

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Комп'ютерне моделювання динамічних систем
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет технічних систем та енергоефективних технологій. Кафедра комп'ютерної механіки імені Володимира Марцинковського
<b>Розробник(и)</b>	Загорулько Андрій Васильович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 1-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 1 кред. (30 год.) становить курсова робота, 64 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 32 год. практичних занять)
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Комп'ютерна механіка"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	3d моделювання, Гермомеханіка, Гідроаеромеханіка, Теорія коливань, Теорія пружності та пластичності
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Досягнення студентами сучасного конструктивного, фундаментального мислення та системи знань з фундаментальних наук, CAD/CAE систем і мов програмування в області математичного та комп'ютерного моделювання задач механіки твердого тіла, гідродинаміки та динаміки; формування навичок у галузі механічна інженерія; здатності критичного аналізу та прогнозування параметрів різних машин та агрегатів, при розв'язанні різних інженерних задач, використовуючи методи сучасної інженерії.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Роль математичного моделювання в техніці.</p> <p>Моделювання і технічний прогрес. Основні етапи математичного моделювання. Математичні моделі в інженерних дисциплінах.</p>
<p>Тема 2 Сучасні програмні засоби скінчено-елементного аналізу і комп'ютерного аналізу динаміки рідини і газу.</p> <p>Програмні системи. Характеристики програмних комплексів Ansys і Ansys/CFX. Основи програмування в Ansys і Ansys/CFX. Приклади застосування програмних засобів скінчено-елементного і скінчено-різницевого аналізу. Структурний аналіз пружньо-деформованого стану конструкцій, моделювання балочними, стрижньовими, трубчастими і суцільними елементами. Рішення двомірної і тривимірної задач теорії пружності, моделювання напружено-деформованого стану кілець ущільнення, розвантажувального диска гідропр'яти, кришок, секцій і фланців насосу. Задачі гідро-газодинаміки, розрахунок течій в ущільненнях. Зв'язаний аналіз, рішення задачі гідропружності для ущільнень. Тепловий аналіз ущільнень. Контактна задача, рішення задачі посадки з натягом колеса (напівмуфти) на вал, рішення контактної задачі для сальникових та торцевих ущільнень з урахуванням таблиці властивостей матеріалів, що одержані експериментально. Оптимізація конструкції ущільнення.</p>
<p>Тема 3 Практичне застосування математичних пакетів програм в чисельному моделюванні.</p> <p>Характеристика математичного пакету Sailab. Моделювання динамічних задач в модулі Sailab – Xcos.</p>
<p>Тема 4 Модальний і гармонійний аналіз</p> <p>Аналіз власних частот і форм коливань, моделювання динаміки ротора, аналіз стійкості. Моделювання втомного руйнування валу.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Володіти апаратом математичного та комп'ютерного моделювання задач механіки твердого тіла, гідродинаміки та динаміки.
PH2	Використовувати математичні пакети програм та CAD/CAE системи, та сучасні мови програмування при чисельному моделюванні задач механіки твердого тіла, гідродинаміки та динаміки.
PH3	За допомогою комп'ютерного чисельного моделювання, прогнозувати параметри працездатності різних машин і механізмів, а також виробничих процесів різноманітних агрегатів, аналізувати одержані результати та визначати межі їх придатності.

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна. Для спеціальності 131 Прикладна механіка:

ПР5	Показати здатність до самостійного вирішення поставлених задач інноваційного характеру (кваліфікаційна робота, курсове проектування), уміння аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення, зокрема і публічно.
ПР10	Продемонструвати знання організації, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем в наукових дослідженнях механічних систем та процесів.
ПР13	Спираючись на свої знання, обирати раціональні шляхи розв'язання задач механіки, застосовувати сучасний математичний апарат та комп'ютерні технології для отримання розв'язків поставлених задач, аналізувати одержані результати та визначати межі їх придатності.

## 7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

### 7.1 Види навчальних занять

<b>Тема 1. Роль математичного моделювання в техніці.</b>	
Лк1 "Роль математичного моделювання в техніці." (денна)	Моделювання і технічний прогрес. Основні етапи математичного моделювання. Математичні моделі в інженерних дисциплінах.
Пр1 "Роль математичного моделювання в техніці." (денна)	Математичні моделі в інженерних дисциплінах.
<b>Тема 2. Сучасні програмні засоби скінчено-елементного аналізу і комп'ютерного аналізу динаміки рідини і газу.</b>	
Лк2 "Сучасні програмні засоби скінчено-елементного аналізу і комп'ютерного аналізу динаміки рідини і газу." (денна)	Програмні системи. Характеристики програмних комплексів Ansys і Ansys/CFX. Основи програмування в Ansys і Ansys/CFX.
Лк3 "Приклади застосування програмних засобів скінчено-елементного і скінчено-різницевого аналізу." (денна)	Структурний аналіз пружньо-деформованого стану конструкцій, моделювання балочними, стрижньовими, трубчастими і суцільними елементами.
Лк4 "Рішення двомірної і тривимірної задач теорії пружності." (денна)	Моделювання напружено-деформованого стану кілець ущільнення, розвантажувального диска гідропр'яти, кришок, секцій і фланців насосу.
Лк5 "Задачі гідро-газодинаміки, розрахунок течій в ущільненнях." (денна)	Зв'язаний аналіз, рішення задач гідропружності для ущільнень.
Лк6 "Тепловий аналіз ущільнень." (денна)	Тепловий аналіз ущільнень.

<p>Лк7 "Контактна задача" (денна)</p> <p>Рішення задачі посадки з натягом колеса (напівмуфти) на вал, рішення контактної задачі для сальникових та торцевих ущільнень з урахуванням таблиці властивостей матеріалів, що одержані експериментально.</p>
<p>Лк8 "Оптимізація конструкції ущільнення." (денна)</p> <p>Оптимізація конструкції ущільнення.</p>
<p>Пр2 "Сучасні програмні засоби скінчено-елементного аналізу і комп'ютерного аналізу динаміки рідини і газу." (денна)</p> <p>Приклади застосування програмних засобів скінчено-елементного і скінчено-різницевого аналізу.</p>
<p>Пр3 "Структурний аналіз пружньо-деформованого стану конструкцій." (денна)</p> <p>Моделювання балочними, стрижньовими, трубчастими і суцільними елементами.</p>
<p>Пр4 "Задачі гідро-газодинаміки, розрахунок течій в ущільненнях." (денна)</p> <p>Задачі гідро-газодинаміки, розрахунок течій в ущільненнях.</p>
<p>Пр5 "Зв'язаний аналіз." (денна)</p> <p>Рішення задачі гідропружності для ущільнень.</p>
<p>Пр6 "Моделювання напружено-деформованого стану." (денна)</p> <p>Моделювання напружено-деформованого стану кілець ущільнення, розвантажувального диска гідроп'яти.</p>
<p>Пр7 "Тепловий аналіз ущільнень." (денна)</p> <p>Тепловий аналіз ущільнень.</p>
<p>Пр8 "Оптимізація конструкції ущільнення." (денна)</p> <p>Оптимізація конструкції ущільнення.</p>
<p><b>Тема 3. Практичне застосування математичних пакетів програм в чисельному моделюванні.</b></p>
<p>Лк9 "Практичне застосування математичних пакетів програм в чисельному моделюванні." (денна)</p> <p>Практичне застосування математичних пакетів програм в чисельному моделюванні.</p>
<p>Лк10 "Характеристика математичного пакету Scilab." (денна)</p> <p>Характеристика математичного пакету Scilab.</p>
<p>Лк11 "Моделювання динамічних задач в модулі Sailab – Xcos." (денна)</p> <p>Моделювання динамічних задач в модулі Sailab – Xcos.</p>

Лк12 "Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos." (денна) Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos.
Пр9 "Рішення задачі посадки з натягом." (денна) Рішення задачі посадки з натягом колеса (напівмуфти) на вал.
Пр10 "Рішення задачі посадки з натягом." (денна) Рішення задачі посадки з натягом колеса (напівмуфти) на вал.
Пр11 "Моделювання динаміки." (денна) Моделювання динаміки ротора, аналіз стійкості.
Пр12 "Моделювання динаміки." (денна) Моделювання динаміки ротора, аналіз стійкості.
<b>Тема 4. Модальний і гармонійний аналіз</b>
Лк13 "Модальний і гармонійний аналіз." (денна) Аналіз власних частот і форм коливань, моделювання динаміки ротора, аналіз стійкості.
Лк14 "Модальний і гармонійний аналіз." (денна) Аналіз власних частот і форм коливань, моделювання динаміки ротора, аналіз стійкості.
Лк15 "Моделювання втомного руйнування валу." (денна) Моделювання втомного руйнування валу.
Лк16 "Моделювання втомного руйнування валу." (денна) Моделювання втомного руйнування валу.
Пр13 "Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos." (денна) Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos.
Пр14 "Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos." (денна) Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos.
Пр15 "Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos." (денна) Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos.
Пр16 "Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos." (денна) Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos.

## 7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекцій.
-----	-----------------------

НД2	Робота на практичних заняттях над індивідуальними і комплексними задачами, їх захист у виді письмового звіту або презентації.
НД3	Виконання розрахункової роботи - яка включає розробку математичної моделі (тема 1), вибір методу оптимізації (тема 2), застосування програмних засобів скінчено-елементного і скінчено-різницевого аналізу (тема 2, 3), розв'язок двовірної або тривимірної задач теорії пружності та оптимізація (тема 2, 4) та охоплює усі теми курсу.

## 8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції, лекції-обговорення та лекції-візуалізації надають студентам широку теоретичну базу з комп'ютерного моделювання задач механіки твердого тіла, гідродинаміки та динаміки, що є основою для самостійного навчання здобувачів вищої освіти (РН 1, РН2, РН3).
МН2	Практичні заняття, використовуючи індивідуальну та групову форму роботи над аналізом, будовою математичних моделей та розв'язанням прикладних задач, а також практики-відеоконференції, використання віртуального моделювання під час яких студенти повторюють роботу викладача стосовно до конкретної задачі, отримуючи навички роботи з певним програмним комплексом. Практичні заняття доповнюють лекційний матеріал і надають студентам можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах (РН 2, РН 3).
МН3	Практико-орієнтоване навчання - індивідуальна або комплексна розрахункова робота (РР) передбачає розв'язок практичних задач з комп'ютерного моделювання задач механіки твердого тіла, гідродинаміки та динаміки, використовуючи сучасні програмні комплекси (РН1 – РН3).

Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій, попереднє ознайомлення з питанням, що винесено на обговорення, до практичних занять, індивідуальна чи колективна робота в невеликих групах при оволодінні навичок роботи з сучасними комп'ютерними комплексами, підготовки презентацій, що будуть представлені іншим студентам, матеріалу до відео конференцій, участь у обговоренні, аналіз питання, підготовка до звіту про виконання завдань практико-орієнтованого навчання. Під час підготовки до презентацій за результатами практико-орієнтованого навчання студенти розвиватимуть навички самостійного навчання, критичного аналізу, синтезу та аналітичного мислення. Самостійній роботі студента також сприятиме використання електронних засобів навчання ([mix.sumdu.edu.ua](http://mix.sumdu.edu.ua), [ocw.mit.edu](http://ocw.mit.edu) та інші). В електронному варіанті лекцій частина матеріалу подається англійською мовою, що дає змогу засвоєння англійської термінології з даного предмету.

Під час проведення занять студенти отримують навички комунікації, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, креативність; навички письмової комунікації, аргументовано висловлювати свої думки. Підготовка до виконання РГР допоможе студентам розвивати та реалізувати навички логічного та системного мислення. Виконання та захист курсової роботи розвиває у студентів навички до синтезу та аналізу інформації, висловлення думок у письмовій та усній формі.

## 9. Методи та критерії оцінювання

### 9.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	За дисципліною передбачені такі методи поточного формативного оцінювання: опитування та усні коментарі викладача за його результатами, настанови викладачів в процесі виконання практичних завдань, самооцінювання поточного тестування, обговорення та взаємооцінювання студентами під час розв'язання практичних задач, своєчасне виконання розрахункових робіт.
МФО2	Самостійній роботі студента також сприятиме використання електронних засобів навчання (mix.sumdu.edu.ua, osw.mit.edu та інші).

### 9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Письмові опитування
МСО2	Індивідуальні та колективні завдання

Контрольні заходи:

1 семестр		100 балів
МСО1. Письмові опитування		30
	Контрольна робота (тести, задачі)	30
МСО2. Індивідуальні та колективні завдання		70
	Аудиторна робота (методи вирішення задачі, презентація, обговорення).	30
	Індивідуальне завдання (виконання, звіт, презентація, захист).	40

Контрольні заходи в особливому випадку:

<b>1 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО1. Письмові опитування		<b>60</b>
	Розгляд розв'язків тестових прикладів (тести).	30
	Розв'язання практичних завдань (звіт).	30
МСО2. Індивідуальні та колективні завдання		<b>40</b>
	Індивідуальне завдання (виконання, звіт).	40

Курсова робота:

<b>1 семестр</b>		<b>100 балів</b>
МСО2. Індивідуальні та колективні завдання		<b>100</b>
	Моделювання динамічних задач в модулі Scilab – Xcos.	100

Форма підсумкового контролю – модульний контроль, що проводиться у письмовій формі за тестовими технологіями. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни студент повинен набрати не менше ніж 60% з кожного виду оцінювання. Студент, який протягом навчального періоду виконав всі заплановані види навчальної роботи та за наслідками модульних атестацій набрав необхідну, яка відповідає позитивній оцінці, кількість рейтингових балів не менше 60, отримує семестрову оцінку у відповідності до набраних рейтингових балів. Складання заходу підсумкового семестрового контролю з метою підвищення позитивної оцінки не здійснюється. Студент, який протягом поточної роботи не набрав кількість рейтингових балів, що відповідає позитивній оцінці, але не менше 35 балів, зобов'язаний скласти захід підсумкового семестрового контролю, яке здійснюється після завершення останнього модульно-атестаційного циклу у семестрі або екзаменаційної сесії, якщо вона передбачена, за додатковою відомістю семестрової атестації (першою незадовільною оцінкою вважається та, що отримана за наслідками модульних атестацій, яка виставляється в основну відомість семестрової атестації). Студент має право на два складання ПСК: викладачу та комісії. У разі незадовільного складання підсумкового семестрового контролю комісії студент отримує оцінку «незадовільно» («F» за шкалою ECTS) і відраховується з університету. При успішному складанні заходу підсумкового семестрового контролю використовується оцінка «задовільно», яка засвідчує виконання студентом мінімальних вимог без урахування накопичених балів («E» за шкалою ECTS) із визначенням рейтингового балу 60. Студент, який за наслідками модульних атестацій набрав менше 35 рейтингових балів, не допускається до підсумкового семестрового контролю, отримує оцінку «незадовільно» (за шкалою ECTS – «F») і відраховується з університету.

## 10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 10.1 Засоби навчання

ЗН1	Використання необхідних креслень машин та механізмів.
ЗН2	Комп'ютерне обладнання та програмні комплекси Autodesk Inventor Student 2019.
ЗН3	Комп'ютерне обладнання та програмні комплекси ANSYS Student 19.2, OpenFoam 5.0, Scilab 6.0.2, Xcos.



ЗН4	Мультимедійна апаратура.
-----	--------------------------

## 10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерне моделювання динамічних систем» [Електронний ресурс] / А.В. Загорулько. - Суми : Сумський державний університет, 2019. Режим доступу: <a href="https://elearning.sumdu.edu.ua/s/61-osa">https://elearning.sumdu.edu.ua/s/61-osa</a>
2	Практичні заняття з дисципліни «Комп'ютерне моделювання динамічних систем» [Електронний ресурс] / А.В. Загорулько.-Суми: Сумський державний університет, 2019. Режим доступу: <a href="https://elearning.sumdu.edu.ua/s/bd-osd">https://elearning.sumdu.edu.ua/s/bd-osd</a>
<b>Допоміжна література</b>	
3	Князь, І.О. Комп'ютерне моделювання динамічних систем. Розділ "Моделювання фізичних систем" [Текст]: навч. посіб. / І.О. Князь, А.М. Вітренко. - Суми: СумДУ, 2011. - 141 с. ( <a href="http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=325294">http://lib.sumdu.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=325294</a> )
4	Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с. ( <a href="http://rkvetny.vk.vntu">http://rkvetny.vk.vntu</a> )
5	Лазарев Ю.Ф. Моделювання динамічних систем у Matlab. Електронний навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2011. – 421 с. ( <a href="https://kafpson.kpi.ua/Arhiv/Lazarev/mds_matlab.pdf">https://kafpson.kpi.ua/Arhiv/Lazarev/mds_matlab.pdf</a> )
6	Чуйко Г.П., Дворник О.В., Яремчук О.М. Математичне моделювання систем і процесів: Навч. посібник. Миколаїв: Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2015. - 244 с. ( <a href="http://lib.chmnu.edu.ua/index.php?m=2&amp;b=355">http://lib.chmnu.edu.ua/index.php?m=2&amp;b=355</a> )
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
7	Numerical Fluid Mechanics (opencourseware) <a href="https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-29-numerical-fluid-mechanics-spring-2015/">https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-29-numerical-fluid-mechanics-spring-2015/</a>
8	A hands-on introduction to engineering simulations ( <a href="https://www.classcentral.com/course/edx-a-hands-on-introduction-to-engineering-simulations-5850">https://www.classcentral.com/course/edx-a-hands-on-introduction-to-engineering-simulations-5850</a> )