



МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ. КУРСОВА РОБОТА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>1 кредит (30 год)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Керівники: <i>д.т.н., професор, Стеценко Інна Вячеславівна, inna.stetsenko-fiot@ill.kpi.ua</i> <i>ст. викл., Ph.D. Дифучин Антон Юрійович, difuchin@gmail.com</i> <i>ст. викл., Ph.D. Дифучина Олександра Юріївна sashadif@gmail.com</i> <i>ст. викл., Ph.D. Стельмах Олександр Петрович stelmahwork@gmail.com</i>
Розміщення курсу	Moodle: Моделювання систем (ws04jg) https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2504

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчення дисципліни спрямовано на оволодіння технологіями розробки імітаційних моделей складних систем на основі універсальних об'єктно-орієнтованих мов програмування (Java, C++, C#, Python). Застосування моделей розглядається в контексті модулів інформаційних систем та систем прийняття рішень різного призначення. Дисципліна розвиває та удосконалює професійні навички програмування, набуті в попередні роки навчання, розвиває базові навички з розробки предметно-орієнтованих систем імітаційного моделювання та дослідницькі навички.

Предмет навчальної дисципліни – методи розробки програмного забезпечення для імітаційного моделювання складних систем, технології розробки імітаційних моделей та їх застосування в інформаційних системах.

Метою дисципліни є вивчення студентами принципів та способів розробки, реалізації та дослідження моделей складних систем, надбання навичок розробки алгоритмів імітації дискретно-подійних систем.

За результатами вивчення дисципліни студент повинен **набути досвід** з розробки та дослідження імітаційних алгоритмів моделей складних систем на базі універсальних мов програмування, а також з розробки модулів спеціалізованого програмного забезпечення для імітаційного моделювання дискретно-подійних систем.

Програмні результати навчання студента. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студент після засвоєння навчальної дисципліни повинен **знати**:

- методи та способи формалізації моделей складних систем,
- алгоритми імітації дискретно-подійних систем, їх верифікацію та валідацію,
- способи використання паралельних обчислень в моделюванні систем,
- методи визначення точності алгоритмів імітації та їх складності,
- методи експериментального дослідження імітаційних моделей систем,
- методи оптимізації дискретно-подійних систем,
- складові компоненти програмного забезпечення з моделювання систем,
- сучасні тенденції розвитку програмного забезпечення з моделювання систем.

Студент повинен **вміти**:

- складати формалізовані моделі систем,
- розробляти алгоритми імітації на основі подійного представлення функціонування системи,
- розробляти алгоритми імітації на основі представлення функціонування системи стохастичною мережею Петрі,
- розробляти алгоритми імітації з використанням Петрі-об'єктної технології,
- оцінювати точність та складність алгоритмів імітації,
- використовувати паралельні обчислення в алгоритмах імітації та експериментальному дослідженні моделей систем,
- розробляти графічні редактори мереж Петрі,
- виконувати експериментальне дослідження з моделями систем, у тому числі їх оптимізацію.

Згідно з вимогами освітньої програми вивчення дисципліни спрямоване на оволодіння студентом таких **компетентностей**:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК19. Здатність до аналізу і оптимізації інформаційних систем з використанням математичних та імітаційних моделей і методів

Програмні результати вивчення дисципліни забезпечують такі програмні результати освітньої програми:

ПРН 32. Використовувати методи математичного та імітаційного моделювання при розробці та проектуванні інформаційних систем

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

Вивчення дисципліни спирається на знання, отримані студентами при вивченні дисциплін «Основи програмування. Частина 2. Модульне програмування», «Теорія ймовірності», «Технології паралельних обчислень». Знання та навички, набуті студентом при вивченні дисципліни, використовуються в розробці дипломних проєктів здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньою програмою «Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем».

3. Зміст навчальної дисципліни

Передбачено виконання курсової роботи за темою «Імітаційна модель _____ (вказуєте модель у відповідності до завдання) на основі _____ (вказуєте, який формалізм застосували при розробці)». Виконання курсової роботи передбачає розробку імітаційного алгоритму у відповідності до обраного варіанту та експериментальне дослідження імітаційної моделі. Процес, для якого розробляється алгоритм імітації, та використовуваний при розробці моделі формалізм вибираються разом з викладачем у відповідності до обраного студентом рівня складності.

Для виконання курсової роботи кожному студенту видається завдання, що містить текстовий опис об'єкта моделювання і чисельні дані про змінні та параметри об'єкта моделювання, а також про впливи зовнішнього середовища, характеристики процесу функціонування об'єкта, що необхідно оцінити в процесі моделювання.

Завдання до курсової роботи складається з таких підзавдань:

- 1) розробити опис концептуальної моделі системи;
- 2) виконати формалізацію опису об'єкта моделювання в термінах визначеного у завданні формалізму;
- 3) розробити алгоритм імітації моделі дискретно-подійної системи у відповідності до побудованого формального опису;
- 4) для доведення коректності побудованого алгоритму виконати верифікацію алгоритму імітації;
- 5) визначити статистичні оцінки заданих характеристик моделі, що є метою моделювання;
- 6) спланувати і провести експериментальне дослідження моделі;
- 7) інтерпретувати результати моделювання та сформулювати пропозиції щодо поліпшення функціонування системи;
- 8) зробити висновки щодо складності розробки моделі та алгоритму імітації на основі використаного формалізму, отриманих результатів моделювання та їх корисності..

За результатами виконання курсової роботи оформлюється пояснювальна записка, що містить опис розробленого алгоритмічного і програмного забезпечення моделювання системи, результатів факторного експерименту з моделлю системи, рекомендацій по використанню моделі при дослідженні і розробці реальної системи, та документацію з алгоритмів і програм моделювання.

Пояснювальна записка оформлюється згідно вимог до оформлення технічної документації. Для складання пояснювальної записки рекомендуються наступні розділи:

Анотація (не менше 650 символів)

Ключові слова (не менше 3 словосполучень)

Вступ

1. Концептуальна модель системи.
2. Формалізована модель системи.
4. Алгоритмізація моделі системи та її комп'ютерна реалізація.
5. Експериментальне дослідження моделі системи.
6. Інтерпретація результатів моделювання, формулювання висновків та пропозицій.

Висновки

Додатки (лістинги програм, лістинги результатів моделювання, результатів проведення факторного експерименту)

Варіанти завдань містять опис системи, що моделюється (виробничої, обчислювальної, телекомунікаційної, інформаційної тощо), та мету моделювання.

Перелік завдань наведено у навчальному посібнику [1]. Приклади варіантів завдання:

Приклад 1. У вузол комутації повідомлень, що складає з вхідного буфера, процесора, двох вихідних буферів і двох вихідних ліній, надходять повідомлення з двох напрямків. Повідомлення з одного напрямку надходять у вхідний буфер, обробляються в процесорі, буферуються у вихідному буфері першої лінії і передаються по вихідній лінії. Повідомлення з другого напрямку обробляються аналогічно, але передаються по другій вихідній лінії. Застосований метод контролю потоків потребує одночасної присутності в системі не більш трьох повідомлень на кожному напрямку. Повідомлення надходять через інтервали 15 ± 7 мс. Час обробки в процесорі дорівнює 7 мс на повідомлення, час передачі по вихідній лінії дорівнює 15 ± 5 мс. Якщо повідомлення надходить при наявності трьох повідомлень у напрямку, то воно одержує відмову.

Визначити завантаження пристроїв і ймовірність відмови в обслуговуванні через переповнення буфера напрямку. Визначити зміни у функції розподілу часу передачі при знятті обмежень, внесених методом контролю потоків.

Приклад 2. На обробку до інформаційної системи приймаються три класи завдань А, В і С. Виходячи з наявності оперативної пам'яті комп'ютера завдання класів А і В можуть виконуватися одночасно. Тобто завдання класу А можуть виконуватися паралельно із завданням свого класу або із завданням класу В. Аналогічно, завдання класу В можуть

виконуватися паралельно із завданням свого класу або із завданням класу А. Завдання класу С монополізують інформаційну систему. Завдання класу А поступають через інтервали часу, які розподілені за експоненціальним законом з інтенсивністю 0,2 завдання/хвилину, класу В - з інтенсивністю 0,066 завдання/хвилину, класу С - в середньому через 15 хвилин і виконуються: клас А –протягом інтервалу часу, що є випадковою величиною, яка розподілена за експоненціальним законом з інтенсивністю 0,25 завдання/хвилину, клас В - з інтенсивністю 0,166 завдання/хвилину, клас С - з інтенсивністю 0,083 завдання/хвилину.

Дисципліна обслуговування визначається комбінацією пріоритетів завдань. Можливі такі комбінації:

- А – вищий, В – середній, С – низький;
- В – вищий, А – середній, С – низький;
- С – вищий, В – середній, А – низький;
- С – вищий, А – середній, В – низький;
- С – вищий, А і В – низький;

Метою моделювання є визначення впливу різних дисциплін обслуговування при різних значеннях інтенсивності надходження на такі параметри інформаційної системи:

- середній час обслуговування завдання в системі;
- середня кількість завдань, що очікують обслуговування;
- середній час очікування в чергах.

Курсова робота має бути виконана та захищена у відповідності до графіку захистів до кінця семестру. Захист робіт відбувається з доповіддю щодо результатів роботи (5-7 хвилин) в комісії з двох компетентних викладачів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Стеценко І.В. Моделювання систем. Курсова робота [Електронний ресурс]: рек. до виконання курсов. роботи: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем» спец. 121 Інженерія програмного забезпечення / І. В. Стеценко, О. Ю. Дифучина, А. Ю. Дифучин; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 109 с. (Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 1 від 26.09.2024 р.) <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/69544>
2. Стеценко І.В. Моделювання систем: навч. посіб. / І.В. Стеценко; М-во освіти і науки України, Черк. держ. технол. ун-т. – Черкаси: видавництво „Маклаут”, 2011. – 501с.
3. Томашевський В. М. Моделювання систем. - К: Видавнича група ВНУ, 2005. - 352 с.
4. Stetsenko, I.V., Dyfuchyn, A.: Petri-object Simulation: Technique and Software. Information, Computing and Intelligent Systems 1, 51-59 (2020). ISSN 2708-4930 <https://doi.org/10.20535/2708-4930.1.2020.216057>
5. Stetsenko I.V., Dyfuchyna O. (2019) Simulation of Multithreaded Algorithms Using Petri-Object Models. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 754. P.391-401. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91008-6_39

Допоміжна література

1. Kelton W.D., Sadowski R.P., Sadowski D.A. Simulation with Arena. New York: McGraw-Hill, 1998. 672 p.
2. Petri nets World site TGI group at the University of Hamburg, Germany [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/>
3. Petri Nets Tools Database Quick Overview <https://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/tools/quick.html> / accessed 11/03/2017
4. Stetsenko I.V. State equations of stochastic timed Petri nets with informational relations. Cybernetics and systems analysis, vol. 48, no. 5, pp. 784-797. (2012).
5. Stetsenko I.V., Dyfuchyn A. Petri-object Simulation: Technique and Software. Information, Computing and Intelligent Systems vol. 1, pp. 51-59. (2020). ISSN 2708-4930 <https://doi.org/10.20535/2708-4930.1.2020.216057>

6. Zeigler B., Praehofer H., Kim T. G. *Theory of Modeling and Simulation*. New York: Academic Press, 2000.

7. Jensen K. *Coloured Petri Nets: Modeling and Validation of Concurrent Systems* / K.Jensen, L.Kristensen - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000. 383p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Матеріали для вивчення дисципліни розміщені викладачем в електронному середовищі Moodle платформи дистанційного навчання «Сікорський» (дисципліна *Моделювання систем*, коротка назва *ws04jd*, сертифікат ДК № 0097, затверджений Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського, протокол № 8 від 02.06.2023 р). Контент платформи доступний із будь-якого місця в мережі Інтернет зареєстрованому на курс студенту. Навчальний курс в середовищі Moodle містить вказівки до виконання курсової роботи у вигляді презентації та відеозапису лекції з поясненнями до курсової роботи, перелік завдань до курсової роботи з градацією по рівням складності та весь теоретичний матеріал, необхідний для виконання завдання курсової роботи.

Виконання курсової роботи поділено на частини, які можуть здаватись студентом по мірі виконання курсової роботи: розробка концептуальної моделі, розробка формалізованої моделі, реалізація імітаційної моделі, проведення експериментального дослідження на моделі. Викладач має можливість вже на перших кроках виконання завдання виявити та вказати на помилки в розробці.

Рекомендації щодо термінів кожного етапу виконання курсової роботи наведені у таблиці.

Таблиця 1 – Графік виконання курсової роботи

№ з/п	Назва етапу виконання роботи	Тиждень навчального семестру, відведений на виконання етапу роботи	Форма звітності
1	Отримання індивідуального завдання на курсову роботу	1-4	Затвердження теми
2	Розробка концептуальної моделі системи	4-5	Оформлення відповідного розділу курсової роботи
3	Розробка формалізованої моделі системи	6-7	Модуль програмного забезпечення
4	Алгоритмізація моделі системи та її комп'ютерна реалізація	8-10	Модуль програмного забезпечення
5	Експериментальне дослідження моделі системи	11-12	Результати тестування у вигляді тексту чи таблиці
6	Інтерпретація результатів моделювання, формулювання висновків та пропозицій	13	Результати експериментального дослідження у вигляді тексту чи таблиці
7	Оформлення пояснювальної записки	14	Текст пояснювальної записки, оформлений у відповідності до вимог

8	Захист курсової роботи.	15	Публічний захист з презентацією результатів курсової роботи
---	-------------------------	----	---

Виконане завдання курсової роботи студент здає у навчальний дистанційний курс на платформі «Сікорський» по мірі виконання. Результати перевірки можна передивитись у коментарях до оцінки, у файлі прикріпленому, а також у журналі дисципліни.

Курсова робота має бути виконана та захищена в строк за 2 тижні до кінця семестру. Захист роботи відбувається з презентацією цієї роботи (4-6 хвилин) в комісії викладачів з двох осіб.

В умовах дистанційного навчання усі види занять проводяться з використанням Zoom та Google Meet.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Матеріали для самостійного вивчення освітнього компонента розміщені викладачем в електронному вигляді в середовищі Moodle платформи дистанційного навчання «Сікорський». Контент платформи доступний із будь-якого місця в мережі Інтернет. До самостійної роботи студента відноситься розробка програми у відповідності до завдання курсової роботи, робота з документацію та тьюторіалом програмного забезпечення, оформлення пояснювальної записки до курсової роботи, а також опрацювання додаткового теоретичного матеріалу та додаткової літератури. На самостійну роботу студент має витрати кількість годин, що дорівнює 1 кредиту.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Студент має виконувати завдання на курсову роботу протягом семестру від початку отримання завдання у перші три тижні семестру. Затвердження теми, керівника та дати захисту курсової роботи відбувається у перші три тижні семестру. Після затвердження теми курсової роботи та її керівника вони не можуть бути змінені.

Завдання на курсову роботу ранжовані за рівнем складності: А – до 100 балів, В – до 94 балів, D – до 74 балів. Отримана за результатом виконання роботи оцінка не може перевищувати оцінку, що відповідає його складності.

Планування днів захисту відбувається таким чином, щоб розподілити захисти по 8-10 робіт у дні, коли така комісія може бути зібрана. Роботи з низькою складністю плануються на захисти у більш ранні дати захистів, а роботи з високою складністю – на більш пізні (оскільки потребують більше зусиль на їх виконання). За складання графіку захистів в комісіях відповідає лектор.

Дата подання курсової роботи на перевірку має бути не пізніше ніж за 10 днів до дня захисту. Вчасно подані роботи мають найвищий пріоритет при перевірці керівником. Керівник зобов'язаний перевірити вчасно подану курсову роботу до дня захисту. Кількість перевірок курсової роботи обмежена виключно термінами її підготовки до визначеного дня захисту та загалом термінами виставлення оцінки у залікову відомість. За згодою студента, керівника та членів комісії день захисту може бути змінений як на більш ранній (у разі готовності роботи до захисту), так і на більш пізній. Рекомендовано подання розроблених розділів курсової роботи по мірі їх готовності, що сприяє вчасному виявленню помилок в розробці алгоритму.

Подання курсової роботи здійснюється в дистанційному курсі «Технології паралельних обчислень», де фіксуються дата подання та результати перевірки керівником.

Оцінювання розділів курсової роботи відбувається тільки за умови відповідності їх оформлення встановленим вимогам.

Для допуску до захисту курсова робота має набрати **не менше ніж 30 балів з 50 балів** за результатами перевірки у керівника курсової роботи. Робота, яка не набрала достатню кількість балів, має бути доопрацьована студентом. Якщо доопрацьована робота буде подана до запланованого дня захисту і отримає достатню кількість балів для захисту, то вона отримує допуск до захисту. Інакше, за умови наявних місць на захистах в комісії, призначається пізніша дата захисту. Якщо усі дні запланованих комісій вичерпані, то захист переноситься на додаткову сесію.

У разі виявлення порушення академічної доброчесності курсова робота не допускається до захисту в основну сесію (у відомості буде зазначено «усунено»). Студент може доопрацювати роботу і висунути її на захист на додатковій сесії.

Під час модульного контролю виставляється накопичений на дату проведення контролю бал.

Публічний захист курсової роботи проводиться в комісії з проведення семестрового контролю і складається з доповіді студента (5 хвилин) та відповідей його на запитання членів комісії (5-10 хвилин). У разі виявлення грубої помилки в розробці алгоритму або у разі виявлення порушення академічної доброчесності комісія може відхилити захист курсової роботи. Для роботи, захист якої відхилено, приймається рішення щодо її розгляду у більш пізні дати захистів або на додатковій сесії у разі доопрацювання у відповідності до наданих зауважень та рекомендацій.

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

Поточний контроль: перевірка дотримання графіку виконання курсової роботи та якості виконаних частин завдання

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання курсової роботи.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю (захисту курсової роботи в комісії викладачів): 30 балів з 50 за результатами перевірки роботи керівником курсової роботи.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за результатами:

- 1) розробки програмного забезпечення у відповідності до індивідуального завдання;
- 2) оформлення пояснювальної записки до курсової роботи;
- 3) прилюдного захисту з презентацією результатів курсової роботи.

Стартова складова оцінки містить результат перевірки поданої курсової роботи керівником. Складова захисту курсової роботи – результат оцінювання захисту роботи в комісії з проведення семестрового контролю. До відомості семестрового контролю викладач вносить оцінку, що складається з суми стартових балів та балів за захист курсової роботи. Набрана кількість балів **не може перевищувати максимальну кількість балів завдання обраної складності.**

Розподіл балів між частинами завдання:

№ з/п	Назва розділу курсової роботи	Всього	Кількість балів по видах діяльності		
			Розробка програмного забезпечення	Оформлення пояснювальної записки	Захист
Стартова складова (50 балів)					
1	Вступ	0,25	-	0,25	
2	Розділ 1. Концептуальна модель системи	2	-	2	-
3	Розділ 2. Формалізована модель системи	5	4	1	-

№ з/п	Назва розділу курсової роботи	Всього	Кількість балів по видах діяльності		
			Розробка програмного забезпечення	Оформлення пояснювальної записки	Захист
4	Розділ 3. Алгоритмізація моделі системи та її комп'ютерна реалізація	25	23	2	-
5	Розділ 4. Експериментальне дослідження моделі системи	15	13	2	-
6	Розділ 5. Інтерпретація результатів моделювання, формулювання висновків та пропозицій	2	-	2	-
7	Висновки	0,25	-	0,25	-
8	Список використаних джерел	0,25	-	0,25	-
9	Додатки	0,25	-	0,25	-
Складова захисту (50 балів)					
1	Доповідь	5	-	-	5
2	Рівень володіння матеріалом	20	-	-	20
3	Відповіді на запитання членів комісії	25	-	-	25
	Всього балів	100	40	10	50

Підсумкова оцінка переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів / Інший результат виконання	Оцінка / Відмітка у відомості семестрового контролю
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено
Порушення академічної доброчесності	Усунено
Курсова робота не була захищена	Не з'явився

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Перелік спеціалізованого програмного забезпечення, що може використовуватись при виконанні курсової роботи.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор кафедри ІПІ, д.т.н., професор Стеценко Інна Вячеславівна, ст. викладач кафедри ІПІ, Ph.D. Дифучин А.Ю., ст. викладач кафедри ІПІ, Ph.D. Дифучина О.Ю., ст. викладач кафедри ІПІ, Ph.D. Стельмах О.П.

Ухвалено кафедрою ІПІ (протокол № 16 від 23.06.2025р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 27.06.2025р.)