



# МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЄКТУВАННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 - Механічна інженерія
Спеціальність	131 - Прикладна механіка
Освітня програма	Усі освітні програми спеціальності «Прикладна механіка»
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4,5 кредити ЄКТС, 135 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	Лекції – 36 год., практичні – 18 год., за розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: доктор технічних наук, професор Пасічник Віталій Анатолійович Кафедра: Корпус КПІ 22, кімната 611, тел. (044)204-82-55 пошта: <a href="mailto:v.pasichnyk@kpi.ua">v.pasichnyk@kpi.ua</a> Практичні: д-т. техн. наук., проф. Пасічник В.А., канд. техн. наук, доц. Красновид Д.О.
Розміщення курсу	Ресурс «Електронний кампус»

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Методологія проєктування» є однією з базових у розумінні й практичному застосуванні загальних принципів і методів проєктування складної високотехнологічної продукції машинобудування.

**Метою дисципліни** є засвоєння основ проєктування складної високотехнологічної продукції машинобудування та уміння їх застосовувати у своїй практичній діяльності під час проєктування, виготовлення, сертифікації та експлуатації.

**Предмет навчальної дисципліни.** Методи, технології та системи автоматизації у проєктуванні складної високотехнологічної продукції машинобудування.

У результаті вивчення дисципліни студент набуде наступних компетентностей:

#### Здатність

- Проводити дослідження на відповідному рівні
- Застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та урахуванням наявних обмежень та застосовувати відповідні наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки, пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог

- Описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук
- Розробляти фізичні та математичні моделі процесів формоутворення, розробляти методики проведення експериментів, вирішувати оптимізаційні задачі в наукових та прикладних дослідженнях
- Розробляти фізичні та математичні моделі процесів формоутворення, розробляти методики проведення експериментів, вирішувати оптимізаційні задачі в наукових та прикладних дослідженнях

#### **Уміння**

- Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу її виготовлення
- Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні
- Виконувати геометричне моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем, обґрунтовувати власну інтерпретацію одержуваних результатів на основі сучасних уявлень механічної інженерії та суміжних галузей знань
- Використовувати сучасні методи визначення оптимальних параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації
- Розробляти та проектувати вироби з урахуванням особливостей сучасного конструкторського та технологічного забезпечення в інженерному дизайні
- Розробляти та аналізувати моделі процесів інженерного дизайну та забезпечуючих їх процесів формоутворення

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

Дисципліна «Методологія проектування» базується компетентностях першого (бакалаврського) рівня вищої освіти в галузі механічної інженерії.

У свою чергу дисципліна «Методологія проектування» є базою для подальшої наукової роботи за темою магістерської дисертації та її безпосереднього виконання.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Вступ до методології проектування**

*Тема 1.1* Методологія проектування технічних систем

### **Розділ 2. Системи і системний інжиніринг**

*Тема 2.1* Життєвий цикл продукції та моделі його представлення

*Тема 2.2* Розуміння систем і представлення систем через моделі

*Тема 2.3* Системний підхід в системному інжинірингу

### **Розділ 3. Системний інжиніринг і менеджмент**

*Тема 3.1* Допуски форми та розташування поверхонь.

*Тема 3.2* Опис концепцій і систем

*Тема 3.3* Реалізація та використання систем

*Тема 3.4* Менеджмент системного інжинірингу

*Тема 3.5* Менеджмент та стандарти систем життєвого циклу продукції та сервісу

### **Розділ 4 Застосування системного інжинірингу**

*Тема 4.1* Системна інженерія випуску продукції

**Тема 4.2** Системна інженерія сервісних систем

**Тема 4.3** Системна інженерія підприємства

#### **Розділ 5 Стимулювання системного інжинірингу**

**Тема 5.1** Стимулювання бізнесу та підприємств

**Тема 5.2** Стимулювання команд і особистостей

#### **Розділ 6 Методи активізації пошуку інноваційних технічних рішень**

**Тема 6.1** Методи проектування «Чорна скринька»

**Тема 6.2** Метод мозкового штурму

**Тема 6.3** Методи аналогії та інверсії

**Тема 6.4** Методи морфологічного аналізу і контроль-них запитань

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **Базова література**

- Richard D. Adcock. System Engineering Body of Knowledge (SEBoK). VKCASE, 2015. – 1019 p.
- Джонс Дж. К. Методы проектирования / Пер. с англ. – 2-е изд., доп. — М.: Мир, 1986. — 326с.

#### **Додаткова література**

- Hubert Anton Moser. Systems Engineering, Systems Thinking, and Learning. A Case Study in Space Industry // Springer International Publishing Switzerland 2014, 342 p. (DOI 10.1007/978-3-319-03895-7)
- The Engineering Design Of Systems. Models And Methods. Third Edition / Dennis M. Buede, William D. Miller // 2016 by John Wiley & Sons, Inc. 581 p. (ISBN: 9781119027904)
- Орлов П. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х кн. Кн. 1. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – 624 с.
- Spacecraft Systems Engineering. Fourth Edition. Edited by Peter Fortescue, Graham Swinerd, John Stark // 2011, John Wiley & Sons, Ltd. 710 p. (ISBN 978-0-470-75012-4)
- Routledge Handbook Of Sustainable Product Design. Edited by Jonathan Chapman // Taylor & Francis Group, 2017. 585 p. (ISBN 9781315693309 ebook).
- Амиров Ю. Д. Основы конструирования: Творчество-стандартизация-экономика. Справочное пособие. - М.: Изд-во стандартов, 1991. – 392 с.

Наведена література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського та у мережі інтернет.

## **Навчальний контент**

### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

#### **Лекційні заняття**

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- Методологія проектування як системна інженерія. Економічна цінність системної інженерії. Системна інженерія: історичні передумови та майбутні виклики. Системна інженерія та інші дисципліни.
- Основи системної інженерії. Основи систем. Що таке система? Типи систем, групування систем, складність, виникнення. Наука про системи. Історія наук про системи. Системні підходи. Системне мислення. Що таке системне мислення? Концепції системного мислення. Принципи системного мислення. Моделі системного мислення.
- Представлення систем моделями. Що таке модель? Чому модель? Типи моделей. Концепції моделювання системи. Стандарти моделювання. Інтеграція допоміжних аспектів у системні моделі. Стандарти моделювання.
- Огляд системного підходу. Контекст інженерної системи. Виявлення та розуміння проблем та можливостей. Синтезування можливих рішень. Аналіз та вибір між альтернативними рішеннями. Впровадження та підтвердження рішення. Розгортання,

використання та підтримка систем для вирішення проблем. Відповідальність зацікавлених сторін. Застосування системного підходу.

- Вступ до процесів життєвого циклу. Моделі життєвого циклу. Визначення поняття. Визначення системи. Реалізація системи. Розгортання та використання системи. Управління системою інженерії. Управління життям продуктів і послуг. Стандарти інженерних систем.
- Визначення концепції. Аналіз бізнесу або місії. Вимоги і потреби зацікавлених сторін. Визначення системи. Системні вимоги. Архітектура системи. Розробка моделі логічної архітектури. Розробка моделі фізичної архітектури. Проектування системи. Системний аналіз.
- Впровадження системи. Інтеграція системи. Верифікація системи. Валідізація системи. Розгортання та використання системи. Розгортання системи. Робота системи. Обслуговування системи. Логістика.
- Планування. Оцінка та контроль. Управління ризиками. Вимірювання. Управління рішеннями. Керування конфігурацією. Управління інформацією. Управління якістю.
- Управління життям продуктів і послуг. Продовження терміну служби. Оновлення можливостей, оновлення та модернізація. Утилізація та вибуття. Системи інженерних стандартів. Відповідні стандарти. Вирівнювання та порівняння стандартів. Застосування стандартів інженерних систем.
- Інжиніринг систем продуктів. Системна інженерія виробництва. Продукту як основа системи. Ділова діяльність, пов'язана з проектуванням систем продуктів. Ключові аспекти інжинірингу систем продуктів. Спеціальні види інженерії систем продуктів.
- Інжиніринг систем обслуговування. Фон систем обслуговування. Основи послуг. Властивості послуг. Область інжинірингу систем обслуговування. Значення інженерії систем обслуговування. Етап обслуговування інженерних систем.
- Системна інженерія підприємства. Основи інженерії систем підприємства. Підприємство як система. Ділова діяльність. Ключові поняття інженерії систем підприємства. Діяльність процесу інженерії систем підприємств. Управління можливостями підприємства.
- Розвиток підприємств і підприємств. Організаційна стратегія системної інженерії. Визначення необхідних інженерних можливостей систем у підприємствах та підприємствах. Організація бізнесу та підприємств для виконання системної інженерії. Оцінювання інженерних характеристик систем бізнесу та підприємств. Розвиток системних інженерних можливостей у бізнесі та підприємствах. Культура бізнесу і виробництва.
- Розвиток команд. Можливості команди. Динаміка команди. Технічне лідерство в інженерії систем. Розвиток особистостей. Ролі та компетенції. Розподіл ролей системного інжинірингу. Відповідність компетенцій ролям, Актуальні моделі компетенцій. Оцінювання індивідів. Визначення рівня індивідуальної кваліфікації та якості виконання. Індивідуальний розвиток. Набуття компетенцій системного інжинірингу. Етика поведінки та стандарти етики та їх застосування до окремих осіб та організацій.
- Поняття моделі чорної скриньки. Визначення вхідних і вихідних параметрів. Застосування статистичного, емпіричного і методу проб і помилок.
- Суть і задачі методу мозкового штурму. Правила проведення мозкового штурму. Склад групи, Сеанси мозкового штурму. Опрацювання результатів.
- Суть методу аналогії. Прямі аналогії (реальні). Суб'єктивні аналогії (емпатія). Символічні аналогії (абстрактні). Фантастичні аналогії (нереальні).
- Суть і застосування методу морфологічного аналізу. Суть і застосування методу контрольних запитань.

## Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань та набуття досвіду практичного виконання проектно-конструкторських робіт з проектування складних технічних систем та пошуку інноваційних рішень.

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

- Методологія проектування технічних систем
- Розуміння систем і представлення систем через моделі
- Життєвий цикл продукції та моделі його представлення
- Менеджмент та стандарти систем життєвого циклу продукції та сервісу
- Стимулювання команд і особистостей
- Методи проектування «Чорна скринька»
- Метод мозкового штурму
- Методи аналогії та інверсії
- Методи морфологічного аналізу і контрольних запитань

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

### Контрольні роботи

Метою проведення контрольних робіт є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів кредитного модуля.

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робіт по 1 год. кожна. Контрольна робота-1 виконується за розділами 1 і 2. Контрольна робота-2 виконується за розділами 3, 4 і 5.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Відвідування практичних занять є обов'язковим. У разі відсутності студента на практичних заняттях, у тому числі і за станом здоров'я, йому необхідно виконати індивідуальне завдання за пропущеною темою.

Відвідування модульних контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання контрольної роботи на вищу оцінку є неможливим.

#### Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

#### 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>

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

#### Практичні заняття (r1)

Ваговий бал однієї практичного заняття – 5 балів, з них 2 бали – експрес-контроль (письмове опитування), 3 бали – активність під час практичної заняття (табл. 1, табл. 2). Мінімальна кількість

балів, яка повинна бути набраною, щоб практичне заняття вважалось зарахованим – 3,0 бали. Максимальна кількість балів за всі практичні роботи:

$$r1 = 5 \text{ балів} \times 8 = 40 \text{ балів.}$$

#### Рейтингові бали за експрес-контроль до практичного заняття\*

Таблиця 1

Бали	Критерії оцінювання
2,0	Вірна, вичерпна відповідь на всі питання опитування
1,0	Вірна відповідь більшість питань опитування
0,0	Вірна відповідь менше, ніж 50% питань

#### Рейтингові бали за захист лабораторної роботи\*

Таблиця 2

Бали	Критерій оцінювання
3,0	Активна участь в дискусії, змістовні, аргументовані виступи
2,0	Участь у дискусії, виступ за темою
1,0	Участь у дискусії
0,0	Пасивні участь або відсутність на практичному занятті*

\* За умови відсутності на практичному занятті з поважної причини студент має право виконати завдання експрес-контролю (не більше одного за один раз) та отримати індивідуальне завдання, яке максимально може бути оцінене до 3-х балів.

#### Контрольні роботи (r2)

Одна контрольна робота складається з трьох завдань.

Ваговий бал однієї контрольної роботи – 30.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 3.

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r2 = 30 \text{ балів} \times 2 = 60 \text{ балів}$$

#### Рейтингові бали за контрольну роботу

Таблиця 3

Бали	Критерій оцінювання
60	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
50	Вірна відповідь на 80 % питань
40	Вірна відповідь на 70 % питань
30	Вірна відповідь на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

#### Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл. 4), які додаються або віднімаються від суми вагових балів усіх контрольних заходів. Загальна сума штрафних балів не може перевищувати  $60 \times 0,1 = (-6)$  балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати  $60 \times 0,1 = (+6)$  балів.

Таблиця 4

Дія	Бали
Відсутність на практичному занятті	мінус 1 бал (але в сумі не більш, ніж мінус 6)
Підготовка заявки на винахід або на корисну модель, або подая заявку на фестиваль інноваційних проєктів Sikorsky Challenge за темою магістерської дисертації	плюс 6 балів (але в сумі не більш, ніж плюс 6)

## Умови рубіжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 7 балів (на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів студент максимально може отримати 15 балів).

Для отримання «зараховано» з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 18 балів (на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів студент максимально може отримати 35 балів).

## Критерії залікового оцінювання

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі.

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань (рис. 1).

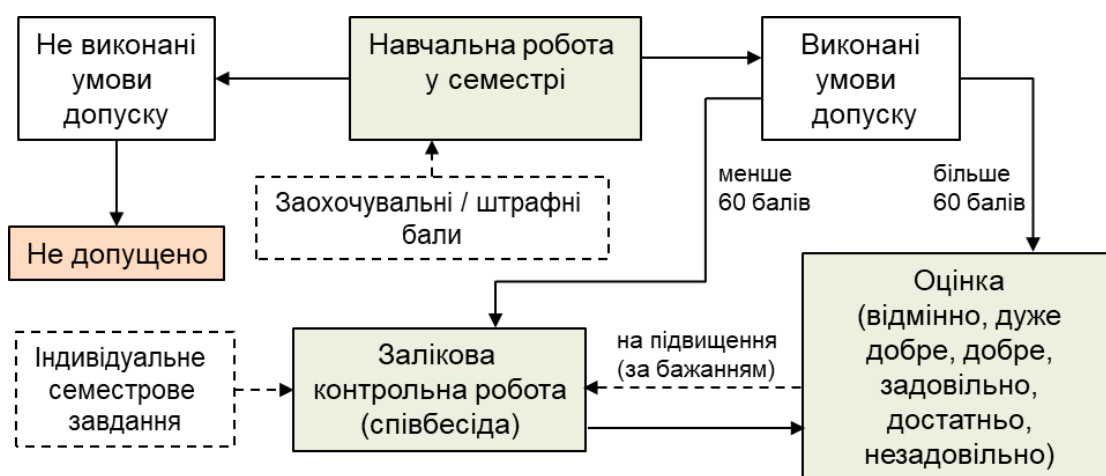


Рис. 1 – Блок-схема функціонування РСО з дисципліни

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

У цьому випадку бали, отримані за індивідуальну роботу залишаються, а бали отримані за модульні контрольні роботи скасовуються.

Залікове зняття проводиться у вигляді усної співбесіди або залікового завдання. Залікове завдання складається з шести питань з різних розділів. Кожне питання максимально оцінюється згідно табл. 5 (максимально 10 балів за кожне питання). Максимальна кількість балів отриманих за залікову контрольну роботу складає 60 балів:

$$R3 = 10 \text{ балів} \times 6 \text{ питань} = 60 \text{ балів.}$$

Критерій залікового оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета за табл. 5.

Таблиця 5

### Кількість балів за одне завдання білета

Бали	Критерій оцінювання
10	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
9,0	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення

8,0	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
7,0	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
6,0	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання, не може пояснити результати
0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня

### Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

1. За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних та штрафних балів без залікової контрольної роботи:

$$R = r1 + r2 = 40 + 60 = 100 \text{ балів}$$

2. За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних та штрафних балів із заліковою контрольною роботою:

$$R = r1 + r3 = 40 + 60 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку (табл. 6).

Таблиця 6

**Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки**

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95 ... 100	Відмінно
85 ... 94	Дуже добре
75 ... 84	Добре
65 ... 74	Задовільно
60 ... 64	Достатньо
Менше 60 балів	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склав:

Професор кафедри конструювання машин, доктор технічних наук

Віталій ПАСІЧНИК

**Ухвалено** кафедрою конструювання машин (Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ )

**Погоджено** методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ )