

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Механіко-математичний факультет**  
**Кафедра алгебри, топології та основ математики**



**Затверджено**  
на засіданні кафедри алгебри,  
топології та основ математики  
механіко-математичного факультету  
Львівського національного  
університету імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 29 серпня 2022 р.)

Завідувач кафедри алгебри,  
топології та основ математики

проф. Банах Т. О.

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**«ОБЧИСЛЮВАЛЬНА АЛГЕБРАЇЧНА ГЕОМЕТРІЯ»,**  
**що викладається в межах ОПП «Комп'ютерна алгебра,**  
**криптологія та теорія ігор»**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів зі спеціальності 111 – Математика**

Назва дисципліни	Обчислювальна алгебраїчна геометрія
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, механіко-математичний факультет, м. Львів, вул. Університетська, 1, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет, кафедра алгебри, топології та основ математики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 11 Математика та статистика, Спеціальність: 111 Математика
Викладачі дисципліни	Мельник Іванна Орестівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри алгебри, топології та основ математики
Контактна інформація викладачів	e-mail: <a href="mailto:ivanna.melnyk@lnu.edu.ua">ivanna.melnyk@lnu.edu.ua</a> , <a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/melnyk-i-o">https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/melnyk-i-o</a> м. Львів, вул. Університетська, 1, ауд. 375 Роб. тел. (032) 239 41 72
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій або практичних занять (за попередньою домовленістю) за адресою: м. Львів, вул. Університетська 1, ауд. 375. Можливі консультації онлайн на платформі Zoom або Microsoft Teams (за попередньою домовленістю). Для погодження часу консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	<a href="https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/obchysliuvalna-algebraichna-heometriia-opp-komp-iuterna-algebra-kryptolohiia-ta-teoriia-ihor">https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/obchysliuvalna-algebraichna-heometriia-opp-komp-iuterna-algebra-kryptolohiia-ta-teoriia-ihor</a>
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Обчислювальна алгебраїчна геометрія» є вибірковою навчальною дисципліною зі спеціальності 111 «Математика» для освітньої програми «Комп'ютерна алгебра, криптологія та теорія ігор» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, яка викладається в шостому семестрі в обсязі 5 кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Обчислювальна алгебраїчна геометрія» ознайомлює з будовою алгебраїчних многовидів та їх узагальненням, а також побудовою ефективних алгоритмів для дослідження конкретних многовидів та їх комп'ютерною реалізацією.
Мета та цілі дисципліни	<u>Метою</u> вивчення дисципліни «Обчислювальна алгебраїчна геометрія» є ознайомлення студентів з сучасними методами, теоретичними положеннями та основними застосуваннями прикладної абстрактної алгебри та алгебраїчної геометрії, сприяння розвитку логічного та аналітичного мислення студентів.  <u>Завдання</u> дисципліни: розвинути вміння моделювати та розв'язувати поставлені задачі методами алгебраїчної геометрії в різних розділах математики та на практиці, будувати моделі, що можуть бути реалізовані програмними засобами.
Література для вивчення дисципліни	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дрозд Ю. А. Вступ до алгебричної геометрії. – Львів: ВНТЛ – Класика, 2004. – 115 с.</li> <li>2. Дрозд Ю. А. Алгебрична геометрія і її застосування. Курс лекцій. – Київський університет імені Тараса Шевченка, 2001. – 40 с.</li> <li>3. Cox D., Little J. O'Shea D. Ideals, Varieties, and Algorithms. An</li> </ol>

	<p>Introduction to Computational Algebraic Geometry and Commutative Algebra. – Springer, 2016. – 646 p.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. <i>Artin M.</i> Algebraic Geometry. – American Mathematical Society, 2022. – 318 p.</li> <li>5. <i>Atiyah M., Macdonald I.</i> Introduction To Commutative Algebra. – CRC Press, 2019. – 139 p.</li> <li>6. <i>Fulton W.</i> Algebraic Curves. An Introduction to Algebraic Geometry. – 2008. – 129 p.</li> <li>7. <i>Eisenbud D.</i> Commutative Algebra: with a View Toward Algebraic Geometry. – Springer, 1995. – 816 p.</li> <li>8. <i>Hartshorne R.</i> Algebraic Geometry. – Springer New York, NY, 2013. – 496 p.</li> <li>9. <i>Gathmann A.</i> Algebraic Geometry. – Technische Universität Kaiserslautern, 2022. – Режим доступу: <a href="https://www.mathematik.uni-kl.de/~gathmann/de/alggeom.php">https://www.mathematik.uni-kl.de/~gathmann/de/alggeom.php</a></li> </ol>
Обсяг дисципліни	<p><b>Загальний обсяг:</b> 150 годин.</p> <p>Всього аудиторних занять: 48 годин. З них 32 години лекцій, 16 годин практичних занять.</p> <p>Самостійна робота: 102 години. Кредитів: 5.</p>
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення курсу «Обчислювальна алгебраїчна геометрія» студент повинен:</p> <p><b>Знати:</b> основні поняття і методи алгебраїчної геометрії, зокрема такі як, многочлен і афінний простір, многовид, теорему Гільберта про базу, теорему Гільберта про нулі, відповідність ідеал – многовид, незвідні многовиди і прості ідеали афінного та проективного многовиду, означення та приклади еліптичних кривих, застосування еліптичних кривих до задач теорії чисел та криптографії.</p> <p><b>Вміти:</b> зобразити множину точок для плоских кривих та просторових поверхонь, шукати ідеал (головний ідеал) многовиду, описувати геометричні властивості афінних многовидів, знаходити «афінні частини» плоских кривих; визначати ізоморфізми плоских кривих; встановлювати радикальність, простоту, максимальність ідеалу; класифікувати плоских кривих довільного натурального порядку; класифікувати поверхні 2-го порядку; спростити загальне рівняння поверхонь 2-го порядку.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни відповідно до освітньої програми формуються <b>програмні компетентності</b>.</p> <p><b>Інтегральна компетентність</b></p> <p>Здатність розв'язувати складні спеціалізовані практичні завдання в галузі середньої освіти, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, знань з математики, педагогіки, психології, теорії та методики навчання математики і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти.</p> <p><b>Загальні компетентності</b></p> <p><b>ЗК-1.</b> Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p><b>ЗК-2.</b> Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p><b>ЗК-3.</b> Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.</p> <p><b>ЗК-7.</b> Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p><b>ЗК-8.</b> Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p><b>ЗК-12.</b> Здатність працювати автономно.</p> <p><b>ЗК-13.</b> Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.</p> <p><b>Фахові компетентності спеціальності</b></p>

	<p><b>СК-1.</b> Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання.</p> <p><b>СК-2.</b> Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі.</p> <p><b>СК-3.</b> Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок.</p> <p><b>СК-4.</b> Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих.</p> <p><b>СК-9.</b> Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм;</p> <p><b>СК-11.</b> Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі.</p> <p style="text-align: center;"><b>Програмні результати навчання</b></p> <p><b>РН-1.</b> Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці.</p> <p><b>РН-3.</b> Знати принципи <i>modus ponens</i> (правило виведення логічних висловлювань) та <i>modus tollens</i> (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;</p> <p><b>РН-4.</b> Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;</p> <p><b>РН-5.</b> Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси;</p> <p><b>РН-7.</b> Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефаківців у галузі математики.</p> <p><b>РН-10.</b> Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями.</p> <p><b>РН-11.</b> Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей.</p> <p><b>РН-12.</b> Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації.</p> <p><b>РН-15.</b> Знати теоретичні основи і застосовувати алгебраїчні методи для вивчення математичних структур.</p> <p><b>РН-23.</b> Знати основи кодування, захисту інформації та захисту даних і застосовувати алгоритми комп'ютерної алгебри та методи криптології.</p>
Ключові слова	Афінний алгебраїчний многовид, радикальний ідеал, проєктивний многовид, еліптична крива.
Формат дисципліни	Очний
Теми	Перелік тем подано в додатку у формі схеми курсу.
Підсумковий контроль, форма	Залік. Залік виставляється за результатами навчальної діяльності студентами протягом семестру.
Пререквізити	Для вивчення дисципліни студенти потребують знань з лінійної алгебри,

	абстрактної алгебри, аналітичної геометрії, теорії чисел, топології та диференціальної геометрії.																								
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання дисципліни	Лекції, виконання практичних завдань, дискусії, консультації.																								
Необхідне обладнання	Дошка, крейда, навчальні посібники, мультимедійний проектор, комп'ютер, доступ до мережі «Інтернет», доступ до платформ Microsoft Teams, Zoom, Telegram, електронна пошта.																								
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Результати навчальної діяльності студентів в семестрі оцінюються за 100-бальною шкалою.</p> <p><b>Письмові роботи:</b> Очікується, що студенти протягом семестру виконають одну контрольну роботу, два колоквиуми та одне індивідуальне завдання. Варіант контрольної роботи включає в себе задачі різних типів та рівнів складності. Колоквиум передбачає виконання тестових теоретичних завдань та надання розгорнутих відповідей на теоретичні питання з доведеннями теорем.</p> <p>Бали нараховуються за таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>робота під час практичних занять (7 занять): 7% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 7; участь в кожному практичному занятті оцінюється в 1 бал.</li> <li>одна контрольна роботи (практична частина курсу): 20% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20.</li> <li>2 колоквиуми (теоретична частина курсу) по 20 балів кожний: 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 40; 20 x2=40.</li> <li>одне індивідуальне завдання – 33% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 33.</li> </ul> <p>Залік виставляється на останньому занятті за результатами набраних балів. Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Порядок вивчення та оцінювання дисципліни доводиться до відома студентів протягом семестру. Успішність навчання студентів оцінюється за шкалою «зараховано»/ «не зараховано».</p> <p><b>Шкала оцінювання: Університету , національна та ECTS</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Оцінка в балах</th> <th rowspan="2">Оцінка ECTS</th> <th colspan="2">За національною шкалою</th> </tr> <tr> <th>Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку</th> <th>Залік</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90 – 100</td> <td>A</td> <td>Відмінно</td> <td rowspan="5">Зараховано</td> </tr> <tr> <td>81-89</td> <td>B</td> <td rowspan="2">Добре</td> </tr> <tr> <td>71-80</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>61-70</td> <td>D</td> <td rowspan="2">Задовільно</td> </tr> <tr> <td>51-60</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>0-50</td> <td>F/FX</td> <td>Незадовільно з можливістю повторного складання</td> <td>Не зараховано можливістю повторного складання</td> </tr> </tbody> </table> <p>Бали в діапазоні 90–100 означають, що студент виявив всебічні,</p>	Оцінка в балах	Оцінка ECTS	За національною шкалою		Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік	90 – 100	A	Відмінно	Зараховано	81-89	B	Добре	71-80	C	61-70	D	Задовільно	51-60	E	0-50	F/FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано можливістю повторного складання
Оцінка в балах	Оцінка ECTS			За національною шкалою																					
		Екзаменаційна оцінка, оцінка з диференційованого заліку	Залік																						
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано																						
81-89	B	Добре																							
71-80	C																								
61-70	D	Задовільно																							
51-60	E																								
0-50	F/FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано можливістю повторного складання																						

	<p>систематизовані, глибокі знання програмного матеріалу, уміння вільно виконувати завдання передбачені програмою. Знання основної і ознайомлення з додатковою літературою, передбачених програмою на рівні творчого використання.</p> <p>Бали в діапазоні 71–89 означають, що студент виявив загалом добрі знання навчального матеріалу, але допустив ряд помітних помилок, показав систематичний характер знань з дисципліни, здатний їх використовувати та поповнювати в процесі подальшого навчання.</p> <p>Бали в діапазоні 61–70 означають, що студент виявив знання основного навчального матеріалу, справився з виконанням завдань, передбачених програмою, ознайомився з основою літературою, рекомендованою програмою, допустив значну кількість помилок у відповідях на запитання, тестуванні, при виконанні завдань.</p> <p>Бали в діапазоні 51–60 свідчать про значні недоліки в знаннях основного навчального матеріалу, про принципові помилки при виконанні передбачених програмою завдань.</p> <p>Бали в діапазоні 1–50 означають, що студент не мав знань зі значної частини матеріалу, допускав принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань, неспроможний самостійно засвоїти програмний матеріал і потребує повторного вивчення дисципліни.</p>
<p>Політика курсу</p>	<p><b>Академічна доброчесність.</b> Очікується, що студенти виконуватимуть навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю самостійно, не користуються недозволеними засобами, не видають за свої результати роботи інших людей. При використанні чужих ідей і тверджень у власних роботах посилаються на використані джерела інформації. 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 викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми недоброчесності не толеруються.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття дисципліни. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. За згодою декана та викладача дозволяється перейти на індивідуальний графік занять. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх передбачених видів робіт.</p> <p><b>Література.</b> Література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, може бути 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 поточного та підсумкового контролю, а також самостійної роботи. 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>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано після завершення курсу.</p>



## ДОДАТОК

### Схема курсу

Тиж- день, год.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання, год.	Термін виконан- ня
1	2	3	4	5	6
Перший тиждень, 2 год.	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Системи алгебраїчних рівнянь в афінному просторі. Афінні многовиди. Многочлени і афінні простори. Прості і максимальні ідеали комутативного кільця.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
Другий тиждень, 4 год.	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Дії над ідеалами: перетин, сума, добуток, степінь, частка. Анулятор ідеалу. Комаксимальні ідеали. Радикал ідеалу. Радикальні ідеали.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Афінні алгебраїчні многовиди. Многочлени і афінні простори. Прості і максимальні ідеали комутативного кільця.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Виконати домашнє завдання, 4 год.	До наступного заняття
Третій тиждень, 2 год.	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Топологія Зариського. Нетерові кільця. Теорема Гільберта про базу.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
Четвертий тиждень, 4 год.	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Регулярні функції та регулярні відображення. Ізоморфізми афінних алгебричних многовидів.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Дії над ідеалами: перетин, сума, добуток, степінь, частка. Анулятор ідеалу. Комаксимальні ідеали. Радикал ідеалу. Радикальні ідеали. Топологія Зариського. Нетерові кільця. Теорема Гільберта про базу. Обчислення радикалів ідеалів кільця многочленів	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Виконати домашнє завдання, 4 год.	До наступного заняття
П'ятий тиждень, 2 год.	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Теорема Гільберта про нулі. Незвідні многовиди. Розклад многовида на незвідні компоненти. Розмірність афінного многовиду, її	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень

	в л а с т и в о с т і .				
Шостий тиждень, 4 год.	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Ціла залежність. Цілі розширення кілець, їх властивості. Цілозамкнені області. Дедекіндові кільця. Група ідеалів та група класів ідеалів.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Розклад многовида на незвідні компоненти. Розмірність афінного многовиду. Цілі розширення кілець. НСД. Алгоритм Евкліда в кільці многочленів від одної змінної над полем. Теорема Гільберта про базу. Бази Гробнера.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Виконати домашнє завдання, 4 год.	До наступного заняття
Сьомий тиждень, 2 год.	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Геометрія і алгебра. Прості та максимальні ідеали. Первинні (прості) ідеали. Максимальний спектр кільця. Спектр комутативного кільця. Первинний розклад радикального ідеалу.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
Восьмий тиждень, 4 год.	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Структурний пучок. Кільця часток комутативних кілець. Ідеали кільця часток. Локальні кільця, локалізація кільця за первинним ідеалом.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу. Підготуватися до контролю знань, 8 год.	Один тиждень
	<b>Тема 1. Афінні многовиди</b> Спектр комутативного кільця. Локальні кільця, локалізація кільця за первинним ідеалом.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Виконати домашнє завдання, 4 год.	До наступного заняття
Дев'ятий тиждень, 2 год.	Колоквіум №1	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни		Один тиждень
Десятий тиждень, 4 год.	<b>Тема 2. Проективні та абстрактні многовиди</b> Проективні многовиди. Проективна теорема Гільберта про нулі. Абстрактні алгебраїчні многовиди.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
	<b>Тема 2. Проективні та абстрактні многовиди</b> Абстрактні алгебраїчні многовиди. Абстрактні алгебраїчні многовиди.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Виконати домашнє завдання, 4 год.	До наступного заняття
Одинадцятий тиждень,	<b>Тема 2. Проективні та абстрактні многовиди</b> Добутки многовидів.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу,	Один тиждень



2 год.	Незвідні многовиди. Розклад многовида на незвідні компоненти.			4 год.	
Дванадцятий тиждень, 4 год.	<b>Тема 2. Проективні та абстрактні многовиди</b> Розмірність афінного многовиду, її властивості. Регулярні відображення проективних многовидів. Замкненість образу проективного многовиду при регулярному відображенні.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
	<b>Тема 2. Проективні та абстрактні многовиди</b> Незвідні многовиди. Розклад многовида на незвідні компоненти. Регулярні відображення проективних многовидів.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Виконати домашнє завдання, 4 год.	До наступного заняття
Тринадцятий тиждень, 2 год.	<b>Тема 2. Проективні та абстрактні многовиди</b> Морфізми на многовидах. Занурення Сегре та Веронезе. Грассманнові многовиди й векторні розшарування.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
Чотирнадцятий тиждень, 4 год.	<b>Тема 3. Класифікація алгебраїчних кривих та поверхонь</b> Класифікація плоских кривих. Еліптичні криві. Застосування еліптичних кривих.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу, 4 год.	Один тиждень
	<b>Тема 2. Проективні та абстрактні многовиди</b> Еліптичні криві. Застосування еліптичних кривих.	Практичне заняття, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Виконати домашнє завдання. Підготуватися до контролю знань. Виконати індивідуальне завдання, 14 год.	До наступного заняття
П'ятнадцятий тиждень, 2 год.	<b>Тема 3. Класифікація алгебраїчних кривих та поверхонь</b> Класифікація поверхонь натурального порядку $n > 2$ . Класифікація поверхонь 2-го порядку. Спрощення загального рівняння поверхонь 2-го порядку.	Лекція, 2 год.	Див. Література для вивчення дисципліни	Опрацювати рекомендовану літературу. Підготуватися до контролю знань, 8 год.	Один тиждень
Шістнадцятий тиждень, 4 год.	Колоквіум №2	Лекція, 2 год.			
	Контрольна робота №1	Практичне заняття, 2 год.			
Разом		32 год. лекцій, 16 год. практичних занять		102 год. самостійної роботи	