

**ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА**

**Навчально-науковий інститут архітектури та будівництва
Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор – проректор
з науково-педагогічної роботи

_____ Б.О. Коробко
« » _____ 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І
КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ»**

(назва навчальної дисципліни)

підготовки **доктора філософії**
(ступінь вищої освіти)

спеціальності **192 «Будівництво та цивільна інженерія»**
(шифр і назва спеціальності)

Робоча програма «Комп'ютерні технології проектування залізобетонних і кам'яних конструкцій» для здобувачів третього рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Складена відповідно до освітньо-наукової програми доктора філософії.

Розробник: Гасенко А.В., доцент кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів

Погоджено

Керівник проектної групи,
гарант освітньо-наукової програми _____ (А.М. Павліков)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів

Протокол від «28» серпня 2019 року № 1.

Завідувач кафедри залізобетонних і кам'яних
конструкцій та опору матеріалів _____ (А.М. Павліков)

«28» серпня 2019 року.

Схвалено навчально-методичною радою інституту
Протокол від «09» вересня 2019 року № 1.

Голова навчально-методичної ради

«09» вересня 2019 року _____ (В.Ф. Пенц)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни			
		форма навчання денна		форма навчання заочна	
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»	Вибіркова			
Загальна кількість годин – 150					
Модулів – 1		Рік підготовки:			
Змістових модулів – 2		2-й	2-й	2-й	2-й
	Семестр				
Індивідуальне завдання: - змістовий модуль 1: реферат «Обґрунтування коректності скінченно-елементної моделі залізобетонних конструкцій»; - змістовий модуль 2: реферат «Комплексне представлення результатів скінченно-елементного розрахунку залізобетонних конструкцій»	Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»	Лекції			
		30год.	30год.	–	–
	Ступінь вищої освіти: <u>доктор філософії</u>	Практичні, семінарські			
		–	–	–	–
		Лабораторні			
		–	–	–	–
		Самостійна робота			
		45год.	45год.	75год.	75год.
		Індивідуальна робота:			
		–	–	–	–
		Вид контролю:			
		–	диференційований залік	–	диференційований залік

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 60/90;

для заочної форми навчання – 0/150.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: придбання знань чисельних методів розрахунку на міцність, жорсткість та стійкість, а також придбання умінь і навичок застосування сучасних чисельних методів розрахунку напружено-деформованого стану залізобетонних і кам'яних конструкцій з урахуванням особливостей їх експлуатації, тобто з урахуванням температурних напружень, вібрації та механічних властивостей матеріалу, що, в свою чергу, обов'язково для знаходження режимів ефективної роботи конструкцій.

Завдання: оволодіння теоретичними основами чисельних методів розрахунку залізобетонних і кам'яних конструкцій (на прикладі методу скінченних елементів та методу скінченних різниць) та практичними методами виконання вказаних розрахунків за допомогою програмних комплексів на електронно-обчислювальних машинах; ознайомлення з сучасними підходами до розрахунку складних систем, елементами раціонального проектування конструкцій.

Освітньою програмою визначені програмні компетентності та програмні результати навчання, для формування яких використовується ця навчальна дисципліна, зокрема:

– загальні компетентності доктора філософії – здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях, знання та розуміння області будівництва, здатність спілкуватися рідною мовою як усно так і письмово, здатність спілкуватися іншою мовою за спеціальністю «Будівництво і цивільна інженерія», здатність використання інформаційних технологій, здатність вчитися і бути сучасно освіченим, усвідомлювати можливість навчання впродовж життя, здатність працювати як самостійно, так і в команді, навички забезпечення безпеки життєдіяльності, прагнення до збереження природного навколишнього середовища та забезпечення сталого розвитку суспільства, визнання морально-етичних аспектів досліджень і необхідності інтелектуальної чесності, а також професійних кодексів поведінки;

– інтегральна компетентність – здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми під час професійної діяльності у сфері будівництва або у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних знань та методів застосування сучасних технологій, теоретичних положень та методів проектування підприємств будіндустрії у будівельному комплексі, раціональний вибір матеріалів, забезпечення надійності і економічності.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Основні дисципліни, що передують вивченню дисципліни:

- вища математика (вища алгебра, аналітична і диференціальна геометрія, диференціальні та інтегральні рівняння);
- будівельні конструкції (загальні методи конструювання та розрахунку будівельних конструкцій, виготовлених із різних матеріалів);
- математичні методи та моделі в розрахунках на ЕОМ (методи цифрового синтезу і обробки візуального контенту);
- інженерна графіка (створення проєкційних зображень тощо).

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні положення методу скінченних елементів та методу скінченних різниць;
- склад програмних комплексів і призначення їх окремих модулів для розрахунку;
- алгоритми і правила створення розрахункових схем і моделей залізобетонних і кам'яних конструкцій;
- основні методи постановки та розв'язку задач міцності, стійкості та жорсткості, як основи проєктувального та перевірного розрахунків конструкцій, за допомогою програмних комплексів скінченно-елементного моделювання на електронно-обчислювальних машинах;
- особливості роботи елементів конструкцій при різноманітних видах деформації;

- теорії міцності і умови міцності та жорсткості, стійкість та втомленість;
- способи використання діаграм нелінійного деформування залізобетону при інженерних розрахунках;
- вміти:**
- визначати внутрішні зусилля та деформації, будувати їх епюри, визначити напруження та переміщення в елементах залізобетонних і кам'яних конструкціях за допомогою програмних комплексів скінченно-елементного моделювання на електронно-обчислювальних машинах;
- проводити розрахунки на електронно-обчислювальних машинах:
 - на міцність і жорсткість стержнів і стержневих систем при розтягу-стиску, крученні, згині і складному навантаженні при дії статичного, вібраційного і ударного навантаження, а також з урахуванням сил інерції, температурних навантажень;
 - статично невизначених систем;
 - стиснутих стержнів на стійкість;
- обробляти отримані чисельні дані та отримувати аналітичні залежності між досліджуваними факторами;
- визначати оптимальні параметри системи при зміні одного або декількох факторів.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни, а саме: виконання та захисту лабораторних робіт, засвоєння знань на практичних заняттях з метою виконання індивідуального завдання (розрахунково-графічної роботи та реферату), складання модульних та підсумкових семестрових контролів знань студентів.

Мінімальний поріг рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
60-63	Е	Достатньо	Студент має певні знання матеріалу, передбаченого робочою програмою, володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	Пороговий, що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- диференційований залік;
- стандартизовані тести (під час модульних та підсумкових семестрових контролів знань);
- реферати;
- виконання завдань на лабораторному обладнанні на лабораторних заняттях;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- аналітичні звіти.

7. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. СТВОРЕННЯ СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Тема 1. Використання методів скінченних елементів та скінченних різниць при розрахунку конструкцій

Основні ідеї методів скінченних елементів та скінченних різниць. Статичний розрахунок конструкцій. Лінійний аналіз стійкості. Динамічний розрахунок конструкцій.

Тема 2. Структура пакетів комп'ютерних програм чисельного моделювання

Конфігурація пакетів комп'ютерних програм чисельного моделювання. Файли пакетів комп'ютерних програм чисельного моделювання.

Тема 3. Шаблонний інтерфейс користувача

Вікна. Доступ до команд. Об'єкти даних. Діалогове вікно вибору об'єктів. Графічний вибір об'єктів. Визначення координат точки і вектора. Операції з файлами. Інструменти. Створення геометричних об'єктів. Створення об'єктів розрахункової моделі. Автоматизоване створення. Модифікація об'єктів моделі. Вивід інформації. Видалення об'єктів моделі. Операції з групами об'єктів моделі. Керування відображенням моделі у графічних вікнах. Доступ до довідкової інформації.

Тема 4. Засоби створення геометричної моделі

Створення точок, кривих, довірливих поверхонь, граничних поверхонь, серединних поверхонь, об'ємів, твердих тіл. Твердотіле геометричне моделювання. Копіювання геометричних об'єктів. геометричний інтерфейс.

Тема 5. Моделювання конструкцій скінченними елементами

Вибір системи одиниць вимірювань. Об'єкти скінченного елемента. Вузли та ступені вільності у вузлі. Бібліотека скінченних елементів. Створення матеріалів. Створення властивостей елементів. Створення вузлів та елементів по одному.

Тема 6. Засоби автоматизованого створення сіток скінченних елементів

Створення сіток на геометричних об'єктах. Створення сіток без використання геометрії. Модифікація сіток. Копіювання сіток. Створення сіток видавлюванням, обертанням і витягуванням.

Тема 7. Навантаження і закріплення моделей конструкцій

Типи навантажень. Створення і активізація варіанта навантажень. Об'ємні навантаження. Вузлові навантаження. Елементні навантаження. Нелінійні сили. Геометричні навантаження. Завдання параметрів нелінійного і динамічного навантаження. Маніпулювання навантаженнями. Граничні умови закріплення моделей.

Змістовий модуль 2. СКІНЧЕННО-ЕЛЕМЕНТНИЙ РОЗРАХУНОК, АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКІВ ТА ФОРМУВАННЯ ЇХ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Тема 8. Графічне відображення моделі і результатів

Команда вибору вигляду. Відображення моделі. Відображення результатів на моделі. Вивід графіків результатів розрахунку і функціональних залежностей моделі. Команда завдання опцій зображення. Структура вихідних наборів даних. Маніпулювання результатами. Майстер отримання результатів.

Тема 9. Лінійний статичний аналіз конструкцій

Скінченно-елементний аналіз залізобетонних і кам'яних конструкцій. Створення розрахункової моделі. Аналіз результатів розрахунку. Врахування ком позиційності матеріалів під час моделювання конструкцій. Застосування елементів з осьовою симетрією.

Тема 10. Нелінійний статичний аналіз конструкцій

Врахування фізичної нелінійності роботи бетону та низхідної гілки деформування. Особливості моделювання. Аналіз результатів. Аналіз залишкових деформацій. Контактні задачі. Моделювання контакту арматури та бетону. Аналіз результатів по елементу Slide Line. Аналіз контакту в елементах GAP.

Тема 11. Аналіз стійкості

Розрахунок втрати стійкості стиснутих залізобетонних і кам'яних елементів. Створення розрахункової моделі і аналіз стійкості за Ейлером. Аналіз результатів розрахунку втрати стійкості. Деформаційний аналіз стійкості. Аналіз стійкості стиснутих залізобетонних і кам'яних конструкцій.

Тема 12. Динамічний аналіз конструкцій

Аналіз та обчислення форм і частот. Аналіз перехідних процесів. Частотний аналіз відгуку. Аналіз спектру відгуку при ударній взаємодії. Нелінійний динамічний аналіз.

Тема 13. Оптимізація конструкцій

Загальне формулювання проблеми оптимізації. Огляд оптимізаційної моделі. Створення оптимізаційної моделі в системі програмного комплексу скінченного моделювання.

Тема 14. Аналіз помилок розрахунку

Погана обумовленість і втрата якості матриці жорсткості. Застосування нелінійного виду аналізу для отримання більш стійкого результату. Діагностика помилок в системі програмного комплексу скінченного моделювання.

8. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Створення скінченно-елементних моделей залізобетонних і кам'яних конструкцій												
Тема 1. Використання методів скінченних елементів та скінченних різниць при розрахунку конструкцій	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 2. Структура пакетів комп'ютерних програм чисельного моделювання	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 3. Шаблонний інтерфейс користувача	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 4. Засоби створення геометричної моделі	15	6	–	–	–	9	15	–	–	–	–	15
Тема 5. Моделювання конструкцій скінченними елементами	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 6. Засоби автоматизованого створення сіток скінченних елементів	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 7. Навантаження і закріплення моделей конструкцій	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Разом за змістовим модулем 1	75	30	–	–	–	45	75	–	–	–	–	75

Змістовий модуль 2. Скінченно-елементний розрахунок, аналіз отриманих результатів розрахунків та формування їх представлення для практичного використання												
Тема 8. Графічне відображення моделі і результатів	15	6	–	–	–	9	15	–	–	–	–	15
Тема 9. Лінійний статичний аналіз конструкцій	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 10. Нелінійний статичний аналіз конструкцій	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 11. Аналіз стійкості	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 12. Динамічний аналіз конструкцій	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 13. Оптимізація конструкцій	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Тема 14. Аналіз помилок розрахунку	10	4	–	–	–	6	10	–	–	–	–	10
Разом за змістовим модулем 2	75	30	–	–	–	45	75	–	–	–	–	75
Усього годин	150	60	–	–	–	90	150	–	–	–	–	150

9. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
	Семінарські заняття не передбачені		

10. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
	Практичні заняття не передбачені		

11. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
	Лабораторні заняття не передбачені		

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: навчитися користуючись бібліотечними фондами і каталогами під час опрацювання з літературних джерел, скласти конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до лекцій;
- опрацювання практичного матеріалу, який виноситься на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій навчальній програмі дисципліни;
- підготовка до написання узагальнюючих рефератів;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання іспиту за контрольними питаннями та задачами.

Питання для самостійного вивчення студентами

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
Змістовий модуль 1			
1	Розрахункова система із одною ступенем вільності. Розрахункова система із багатьма ступенями вільності та проблема власних значень	6	10
2	Опис каталогу комп'ютерних програм чисельного моделювання	6	10
3	Інструменти операцій, об'єктів, вимірів, перевірок	6	10
4	Операції розрізання та розтину твердих тіл	9	15
5	Функціональні залежності характеристик матеріалів	6	10
6	Редагування параметрів скінченно-елементної сітки на імпортованій геометрії	6	10
7	Приведення геометричних навантажень до вузлових	6	10
	Усього за семестр	45	75
Змістовий модуль 2			
8	Маніпулювання даними векторів результатів	9	15
9	Лінійний статичний аналіз трикомпонентного тіла	6	10
10	Нелінійний статичний аналіз трикомпонентного тіла	6	10
11	Нелінійна поведінка матеріалів під час проведення розрахунків на стійкість	6	10
12	Вплив динамічних навантажень на розвиток тріщин конструкцій	6	10
13	Оптимізація моделей трикомпонентного тіла	6	10
14	Основні коди помилок розрахунку	6	10
	Усього за семестр	45	75
	Разом	90	150

13. Індивідуальні завдання

Індивідуальними завданнями є обов'язкові узагальнюючі реферати, які виконуються студентами для кращого засвоєння, закріплення, поглиблення та узагальнення знань, одержаних на лекціях, проведених у рамках відповідних змістових модулів. Реферати охоплюють всі основні теми та випадки практичних інженерних чисельних розрахунків елементів конструкцій за допомогою комп'ютерних програм на електронно-обчислювальних машинах.

У кожному семестрі студенти виконують по одному реферату і відповідно захист проводиться по кожному з них, де студент повинен показати розуміння теоретичного матеріалу, а також вміння застосовувати його для вирішення практичних задач. За результатами захисту ставиться диференційована оцінка за семестр. Об'єм кожного реферату складає 10 – 20 сторінок формату А4, в тому числі 5 – 10 сторінок формату А4 графіків (епюр) розподілу внутрішніх зусиль, переміщень і т.д.

Номер змістового модуля	№ реферату	Назва реферату	Кількість годин для денної та заочної форм навчання
1	1	Обґрунтування коректності скінченно-елементної моделі залізобетонних конструкцій	– (за рахунок годин самостійної роботи)
2	2	Комплексне представлення результатів скінченно-елементного розрахунку залізобетонних конструкцій	– (за рахунок годин самостійної роботи)
		Усього разом	–

14. Методи навчання

Основним у методах навчання є системний підхід, який включає в себе як індуктивні методи (від часткового до загального) так і дедуктивні (від загального до окремого). При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання. Словесні та наочні методи використовуються під час лекцій, а практичні – при проведенні практичних та лабораторних занять.

Під час проведення лекцій використовуються такі словесні методи як розповідь, пояснення та наочні методи: ілюстрація, демонстрація. Перед проведенням робіт викладачами проводяться інструктажі: вступні, поточні, підсумкові.

Стимулом інтересу до навчання є постійне роз'яснення практичного застосування набутих знань в подальшій навчанні та діяльності на виробництві.

15. Методи контролю

Вивчення дисципліни “Комп’ютерні технології проектування залізобетонних і кам’яних конструкцій” починається з вхідного контролю знань, на якому перевіряється здатність студентів до сприйняття даної дисципліни, виконання ними попередніх умов (знання елементарної математики, фізики, елементів вищої математики, та теоретичної механіки).

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекційних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи, а також при захисті рефератів. Захищаючи реферат, студент повинен уміти пояснити і обґрунтувати розв’язок поставлених завдань, відповідати на запитання з теорії, а також розв’язувати задачі з даної теми. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять визначається викладачем, що проводить заняття.

Модульний контроль проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмінь, що формує цей модуль. Модульний контроль реалізується шляхом узагальнення результатів поточного контролю знань і проведення спеціальних контрольних заходів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі семестрового диференційованого заліку.

Організація МРОЗ студентів із конкретної навчальної дисципліни регламентується «Правилами модульно-рейтингового оцінювання знань із навчальної дисципліни», які затверджуються рішенням кафедри.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Перший семестр вивчення дисципліни									
Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота							Індивід. робота (реферат)	І	Сума
Змістовий модуль 1									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7			
13	13	13	13	13	17	13	5	–	100
Другий семестр вивчення дисципліни									
Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота							Індивід. робота (реферат)	Диференційований залік	Сума
Змістовий модуль 2									
T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14			
10	10	10	10	10	10	5	5	30	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для диференційованого заліку
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	
60-63	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них до 70 балів студент може отримати впродовж семестру, решта 30 балів припадає на підсумковий контроль (диференційований залік).

1. Поточний контроль. Розподіл балів, отриманих впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляється наступним чином:

№ з/п	Контрольні заходи	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів
Перший семестр вивчення дисципліни			
1	Виконання і захист реферату «Обґрунтування коректності скінченно-елементної моделі залізобетонних конструкцій»	5	3
2	Надання відповідей на контрольні тестові питання	95	57
	Всього	100	60
Другий семестр вивчення дисципліни – диференційований залік			
1	Виконання і захист реферату «Комплексне представлення результатів скінченно-елементного розрахунку залізобетонних конструкцій»	5	3
2	Надання відповідей на контрольні тестові питання	65	39
	Всього	70	42

Присутність на лекціях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.

Змістовний модуль зараховується якщо студент виконав навчальний план і набрав не менше 60% максимально можливих балів. Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 60% максимально можливих балів), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль. Підсумковим контролем є диференційований залік. Він здійснюється у формі письмового контролю відповідно до вимог Положення «Про семестровий контроль у ПолтНТУ».

17. Методичне забезпечення

1. Інструктивно-методичні матеріали для проміжного і підсумкового контролю знань.
2. Правила модульно-рейтингового оцінювання знань із навчальної дисципліни.

18. Рекомендована література

Базова

1. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К.: НАУ, 2019. – 500 с.
2. Барабаш М.С. Нелінійна будівельна механіка з ПК ЛІРА-САПР / М.С. Барабаш, М.М. Сорока, М.Г. Сур'янінов. – К. : Екологія, 2018. – 248 с.
3. Козлов А.В. Расчет мостовых конструкций с использованием ПК ЛИРА-САПР для начинающих пользователей / А.В. Козлов. – Воронеж, 2017. – 223 с.

Допоміжна

4. Павліков А.М. Нелінійна модель напружено-деформованого стану косо завантажених залізобетонних елементів у закритичній стадії: [монографія] / А.М. Павліков. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – 259 с.
5. Рудаков К.М. Геометричне та скінченно-елементне моделювання конструкцій у MSC visualNASTRAN для Windows: посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2005. – 218 с.
6. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. – Киев: изд-во “Сталь”, 2002. – 600 с.
7. Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики / С.Ф. Клованич. – Запорожье: ИПО, 2009. – 400 с.

19. Інформаційні ресурси

1. Робоча програма дисципліни «Комп'ютерні технології проектування залізобетонних і кам'яних конструкцій» для аспірантів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» – Полтава : ПолтНТУ, 2019. – 12 с.