

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Механіко-математичний факультет**  
**Кафедра механіки**

**Затверджено**

На засіданні кафедри механіки механіко-математичного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка  
(протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2023 р.)

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Олександр АНДРЕЙКІВ

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Реологія композиційних матеріалів”,**  
**що викладається в межах ОПІ «Прикладна математика»**  
**другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів**  
**зі спеціальності 113 – прикладна математика**

**Львів 2023**

<b>Назва дисципліни</b>	Реологія композиційних матеріалів
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Механіко-математичний факультет Кафедра механіки
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	11 Математика та статистика 113 Прикладна математика
<b>Викладачі дисципліни</b>	Кузь Ігор Степанович, доцент кафедри механіки
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/kuz-i-s">http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/kuz-i-s</a> ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 148. м. Львів, вул. Університетська, 1
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).
<b>Сторінка курсу</b>	
<b>Інформація про дисципліну</b>	Курс розроблено таким чином, щоб ознайомити студентів з основними поняттями лінійної теорії в'язкопружності та допомогти опанувати методи розв'язування відповідних крайових задач, а також застосувати отримані знання (реологічні моделі) до деформування полімерних та композиційних матеріалів.
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Дисципліна “Реологія композиційних матеріалів” є вибірковою дисципліною з спеціальності 113 – прикладна математика для освітньої програми “Прикладна математика”, яка викладається в 1-му семестрі (6 кредитів ECTS).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення вибіркової дисципліни “Реологія композиційних матеріалів” є засвоєння основних понять лінійної теорії в'язкопружності та опанування методами розв'язування відповідних крайових задач, а також здобути навички застосувати отримані знання (реологічні моделі) до деформування полімерних та композиційних матеріалів.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	Література основна 1. Савін Г.М., Руцицький Я.Я. Елементи механіки спадкових середовищ. –К.: Вища школа, 1976. 2. Christensen R.M. Theory of Viscoelasticity: Second Edition, Dover Publications, Inc., New York, 2013. 3. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Елементи теорії пластичності та міцності.- Львів: Світ, 1999. –1(розділи 1-11). 4. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Елементи теорії пластичності та міцності.- Львів: Світ, 1999. –2(розділи 12-18). 5. Долгов О.М. Композиційні матеріали. – Дніпро: НТУ “Дніпровська політехніка”, 2022. Література додаткова

	<p>6. Christensen R.M. The Theory of Materials Failure: Oxford University Press, 2016.</p> <p>7. Christensen R.M. Mechanics of Composite Materials: Dover Publications, Inc., New York, 2005.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	<p>Загальний обсяг: 180 годин (аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекцій та 32 год. лабораторних робіт; самостійної роботи: 116 год).</p>
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основні поняття лінійної теорії в'язкопружності;</li> <li>– методи розв'язування відповідних крайових задач.</li> </ul> <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– застосувати отримані знання (реологічні моделі) до деформування полімерних та композиційних матеріалів.</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	<p>Полімери, релаксація, композити, лінійна теорія в'язкопружності, інтегральне рівняння Вольтерра 2-го роду, принцип Вольтерра, метод усереднення</p>
<b>Формат курсу</b>	<p>Очний Проведення лекцій, лабораторних занять і консультацій.</p>
<b>Теми</b>	<p>Подано нижче у таблиці Схема курсу «Реологія композиційних матеріалів».</p>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	<p>Залік.</p>
<b>Пререквізити</b>	<p>Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з таких дисциплін:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ теорія пружності та пластичності;</li> <li>▪ матеріалознавство;</li> <li>▪ рівняння математичної фізики;</li> <li>▪ інтегральні перетворення в задачах МДТТ;</li> <li>▪ механіка композиційних матеріалів.</li> </ul>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використуватися під час викладання курсу</b>	<p>Презентації, лекції.</p>
<b>Необхідне обладнання</b>	<p>Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.</p>
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.</p> <p>Впродовж семестру студент може отримати 100 балів. З них:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- колоквіум: максимальна кількість балів – 50;</li> <li>- підсумкова контрольна робота: максимальна кількість балів – 50.</li> </ul> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування</p>

	<p>викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані на колоквіумі та підсумковій контрольній роботі. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p><b>Питання до колоквіуму та контрольної роботи.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Механічні властивості і особливості деформування полімерів</li> <li>2. Реологічні тіла з найпростішим законом лінійного деформування</li> <li>3. Реологічні тіла із загальним законом лінійного деформування</li> <li>4. Основи лінійної теорії спадково-старіючих середовищ</li> <li>5. Основи нелінійної теорії спадкових середовищ</li> <li>6. Усадка матеріалів</li> <li>7. Шаруваті пружні композити</li> <li>8. Волокняні пружні композити</li> <li>9. Пружно-пластичні композити</li> <li>10. В'язкопружні композити</li> <li>11. Коливання і хвилі в композитах</li> <li>12. Вплив різних чинників на механічні властивості матеріалів</li> <li>13. Теорія текучості</li> <li>14. Мікромеханіка деформування і руйнування</li> <li>15. Феноменологія деформування і руйнування матеріалів</li> <li>16. Деформаційні теорії пластичності</li> <li>17. Теореми про пластичне руйнування.</li> </ol>
<p><b>Опитування</b></p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

## Схема курсу «Реологія композиційних матеріалів»

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	<b>Тема 1.</b> Механічні властивості та особливості деформування полімерів. Полімерні матеріали та методи їх отримання.	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,3, 5]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
2	<b>Тема 1.</b> Релаксаційні явища в полімерах	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,3, 5]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
3	<b>Тема 1.</b> Характерні особливості поведінки кристалічних полімерів при деформуванні	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,3, 5]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
4	<b>Тема 1.</b> Міцність і руйнування полімерів	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,4, 6]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
5	<b>Тема 1.</b> Фізичні стани високополімерних тіл: а) термомеханічна крива, склоподібний стан; б) вискоеластичний стан; в) в'язкотекучий стан; г) кристалічний стан.	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,3, 5]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
6	<b>Тема 2.</b> В'язкопружні (реологічні) тіла з найпростішим законом деформування Реологічне тіло Максвелла	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
7	<b>Тема 2.</b> Реологічне тіло Фойгта.	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
8	<b>Тема 2.</b> Реологічні тіла з трьохелементними схемами.	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (8 год.)	1 тиждень
9	<b>Тема 2.</b> Реологічні тіла з чотирьохелементними схемами.	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (8 год.)	1 тиждень

<b>10</b>	<b>Колоквіум</b>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття
<b>10, 11</b>	<b>Тема 3.</b> В'язкопружні тіла із загальним законом лінійного деформування. Деякі відомості математичного аналізу: а) зв'язок між звичайним лінійним диференціальним рівнянням та інтегральним рівнянням Вольтерра 2-го роду б) розв'язок інтегрального рівняння Вольтерра 2-го роду в) деякі властивості резольвенти інтегрального рівняння Вольтерра 2-го роду г) деякі властивості дробово-експоненціальних функцій.	лекція (4 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (14 год.)	2 тижні
<b>12</b>	<b>Тема 4.</b> Математичні моделі реологічних тіл	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
<b>13</b>	<b>Тема 5.</b> Основи лінійної теорії в'язкопружності. Основні рівняння	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
<b>14</b>	<b>Тема 5.</b> Теорема єдиності, основні крайові задачі. Принцип Вольтерра	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (7 год.)	1 тиждень
<b>15</b>	<b>Тема 5.</b> Вибір ядер інтегральних операторів. Принцип відповідності	лекція (2 год.), лабораторне заняття (2 год.)	[1,2]	Опрацювання лекційного матеріалу (8 год.)	1 тиждень
<b>16</b>	<b>Тема 6.</b> Метод усереднення для в'язкопружних композитів	лекція (2 год.),	[1,2,7]	Опрацювання лекційного матеріалу (8 год.)	1 тиждень
<b>16</b>	<b>Контрольна робота</b>	лабораторне заняття (2 год.)			під час заняття