



# Аналітична механіка

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 – Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 – Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Галузеве машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>Навчальна дисципліна професійної та практичної підготовки (за вибором студентів)</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>іспит</i>
Розклад занять	<i>4 години на тиждень (2 година лекційних та 2 години практичних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>д.т.н., проф, зав. каф БТmal Мельник Вікторія Миколаївна 044-204-94-51, <a href="mailto:vmm71@i.ua">vmm71@i.ua</a></i>
Розміщення курсу	<i>Кампус, Google classroom</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

Сучасний технічний розвиток виробництва вимагає підготовки висококваліфікованих фахівців здатних до самостійної творчої роботи, впровадження у виробництво наукомістких технологій.

Висококваліфікований фахівець зі спеціальності галузеве машинобудування повинен володіти глибокими теоретичними знаннями для розробки рекомендацій щодо шляхів удосконалення обладнання при дослідженні технологічних процесів біотехнологічних виробництв, здійснення оптимального вибору конструкцій апаратів, устаткування для реалізації заданих технологічних процесів.

**Предмет навчальної дисципліни Аналітична механіка** є розуміння природи виникнення кінематичного і силового (вібрації) методів механіки для складання нелінійних диференціальних рівнянь механічних систем з одною, двома та більше ступенями вільності; принципів побудови розрахункових схем елементів обладнання галузі; методів декомпозиції складних механічних систем на типові фрагменти; проведення класифікації діючих сил на внутрішні і зовнішні; переходу від векторної форми теорем динаміки до відповідної скалярної; аналізу побудованої розрахункової моделі на наявність і прояв законів збереження; чіткого розподілення абсолютного руху механічної системи на переносну і

відносну складові; визначення особливостей кінематики механічних систем і аналіз шляхів її корекції; володіння загальними принципами механіки в інерціальних і неінерціальних системах координат; методів інтегрування рівнянь динаміки – розуміння механізму врахування Даламберових і Ейлерових сил інерції при побудові аналітичного забезпечення розрахункових схем обладнання в цілому і його комплектуючих.

**Метою навчальної дисципліни Аналітична механіка, є** здатність використовувати базові положення аналітичної механіки в процесі проектування технологічного обладнання; вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми; здатність застосовувати професійні знання й уміння на практиці; здатність забезпечувати моделювання технічних об'єктів і технологічних процесів з використанням стандартних пакетів і засобів автоматизації інженерних розрахунків, проводити експерименти за заданими методиками з обробкою й аналізом результатів; здатність розробляти робочу проектну й технічну документацію, оформляти закінчені проектно-конструкторські роботи з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам; здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів виробів машинобудування.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК 25)
- Здатність застосовувати професійні знання й уміння на практиці (ФК 1)
- Здатність приймати участь у роботах з доведення та освоєння технологічних процесів в ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу та налагодження при випробуваннях та здача в експлуатацію нових зразків виробів, вузлів та деталей продукції що випускається (ФК 7)
- Здатність брати участь у роботах зі складання наукових звітів з виконаних завдань та у впровадженні результатів досліджень і розробок у галузі машинобудування (ФК 11)

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни **Аналітична механіка**, студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

**Знання**

- основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності (ЗН-25);
- фундаментальних закономірностей переносу маси, енергії, кількості руху та загальні принципи їх аналітичного опису (ЗН-26);
- особливостей технологічних процесів в фармацевтичній та біотехнологічній промисловості і експлуатації обладнання (ЗН-27)
- принципів побудови розрахункових схем елементів обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв (ЗН-30);
- природи виникнення кінематичного і силового (вібрації) збурення, шумів механізмів і приводу (ЗН-31)
- основ високоградієнтної магнітної сепарації (ЗН-32)
- фізико-хімічних основ та кінетичних закономірностей процесів у фармацевтичному та біотехнологічному обладнанні (ЗН-34)
- конструкцій та методик розрахунку обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв (ЗН-36)
- принципів побудови розрахункових схем елементів обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв (ЗН-37)

**Уміння**

- застосовувати сучасні методи розробки обладнання для реалізації маловідходних, енергозберігаючих та екологічно чистих технологій, що забезпечують безпеку життєдіяльності людей та їх захист від можливих наслідків аварій, катастроф та стихійних лих (УМ-25);
- здійснювати вибір схем апаратів, машин, установок для реалізації задач технологічного процесу (УМ-28)
- розв'язувати складні непередбачувані задач і проблем, що передбачає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування інноваційних підходів (УМ-35)

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

Дисципліна *Аналітична механіка*, допомагає інтегрувати знання, отримані при вивченні фахових дисциплін та природничо-наукової підготовки ("Математика", "Фізика", «Опір матеріалів» "Теорія механізмів і машин",) і використовувати їх у майбутній професійній діяльності. Вказана дисципліна є одною з визначальних у підготовці майбутнього бакалавра з галузевого машинобудування: знання, одержані при вивченні цієї дисципліни, необхідні для виконання курсових і дипломних проектів.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Розділ 1. Аналітична статика**

Тема 1.1. Вступ. В'язі

Тема 1.2. Віртуальні переміщення голономних систем.

Тема 1.3. Ідеальні в'язі.

Тема 1.4. Принцип віртуальних переміщень.

Тема 1.5. Узагальнені координати та узагальнені 1 сили.

Тема 1.6. Умови рівноваги в узагальнених і координатах.

#### **Розділ 2. Аналітична динаміка**

Тема 2.1. Загальне рівняння динаміки.

Тема 2.2. Рівняння Лагранжа II роду

Тема 2.3. Розрахункові моделі на складання рівнянь Лагранжа II роду.

Тема 2.4. Особливості застосування рівнянь Лагранжа II роду до систем з неідеальними та неутримуючими в'язями.

Тема 2.5. Обчислення кінетичної енергії через узагальнені швидкості та координати.

Тема 2.6. Узагальнений інтеграл енергії

#### **Розділ 3 Малі коливання механічних систем з однією і двома степенями вільності навколо положення стійкої рівноваги**

Тема 3.1. Визначення положення рівноваги.

Тема 3.2. Стійкість положення рівноваги. Теорема ЛагранжаДіріхле. Критерій Сільвестра.

Тема 3.3. Малі коливання консервативної системи з однією ступенню вільності біля положення стійкої рівноваги.

Тема 3.4. Випадок довільної збурюючої сили.

Тема 3.5. Визначення періодичних розв'язань

Тема 3.6. Малі коливання консервативної системи з двома степенями вільності біля положення стійкої рівноваги.

Тема 3.7. Нормальні координати. Функція розсіювання Релея

Тема 3.8. Вплив сил опору на коливання системи біля положення стійкої рівноваги.

Тема 3.9. Наближений метод обчислення коренів і характеристичного рівняння.

Тема 3.10. Примусові коливання

#### **Розділ 4 Автономні нелінійні коливання систем з однією ступенню вільності.**

Тема 4.1. Вступ. Фазова площина.

Тема 4.2. Методи побудови фазових траєкторій.

Тема 4.3. Поняття про автоколивання.

Тема 4.4. Метод повільно змінюючихся коефіцієнтів (метод Ван дер Поля).

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література

1. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. - К.: Техніка, 2002.-512 с.
2. Тарг СМ. Краткий курс теоретической механики. -М.: Наука, 1966.
3. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. Под ред. Проф. А.А. Яблонского. - М.: «Высшая школа», 1972.
4. Карачун В.В., Павловский М.А., Дидковский В.С., Тарасова Н.И. Методические указания к изучению курса теоретической механики. Аналитическая механика. - К.: КПИ, 1987.
5. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1,2: Учебное пособие для вузов. - М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1975.
6. Kas'janov V., Karachun V. Teoretical mechanics. Dynamics: Summary of lectures. - K'jiv: NAU, 2004. - 240 P.

##### Додаткова

7. Ковалев М.С., Дидковский В.С., Иванова О.Н., Карачун В.В., Рыжков Л.М. Методические указания по машинному программному контролю знаний студентов по теоретической механике (динамика). Уравнения Лагранжа II рода. - К.: КПИ, КИНХ, 1980.
8. Карачун В.В., Юдин О.Н., Иванова О.Н., Христов Г.П., Кислинский А.Н. Методические указания для изучения курса теоретической механики студентами вечерней формы обучения. Аналитическая механика. - К.: Межвуз. полиграф, объедин. при КИНХ, 1984.
9. Карачун В.В., Дидковский В.С., Ковалев М.С., Юдин О.Н., Христов Г.П. Методические указания для самостоятельной работы при изучении курса теоретической механики. Для иностранных студентов, говорящих на испанском языке. Аналитическая механика. - К.: Межвуз. полиграф, объедин. при КИНХ, 1988.
10. V.V. Karachun, V.A. Kasyanov. Theoretical mechanics in Examples and Problems. - К.: КМУЦА, 1999. - 252 с.

##### Інформаційні ресурси

1. <http://bioengineering.kpi.ua/ua/studentam/biblioteka-fakhovoi-literatury>
2. <http://library.kpi.ua/>
3. <http://www.nbuv.gov.ua/>

#### Навчальний контент

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

##### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **Аналітична механіка**, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;

- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів лекцій чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

#### 4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<b>Розділ І. Аналітична статика.</b> Лекція 1. Аналітична статика. Вступ. В'язі. Технічні реалізації в'язів. Рівняння в'язів. Класифікація в'язів. Стаціонарні і нестаціонарні в'язі. Віртуальні переміщення голономних систем, Рівняння однієї утримуючої, нестаціонарної, голономної в'язі, накладеної на одну матеріальну точку. [1], §25.1-25.5. СРС - голономні і неголономні в'язі, в'язі із тертям і без тертя, неутримуючі і утримуючі в'язі. Стаціонарні і нестаціонарні в'язі.. Література: [1-3]	2
2	Лекція 2. Ідеальні в'язі. Принцип віртуальних переміщень. [1], § 25.1 -25.5. СРС - ідеальні в'язі, в'язь у вигляді жорсткої незмінної системи, шарнір без тертя, в'язь при коченні без ковзання. Особливості розрахункових схем на рівновагу. Лекція 2. Ідеальні в'язі. Принцип віртуальних переміщень. [1], § 25.1 -25.5. СРС - ідеальні в'язі, в'язь у вигляді жорсткої незмінної системи, шарнір без тертя, в'язь при коченні без ковзання. Особливості розрахункових схем на рівновагу.	2
3	Лекція 3. Принцип віртуальних переміщень. Віртуальна робота сил. Принцип віртуальних переміщень. Необхідні і достатні умови рівноваги. [1], § 25.1 -25.5.	2
4	Лекція 4. Умови рівноваги в узагальнених координатах. Умови рівноваги в узагальнених координатах. [1], §26.1,26.2. СРС - узагальнені сили консервативних систем	2
5	Лекція 5. Умови рівноваги в узагальнених координатах. [1], § 25.1 -25.5	2
6	<b>Розділ 2. Аналітична динаміка</b> 8 Лекція 6. Загальне рівняння динаміки. Загальне рівняння динаміки. [1], §26.1,26.2. СРС - Прикладення інерції і інерційних моментів до тіл.	2
7	Лекція 7. Загальне рівняння динаміки. Загальне рівняння динаміки. [1], §26.1,26.2., § 27.3. СРС - Прикладення інерції і інерційних моментів до тіл. розрахункові схеми. Особливості застосування рівнянь Лагранжа II роду для систем з неідеальними в'язями.	2
8	Лекція 8. Розрахункові моделі на складання рівнянь Лагранжа II роду. [1], § 27.3.	2
9	Лекція 9. Розрахункові моделі на складання рівнянь Лагранжа II роду. Методика розв'язання задач за допомогою рівнянь Лагранжа II роду. Обчислення кінетичної енергії систем з неідеальними та неутримуючими в'язями [1], § 27.3. [1], §27.4.,22.5.	2
10	Лекція 10. Обчислення кінетичної енергії систем з неідеальними та неутримуючими в'язями. Обчислення кінетичної енергії систем з неідеальними та неутримуючими в'язями	2
11	Лекція 11. Модульна контрольна робота з теми 2.3 Розділ 2	2
12	Лекція 12. Особливості застосування рівнянь Лагранжа II роду . Обчислення кінетичної енергії систем з неідеальними та неутримуючими в'язями [1], §27.4.,22.5. СРС — узагальнений інтеграл енергії	2
13	<b>Розділ 3. Малі коливання механічних систем з однією і двома степенями вільності навколо положення стійкої рівноваги</b> Лекція 13. Кінетична енергія в узагальнених координатах. Узагальнений інтеграл енергії [1], § [1], §27.4, 22.5. СРС - узагальнений інтеграл енергії	2
14	Лекція 14. Визначення положення рівноваги. Стійкість положення рівноваги	2

	Стойкість положення рівноваги. Критерій Сільвестра. Малі коливання консервативної системи з однією ступінню вільності. [1], § 30.1. [1], § 30.1. СРС - Теорема Лагранжа - Діріхле.	
15	Лекція 15. Випадок довільної збурюючої сили. [1], § 30.1. [1], § 30.1. СРС - Визначення періодичних розв'язань	2
16	Лекція 16. Визначення періодичних розв'язань. Малі коливання консервативної системи з двома ступенями вільності біля положення стійкої рівноваги. [1], § 30.1. [1], § 30.1.	2
17	Лекція 17. Нормальні координати. Функція розсіювання Релея. Вплив сил опору на коливання системи ; біля положення стійкої рівноваги. [1], § 30.1. [1], § 30.1. СРС - Функція розсіювання Релея. СРС - Вплив сил опору на коливання системи	2
18	<b>Розділ 4. Автономні нелінійні коливання систем з однією ступенню вільності</b> Лекція 18. Примусові коливання. Фазова площина. Наближений метод обчислення коренів I характеристичного рівняння. Примусові коливання [1], § 30.1. [1], § 30.1. [1], § 32.7, 32.8. СРС - Примусові коливання. Фазова площина. Методи побудови фазових траєкторій. Автоколивання. Поняття про автоколивання. Природа прояву. Метод повільно змінюючихся коефіцієнтів. [1], § 32.7., 32.8. СРС - Метод Ван дер Поля.	2
	Всього годин	<b>36</b>

### Практичні заняття

*У системі професійної підготовки студентів по дисципліні **Аналітична механіка**, практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра по спеціальності галузеве машинобудування. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, Тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку.*

*Основні завдання циклу практичних занять:*

- *допомогти студентам набутти навичок використання варіаційних методів механіки для складання нелінійних диференціальних рівнянь механічних систем з одною, двома та більше ступенями вільності.*
- *вміння визначати ступені вільності систем, обрання узагальнених координат, швидкостей, узагальнених сил.*
- *застосовувати сучасні методи спрощення нелінійних рівнянь до канонічного вигляду.*
- *вміння знаходити аналоги механічних систем для різноманітних фізичних структур: принцип віртуальних переміщень;*
- *узагальнені координати та узагальнені сили; загальне рівняння динаміки; рівняння Лагранжа II роду;*
- *розрахункові моделі на складання рівнянь Лагранжа II роду;*
- *особливості застосування рівнянь; особливості застосування рівнянь Лагранжа II роду до систем з ідеальними та неутримуючими в'язями;*
- *малі коливання консервативної системи з двома ступенями вільності біля положення стійкої рівноваги;*
- *методи побудови фазових траєкторій.*
- *допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області **Аналітична механіка**,*
- *формувати вміння вчитися самостійно, тобто опанувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.*

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<b>Розділ I. Аналітична статика</b> Практичне заняття 1. Особливості визначення віртуальних переміщень при зупиненому часі. Реакції ідеальних в'язів відносно поверхні в'язі. [2], §46.	2
2	Практичне заняття 2. Принцип віртуальних переміщень	2
3	Практичне заняття 3. Принцип віртуальних переміщень. Методика розв'язання задач на рівновагу за допомогою Принципу віртуальних переміщень. Приклади застосування Принципу. [2], §46. СРС - дійсні і віртуальні переміщення. Умови для співпадання СРС. Виконання розрахунку за індивідуальним завданням. Література: [4]	2
4	Практичне заняття 4. Узагальнені координати та узагальнені сили. Особливості визначення узагальнених сил. [2], § 46. СРС - умови рівноваги в узагальнених координатах	2
5	Практичне заняття 5. Узагальнені координати та узагальнені сили. Особливості визначення узагальнених сил. Визначення рівноваги в узагальнених координатах. [2], § 46	2
6	Практичне заняття 6. Узагальнені координати та узагальнені сили. Визначення рівноваги в узагальнених координатах. [2], § 46	2
7	<b>Розділ 2. Аналітична динаміка</b> Практичне заняття 7-9. Загальне рівняння динаміки. Особливості зупинення системи, що рухається. Властивості і природа сил інерції. Методика застосування Загального рівняння динаміки. Сили інерції і їх особливості. Приклади розрахунків. Побудова абстрактної моделі з реальної конструкції. [2], § 47. СРС – Інерціальні моменти. Зупинка стержнів і колес, що котяться	6
8	Практичне заняття 10-12. Рівняння Лагранжа II роду. Складення рівнянь віртуальних робіт. Обчислення узагальнених сил. Визначення ступеней вільності механічної системи. Вибір узагальнених незалежних координат. 6 Методика використання рівнянь Лагранжа II роду. Узагальнена робота і узагальнені сили. Системи з однією і двома степенями вільності. [2], § 48. СРС -відмінність дійсних і віртуальних переміщень. Узагальнені сили та їх зв'язки з узагальненими	6
9	Практичне заняття 13-14. Особливості вибору узагальнених координат і їх властивості. [2], § 48.	4
10	Практичне заняття 15. Особливості складання рівнянь Лагранжа II роду. Відмінність за наявності неідеальних та неутримуючих в'язів. [2], § 48. СРС - рівняння неутримуючих і неідеальних в'язів	2
11	Практичне заняття 16. Особливості побудови розрахункових схем. Методика обчислення кінетичної енергії через узагальнені швидкості та координати [2], § 48	2
12	<b>Розділ 3. Малі коливання механічних систем з однією і двома степенями вільності навколо положення стійкої рівноваги</b> Практичне заняття 17. Критерій Сильвестра. Малі коливання. Визначення положення рівноваги. Стійкість положення рівноваги, малі коливання системи з однією ступінню вільності. [2], §30.1. СРС - Теорема Лагранжа - Діріхле	2

13	<b>Розділ 4. Автономні нелінійні коливання систем з однією ступеню вільності</b>	
14	Практичне заняття 9. Метод фазових траєкторій. Наближений метод обчислення коренів характеристичного рівняння. Методи побудови фазових траєкторій. [2], § 30.5. СРС - фазова площина. Автоколивання. Примусові коливання.	2
	Всього годин	36

#### **6. Самостійна робота студента**

*Самостійна робота займає 40 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до іспиту. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.*

*Самостійна робота призначена для поглиблення знань з даного курсу. Особливу увагу потрібно приділити вивченню конструкцій машин, процесу конструювання та проектування виробів, організації процесу обслуговування обладнання, здатність в будь-який момент часу за допомогою плану швидкостей знаходити швидкість руху ланки, точки, вмінню розробляти нові схеми, механізми, агрегати для подання заявок на винахід чи корисні моделі*

*При самостійному вивченні студентами конструкцій машин, апаратів устаткування біотехнологічних виробництв, необхідно проаналізувати фактори, які впливають на сили тертя в механізмах, швидкість переміщення чи обертання машини чи механізму.*

*Питання, що винесені на самостійне вивчення, орієнтовані на розвиток інтелектуальних умінь, професійних здатностей, підвищення творчого потенціалу студента і полягає в самостійному пошуку, аналізу та структуруванні, науково технічної інформації*

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<b>Розділ 1 Аналітична статика</b>	
В'язі	4
Віртуальні переміщення голономних систем.	4
Ідеальні в'язі.	4
Принцип віртуальних переміщень.	6
Узагальнені координати та узагальнені сили.	6
Умови рівноваги в узагальнених координатах.	4
<b>Розділ 2. Аналітична динаміка</b>	
Загальне рівняння динаміки.	8
Рівняння Лагранжа II роду	8
Розрахункові моделі на складання рівнянь Лагранжа II роду.	6
Особливості застосування рівнянь Лагранжа II роду до систем з неідеальними та неутримуючими в'язями.	8
Обчислення кінетичної енергії через узагальнені швидкості та координати.	6
<b>Розділ 3 Малі коливання механічних систем з однією і двома степенями вільності навколо положення стійкої рівноваги</b>	
Стійкість положення рівноваги. Теорема Лагранжа-Діріхле. Критерій Сільвестра	6
Малі коливання консервативної системи з двома степенями вільності біля положення стійкої рівноваги.	6
<b>Розділ 4 Автономні нелінійні коливання систем з однією ступеню вільності.</b>	



Фазова площина. Методи побудови фазових траєкторій.	6
Метод повільно змінюючихся коефіцієнтів (метод Ван дер Поля)	
Підготовка до іспиту	2
Всього годин	78

*З метою зміцнення навичок отриманих у теоретичному курсі студентами денної форми навчання виконується домашня контрольна робота*

*Домашня робота виконується по темам лекційного курсу і присвячена фундаментальних уявлень про основні ідеї і методи аналітичної механіки Лагранжа і Гамільтона, а також про роль цих методів в розвитку різних напрямів сучасної механіки.*

*Результат роботи оформляються у вигляді текстового документу, оформленого з використанням ПК і роздрукованого на форматних аркушах паперу, до складу роботи входить формулювання мети та актуальності роботи. Обов'язковим є наведення опису установок у яких реалізується даний процес. Обсяг домашньої контрольної роботи - 10-15 сторінок формату А4.*

## Політика та контроль

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

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

*Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.*

#### Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- *заохочувальні та штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.*

#### Політика дедлайнів та перескладань

*У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.*

#### Політика академічної доброчесності

*Плагіат та інші форми не доброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.*

*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>*

#### Політика академічної поведінки і етики

*студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.*

*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)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Начальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	ДКР	Семестрова атестація
7	5	150	36	36	---	78	1	1	іспит

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 50 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- 1) дві відповіді на практичних заняттях 20 балів;
- 2) виконання ДКР – 20 балів;
- 3) виконання МКР – 10 балів;

### Система рейтингових балів

#### 1. Робота на практичних заняттях:

- активна творча робота – 2 бали.
- плідна робота – 1 бал.
- пасивна робота – 0 балів.

#### 2. Виконання ДКР: -

- «відмінно», виконані всі вимоги до ДКР – 20 - 18 балів;
- «добре», виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 17,9-15 балів;
- «задовільно», є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 14,9-12 балів;
- «незадовільно», не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

За запізнення з поданням ДКР на перевірку нараховується штрафний (-1) бал.

#### 3. Виконання контрольної роботи:

- повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 90% потрібної інформації) – 10-9 балів;
- достатньо повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8 – 7 балів;
- неповне виконання завдань контрольної роботи (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 – 4 бали.

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 16-балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 32 бали. За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 45 балів.

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою допуску до іспиту є активна робота на практичних заняттях. Для допущення до іспиту з кредитного модуля потрібно мати рейтинг не менше 40 балів.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 40 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують контрольну роботу. При цьому до балів за виконані самостійної роботи додаються бали за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з чотирьох завдань різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендацій до засвоєння кредитного модуля.

Кожне завдання контрольної роботи ( $r_1, r_2, r_3, r_4$ ) оцінюється у 25 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 90% потрібної інформації) – 25-22,5 балів;
- «добре», достатньо повне виконання завдань контрольної роботи (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 22-18,5 балів;
- «задовільно», неповне виконання завдань контрольної роботи (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 18-15 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 15 балів) – 0 балів.

Сума балів за кожне з чотирьох запитань контрольної роботи переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

Прискорення вищих порядків в механіці.

- Простір станів механічних систем.
- Закони збереження для замкнутої системи як наслідку цієї теореми.
- Завдання двох нерухомих гравитуючих центрів як інтегроване завдання динаміки.
- Узагальнене завдання двох нерухомих центрів і її застосування в астродинаміці.
- Кругове обмежене завдання трьох тел.
- Закони збереження. Пошук інваріантів руху.
- Системи з неголономними зв'язками. Теоретичні підходи і практичні застосування.
- Розвиток методів інтеграції основних рівнянь динаміки Пуассона, Гамільтона, Якобі і Остроградського.
- Теорія руху тіл змінної маси і її роль в розвитку космонавтики.
- Історія створення теорії підйомної сили крила в роботах Жуковського, Купи і Чаплигіна.
- Аналітична механіка після Ньютона. Проблеми, пов'язані з постановкою нових завдань, і шляхи їх рішення.
- Механічний ефір як основне поняття в рішенні завдань фізики XIX ст.
- Проблеми руху снаряда в епоху Античності, Середньовіччя і Відродження.
- Кінематичні моделі руху планет від Евдокса до Птолемея.
- Поняття руху і спокою в механіці Нового часу (Галілей, Декарт, Ньютон). - Історія уявлень про суть тяжіння від Арістотеля до Ейнштейна.
- Механіка і натурфілософія італійського Відродження.
- Проблема Перехід від якісних до кількісних характеристик в механіку XIV ст. - Варіаційні принципи механіки (XVIII ст.).
- Варіаційні принципи механіки (XIX ст.).

- *Методологічні проблеми механіки на рубежі XIX і XX вв.(Больцман, Герц, Дюем, Мах, Пумнкаре).*

- *Основні етапи розвитку теорії стійкості*

#### *Приблизні теми ДКР*

- *Прискорення вищих порядків в механіці.*
- *Простір станів механічних систем.*
- *Закони збереження для замкнутої системи як наслідку цієї теореми.*
- *Завдання двох нерухомих гравітаційних центрів як інтегроване завдання динаміки.*
- *Узагальнене завдання двох нерухомих центрів і її застосування в астродинаміці.*
- *Кругове обмежене завдання трьох тіл.*
- *Закони збереження. Пошук інваріантів руху.*
- *Системи з неголономними зв'язками. Теоретичні підходи і практичні застосування.*
- *Розвиток методів інтеграції основних рівнянь динаміки Пуассона, Гамільтона, Якобі і Остроградського.*
- *Теорія руху тіл змінної маси і її роль в розвитку космонавтики.*
- *Історія створення теорії підйомної сили крила в роботах Жуковського, Купи і Чаплигіна.*
- *Аналітична механіка після Ньютона. Проблеми, пов'язані з постановкою нових завдань, і шляхи їх рішення.*

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

***Складено:*** *Зав. кафедри, д.т.н., професор Мельник В.М.*

***Ухвалено*** *кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 16 від 24. 06. 2021р.)*

***Погоджено*** *Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 10 від 30.06.2021 р.)*