



КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технологія машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркові</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна(вечірня)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>165 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=1259f3d4-d61d-4d4b-ae95-d788e4afcad4</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., доц. Воронцов Б.С., voronts@gmail.com Практичні / Семінарські: - Лабораторні: д.т.н., доц. Воронцов Б.С., voronts@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://bbb.kpi.ua/, Telegram, EK, Google classroom, тощо</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дана дисципліна складається з одного кредитного модуля, який є основою для підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних вирішувати базові науково-технічні задачі в області моделювання параметрів технологічних процесів виготовлення різних деталей та машин в машинобудівному виробництві, створення математичних та імітаційних моделей процесів і обладнання, планування експериментальних досліджень та використання методик їх математичної обробки, моделювання роботи технологічних виробничих систем, використання інформаційних технологій при розробці нових технологій та виробів машинобудування.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей розв'язання наступних типових задач: змістовний аналіз технологічних систем з метою правильного вибору методу оптимізації або моделювання; визначати сучасні методи прикладної багатокритеріальної оптимізації технологічних і технічних систем; визначати прикладні методи багатofакторного математичного моделювання технологічних і технічних систем; системна постановка та вирішення прикладних задач по технологічних процесах. Фахово розумітись в наступних питаннях: основи теорії моделювання систем; принципи системного підходу при моделюванні; основні поняття моделювання параметрів технологічних систем; методологію комп'ютерного моделювання систем; методи побудови математичних моделей; методи моделювання виробничих систем; комп'ютерні технології в задачах моделювання; основи моделювання систем штучного інтелекту.

Також студент може професійно: формалізувати задачі моделювання параметрів технологічних систем; використовувати методи чисельного моделювання параметрів технологічних систем; планувати експериментальні дослідження систем та виконувати обробку результатів методами регресійного аналізу; моделювати технологічні параметри з

використанням методів теорії подібності та аналізу розмірностей; моделювати параметри технологічних систем методами групового врахування аргументів; моделювати технологічні параметри методами штучних нейронних мереж; моделювати роботу технологічних систем методами теорії графів; моделювати роботу технологічних систем методами мереж масового обслуговування.

Основні завдання навчальної дисципліни, згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають отримати наступні програмні компетенції:

ФК1 Здатність 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.

ФК2 Здатність описати, класифікувати та змодельовувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК3 Здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи.

ФК4 Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

ФК6 Здатність виконувати дослідження процесів, застосовувати відповідні математичні методи та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань, розробляти методики проведення експериментів.

Та продемонструвати такі програмні результати навчання:

РН 2 Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

РН 4 Використовувати сучасні методи визначення оптимальних параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.

РН 5 Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

РН 7 Зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проектів, доносити власні висновки, аргументи та пояснення державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня.

РН 8 Вчитися і оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН 11 Розробляти управлінські та/або технологічні рішення за невизначених умов та вимог, оцінювати і порівнювати альтернативи, аналізувати ризики, прогнозувати можливі наслідки

РН 15 Проводити експериментальні і комп'ютерні дослідження із застосуванням методів планування експерименту і математичного моделювання.

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

Для вивчення даної дисципліни необхідно вивчити наступні дисципліни: вища математика, інженерна та комп'ютерна графіка, обладнання механообробних цехів, технологія машинобудування, складальні процеси в машинобудуванні, автоматизоване проектування, основи тривимірного моделювання, теорія автоматичного управління

технологічними системами, основи наукових досліджень, автоматизовані системи організації та управління виробництвом, теорія планування експериментів.

Ця дисципліна є однією із базових дисциплін для виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість (кредитів) годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні	СРС
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Моделювання виробничої лінії.	9	2	-	2	5
Тема 2. Створення власного класу об'єктів	9	2	-	2	5
Тема 3. Методи розподілу завантаження між верстатами.	9	2	-	2	5
Тема 4. Створення власної стратегії розподілення деталей.	9	2	-	2	5
Тема 5 Моделювання виробничої лінії з робітниками.	9	2	-	2	5
Тема 6. Моделювання роботи робітників цеху.	9	2	-	2	5
Тема 7. Моделювання в режимі 3D.	9	2	-	2	5
Тема 8. Орієнтування заготовок та об'єктів цеху.	9	2	-	2	5
Тема 9. Знайомство з анімацією та 3D моделюванням виробничих процесів в програмі Tecnomatix Plant Simulation.	9	2	-	2	5
Тема 10. Створення моделі в ієрархічному порядку.	9	2	-	2	5
Тема 11. 3D: анімовані об'єкти.	9	2	-	2	5
Тема 12. Методи організації руху працівників в цеху.	9	2	-	2	5
Тема 13. Методи створення візуально привабливої 3D моделі.	9	2		2	5
Тема 14. Професійна анімація об'єктів.	9	2		2	5
Тема 15. Екпериментальні дослідження у менеджері з дослідів у середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation.	12	2		2	8
Тема 16. Використання бібліотеки «Cranes and More» у імітаційній моделі	9	2		2	5
Тема 17. Робота та використання портального крану	9	2		2	5

Тема 18. Методи вивчення витрат робочого часу спостереженням	9	2		2	5
Іспит					
Всього годин	165	36	-	36	93

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. *Bangsow S. Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk: Usage and Programming with Examples and Solutions / Steffen Bangsow. – Berlin: Springer - 2010. – 300 p.*
2. *Mes M.R.K. Simulation Modelling using Practical Examples: A Plant Simulation Tutorial / Martijn R.K. Mes. – Enschede: University of Twente, 2017. - 192 p.*
3. *Tecnomatix Plant Simulation: Compact Student Training. - Siemens PLM Software, 2017. – 177 p.*
4. *Абрамова И.Г. Имитационное моделирование организации производственных процессов машиностроительных предприятий в инструментальной среде Tecnomatix Plant Simulation: Лабораторный практикум / И. Г. Абрамова, Н. Д. Проничев, Д. А. Абрамов, Т. Н. Коротенкова. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2014. – 80с.*
5. *Рамзаева Е.А., Смелов В.Г., Кокарева В.В. Имитационное моделирование производственных систем предприятия Tecnomatix Plant Simulaton: Метод. указания к лаб. работам / Е.А. Рамзаева, В.Г. Смелов, В.В. Кокарева. – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева, 2013. – 51 с.*

Додаткова література

1. *Калачев О.Н., Синяева А.Н. Имитационное моделирование в Tecnomatix Plant Simulation 11 в учебном процессе / О.Н. Калачев, А.Н. Синяева // CAD/CAM/CAE Observer. - № 2 (94). – 2015. – С. 75-78.*
2. *Furmannova.B., Gabajova.G., Vavřík.V. Design of logistic system using Tecnomatix software / Beata Furmannova, Gabika Gabajova, Vladimír Vavřík. – 2019. – Режим доступа: <https://doi.org/10.24132/PI.2019.08948.043-049>.*
3. *Siderska J. Application of Tecnomatix Plant Simulation for modeling production and logistics processes / Julia Siderska // Business, Management and Education, 2016. - №14(1). - P. 64–73.*
4. *Ильин Р.А., Бусаров Е.И., Шурыгин А.Ю. Имитационное моделирование производственной системы с применением программного продукта TECNOMATIX Plant Simulation / Р.А. Ильин, Е.И. Бусаров, А.Ю. Шурыгин // Технические науки - от теории к практике. – Новосибирск: СибАК. - 2016. –№ 1(49). - С. 104 – 111.*
5. *Use plant simulation and throughput optimization to improve manufacturing performance. - Режим доступа: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/manufacturing-planning/plant-simulation-throughput-optimization.html>*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1.. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лекція 1

	<p>Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Основні стадії проектування виробничих систем. Методологія імітаційного моделювання. Основні цілі і завдання імітаційного моделювання. Побудова фізичної моделі виробничої системи. Верифікація фізичної моделі виробничої системи. Побудова логічної моделі. Проектування матеріальних потоків. Аналіз результатів імітаційного моделювання. Моделювання виробничої лінії. Підготовка імітаційної моделі. Імітація виробничого процесу. Аналіз результатів імітації і корекція моделі. [1,2,3].</p>
2	<p>Лекція 2</p> <p>Тема 2. Створення власного класу об'єктів. Перейменування класу об'єктів. Додавання нового класу об'єктів. Розміщення необхідних об'єктів у робочій зоні. З'єднання об'єктів. Розміщення діаграми в робочій зоні. Зміна властивості об'єкту. Результати діаграми після зміни властивостей класу об'єктів. Редагування властивостей об'єкту. Збільшення пропускної здатності об'єкту. [1,2,5].</p>
3	<p>Лекція 3</p> <p>Тема 3. Методи розподілу завантаження між верстатами. Розміщення необхідних об'єктів у робочій зоні. Встановлення часу оброблення однієї деталі на верстаті. Вибір стратегії для першого верстата. Розподіл завантаження між об'єктами. Вибір необхідних об'єктів для формування звіту. Звіт статистичних даних. [1,2].</p>
4	<p>Лекція 4</p> <p>Тема 4. Створення власної стратегії розподілення деталей. Підготовка імітаційної моделі. Налаштування ємності об'єкту. Імітація виробничого процесу. Аналіз результатів імітації та корекція моделі. Програмування стратегії розподілення. Аналіз результатів імітації зі створеною стратегією розподілення деталей. [1, 2, 3, 4].</p>
5	<p>Лекція 5</p> <p>Тема 5 Моделювання виробничої лінії з робітниками. Підготовка імітаційної моделі. Імітація виробничого процесу. Аналіз результатів імітації та корекція моделі. Активація можливості роботи працівника на ділянці. Збільшення кількості робітників. Зміна конфігурації роботи працівників на ділянках. [1, 2, 3].</p>
6	<p>Лекція 6</p> <p>Тема 6. Моделювання роботи робітників цеху. Модель виробничої лінії. Вибір робочого місця. Налаштування послуг. Налаштування підтримки послуг. [1, 2].</p>
7	<p>Лекція 7</p> <p>Тема 7. Моделювання в режимі 3D. Створення нової моделі. Зміна виду. Переміщення інтерфейсу. Створення об'єкта і вибір класу. Прив'язки за замовчуванням. Приближення і віддалення. Переміщення по осям координат. Зміна параметрів побудови. Зміна параметрів розташування об'єкта. Зміна назви об'єкта. [1, 2, 4].</p>
8	<p>Лекція 8</p> <p>Тема 8. Орієнтування заготовок та об'єктів цеху. Підготовка імітаційної моделі. Відкриття готової моделі. Ділянка цеху в режимі 3D. Видозміна ділянки цеху. Початок побудови лінії конвеєру. Поворот лінії конвеєру. Відображення</p>

	<i>траєкторії конвеєрної лінії. Задання висоти конвеєру. Отриманий результат моделювання. [1, 2, 5].</i>
9	<i>Лекція 9 Тема 9. Знайомство з анімацією та 3D моделюванням виробничих процесів в програмі Tecnomatix Plant Simulation. Вибір редагування 3D характеристики верстата. Задання параметрів верстата. Переміщена заготовка в довільному напрямі. Редагування 3D - характеристик заготовки. Створення контейнера. Зміна параметрів необхідного контейнера. Відкриття властивостей контейнеру із заготовками. [1, 2].</i>
10	<i>Лекція 10 Тема 10. Створення моделі в ієрархічному порядку. Вибір огорожі. Видалення частини огорожі. Створення нового верстата. Послідовне розміщення верстатів. Відображення кількості деталей на верстатах. [1,2].</i>
11	<i>Лекція 11я Тема 11. 3D: анімовані об'єкти. Задання маршруту для руху. Задання маршруту для повернення в початкову точку. Задання часу для верстата. Написання коду. Запуск в дію анімацію. [1,2,5].</i>
12	<i>Лекція 12 Тема 12. Методи організації руху працівників в цеху. Створення робочих місць. З'єднання об'єктів моделі. Обмежувальні рамки. Розміщення кубоїдів. Візуалізація процесу. Зміна параметрів. [1,2].</i>
13	<i>Лекція 13 Тема 13. Методи створення візуально привабливої 3D моделі. Модель виробничої лінії. Створення стін. Задання значення параметрів стін виробничого цеху. Введення значення параметрів підлоги в цеху. Створеної шафи, стелажа, виробничої платформи, сходин, огорожі виробничого цеху. Редагування властивостей. [1, 2].</i>
14	<i>Лекція 14 Тема 14. Професійна анімація об'єктів. Створення нової моделі. Вибір режиму перегляду. Вимкнення орієнтації групи станів. Створення 3D – моделі нового верстату та інструменту для нього. Написання коду анімації. [1, 2].</i>
15	<i>Лекція 15 Тема 15. Експериментальні дослідження у менеджері з дослідів у середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation. Створення нової моделі. Розташування верстатів та побудова ланцюгів. Налаштування виходу заготовок. Налаштування відсотку збоїв першої станції. Налаштування контролера на відключення симуляції через певний проміжок часу. Створення експерименту. Встановлення параметрів експерименту. Вибір числової форми стандартних відхилень. Статистичний аналіз результатів. Звіт експерименту. [1, 2, 5].</i>
16	<i>Лекція 16 Тема 16. Використання бібліотеки «Cranes and More» у імітаційній моделі. Активація бібліотеки «Cranes and More». Розміщення та орієнтація порталу. Налаштування параметрів порталу. Введення коду керування порталом. Послідовність дій при написанні коду керування порталом. Запуск симуляції у реальному часі. [1, 2, 5].</i>

17	<i>Лекція 17 Тема 17. Робота та використання портального крану. Створення нової моделі. Вибір режиму перегляду. Моделювання області зберігання. Створення портального крану. Введення параметрів для порталу. Створення робочого шляху переміщення. Додавання нового об'єкту в моделювання. Налаштування моделювання. [2, 3, 5].</i>
18	<i>Лекція 18 Тема 18. Методи вивчення витрат робочого часу спостереженням. Створення нової моделі. Вибір режиму перегляду. Робоча зона. Встановлення завантажувача. Редагувати файл підпрограми. Запуск симуляції. [1, 2].</i>

5.5. Практичні заняття

Не передбачено.

5.6. Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять практична перевірка і закріплення знань, які отримували на лекційних заняттях.

<i>№ з/п</i>	<i>Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)</i>	<i>Кількість ауд. годин</i>
1	<i>Моделювання виробничої лінії. Тема 1.</i>	2
2	<i>Створення власного класу об'єктів. Тема 2.</i>	2
3	<i>Методи розподілу завантаження між верстатами. Тема 3.</i>	2
4	<i>Створення власної стратегії розподілення деталей. Тема 4.</i>	2
5	<i>Моделювання виробничої лінії з робітниками. Тема 5.</i>	2
6	<i>Моделювання роботи робітників цеху. Тема 6.</i>	2
7	<i>Моделювання в режимі 3D. Тема 7.</i>	2
8	<i>Орієнтування заготовок та об'єктів цеху. Тема 8.</i>	2
9	<i>Знайомство з анімацією та 3D моделюванням виробничих процесів в програмі Tecnomatix Plant Simulation. Тема 9..</i>	2
10	<i>Створення моделі в ієрархічному порядку. Тема 10.</i>	2
11	<i>3D: анімовані об'єкти. Тема 11.</i>	2
12	<i>Методи організації руху працівників в цеху. Тема 12.</i>	2
13	<i>Методи створення візуально привабливої 3D моделі. Тема 13.</i>	2
14	<i>Професійна анімація об'єктів. Тема 14.</i>	2
15	<i>Експериментальні дослідження у менеджері з дослідів у середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation. Тема 15.</i>	2
16	<i>Використання бібліотеки «Cranes and More» у імітаційній моделі. Тема 16.</i>	2
17	<i>Робота та використання портального крану. Тема 17.</i>	2
18	<i>Методи вивчення витрат робочого часу спостереженням Тема 18.</i>	2

5.7. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання у формі розрахункової графічної роботи виконуються вирішенням таких завдань:

- аналіз вихідних даних, в якому наводяться 3-D моделі і кресленики трьох заданих деталей, річна програма випуску кожної деталі, укрупнений технологічний процес у вигляді таблиці, в якій вказується основний і допоміжний час на обробку деталей на кожному робочому місці, опис та рисунок верстатів, застосовуваних для виготовлення деталей;
- розробка імітаційної моделі ділянки з виготовлення деталей;
- аналіз завантаження обладнання з графічним представленням результатів;
- планування і проведення експерименту;
- регресійний аналіз і побудова математичної моделі;
- результати об'єктно-орієнтованого програмування

5.8. Контрольні роботи

МКР за темами 1, 3, 5, 8, 11, 14, 16, 18.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, при підготовці до аудиторних занять	Кількість годин СРС
1	Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Моделювання виробничої лінії. [1, 2, 3, 5]	5
2	Тема 2. Створення власного класу об'єктів. [1, 2, 3, 5]	5
3	Тема 3. Методи розподілу завантаження між верстатами. [1, 3, 5]	5
4	Тема 4. Створення власної стратегії розподілення деталей. [1, 2, 5]	5
5	Тема 5 Моделювання виробничої лінії з робітниками. [1, 2, 3, 5]	5
6	Тема 6. Моделювання роботи робітників цеху. [1, 2, 3, 5]	5
7	Тема 7. Моделювання в режимі 3D. [1, 2, 3, 5]	5
8	Тема 8. Орієнтування заготовок та об'єктів цеху.	5
9	Тема 9. Знайомство з анімацією та 3D моделюванням виробничих процесів в програмі Tecnomatix Plant Simulation. [1, 2, 3, 5]	5
10	Тема 10. Створення моделі в ієрархічному порядку. [1, 2, 3, 5]	5
11	Тема 11. 3D: анімовані об'єкти. [1, 2, 3, 5]	5
12	Тема 12. Методи організації руху працівників в цеху. [1, 2, 3, 5]	5
13	Тема 13. Методи створення візуально привабливої 3D моделі. [1, 2]	5
14	Тема 14. Професійна анімація об'єктів. [1, 2, 3, 5]	5
15	Тема 15. Експериментальні дослідження у менеджері з дослідів у середовищі Siemens Tecnomatix Plant Simulation. [1, 2, 3, 5]	8
16	Тема 16. Використання бібліотеки «Cranes and More» у імітаційній моделі [1, 2, 3, 5]	5
17	Тема 17. Робота та використання портального крану. [1, 2, 3, 5]	5
18	Тема 18. Методи вивчення витрат робочого часу спостереженням. [1, 2, 3, 5]	5

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних) регламентується: «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>; «Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/121>;
- 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) регламентується «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39> ;
- правила захисту лабораторних робіт; кожен студент особисто здає лабораторні роботи;
- правила захисту індивідуальних завдань; кожен студент особисто здає індивідуальні роботи ;
- в даному кредитному модулі наявні тільки заохочувальні бали, які студент може отримати на добровільній основі виконуючі певний перелік додаткових завдань пов'язаних з тематикою кредитного модуля;
- політика дедлайнів та перескладань, регламентується «Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/32>, «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/37> ;
- політика щодо академічної доброчесності регламентується «Положення про систему запобігання академічного плагиату в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/47>; положенням «Положення про вирішення конфліктних ситуацій в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/2020_7-170;

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом

Таблиця 8.1

Семестр	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять				МКР	РГР	Залік
		Лек.	Прак.	Лаб.	СРС			
2	165	36	-	36	93	2	5	2
Всього	165	36	-	36	93	2	5	2

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист 18 лабораторних робіт - 54 бали;
- модульні контрольні роботи - 12 балів;
- виконання та захист РГР - 24 бали;
- заохочувальні бали – 10 балів.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

8.1. Лабораторні роботи (r_1)

Необхідною умовою допуску до лабораторної роботи є наявність протоколу. Ваговий бал однієї лабораторної роботи становить 3 бали (табл. 2). Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: $r_1 = 18 \text{ робіт} \times 3 \text{ бали} = 54 \text{ бали}$.

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу

Таблиця 8.2

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
A	3,0	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
B	2,5	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
C	2,0	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
D	1,5	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
E	1,0	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.
Fx	0,0	Робота не виконана, звіт відсутній

8.2. Модульний контроль (r_2)

Модульна контрольна робота складається з двох частин МКР1, МКР2, які проводять перед першою та другою атестаціями. Ваговий бал однієї МКР становить 6 балів (табл. 3).

Максимальна кількість балів за дві модульні контрольні роботи складає: $r_2 = 6 \text{ балів} \times 2 \text{ мод. контр. роботи} = 12 \text{ балів}$.

Рейтингові бали за одну МКР

Таблиця 8.3

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
A	6,0	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
B	4,8	Вірна відповідь на 90 % питань
C	3,6	Вірна відповідь на 80 % питань
D	2,4	Вірна відповідь на 70 % питань
E	1,2	Вірна відповідь на 60 % питань
Fx	0,0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

8.3. Розрахунково-графічна робота (r_4)

Ваговий РГР становить 24 бали (табл. 4).

Рейтингові бали РГР

Таблиця 8.4

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
A	24	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
B	21	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
C	18	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
D	15	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
E	12	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.
Fx	0	Робота не виконана, звіт відсутній

8.4. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл. 5). Загальна сума штрафних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (-5)$ балів.

Штрафні та заохочувальні бали

Таблиця 8.5

Дія	Бали
Участь у розробці дидактичного матеріалу	10 балів
Пропуск більш ніж 50% лекцій без поважної причини	мінус 5 балів

8.5. Умови рубіжної атестації

На 8-й тиждень навчання (перша атестація) графіком передбачено виконання: захист не менше 7-ї лабораторних робіт; перша МКР, перша частина РГР.

Таким чином, для отримання "зараховано" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 30 бали.

На 14-й тиждень навчання (друга атестація) графіком передбачено виконання: захист не менше 15-ти лабораторних робіт; друга МКР, друга частина РГР. Таким чином, для отримання "зараховано" з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 60 балів.

8.6. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_D):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_D = \sum_i r_i$$

де r - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 8.2-8.5).

$R_D = 54\text{лаб} + 12\text{атест} + 24\text{РГР} + 103\text{Б} = 100$ балів (табл. 6).

Рейтингова шкала

Таблиця 8.6

$R_D = R_C + R_E$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95-100	A	відмінно
85-94	B	дуже добре
75-84	C	добре
65-74	D	задовільно
60-64	E	достатньо
< 60	Fx	незадовільно
< 30 або не виконані інші умови допуску до заліку	F	не допущений

Необхідною умовою допуску до заліку є виконання РГР, МКР1, МКР2 та зарахування всіх лабораторних робіт, передбачених програмою, а також семестровий рейтинг R_C не менше 60 балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше $0,5 \times R_C = 30$ балів (оцінка F), зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до заліку з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., проф. Воронцов Б.С.

Ухвалено кафедрою Технології машинобудування (протокол № 1 від 30.08.2021)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 1 від 30.08.2021)