**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра конструювання машин і обладнання

|  |
| --- |
| **ЗАТВЕРДЖЕНО**Факультет конструювання та дизайну“\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 р. |

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДИНАМІКА Й ОПТИМІЗАЦІЯ МАШИН

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність: G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)»

Освітня програма «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-наукова

Факультет конструювання та дизайну

Розробники: д.т.н., проф. Ловейкін В.С., д.т.н., проф. Ромасевич Ю.О.

Київ – 2025 р.

**Опис навчальної дисципліни**

Динаміка й оптимізація машин

(назва)

Актуальність вивчення дисципліни "Динаміка й оптимізація машин" зумовлена тим, що при підвищені продуктивності технологічних та транспортних машин в їх елементах виникають перевантаження. Причиною цих перевантажень є підвищені динамічні навантаження. Знання основ динаміки машин дозволить створювати високоефективні, продуктивні та надійні машини. Крім того, використання теорії оптимізації дозволить до мінімуму звести дію динамічних навантажень, що дасть можливість максимально підвищити продуктивність та надійність роботи машин. Знання цієї дисципліни дозволяють майбутнім фахівцям розуміти принципи побудови та функціонування складних технічних систем машин при їхній інтенсивній експлуатації, коли необхідно мінімізувати дію динамічних навантажень. Предметом її вивчення є динамічні процеси в машинах та методи їхньої оптимізації.

|  |
| --- |
| **Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь** |
| Освітній ступінь |  *Магістр* |
| Спеціальність |  *G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)»* |
| Освітня програма | *Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва*  |
| **Характеристика навчальної дисципліни** |
| Вид | *Обов’язкова*  |
| Загальна кількість годин  | *120* |
| Кількість кредитів ECTS  | *4* |
| Кількість змістових модулів | *2* |
| Курсовий проект (робота) (за наявності) | *-* |
| Форма контролю | *Екзамен, курсова робота* |
| **Показники навчальної дисципліни для денної форми навчання** |
| Курс (рік підготовки) | *2* |
| Семестр | *2* |
| Лекційні заняття | *22 год.* |
| Практичні, семінарські заняття | *-* |
| Лабораторні заняття | *10 год.* |
| Самостійна робота | *88 год.* |
| Індивідуальні завдання | *-* |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання | *3 год* |

**1. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета** дисципліни «Динаміка й оптимізація машин» спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» полягає в тому, щоб виробити у студента здатність системного розгляду задач динаміки та оптимізації машин та обладнання с/г виробництва, а також подати конструктивні методи їх розв’язання.

**Завдання** дисципліни «Динаміка й оптимізація машин» спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» полягає у наступному:

1. Розуміння основних принципів та концепцій динаміки машин та теорії оптимізації їхніх режимів руху: студенти ознайомлюються з принципами та методами динаміки й оптимізації машин, вивчають основи теорії оптимізації режимів руху машин сільськогосподарського призначення;
2. Оволодіння теоретичними знаннями та навичками моделювання динаміки машин: студенти вивчають методи моделювання та динамічного аналізу руху сільськогосподарських машин;
3. Вивчення сучасних технологій та методів розрахунку динамічного аналізу та оптимальних режимів руху машин: студенти досліджують сучасні досягнення в теорії динаміки й оптимізації машин та методах розрахунку оптимальних режимів руху сільськогосподарських машин;
4. Ознайомлення з методами динамічного аналізу та оптимізації режимів руху машин сільськогосподарського призначення та набуття практичних навичок їхнього використання: студенти здобувають практичний досвід розв’язування задач динаміки й оптимізації режимів руху мобільних машин;
5. Сприяння розвитку творчого мислення та інженерної думки: студенти навчаються аналізувати проблеми, що виникають при розв’язуванні задач динаміки й оптимізації режимів руху роботів і БПЛА, знаходити інноваційні рішення та використовувати творчий підхід при розв’язуванні оптимізаційних задач динаміки машин.

 Після успішного вивчення дисципліни "Динаміка й оптимізація машин" студенти спеціальності G11"Машинобудування (за спеціалізаціями)" будуть мати необхідні знання та навички з динаміки й оптимізації для дослідження, проектування, виробництва та експлуатації складних технічних систем в різних галузях виробництва, зокрема, сільськогосподарського машинобудування.

 ***Набуття компетентностей:***

**інтегральна компетентність (ІК):** здатність розв’язувати складні завдання і проблеми галузевого машинобудування, що передбачають проведення дослідження та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог;

**загальні компетентності (ЗК):**

**ЗК7.** Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

**ЗК10.** Здатність проводити дослідження на відповідному рівні;

**фахові (спеціальні) компетентності (СК):**

**СК1.**  Здатність ставити, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні наукові й технічні методи та комп’ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв’язування інженерних задач, зокрема, в умовах технічної невизначеності;

**СК8.** Здатність моделювати та досліджувати динаміку руху машин різного призначення, а також здійснювати їхню оптимізацію;

**СК9.** Здатність розробляти, досліджувати та пояснювати механічні, електромеханічні, електронні та інформаційні процеси, які лежать в основі синтезу мехатронних систем керування рухом сучасних машин, зокрема, сільськогосподарських.

***Програмні результати навчання (ПРН***):

**ПРН1.** Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування і, зокрема, сільськогосподарського машинобудування;

**ПРН3.** Знати і розуміти процеси галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання;

**ПРН8**. Планувати і виконувати наукові дослідження у сфері машинобудування, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки.

**2. Програма та структура навчальної дисципліни:**

|  |  |
| --- | --- |
| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин |
| Денна форма | Заочна форма |
| тижні | усього | у тому числі | усього | у тому числі |
| л | п | лаб | інд | с.р. | л | п | лаб | інд | с.р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| ***Змістовий модуль 1. Динаміка машин*** |
| **Тема 1.** Основні положення динаміки машин. | 1 | 11 | 2 | - | - | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| **Тема 2.**Динамічні моделі руху машини | 2 | 13 | 2 | - | 2 | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| **Тема 3.**Рівняння руху машини | 3 | 11 | 4 | - | - | - | 7 |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 1 |  | 35 | 8 | - | 2 | - | 25 |  |  |  |  |  |  |
| ***Змістовий модуль 2. Оптимізація режимів руху машин*** |
| **Тема 1.** Постановка задачі оптимізації режиму руху машин | 4 | 13 | 2 | - | 2 | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| **Тема 2.** Критерії оптимізації режимів руху машин | 5 | 11 | 2 | - | - | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| **Тема 3.** Оптимізація режимів руху машин варіаційними методами | 6 | 13 | 2 | - | 2 | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| **Тема 4.** Оптимізація режиму руху машин, представлених жорсткими динамічними моделями | 7 | 11 | 2 | - | - | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| **Тема 5.**Параметрична оптимізація режиму руху машин | 8 | 13 | 2 | - | 2 | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| **Тема 6.**Функціонально-параметрична оптимізація режиму руху машин | 9 | 11 | 2 | - | - | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| **Тема 7.**Оптимізація режиму руху машин, представлених пружними динамічними моделями | 10 | 13 | 2 | - | 2 | - | 9 |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 2 | 7 | 85 | 14 | - | 8 | - | 63 |  |  |  |  |  |  |
| Усього годин | 10 | 120 | 22 |  | 10 | - | 88 |  |  |  |  |  |  |

**3. Теми лекцій**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Назва теми | К-сть годин |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Основні положення динаміки машин | 2 |
| 2 | Динамічні моделі руху машини  | 2 |
| 3 | Рівняння руху машини | 4 |
| 4 | Постановка задачі оптимізації режиму руху машин | 2 |
| 5 | Критерії оптимізації режимів руху машин | 2 |
| 6 | Оптимізація режимів руху машин варіаційними методами | 2 |
| 7 | Оптимізація режиму руху машин, представлених жорсткими динамічними моделями2 | 2 |
| 8 | Параметрична оптимізація режиму руху машин | 2 |
| 9 | Функціонально-параметрична оптимізація режиму руху машин | 2 |
| 10 | Оптимізація режиму руху машин, представлених пружними динамічними моделями | 2 |
|  | Разом | 22 |

**4. Теми лабораторних ( практичних, семінарських) занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Назва теми | К-сть годин |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Побудова математичної моделі жорсткої системи механізму машини | 2 |
| 2 | Оптимізація режиму руху транспортного засобу з жорсткою моделлю за енергетичним критерієм  | 2 |
| 3 | Оптимізація режиму руху транспортного засобу з жорсткою моделлю за критерієм динамічної складової потужності | 2 |
| 4 | Оптимізація режиму руху транспортного засобу з жорсткою моделлю за критерієм середнього значення енергії ривків | 2 |
| 5 | Оптимізація режиму руху транспортного засобу з пружною динамічною моделлю за критерієм середньоквадратичного значення тягового зусилля | 2 |
|  | Разом | 10 |

**5.Теми самостійної роботи**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №з/п | Назва теми | Кількістьгодин |
| 1 | Принципи і порядок побудови дискретних динамічних моделей машин та визначення їхніх параметрів. | 9 |
| 2 | Рівняння Лагранжа другого роду та їх застосування для розв’язування задач динаміки машин. Навести приклад. | 9 |
| 3 | Принцип можливих переміщень та його застосування для розв’язування задач динаміки машин. Навести приклад. | 7 |
| 4 | Побудова статичної та динамічної механічних характеристик асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором та визначення їх параметрів. | 9 |
| 5 | Проаналізувати етапи пуску машини з одним та двома виконавчими органами. | 9 |
| 6 | Побудувати математичну модель динаміки руху візка з гнучким підвісом вантажу в площині переміщення. | 9 |
| 7 | Визначення необхідних умов стаціонарного значення критерію оптимізації, представленого інтегральним функціоналом першого порядку ( рівняння Ейлера). Навести приклад. | 9 |
| 8 | Визначення необхідних умов стаціонарного значення критерію оптимізації, представленого інтегральними функціоналами вищих порядків ( рівняння Пуассона). Навести приклад. | 9 |
| 9 | Визначення достатніх умов стаціонарного значення критерію оптимізації, представленого інтегральними функціоналами першого та вищих порядків  | 9 |
| 10 | Визначення оптимального режиму руху за комплексним критерієм машини, представленої жорсткою моделлю.  | 9 |
|  | Разом | 88 |

#  **Методи та засоби діагностики результатів навчання:**

# При викладанні даної дисципліни використовуються засоби діагностики: усне опитування; екзамен; модульні тести; захист лабораторних робіт; захист курсової роботи.

# **Методи навчання.**

При викладанні даної дисципліни використовуються: метод проблемного навчання; метод практико-орієнтованого навчання; метод навчання через дослідження; метод навчальних дискусій та дебат; метод командної роботи, мозкового штурму.

# **Оцінювання результатів навчання**

Оцінюють знання здобувача вищої освіти за 100-бальною шкалою, яку переводить у національну оцінку згідно з чинним «Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України».

* 1. **. Розподіл балів за видами навчальної діяльності**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид навчальної діяльності** | **Результати навчання** | **Оцінювання** |
| ***Змістовий модуль 1.*** ***Динаміка машин*** |
| Лабораторна робота 1 | Знати методи побудови математичних моделей динаміки машин. Вміти скласти математичну модель механізму з жорсткими ланками. | 60 |
| Самостійна робота |  | 10 |
| Модульна контрольна робота 1 |  | 30 |
| Разом за модулем 1 |  | 100 |
| ***Змістовний модуль2. Оптимізація режиму руху машин*** |
| Лабораторна робота 2 | Знати методи оптимізації режимів руху машин. Вміти оптимізувати режим руху механізму з жорсткими ланками. | 15 |
| Лабораторна робота 3 | Знати, в якому вигляді представляється критерій динамічної складової потужності. Вміти визначити умову екстремального значення критерію динамічної складової потужності. | 15 |
| Лабораторна робота 4 | Знати, в якому вигляді представляється критерій середнього значення енергії ривків. Вміти визначити умову екстремального значення критерію середнього значення енергії ривків. | 15 |
| Лабораторна робота 5 | Знати умови екстремуму інтегрального функціоналу вищих порядків. Вміти записати середньоквадратичне значення рушійного зусилля (моменту)приводного механізму у вигляді інтегрального функціоналу.  | 15 |
| Самостійна робота 2 |  | 10 |
| Модульна контрольна робота 2 | - | 30 |
| Разом за модулем 2 | - | 100 |
| Навчальна робота | - | (М1+М2)/2\*0,7 ≤70 |
| Екзамен | - | 30 |
| Разом за 2 семестр | - | (Навчальна робота+екзамен)≤100 |

**8.2 Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти**

|  |  |
| --- | --- |
| Рейтинг здобувача вищої освіти, бали | Оцінка національна та результати складання |
| екзаменів | заліків |
| 90-100 | відмінно | зараховано |
| 74-89 | добре |
| 60-73 | задовільно |
| 0-59 | незадовільно | не зараховано |

**8.3 Політика оцінювання**

|  |  |
| --- | --- |
| **Політика щодо дедлайнів та перескладання:** | роботи, які здають із порушенням термінів без поважних причин, оцінюють на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний). |
| **Політика щодо академічної доброчесності:** | списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Всі роботи, реферати повинні мати коректні текстові покликання на використану літературу. |
| **Політика щодо відвідування:** | відвідування занять є обов’язковим. За об’єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в онлайн формі за погодженням із деканом факультету). |

# **Навчально-методичне забезпечення**

1. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури;
2. Конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт;
4. Таблиці;
5. Інтернет-ресурси, конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді).

# **10. Рекомендовані джерела інформації**

# (*не рекомендувати до використання застарілі інформаційні джерела та інформаційні джерела країни-агресора*

 *1.Ловейкін В.С. Динаміка й оптимізація машин / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, Р.В. Кульпін. - К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2018. – 267с.*

 *2.Динаміка й оптимізація підйомно-транспортних машин. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В., Кадикало І.О. Київ: ЦП „КОМПРІНТ”, 2019. – 292 с.*

 *3.Ловейкін В.С. Динамічна оптимізація машин роликового формування / Ловейкін В.С., Почка К.І., Ромасевич Ю.О. – К.: ЦП «Компринт», 2022.- 429 с.*

 *4.**Ловейкін В.С. Наукове обгрунтування і розробка методів динамічного моделювання та режимно-параметричної оптимізації сучасних вантажопідйомних машин. Монографія / Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Стехно О.В., Муштин Д.І.- К.: ЦП «КОМПРІНТ», 2023.- 458 с.*

 *5. Динаміка та оптимальне керування рухом мостових кранів. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Голдун В.А., Крушельницький В.В. Київ: ЦП „КОМПРІНТ”, 2019. – 460 с.*

**12. Інформаційні ресурси**

1. [http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/84559/Динамика](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/84559/%D0%94%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0)
2. [http://vseslova.com.ua/word/Динаміка\_машин\_і\_механізмів-32089u](http://vseslova.com.ua/word/%D0%94%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD_%D1%96_%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%B2-32089u)
3. <http://www.dynamicmachinecorp.com/>
4. <http://www.dynamiccnc.com/>