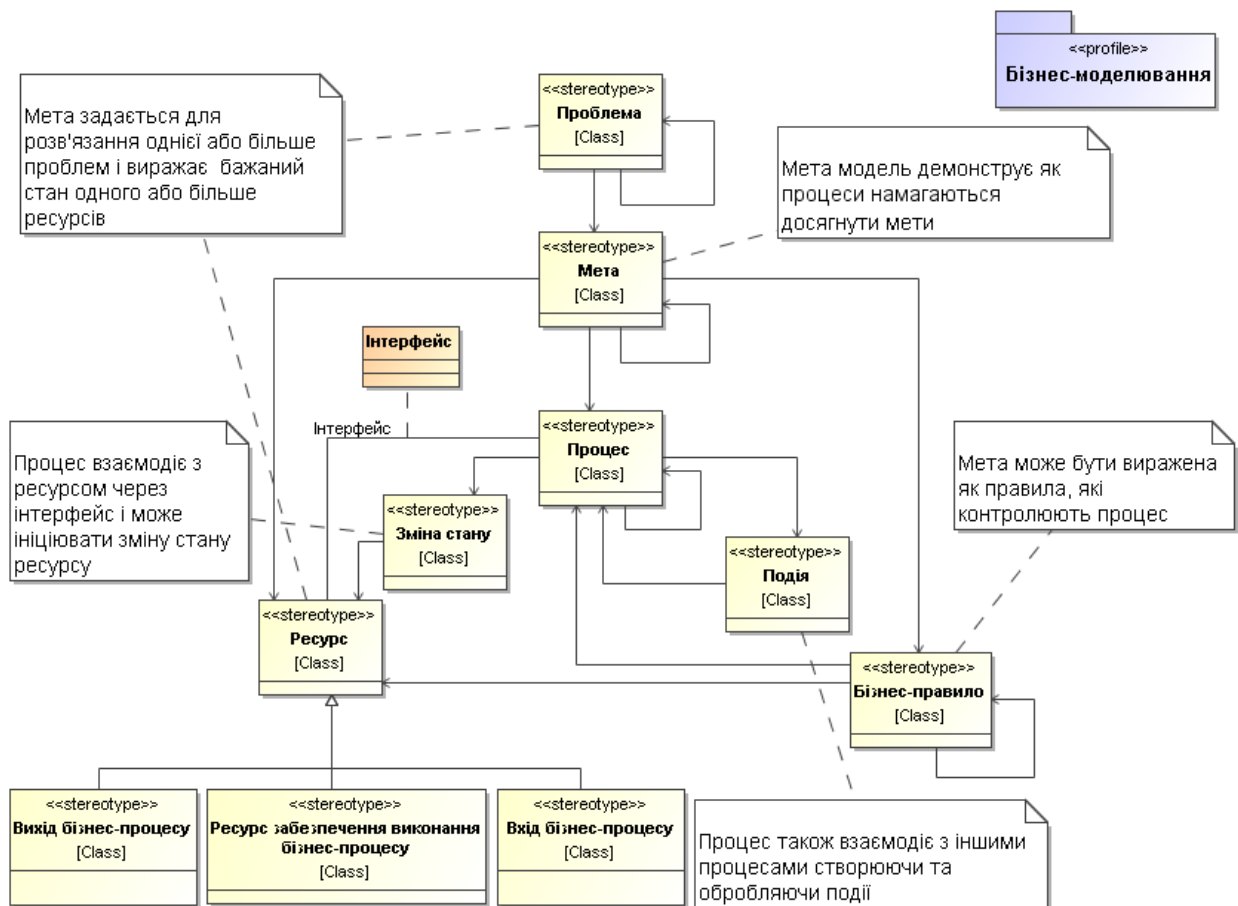


Рис. 1 Вдосконалений бізнес-профіль Еріксона-Пенкера. Діаграма класів в нотації UML [Маслянюк П.П., Майстренко О.С. Системна інженерія проектів інформатизації організаційних систем // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2008. - № 6. - С.34-42]

– *ресурси* (фізичні, абстрактні чи інформаційні об'єкти, які система споживає, використовує, обробляє та продукує впродовж всієї своєї діяльності для досягнення мети).

Ресурси найнижчого рівня ієрархії, що беруть безпосередню участь у процесах, також поділяють за характером впливу на перебіг процесів на такі три класи:

1. *Вихід бізнес-процесу*, це кінцевий результат продукування предмету системної інженерії.
2. *Ресурс забезпечення виконання бізнес-процесу* (ресурси, що забезпечують виконання процесів, але не є кінцевим результатом роботи предмету системної інженерії);
3. *Вхід бізнес-процесу* (первинні ресурси входу початкових процесів, які ініціалізують цикл роботи предмету системної інженерії).

- *правила* (певні формалізовані обмеження, рамки, умови та вимоги тощо, що накладаються на процеси, а також описують характер зв'язків між ресурсами).

- *Зміна стану* (можливі зміни певних ресурсів унаслідок роботи процесів;
- *Подія* (виникає через певні зовнішні фактори як результат взаємодії між процесами).

Основні діаграми, необхідні для формального графічного представлення та моделювання систем на основі бізнес-профілю Еріксона-Пенкера, поділяють на два основні типи:

– діаграми структурного представлення, а саме:

1. *Діаграму класів* (ієрархічний/логічний показ зв'язків і залежностей, наявних між класами сутностей, що складають систему. Під "класом сутностей" системи маємо на увазі ту чи іншу множину однієї з чотирьох сутностей, описаних вище);

2. *Діаграму компонентів* (схема поділу системи на частини – *компоненти*, що їх формують за певною, найчастіше функціональною, ознакою. Компоненти можуть реалізовувати один чи більше процесів і взаємодіяти з одним чи більше ресурсами. На діаграмі компонентів також вказують відношення між компонентами, реалізованими як формалізовані *правила-інтерфейси* для забезпечення взаємодії компонентів у системі);
- *діаграми динамічного представлення*, а саме:
 1. *Діаграму діяльності*(зображує поетапний перебіг процесів системи, що пов'язані один з одним через вхідні та вихідні ресурсів; на діаграмі діяльності обов'язково зазначають її початок і кінець);
 2. *Діаграму процесів із “водними доріжками”*(поєднує представлення процесів діяльності з компонентами системи, що реалізують ту чи іншу діяльність. Тобто будь-який процес має перебувати в межах свого батьківського компонента (відповідної вертикальної смуги, водної доріжки). Між компонентні інтерфейси також можуть бути включені до цієї діаграми).

Така впорядкована множина формалізованих (зокрема, в нотації UML) сутностей і представлень системи на основі бізнес-профілю Еріксона–Пенкера є повною моделлю діяльності бізнес-системи, що враховує вимоги всіх зацікавлених осіб.

Принагідно наводимо спрощений бізнес-профіль Еріксона-Пенкера придатний для системної інженерії нескладних предметів інженерії рис.2.

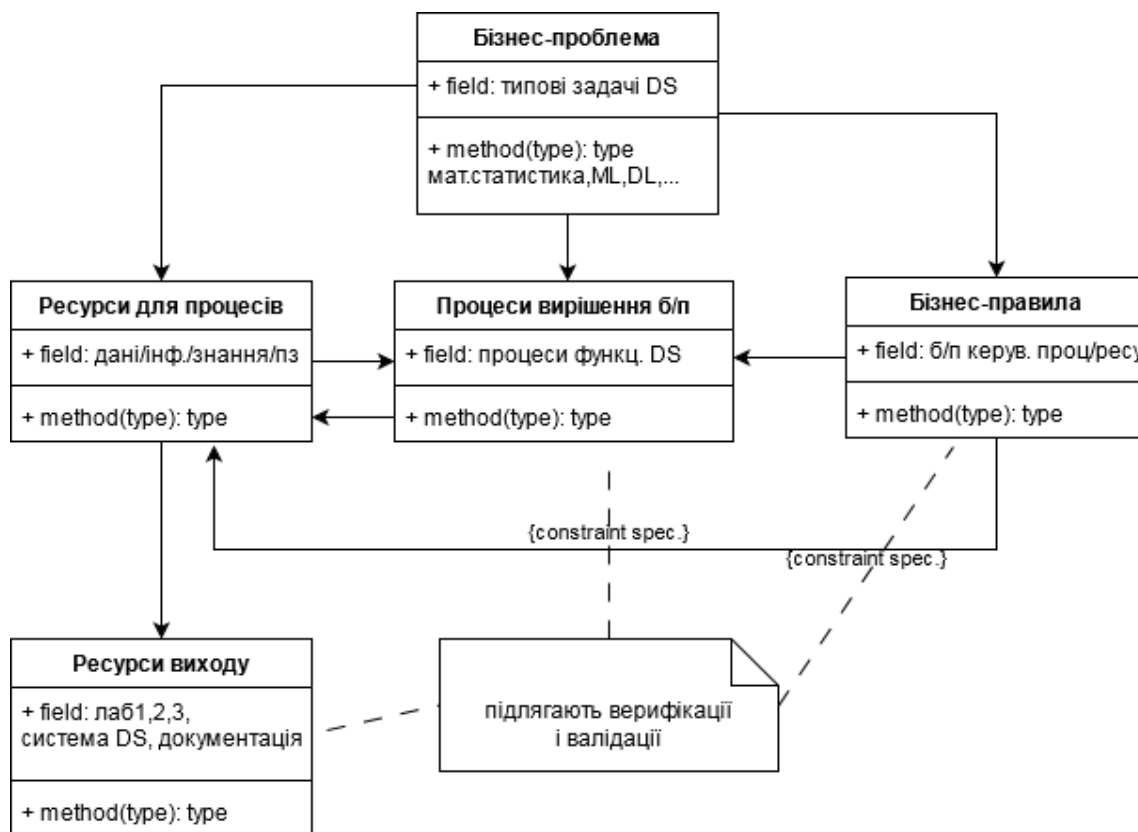


Рис. 2 Спрощений бізнес-профіль Еріксона-Пенкера. Діаграма класів в нотації UML

Завдання для виконання лабораторної роботи №2.

1. На основі бізнес-профіля Еріксона–Пенкера, та результатів виконання Лабораторної роботи №1 розробити графічну модель предмета системної інженерії, що встановлений темою магістерської дисертації.

2. Модель предмета системної інженерії встановленого темою магістерської дисертації складається з двох представлень, структурного - діаграма класів, діаграма компонентів, та динамічного представлення – діаграми діяльності та діаграми взаємодії.
3. Провести верифікацію та валідацію результатів роботи.
4. Формалізувати висновки до лабораторної роботи.

Лабораторна робота №3.

Математичне забезпечення компонентів та інтерфейсів графічної моделі предмета системної інженерії, що встановлений темою магістерської дисертації.

Завдання для виконання лабораторної роботи №3.

1. На основі бізнес-профіля Еріксона–Пенкера, та результатів виконання Лабораторної роботи №2 розробити математичне забезпечення компонентів та інтерфейсів графічної моделі предмета системної інженерії, що встановлений темою магістерської дисертації.
2. Описати математичне забезпечення для кожного з компонентів та інтерфейсів графічної моделі предмета системної інженерії, що встановлений темою магістерської дисертації.
3. Провести верифікацію та валідацію результатів роботи.
4. Формалізувати висновки до лабораторної роботи.

Приклад системної інженерії компонентної моделі системи визначення емоційного забарвлення твітів на тему війни в Україні. Діаграма компонентів в нотації UML (рис. 3).

Опис функціональності і компонентів системи

Компонент «Сховище даних» – це сховище, на якому розміщені зібрані корпуси текстів, використовувані для навчання та тестування класифікатора. Набір даних було отримано з сайту [kaggle.com](https://www.kaggle.com/datasets/russians/ukraine-tweets) «RussiansUkraineTweetsDataset» [15]. Він містить твіти, пов'язані з війною в Україні починаючи з 1 січня 2022 по 6 березня 2022. Ця шкала включає період перед і після вторгнення. Всього присутні 1316605 рядків, і кожен рядок містить інформацію про один твіт. Інша інформація включає дату та час, мову, хештеги, місце, кількість вподобань, кількість ретвітів, посилання тощо. Після процедури *featureengineering* було видалено дублікати і неангломовні твіти і отримано 1204118. Далі розглядаються лише 2% набору даних. Вибірка формується таким чином, що кожен рядок має однакове зважування ймовірності, і можна було відібрати рядок лише один раз, і він не буде доступний для вибору знову. У вибірковому наборі даних загалом присутні 24084 твіти.

Компонент «Попередня обробка» призначений для видалення непотрібної, зайвої інформації з даних, які не сприяють прогнозуванню цільового класу. У ньому виконуються наступні кроки:

- Видалення посилань та хештегів;
- Видалення розділових знаків;
- Видалення нульових значень;
- Перетворення в нижній регістр;
- Токенізація.
- Стеммінг;

Видалення стоп-слів.

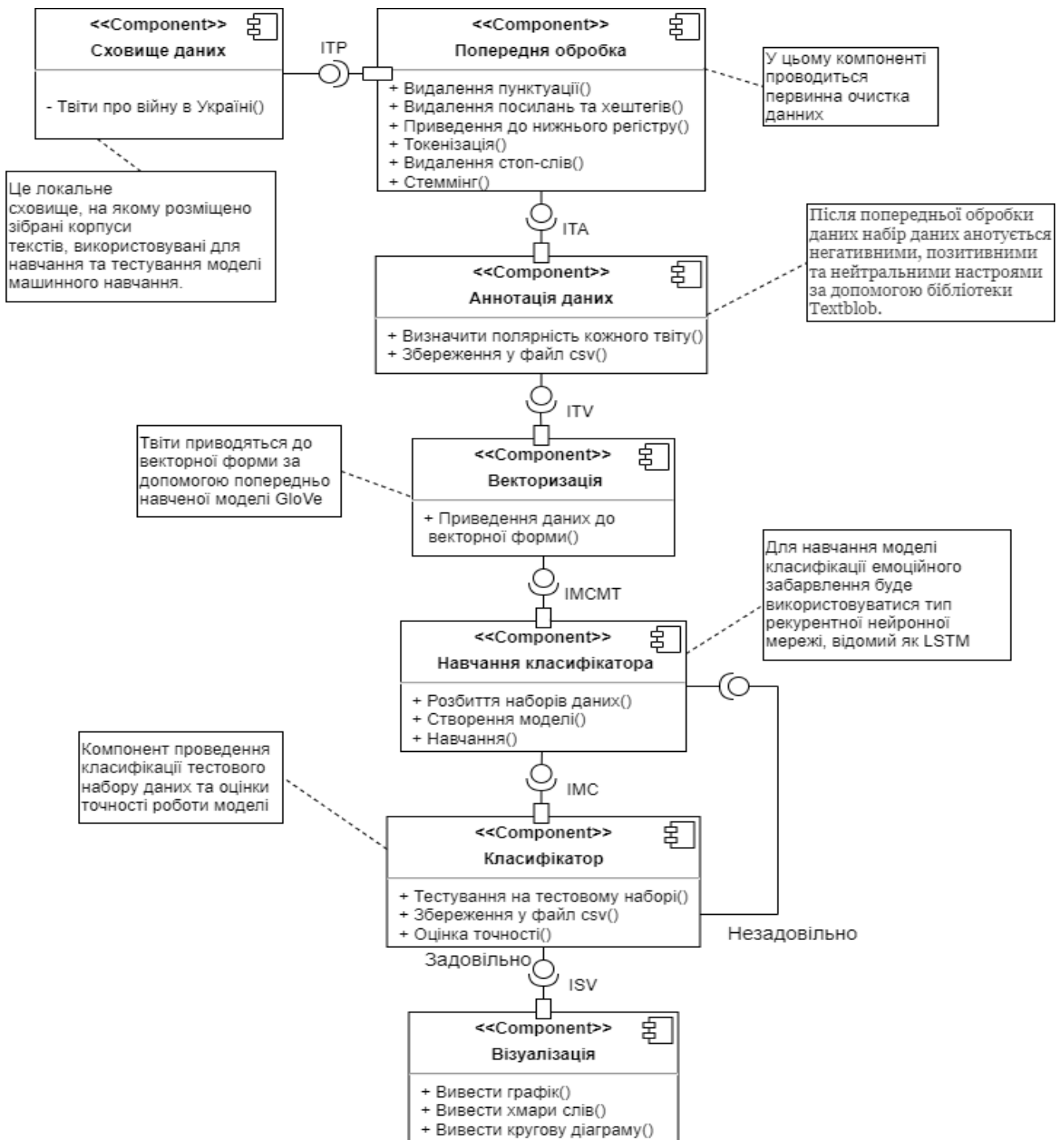


Рисунок 3 – Приклад системної інженерії компонентної моделі системи визначення емоційного забарвлення твітів на тему війни в Україні. Діаграма компонентів в нотації UML.

Лабораторна робота №4.

Програмне забезпечення компонентів та інтерфейсів предмета системної інженерії, що встановлений темою магістерської дисертації.

Завдання для виконання лабораторної роботи №3.

1. На основі бізнес-профіля Еріксона–Пенкера, та результатів виконання Лабораторної роботи №1,2,3 розробити програмне забезпечення компонентів та інтерфейсів графічної моделі предмета системної інженерії, що встановлений темою магістерської дисертації.
2. Описати програмне забезпечення для кожного з компонентів та інтерфейсів графічної моделі предмета системної інженерії, що встановлений темою магістерської дисертації.
3. Провести верифікацію та валідацію результатів роботи.
4. Формалізувати висновки до лабораторної роботи.

Приклад системної інженерії програного забезпечення компонентної моделі системи визначення емоційного забарвлення твітів на тему війни в Україні. Діаграма діяльності в нотатції UML (рис. 4).

На основі компонентної моделі та математичних методів реалізації компонентів розроблено алгоритм роботи системи.

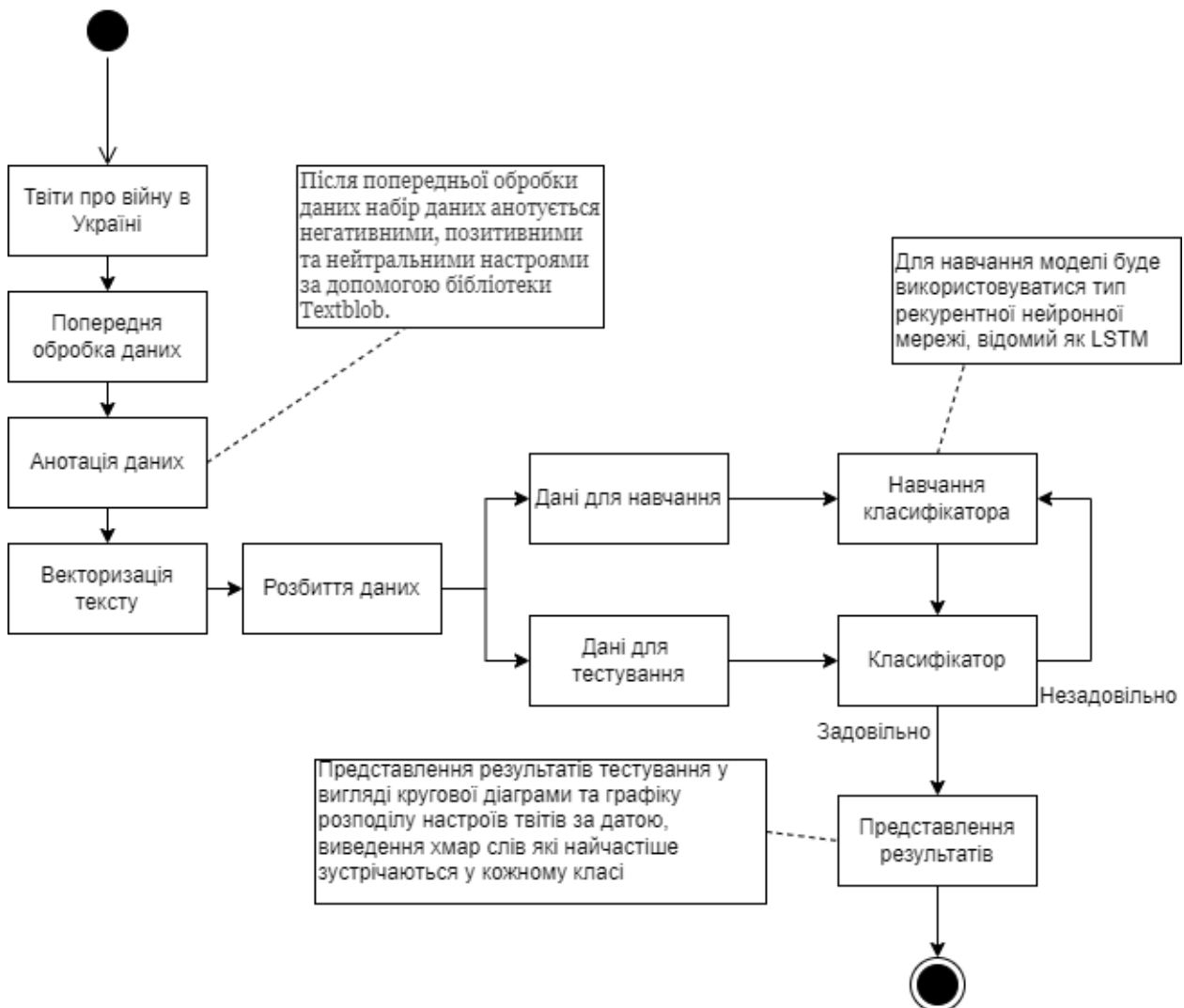


Рисунок 4 – Діаграма діяльності системи визначення емоційного забарвлення твітів на тему війни в Україні.

Для розробки системи аналізу емоційного забарвлення твітів що характеризують війну в Україні було використано рекурентні нейронні мережі, зокрема LSTM. Для навчання модель використовуватиме набір даних з соціальної мережі Твіттер який ми анотували використовуючи

бібліотеку Textblob. Тестові дані містять твіти, які попередньо обробляються, а потім перетворюються у вектори. Для векторного представлення слів було обрано GloVe Embeddings. Ці вектори надаються як вхідні дані для класифікатора. Після того, як класифікація твітів виконана, вона зберігається у файлі csv. Ці дані можна візуалізувати за допомогою стовпчастих діаграм, кругових діаграм, таблиць, хмари слів. Система реалізована з використанням мови програмування Python.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Зазначаються види самостійної роботи (підготовка до аудиторних занять, проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях, розв'язок задач, написання реферату, виконання розрахункової роботи, виконання домашньої контрольної роботи тощо) та терміни часу, які на це відводяться.

Самостійна робота студента зорієнтована на підготовку до виконання лабораторних робіт на основі лекційних матеріалів, дисциплін професійної орієнтації, методичних рекомендацій і переліку літератури з системної інженерії та інженерії систем Data Science.

Література з системної інженерії .

1. Хол А. Д., Фейджин Р. Е. Визначення поняття системи. - У книзі: Дослідження з загальної теорії систем. - М., 1969.
2. Батоврін В. К. Тлумачний словник з системної і програмної інженерії. - М., 2012.
3. Берталанфи Л. фон. Загальна теорія систем: критичний огляд. Дослідження з загальної теорії систем. - М., 1969.
4. Богданов А. А. Тектологія: загальна організаційна наука . Видання третє, перероблене і доповнене. - М., 1989.
5. Косяков А., Світ У., СемюельДж. С. Системна інженерія. Принципи та практика. - М., 2014.
6. Systems engineering Body of Knowledge (SEBoK) [<https://www.sebokwiki.org/>]
7. Маслянюк П.П., Сельський Є.П. Метод системної інженерії систем нейронного машинного перекладу. *KPI Science News*, 2021, № 2. с. 46 – 55. <https://doi.org/10.20535/kpissn.2021.2.236939>

Література з системної інженерії систем Data Science.

1. Davenport, Thomas and Patil, D.J. "Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century". Harvard Business Review. October 2012. [Mode of access](#).
2. Conway, Drew. The Data Science Venn Diagram. Personal blog. September 30, 2010. [Mode of access](#).
3. O'Neil, Cathy, and Rachel Schutt. Doing data science: Straight talk from the frontline. " O'Reilly Media, Inc.", 2013. [Mode of access](#).
4. Dhar, Vasant. "Data science and prediction." Communications of the ACM 56.12 (2013): 64-73.
5. VanderPlas, Jake. Python data science handbook: Essential tools for working with data. " O'Reilly Media, Inc.", 2016.
6. Ng, Annalyn, and K. Numsense Soo. "Data Science for the Layman: No Math Added." Annalyn Ng & Kenneth Soo 1.
7. Provost, Foster, and Tom Fawcett. Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. " O'Reilly Media, Inc.", 2013. [Mode of access](#).
8. Provost, Foster, and Tom Fawcett. "Data science and its relationship to big data and data-driven decision making." Big data 1.1 (2013): 51-59.
9. Waller, Matthew A., and Stanley E. Fawcett. "Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management." Journal of Business Logistics 34.2 (2013): 77-84.
10. Павлишенко, Богдан. "Суб'єктивний погляд на Data Science в Україні". Стаття на dou.ua, 9 січня 2017. [Режим доступу](#).
11. Leek, Jeff. "The key word in "Data Science" is not Data, it is Science". Simply Statistics,

December 12, 2013. [Mode of access](#).

12. Tukey, J. W. (1962). The future of data analysis. The annals of mathematical statistics, 33(1), 1-67. [Mode of access](#).

13. Nilsson, N. J. (2009). The quest for artificial intelligence. Cambridge University Press. [Mode of access](#).

14. Samuel, A. L. (1959). Some studies in machine learning using the game of checkers. IBM Journal of research and development, 3(3), 210-229. [Mode of access](#).

15. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. nature, 521(7553), 436-444. [Mode of access](#).

16. Russom, P. (2011). Big data analytics. TDWI best practices report, fourth quarter, 19(4), 1-34. [Mode of access](#).

17. Chen, C. H., Härdle, W. K., & Unwin, A. (Eds.). (2007). Handbook of data visualization. Springer Science & Business Media. [Mode of access](#).

18. Ihaka, R., & Gentleman, R. (1996). R: a language for data analysis and graphics. Journal of computational and graphical statistics, 5(3), 299-314. [Mode of access](#).

19. Abadi, M., Barham, P., Chen, J., Chen, Z., Davis, A., Dean, J., ... & Zheng, X. (2016). Tensorflow: A system for large-scale machine learning. In 12th {USENIX} symposium on operating systems design and implementation ({OSDI} 16) (pp. 265-283). [Mode of access](#).

20. Higham, D. J., & Higham, N. J. (2016). MATLAB guide. Society for Industrial and Applied Mathematics.

21. Maxfield, B. (2013). Essential PTC® Mathcad Prime® 3.0: A guide for new and current users. Academic Press.

22. De Sá, J. P. M. (2007). Applied statistics using SPSS, Statistica, MatLab and R. Springer Science & Business Media.

23. Collobert, R., Bengio, S., & Mariéthoz, J. (2002). Torch: a modular machine learning software library (No. REP_WORK). Idiap. [Mode of access](#).

24. Meng, X., Bradley, J., Yavuz, B., Sparks, E., Venkataraman, S., Liu, D., ... & Talwalkar, A. (2016). Mllib: Machine learning in apache spark. The Journal of Machine Learning Research, 17(1), 1235-1241. [Mode of access](#).

25. Wimmer, H., & Powell, L. M. (2016). A comparison of open source tools for data science. Journal of Information Systems Applied Research, 9(2), 4. [Mode of access](#).

26. Gulli, A., & Pal, S. (2017). Deep learning with Keras. Packt Publishing Ltd.

27. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. the Journal of machine Learning research, 12, 2825-2830. [Mode of access](#).

28. Loper, E., & Bird, S. (2002). Nltk: The natural language toolkit. arXiv preprint cs/0205028. [Mode of access](#).

29. Adams, C. (2014). Learning Python data visualization. Packt Publishing Ltd. [Mode of access](#).

30. Rossant, C. (2013). Learning IPython for interactive computing and data visualization. Packt Publishing Ltd. [Mode of access](#).

31. Kolmogorov, A. N., & Fomin, S. V. (1975). Introductory real analysis. Courier Corporation.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом/аспірантом:

- *правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних);*
- *правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо);*

- *правила захисту лабораторних робіт;*
- *правила захисту індивідуальних завдань;*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів;*
- *політика дедлайнів та перескладань;*
- *політика щодо академічної доброчесності;*
- *інші вимоги, що не суперечать законодавству України та нормативним документам Університету.*

Політика навчально дисципліни формується на підставі Статутних положень КПІ імені Ігоря Сік орського, 2018

Положення про випускну атестацію студентів КПІ імені Ігоря Сік орського, 2018

Положення про рейтингову систему оцінювання КПІ імені Ігоря Сік орського, 2018

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

Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, МКР, тест тощо

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

Семестровий контроль: екзамен / залік / захист курсового проекту (роботи)

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання /зарахування усіх лабораторних робіт/ семестровий рейтинг більше XX балів.

З дисципліни «Системна інженерія» передбачається виконання індивідуальних завдання в рамках 4-х лабораторних робіт з метою вирішення задачі Інженерії Системи DS, - як множини методів, процесів і засобів упорядкованого продукування систем Data Science з метою вирішення Завдань Бізнес - проблеми.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за виконання завдань МД та захисту 4-х індивідуальних лабораторних робіт і заліку.

Виконання завдань лабораторних робіт спрямоване на практичне засвоєння і застосування теоретичного матеріалу дисциплін необхідних для інженерії систем DS.

Структура і зміст виконання лабораторних робіт повинні повністю відповідати вимогам методичних рекомендацій що розміщені на Slack-каналі.

Методичні рекомендації і зміст виконання лабораторних робіт можуть бути застосовані при виконанні магістерських дисертацій за темою МД.

Детальні вимоги до структури, шаблону і змісту МД зі спеціальності прикладна математика, каф. ПМА КПІ доступні за посиланням <http://pma.fpm.kpi.ua/uk/students/assessment/master>

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ

Наприкінці вивчення дисципліни „Системна інженерія” кожен студент отримує 4 оцінки:

1. За виконання лабораторної роботи №1 – 20 балів.
2. За виконання лабораторної роботи №2 – 20 балів.
3. За виконання лабораторної роботи №3 – 20 балів.
4. За виконання лабораторної роботи №4 – 20 балів.

Всього за виконання лабораторних робіт студент може отримати максимально 80 балів.

Публічний захист результатів виконання завдань лабораторних робіт за темою МД проводиться усно у формі заліку.

Максимальна оцінка за результатами захисту результатів виконання завдань лабораторних робіт за темою МД на заліку – 20 балів за креативність, наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

Таким чином за результатами календарного контролю студент може отримати 80 балів, а за результатами захисту результатів виконання завдань лабораторних робіт за темою МД на заліку – 20 балів.

Всього – 100 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є семестровий рейтинг не менше **60 балів**. В іншому разі студент повинен виконати додаткову роботу та підвищити свій рейтинг.

Залік проводиться за результатами отриманих балів календарного контролю та захисту результатів виконання завдань лабораторних робіт за темою МД – 20 балів за креативність, наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

Критерії оцінювання.

1. Результати, висновки і документація для 4-х лабораторних робіт.

Залікові бали студента додаються до його семестрового рейтингу. Оцінка (ECTS та традиційна) виставляється відповідно до набраних балів згідно з таблицею:

<i>Рейтингові бали, RD</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
$95 \leq RD \leq 100$	<i>Відмінно</i>
$85 \leq RD \leq 94$	<i>Дуже добре</i>
$75 \leq RD \leq 84$	<i>Добре</i>
$65 \leq RD \leq 74$	<i>Задовільно</i>
$60 \leq RD \leq 64$	<i>Достатньо</i>
$RD < 60$	<i>Незадовільно</i>
<i>Невиконання умов допуску до семестрового контролю*</i>	<i>Не допущено</i>

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу);*
- *можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;*
- *інша інформація для студентів/аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри ПМА, канд. техн. наук, Маслянюк П.П.

Ухвалено кафедрою ПМА (протокол №_13_ від_16.06.22_)

Погоджено Методичною комісією факультету⁴ (протокол №_9_ від_24.06.22_)

⁴ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.