


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
Факультет геологічний  
Кафедра екологічної та інженерної геології і гідрогеології

**Затверджено**

на засіданні кафедри екологічної та  
інженерної геології і гідрогеології  
геологічного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол №13 від 30.08.2023 р.)  
Завідувач кафедри  
доц. Петро ВОЛОШИН



**Силабус**

**з навчальної дисципліни «ГІДРОГЕОЛОГІЧНЕ ТА ІНЖЕНЕРНО-  
ГЕОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ»,  
що викладається в межах  
ОПП «Інженерна геологія та гідрогеологія»  
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів  
спеціальності 103 Науки про Землю**

**Львів 2023**

<b>Адреса викладання курсу</b>	Львівський національний університет імені Івана Франка Геологічний факультет, вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79004
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Геологічний факультет, Кафедра екологічної та інженерної геології і гідрогеології.
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	10 Природничі науки. 103 Науки про Землю
<b>Викладачі курсу</b>	Волошин П.К., кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент, завідувач кафедри екологічної та інженерної геології і гідрогеології
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<i>e mail:</i> petro.voloshyn@lnu.edu.ua. м. Львів, вул. Грушевського, 4. Сторінка викладача: <a href="https://geology.lnu.edu.ua/employee/voloshyn-petro-kostyantynovych">https://geology.lnu.edu.ua/employee/voloshyn-petro-kostyantynovych</a>
<b>Консультації по курсу відбуваються</b>	Консультації, за необхідності, в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через Skype Viber,. Zoom. та подібні ресурси. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача або телефонувати. Тел.: 0501041369
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://geology.lnu.edu.ua/course/hidroheolohichne-ta-inzhenerno-heolohichne-modeliuvannia-i-prohnozuvannia">https://geology.lnu.edu.ua/course/hidroheolohichne-ta-inzhenerno-heolohichne-modeliuvannia-i-prohnozuvannia</a>
<b>Інформація про курс</b>	Дисципліна « <b>Гідрогеологічне та інженерно-геологічне моделювання і прогнозування</b> » є нормативною дисципліною циклу дисциплін освітньо-професійної програми «Інженерна геологія і гідрогеологія» за спеціальністю 103 «Науки про Землю» другого (магістерського) рівня вищої освіти обсягом 3,0 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Навчальний курс « <b>Гідрогеологічне та інженерно-геологічне моделювання і прогнозування</b> » є нормативним курсом, який спрямовано на отримання теоретичних знань і практичних навичок з гідрогеологічного та інженерно-геологічного моделювання і прогнозування. Навчальний курс вміщує загальні уявлення про моделювання та прогнозування, класифікацію прогнозів і моделей, фундаментальні властивості геологічного середовища, методи прогнозування небезпечних геологічних процесів, динаміки підземних вод та механічних властивостей ґрунтів під впливом природних і антропогенних чинників В програмі дисципліни розглядаються методи моделювання і прогнозування розвитку гідрогеологічних та інженерно-геологічних процесів під впливом природних і антропогенних чинників.
<b>Мета та цілі курсу</b>	<b>Метою вивчення дисципліни «Гідрогеологічне та інженерно-геологічне моделювання і прогнозування»</b> є підготовка майбутніх фахівців до кваліфікованого вивчення поверхневої частини земної кори як середовища життя і діяльності людини, отримання студентами знань з теорії і навичок з практики наукового моделювання та прогнозування розвитку небезпечних ендегенних та екзогенних геологічних та гідрогеологічних процесів.

	<p><b>Головними завданнями</b> навчального курсу є: вивчення теоретичних основ гідрогеологічного та інженерно-геологічного моделювання і прогнозування, основних законів розвитку небезпечних процесів, алгоритму системного прогнозування, оцінки точності і достовірності прогнозів їх верифікація принципів і методів моделювання і прогнозування процесів геологічного середовища.</p>
<p><b>Література для вивчення дисципліни</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Основна</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Волошин П. Гідрогеологічне та інженерно-геологічне моделювання і прогнозування : конспект лекцій (для студентів спеціальності 103 – “Науки про Землю”) / Укл. П. Волошин, Н. Кремінь. [Електронний ресурс] – Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2023. – 116 с.</li> <li>2. Диняк О. В. Навчальний посібник з навчальної дисципліни «Інженерно-геологічне моделювання» /О.В Диняк – Інтернет-ресурс Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. – geol.univ.kiev.ua – 149 с.</li> <li>3. Заграй Я.А., Ковтенко О.М. Моделювання і прогнозування довкілля. навч. посібник. – Київ, 2007. – 117 с.</li> <li>4. Книш І. Основи картографії : навч.-метод. посіб. (для студ. спеціальності 101 – “Екологія” та ін. природничих спец.) / І. Книш, Н. Кремінь – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2021. – 236 с.</li> <li>5. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навч. посібник. / П. І. Ковальчук. – Київ : Либідь, 2003. – 208 с.</li> <li>6. Кошляков О.Є. Гідрогеологічне моделювання : Підручник.- К.: ВПЦ “Київський університет”, 2003. – 113 с.</li> <li>7. Рудаков Д. В. Моделювання в гідрогеології [Текст]: навч. посіб. / Д. В. Рудаков. – Д.: Нац. гірничий університет, 2011. – 88 с.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Додаткова</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Богобоящий В. В., Курбанов К. Р., Палій П. Б., Шмондїй В. М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. - Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.</li> <li>9. Вижва З.О. Статистичне моделювання випадкових процесів та полів у науках про Землю. Математичні моделі в природознавстві: Навч. посіб. з дисц. «Математичні моделі в природознавстві» для студ. мех.-мат. ф.-ту / К.: ВГЛ «Обрії», 2007. – 160 с.</li> <li>10. Іванік О.М., Назаренко М.В., Хоменко С.А. Моделювання геологічних процесів і структур. Практикум. Київ: ВПЦ Київ. ун-ет;, 2014. – 119 с.</li> <li>11. Кілінська К.Й. Основи географічного прогнозування. Навч –метод. Посібник. Чернівці: “Рута”. 2003. – 486 с.</li> <li>12. Мелконян Д. В. Методичні основи застосування натурального моделювання у геологічних дослідженнях: метод. вказівки. Одеса: ПЕРСЕЙ, 2010. – 44 с.</li> <li>13. Bernatska N. Web-Based Information and Analytical Monitoring System Tools – Online Visualization and Analysis of Surface Water Quality of Mining and Chemical Enterprises / N. Bernatska, E. Dzhumelia, V. Dyakiv, O. Mitryasova, I. Salamon // Ecological Engineering &amp; Environmental Technology 2023, 24(3), P. 99–108. DOI: <a href="https://doi.org/10.12912/27197050/159885">https://doi.org/10.12912/27197050/159885</a></li> </ol>
<p><b>Тривалість курсу</b></p>	<p>90 годин</p>
<p><b>Обсяг курсу</b></p>	<p><b>Заочна форма:</b> 3,0 кредити. Загальний обсяг 90 годин, з них 14 години аудиторних занять, 14 годин лекцій та 76 годин самостійної роботи  <b>Денна форма:</b> 3,0 кредити. Загальний обсяг 90 годин, з них 32 години аудиторних занять, 32 годин лекцій та 58 годин самостійної роботи</p>
<p><b>Очікувані результати</b></p>	<p><b>Вимоги до знань та вмінь</b> – після вивчення навчальної дисципліни знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретичні основи гідрогеологічного та інженерно-геологічного моделювання і прогнозування;</li> <li>- класифікацію моделей та прогнозів;</li> </ul>

- алгоритм системного гідрогеологічного та інженерно-геологічного моделювання і прогнозування;
- природні і техногенні умови та чинники розвитку небезпечних процесів
- методи прогнозування ендегенних геологічних процесів;
- методи прогнозування екзогенних геологічних процесів;
- основи гідрогеологічного та інженерно-геологічного моделювання і прогнозування для різних стадій проектування;
- методи гідрогеологічного моделювання і прогнозування;
- вимоги до достовірності і точності прогнозів;
- методи верифікації прогнозів.

**вміти:**

- моделювати і прогнозувати ендегенні геологічні процеси;
- моделювати і прогнозувати екзогенні геологічні процеси;
- проводити гідрогеологічне моделювання і прогнозування гідрогеологічних процесів;

**ПРОГРАМНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ**

ЗК1 – Здатність до адаптації і дії в новій ситуації.

ЗК2 – Вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми.

ФК3 – Розуміння планети як єдиної системи, найважливіших проблем її будови та розвитку.

ФК4 – Володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідницьких організаціях при вивченні Землі, її геосфер та їхніх компонентів.

ФК5 – Здатність застосовувати знання і необхідні практичні навички з планування, організації, мотивування, контролю та регулювання діяльності профільних підприємств і установ.

ФК7 – Здатність вивчати інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови, прогнозувати можливі їхні зміни під впливом природних та антропогенних чинників.

ФК8 – Здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі інженерної геології та гідрогеології для вирішення практичних та наукових проблем.

**ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ (ПРН)**

ПРН1. Аналізувати особливості природних та антропогенних систем і об'єктів геосфер Землі.

ПРН2. Застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в науках про Землю.

ПРН4. Розробляти, керувати та управляти проектами в науках про Землю, оцінювати і забезпечувати якість робіт

ПРН7. Знати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності.

ПРН10. Вирішувати практичні задачі наук про Землю, (за спеціалізацією), з використанням теорій, принципів та методів різних спеціальностей з галузі природничих наук.

ПРН11. Використовувати сучасні методи моделювання та обробки геоінформації при проведенні інноваційної діяльності.

ПРН14. Вміти оцінювати інженерно-геологічні та гідрогеологічні умови та прогнозувати їхні зміни під впливом природних та антропогенних чинників

	ПРН15. Вміти використовувати знання, уміння та навички в галузі інженерної геології та гідрогеології при вирішенні прикладних та наукових проблем
<b>Ключові слова</b>	Моделювання в гідрогеології, моделювання в інженерній геології, прогнозування в інженерній геології, прогнозування в гідрогеології, небезпечні геологічні процеси, несприятливі та небезпечні гідрогеологічні процеси
<b>Формат курсу</b>	Очний, заочний
<b>Теми</b>	Подано у формі СХЕМА КУРСУ
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Екзамен в кінці II семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з загальної геології і геоморфології, загальної екології, геоекології, хімії, математики, фізики, механіки, математичної статистики, геоінформатики. Передумовою вивчення дисципліни є знання з таких курсів: «Геодинаміка», «Геохімія», «Методи стратиграфічних досліджень»
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використані під час викладання курсу</b>	Лекційна форма навчання: <ul style="list-style-type: none"> <li>- лекції з використанням мультимедійного обладнання</li> <li>- презентація, бесіда, обговорення</li> </ul> Самостійна робота
<b>Необхідне обладнання</b>	Проектор, комп'ютер, програми Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Power Point.
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за таким співвідношенням: <ul style="list-style-type: none"> <li>- модульні контрольні роботи – 10 балів;</li> <li>- поточне опитування – 10 балів;</li> <li>- самостійна робота – індивідуальний проект – 20 балів, або сертифікат щодо вивчення методик моделювання чи прогнозування геологічних процесів на сайті <a href="http://www.coursera.org">www.coursera.org</a> – 20 балів;</li> <li>- підсумкове тестування (Moodle) максимальна кількість 50 - балів (екзамен).</li> </ul> Викладання дисципліни ґрунтується на засадах академічної доброчесності Викладання запропонованої навчальної дисципліни ґрунтується на засадах академічної доброчесності – сукупності етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень. Порушеннями академічної доброчесності вважають таке: академічний плагіат, самоплагіат, фабрикація, фальсифікація, списування, обман, хабарництво, необ'єктивне оцінювання. За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності: повторне проходження оцінювання (контрольна робота, іспит, за-лік тощо); повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми; відрахування з університету; позбавлення академічної стипендії; позбавлення наданих університетом пільг з оплати навчання. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
<b>Питання до-іспиту</b>	1. Дайте визначення прогнозу. Мета інженерно-геологічного

	<p>прогнозування.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Класифікація прогнозів за характером оцінок.</li> <li>3. Класифікація прогнозів за методами прогнозування.</li> <li>4. Класифікація прогнозів за відношенням до часу.</li> <li>5. Класифікація прогнозів за відношенням до простору.</li> <li>6. Класифікація прогнозів за охопленням властивостей геологічного середовища.</li> <li>7. Класифікація прогнозів спрямованістю.</li> <li>8. Зв'язок прогнозування зі стадіями проектування.</li> <li>9. Інформаційне забезпечення прогнозування. Що таке інформація?</li> <li>10. Класифікація інформації за часом отримання.</li> <li>11. Класифікація інформації за характером оцінок.</li> <li>12. Класифікація інформації за характером подання.</li> <li>13. Основні властивості інженерно-геологічної інформації.</li> <li>14. Точність інженерно-геологічної інформації.</li> <li>15. Достовірність інженерно-геологічної інформації.</li> <li>16. Актуальність інженерно-геологічної інформації.</li> <li>17. Повнота інженерно-геологічної інформації.</li> <li>18. Алгоритм інженерно-геологічного прогнозування.</li> <li>19. Розкрийте суть методу аналогій.</li> <li>20. Умови і чинники розвитку землетрусів.</li> <li>21. Методи регіонального прогнозування землетрусів.</li> <li>22. Методи локального прогнозування землетрусів.</li> <li>23. Класифікація ґрунтів за сейсмічними властивостями та їхній вплив на приріст сейсмічності.</li> <li>24. Заходи із забезпечення стійкості споруд у сейсмонебезпечних районах.</li> <li>25. Умови і чинники розвитку зсувів.</li> <li>26. Розкрийте суть методу аналогій при прогнозуванні зсувів.</li> <li>27. Якісні методи прогнозування зсувів.</li> <li>28. Прогноз зсувонебезпечності за даними коефіцієнтів враженості.</li> <li>29. Метод геодинамічного потенціалу прогнозування зсувів.</li> <li>30. Кількісний метод прогнозу стійкості. Коефіцієнт стійкості.</li> <li>31. Методи забезпечення стійкості схилів.</li> <li>32. Умови і чинники розвитку карсту.</li> <li>33. Типи карсту.</li> <li>34. Розкрийте суть методу аналогій при прогнозуванні карсту.</li> <li>35. Класифікація територій за карстонебезпечністю.</li> <li>36. Методи прогнозування карсту на попередніх стадіях проектування.</li> <li>37. Методи прогнозування карсту на заключних стадіях проектування.</li> <li>38. Заходи із забезпечення стійкості споруд на закарстованих територіях.</li> <li>39. Методи прогнозування абразійних процесів.</li> <li>40. Методи прогнозування змін фізико-механічних властивостей ґрунтів.</li> <li>41. Верифікація прогнозів.</li> <li>42. Розкрийте суть терміну модель та моделювання.</li> <li>43. Класифікація моделей.</li> <li>44. Методи моделювання карстових процесів.</li> </ol>
--	---

	45. Методи моделювання осувних процесів 46. Методи моделювання ерозійно-абразійних процесів. 47. Методи гідрогеологічного моделювання 48. Методи моделювання і прогнозування підтоплення 49. Методи моделювання механічних властивостей ґрунтів 50. Стохастичні моделі в інженерній геології 51. Вірогіднісні моделі в інженерній геології 52. Картографічні моделі в гідрогеології 53. Картографічні моделі в інженерній геології 54. Комп'ютерні картографічні моделі в інженерній геології і гідрогеології
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
81 – 89	B	добре	
71 – 80	C		
61 – 70	D	задовільно	
51 – 60	E		
21 – 50	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 20	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне опитування, модульні контрольні роботи (К.р.) і самостійна робота													Проект	Підсумкове тестування (Екзамен)	Сума
T 1	T 2	T3	T 4	T 5	T6	К.р. №1	T7	T 8	T 9	T10	T11	К.р №2	20	50	100
1	2	2	2	2	2	5	2	2	2	2	1	5			

T1, T2... T11– теми

### Самостійна робота

Кожен студент впродовж семестру готує власний проєкт. Тематика проєктів залежить від спрямування майбутньої кваліфікаційної роботи студента. Орієнтовні завдання для виконання проєкту такі:

1. Проєктні рішення щодо усунення наслідків розвитку карстового процесу на території... (вибрати).
2. Проєкт заходів щодо запобігання негативним наслідкам підтоплення території... (вибрати).
3. Проєкт подолання наслідків розвитку селевого процесу на території... (вибрати).
4. Проєктні рішення щодо усунення наслідків розвитку зсувних процесів на території... (вибрати).
5. Проєктні рішення щодо попередження розвитку ерозійних процесів на схилах у межах території... (вибрати).
6. Проєктні рішення щодо попередження розвитку просідання на території... (вибрати).
7. Проєкт щодо запобігання забруднення водоносних горизонтів на території... (вибрати).

8. Проект щодо попередження активізації карстового процесу на території...(вибрати).
9. Проект щодо попередження активізації зсувних явищ на території...(вибрати).
10. Проектні рішення щодо запобігання виснаження водоносних горизонтів на території...(вибрати).

Самостійна робота студента може бути зарахована у розмірі 20 балів за умови представлення сертифікату про проходження відповідного курсу щодо вивчення методик моделювання чи прогнозування геологічних процесів на сайті [www.coursera.org](http://www.coursera.org). Наприклад, такі курси:

1. Natural Attenuation of Groundwater Contaminants: New Paradigms, Technologies, and Applications (Природне ослаблення забруднень підземних вод: нові парадигми, технології та застосування) <https://www.coursera.org/learn/natural-attenuation-of-groundwater-contaminants>
2. Seismology to Earthquake Engineering (Від Сейсмології до сейсмоінженерії) <https://www.coursera.org/learn/seismology-to-earthquakes>
3. Geospatial and Environmental Analysis (Геопросторовий та екологічний аналіз) <https://www.coursera.org/learn/spatial-analysis>
4. Geographical Information Systems - Part 1 (Геоінформаційні системи – Частина 1) <https://www.coursera.org/learn/gis-1>
5. Geographical Information Systems - Part 2 (Геоінформаційні системи – Частина 2) <https://www.coursera.org/learn/gis-2>
6. Einstieg in die Räumliche Datenanalyse mit GeoDa (Початок роботи з аналізом просторових даних за допомогою GeoDa) <https://www.coursera.org/projects/einstieg-raeumliche-datenanalyse-mit-geoda>
7. Autodesk Certified Professional: Civil 3D for Infrastructure Design Exam Prep (Сертифікований професіонал Autodesk: підготовка до іспиту з Civil 3D для проектування інфраструктури) <https://www.coursera.org/learn/autodesk-civil-3d-infrastructure-design>

#### **Схема дисципліни «Гідрогеологічне та інженерно-геологічне моделювання і прогнозування»**

Тиждень	Тема, план, короткі тези	Література	Форма заняття	Кількість годин
1	<b>Тема 1. Загальні уявлення про гідрогеологічне та інженерно-геологічне моделювання і прогнозування.</b> Актуальність та практичне значення прогнозування та моделювання при виконання інженерно-геологічних досліджень. Поняття, об'єкт, мета і завдання прогнозування та моделювання. Значення моделювання і прогнозування в управлінні взаємодією людини і геологічного середовища.	[1-3, 6, 8, 12]	Лекція	2(1)
			Самостійна робота	5(6)
2	<b>Тема 2. Теоретичні основи гідрогеологічного та інженерно-геологічного моделювання і прогнозування.</b> Фундаментальні властивості геологічного середовища. Системи і системний підхід в гідрогеологічному та інженерно-геологічному моделюванні та прогнозуванні. Геологічне середовище та інженерні споруди - складні природно-технічні системи. Алгоритм системного гідрогеологічного та інженерно-геологічного моделювання та прогнозування.	[1, 3, 12, 13]	Лекція	2 (1)
			Самостійна робота	6(6)
3	<b>Тема 3. Класифікація прогнозів та їхній зв'язок зі стадіями проектування.</b> Класифікація інженерно-геологічних та гідрогеологічних прогнозів. Стадії проектування інженерних об'єктів. Завдання і види прогнозів на різних стадіях проектування та етапах інженерно-геологічних досліджень.	[1-3, 6, 8-12]	Лекція	2 (1)
			Самостійна робота	7 (7)



Тиждень	Тема, план, короткі тези	Література	Форма заняття	Кількість годин
4	<b>Тема 4. Інженерно-геологічна та гідрогеологічна інформація та її властивості.</b> Основні поняття та структура інженерно-геологічної та гідрогеологічної інформації. Класифікація інформації. Властивості інформації.	[1, 2, 7]	Лекція	2 (1)
			Самостійна робота	5(6)
5-6	<b>Тема 5. Методи прогнозування землетрусів.</b> Основні поняття і визначення, умови, чинники і закономірності виникнення і поширення землетрусів. Сейсморозвідка Методи прогнозування землетрусів на попередніх стадіях проектування. Методи прогнозування землетрусів на заключних стадіях проектування.	[1, 10, 15, 16, 18]	Лекція	4(2)
			Самостійна робота	5 (6)
7-8	<b>Тема 6. Методи прогнозування осувів.</b> Основні поняття та визначення, характеристика, причини виникнення зсувів, умови і чинники їхнього розвитку. Методи прогнозування осувів на попередніх стадіях проектування. Методи прогнозування осувів на заключних стадіях проектування.	[1, 2, 9-12]	Лекція	4(2)
			Самостійна робота	5 (10)
9-10	<b>Тема 7. Методи прогнозування карсту.</b> Основні поняття і визначення, карстові загрози, класифікація, умови і чинники розвитку карсту. Методи прогнозування карсту на попередніх стадіях проектування. Методи прогнозування карсту на заключних стадіях проектування.	[1, 2, 9-12]	Лекція	4 (1)
			Самостійна робота	5 (7)
11-12	<b>Тема 8. Методи прогнозування абразії.</b> Умови, чинники розвитку, поширення абразії та її вплив на господарські об'єкти. Методи прогнозування абразії на попередніх стадіях проектування. Методи прогнозування абразії на заключних стадіях проектування.	[1, 2, 9-12]	Лекція	4 (2)
			Самостійна робота	5 (7)
13-14	<b>Тема 9. Методи моделювання і прогнозування підтоплення.</b> Основні поняття і визначення, закономірності розвитку та поширення підтоплення. Методи прогнозування підтоплення на попередніх стадіях проектування. Методи прогнозування підтоплення на заключних стадіях проектування	[1, 2, 5-7, 12]	Лекція	4 (1)
			Самостійна робота	5 (7)
15	<b>Тема 10 Методи моделювання та прогнозування механічних властивостей ґрунтів.</b> Механічні властивості ґрунтів як основа забезпечення стійкості і функціональної придатності будівель і споруд. Методи моделювання і прогнозування механічних властивостей ґрунтів на попередніх стадіях проектування. Методи моделювання і прогнозування механічних властивостей ґрунтів на заключних стадіях проектування	[1-3, 5, 12]	Лекція	2 (1)
			Самостійна робота	5 (7)
16	<b>Тема 11. Комп'ютерне гідрогеологічне та інженерно-геологічне картографічне моделювання і прогнозування.</b> Типи гідрогеологічних та інженерно-геологічних картографічних моделей. Використання картографічних моделей для вирішення прогнозних завдань.	[1-4, 13]	Лекція	2 (1)
			Самостійна робота	5 (7)

**Примітка:** в дужках кількість годин на заочній формі здобуття вищої освіти