

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор НУБіП України


Станіслав НІКОЛАЄНКО

«30 березня» 2023 р.

**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

із комплексу фахових дисциплін
за освітньо-науковою програмою
"Будівництво та цивільна інженерія"
для підготовки здобувачів
третього (PhD доктор філософії) рівня вищої освіти
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»

Голова комісії

 / **Зіновій РУЖИЛО** /

Гарант програми

 / **Ігор ЯКОВЕНКО** /

Київ – 2023

Вступ

Програма вступного випробування до аспірантури Національного університету біоресурсів і природокористування України носить комплексний характер та базується на необхідних компетентностях фахівців другого освітньо-наукового (освітньо-професійного) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія».

У залежності від первинного вибору теми наукового дослідження, тематики досліджень майбутнього наукового керівника, наукової тематики кафедри будівництва тощо – здобувач може обрати відповідний напрямок.

Напрямок *«будівельні конструкції, будівлі та споруди»* професійно орієнтована на наступних дисциплінах: будівельні конструкції, залізобетонні та кам'яні конструкції, металеві конструкції, конструкції з дерева та пластмас, метали та зварювання, будівельне матеріалознавство, будівельна механіка та ін.

Напрямок *«сейсмостійкість будівель та споруд»* професійно орієнтована на наступних дисциплінах: опір матеріалів, опір матеріалів (спецкурс) і основи теорії пружності та пластичності, будівельна механіка (спецкурс), сейсмологія, сейсмічна стійкість будівель та споруд, динаміка і стійкість будівель і споруд та ін.

Напрямок *«реконструкція будівель та споруд»* професійно орієнтована на наступних дисциплінах: реконструкція будівель та споруд, ремонт та технічна експлуатація будівель та споруд, обстеження і випробування будівельних конструкцій будівель та споруд та ін.

Напрямок *«будівельна механіка»* професійно орієнтована на наступних дисциплінах: теоретична механіка, опір матеріалів, опір матеріалів (спецкурс) і основи теорії пружності та пластичності, будівельна механіка, будівельна механіка (спецкурс), будівельні конструкції та ін.

Метою програми вступного випробування до аспірантури за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» є перевірка необхідних компетентностей у фахівців другого освітньо-наукового (освітньо-професійного) рівня вищої освіти ОС «Магістр» для подальшого здійснення дослідницько-інноваційної діяльності з використанням новітніх досягнень у галузі 19 «Архітектура та будівництво».

1. Програма вступного випробування до аспірантури НУБіП України зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» за напрямком «будівельні конструкції, будівлі та споруди»

1.1. Вимоги до будівельних конструкцій

Основні вимоги до будівельних конструкцій, їх класифікація, взаємозв'язок конструктивних рішень з матеріалами конструкцій. Переваги та недоліки різних видів конструкцій. Раціональні галузі застосування конструкцій. Раціональні галузі застосування конструкцій з різних матеріалів.

1.2. Типи будівельних конструкцій в залежності від призначення будівель та споруд і умов будівництва

Основні положення компонування несучих і огорожувальних конструкцій цивільних та промислових будівель. Модульна система. Типізація. Технологічність виготовлення і монтажу. Забезпечення жорсткості і стійкості будівель. Класифікація конструкцій за методами зведення; вплив методів зведення будівель на їх конструктивні рішення.

Вибір типу і матеріалу конструкцій в залежності від призначення і капітальності будівель і споруд, умов будівництва та експлуатації, їх економічна ефективність.

Основні вимоги, що пред'являються до несучих і огорожувальних конструкцій промислових і цивільних будівель. Завдання ресурсозбереження в будівництві.

Особливості вимог до конструкцій житлових і громадських будівель, до конструкцій споруд спеціального призначення (башти, опори, труби, силоси, резервуари, тощо). Вогнестійкість конструкцій, вимоги з вогнестійкості в залежності від груп капітальності (довговічності) будівель.

Особливі вимоги та конструктивні рішення для будівель і споруд, що зводяться у сейсмічно небезпечних районах, на просадкових ґрунтах, над гірничими виробками, в складних кліматичних зонах.

1.3. Фізико-механічні властивості будівельних конструкційних матеріалів. Вплив передісторії, зносу, режиму навантаження

Модулі пружності. Коефіцієнт Пуассона. Макро- і мікроструктура будівельних матеріалів. Неоднорідність, суцільність, анізотропія. Вологопоглинання. Теплопровідність. Температурно-вологісні деформації. Морозостійкість. Корозієстійкість. Звукоізоляція. Звукопоглинання.

Міцність матеріалів при розтягу, стиску, зсуві, поперечному вигині, крученні; при статичному короткочасному та тривалому впливах, а також при циклічних і динамічних впливах. Тріщиностійкість матеріалів.

Діаграми роботи будівельних матеріалів та їх основні характеристики: пружність, повзучість, релаксація і пластичність.

1.4. Основні положення та методи розрахунку будівельних конструкцій

Основні етапи розвитку методів розрахунку будівельних конструкцій. Методи розрахунку по допустимим напруженням, за руйнівним навантаженням, за граничним станом. Зв'язок і принципова відмінність між цими методами.

Метод розрахунку за граничними станами. Класифікація граничних станів. Види навантажень, коефіцієнти надійності за навантаженням і коефіцієнти сполучення навантажень. Коефіцієнти надійності за матеріалом, коефіцієнти умов роботи. Нормативні і розрахункові опори. Загальний вид основної розрахункової формули.

Статистичний підхід до розрахунку будівельних конструкцій. Випадковий характер розрахункових величин і їх розподіл. Середні значення дисперсії і стандарти. Статистична природа коефіцієнта запасу. Надійність, довговічність і економічність конструкцій. Розвиток методу граничних станів на основі статистичного підходу. Оцінка міцності будівельних конструкцій при простому і складному напружених станах. Теорії міцності. Критерії пластичності, крихкого руйнування, втоми.

Основи розрахунку будівельних конструкцій із застосуванням ЕОМ. Чисельні методи. Матрична форма розрахунку будівельних конструкцій. Метод скінченних елементів та його зв'язок з основними методами будівельної механіки. Вплив ЕОМ на розвиток методів розрахунку будівельних конструкцій. Оптимальне проектування та його критерії.

Метод розрахункових моделей опору (МРМО) та його реалізація в формі початкових параметрів для статично невизначеної системи. МРМО та укрупнений алгоритм розрахунку. Основні особливості алгоритму МРМО. Розрахункова модель опору №1. Розрахункова модель опору №2.

Дослідження міцності залізобетону. Дослідження ширини розкриття тріщин. Глибина моделювання (неординарні випадки) будівельних конструкцій будівель та споруд. Дослідження відстані між тріщинами в залізобетоні. Огляд дослідження опору розтягнутого бетону між тріщинами в залізобетоні. Огляд дослідження жорсткості залізобетону. Дослідження зчеплення арматури з бетоном. Фізична модель опору (ФМО) №1 (основні передумови, вихідні рівняння). ФМО №2 (основні передумови, вихідні рівняння). ФМО №3 (основні передумови, вихідні рівняння).

Чисельно-аналітичний метод потенціалу (ЧАМП) та його застосування при дослідженні особливостей опору залізобетону.

Основні теоретичні положення механіки руйнування (МР). Дослідження Гріффітса. Сучасні експериментальні методи визначення перших тріщин та процеси появи накопичення пошкоджень у будівельних конструкціях. Експериментальне визначення параметрів МР. МР бетонів різної структури при розтязі та стиску. Нелінійна механіка руйнування бетону.

Основи теорії пластичності та розрахунок будівельних конструкцій за межею пружності. Теорії малих пружньо-пластичних деформацій. Просте

навантаження. Розвантаження. Ідеальний пружньо-пластичний матеріал і умова плинності. Екстремальні варіаційні принципи. Згин балок з пружньо-пластичного матеріалу. Граничний стан нерозрізних балок і рам. Пластичні шарніри.

Розрахунок конструкцій з композитних матеріалів. Особливості розрахунку конструкцій з матеріалів, що працюють по різному при розтязі і стиску. Розрахунок згинальних та стиснуто-зігнутих елементів з цих матеріалів.

Розрахунок з урахуванням утворення тріщин, в тому числі на прикладі залізобетону. Перерозподіл зусиль у статично невизначених системах, що працюють за межею пружності, адаптація будівельних конструкцій.

Стійкість будівельних конструкцій. Критерії стійкості. Розрахункові схеми. Втрата стійкості як граничний стан. Стійкість стиснутих і стиснуто-вигнутих стержнів за межею пружності. Закритична поведінка стрижня в системі. Вплив фізичної та геометричної нелінійності.

Розрахунок конструкцій на вплив кліматичної та технологічної температури. Температурні моменти і їх вплив на міцність, жорсткість і тріщиностійкість залізобетонних елементів. Розрахунок звукоізоляції і опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.

1.5. Основи розрахунку будівельних конструкцій при реконструкції будівель та споруд

Способи та методи реконструкції промислових і цивільних будівель та споруд. Розрахунок залишкового силового опору будівельних конструкцій. Проектування підсилення залізобетонних конструкцій. Конструктивні рішення підсилення залізобетонних конструкцій. Способи розрахунку підсилення несучих будівельних конструкцій при реконструкції будівель і споруд. Оцінка конструктивної безпеки.

1.6. Завдання і методи експериментальних досліджень будівельних конструкцій

Завдання експериментальних досліджень будівельних конструкцій. Обстеження конструкцій і спостереження за ними у процесі експлуатації. Сучасні методи досліджень: тензометричні, електротензометричні, акустичні, оптичні, за допомогою іонізуючих випромінювань.

Способи виявлення і методи оцінки впливу найбільш поширених дефектів конструкцій на їх несучу здатність і довговічність.

2. Програма вступного випробування до аспірантури НУБіП України зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» за напрямком «сейсмостійкість будівель та споруд»

2.1. Динаміка споруд

Динамічне навантаження і види динамічних розрахунків, точкова маса, ступені вільності, демпфування, принципи динаміки. Рівняння руху.

2.2. Динаміка систем з одним ступенем вільності

Вплив демпфування, критичне демпфування, вільні коливання при в'язкому демпфуванні, вимушені коливання при гармонійному навантаженні, резонанс, відгук при дії імпульсу та дії навантаження з довільним законом в часі.

2.3. Динаміка систем з багатьма ступенями вільності

Вільні коливання, вимушені коливання при гармонійному навантаженні. Демпфування Релея. Розрахунок поведінки в часі з використанням методів модальної суперпозиції та прямого інтегрування. Коливання систем з безмежною ступінню динамічної вільності. Енергетичні методи. Розрахунок систем на сейсмічне навантаження. Розрахунок спектру відгуку. Віброізоляція. Коливання при вітровому вихровому збудженні.

2.4. Динамічні розрахунки у нормах проектування

Стійкість споруд: дефініції, критерії та моделі стійкості; критичне навантаження. Статичний, енергетичний та динамічний методи дослідження стійкості та закритичної поведінки для систем з однією та декількома ступенями вільності.

Стійкість пружних стержнів. Вплив недосконалостей. Стійкість рам. Енергетичні методи. Згинно-крутна втрата стійкості. Втрата стійкості стійок при пластичних деформаціях. Стійкість кілець та арок. Втрата стійкості при згині високих балок. Розрахунок на стійкість в геометрично-нелінійній постановці, матриця геометричної жорсткості. Динамічна стійкість.

2.5. Фізичні основи землетрусів

Загальні відомості про землетруси. Планета Земля у якості космічного тіла. Характерні відомості щодо виникнення та появи землетрусів.

2.6. Основні типи сейсмічних хвиль

Зондування внутрішньої структури Землі. Внутрішня будова Землі на основі геофізичної моделі. Геохімічна модель Землі. Конвекція та ізостазія. Конвективні рухи в ядрі, їх значення для при поверхневих процесів. Конвективні рухи в мантії, їх значення для при поверхневих процесів. Основні риси будови Земної кори. Принцип виділення границь літосферних плит. Типи границь.

2.7. Класифікація землетрусів та енергетичні характеристики землетрусів

Причини та характеристика землетрусів. Інженерна сейсмологія. Сейсмічні хвилі. Визначення інтенсивності землетрусу у балах. Шкала інтенсивності. Характеристики коливань ґрунту. Сейсмічне районування і мікрорайонування.

2.8. Методи передбачення землетрусів

Прилади для вимірювання сили землетрусів. Методи моделювання і розв'язання задач динаміки при сейсмічних діях. Характеристичне (частотне) рівняння моделі споруд за методами переміщень та методами сил. Розрахунок будівель і споруд при сейсмічних навантаженнях.

2.9. Статична теорія сейсмостійкості

Динамічний підхід у визначенні сейсмічних навантажень. «Каліфорнійський код». Побудова розрахункових схем будівель та їх математичне моделювання. Визначення переміщень пружних систем. Коефіцієнт динамічності.

2.10. Визначення розрахункових значень сейсмічних сил

Крутильні коливання. Розв'язок системи із врахуванням крутильних коливань. Схеми дії сейсмічної хвилі на протяжну споруду. Вплив ефекту протяжності на споруду. Розрахунок сейсмічних сил у відповідності до діючих нормативних документів.

2.11. Особливості конструктивно-планувальних рішень сейсмостійких будівель

Цегляні будівлі. Крупноблочні будівлі. Крупнопанельні безкаркасні будівлі. Каркасні будівлі. Монолітні залізобетонні будівлі. Сучасні методи сейсмозахисту будівель.

2.12. Проектування сейсмоізоляції, конструкцій та вузлів при дії сейсмічного навантаження

Схеми роботи каркасних будинків, випробування стиків балок і колон будинків з залізобетонним каркасом в сейсмічних районах. Розрахунок стиків балок і колон будинків з залізобетонним каркасом в сейсмічних районах. Визначення періодів і форм власних коливань каркасних будинків. Конструктивні вимоги та характер руйнування попередньо напружених конструкцій в сейсмічних районах. Конструктивні вимоги та особливості спорудження гребель в сейсмічних районах.

3. Програма вступного випробування до аспірантури НУБіП України зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» за напрямком «реконструкція будівель та споруд»

3.1. Організація служби експлуатації будівель та споруд

Загальні положення та основні вимоги щодо експлуатації будівель та споруд. Зміст та задачі технічної експлуатації будівель. Організація технічної експлуатації житлових і громадських будівель. Організація технічної експлуатації промислових будівель. Обов'язки технічного персоналу щодо проведення належної експлуатації будівель. Прийом будівель в експлуатацію.

3.2. Спостереження за станом будівель та споруд у період експлуатації

Служба спостереження, її функції та обов'язки. Огляди будівель та споруд. Вимоги та норми температурно-вологісного та гігієнічного режимів. Температура, кондиціонування та вентиляція. Вологість повітря. Освітлення. Звукоізоляція. Основні рекомендації та правила щодо утримання приміщень. Приміщення загального користування. Підвали та напівпідвальні приміщення. Приміщення горища. Утримання територій житлових районів та підприємств. Огляд будівель та споруд.

3.3. Основні вимоги щодо утримання будівельних конструкцій

Загальні вимоги до утримання будівельних конструкцій. Утримання фундаментів та стін підвалу. Стіни будівлі. Утримання перекриттів та підлог. Утримання перегородок. Дахи та покриття. Ліхтарі, віконні та дверні отвори. Балкони, карнизи, сходи. Заходи щодо боротьби з вологістю, гниттям та корозією у будівлях. Основні причини появи вогкості. Способи усунення вогкості. Захист деревини від гниття у конструкціях будівлі. Боротьба з корозією.

3.4. Експлуатація санітарно-технічних засобів та електрообладнання

Загальні положення. Системи централізованого опалення. Теплові мережі. Вентиляційні установки. Системи водопроводу та гарячого водопостачання. Каналізація. Газопостачання. Електрообладнання та слабкострумове устаткування. Експлуатація силових та освітлювальних електромереж. Експлуатація освітлювальних приладів.

3.5. Фізичний та моральний знос будівель та види їхнього ремонту

Знос будівельних конструкцій та строк їхньої експлуатації. Види ремонтів. Амортизація та амортизаційний фонд. Джерела фінансування ремонтних робіт. Проведення ремонтних робіт. Планування ремонтів.

3.6. Діагностування технічного стану будівельних конструкцій, будівель та споруд

Етапи обстеження технічного стану будівельних конструкцій, будівель та споруд. Інженерні вишукування при проведенні обстежень будівель та споруд. Аналіз території ділянки забудови. Обстеження технічного стану будівель та споруд. Мета і завдання обстеження. Дефекти будівельних конструкцій.

3.7. Методи обстеження будівельних конструкцій будівель та споруд

Неруйнівні методи випробувань будівельних конструкцій. Інструментальне забезпечення обстеження конструкцій. Оцінювання технічного стану конструкції, будівлі, споруди.

3.8. Оцінювання впливу корозійного зношення на технічний стан будівельних конструкцій

Корозія будівельних конструкцій та захист від неї. Характеристика агресивності оточуючого середовища. Корозія конструкцій із різних матеріалів. Захист від корозії.

3.9. Методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд

Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду, класифікація різновидів та методів реконструкції промислових будівель та інженерних споруд. Архітектурно-конструктивні рішення «надбудови» та «прибудови», які використовуються у процесі реконструкції. Зміна об'ємно-планувальних рішень. Способи розрядження колон, способи збільшення висоти поверху та ін.

3.10. Методи реконструкції цивільних та громадських будівель

Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду, класифікація різновидів та методів реконструкції цивільних та громадських будівель. Архітектурно-конструктивні рішення «надбудови» та «прибудови», які використовуються у процесі реконструкції. Особливості планувальних та конструктивних схем будівель, які підлягають реконструкції. Перепланування існуючих будівель із метою збільшення площі, об'єму. Способи перепланування квартир у житлових будинках: використання приміщення сходів під кухню, розміщення ванних кімнат зі входами з кухні та ін. Способи влаштування ліфтів. Заміна конструкцій сходів та балконів.

3.11. Способи посилення бетонних та залізобетонних конструкцій

Класифікація способів посилення. Способи посилення ґрунтових основ. Методи посилення фундаментів шляхом розширення підоснови. Посилення фундаментів шляхом розширення підоснови з обтисненням основи. Розрахунок основ фундаментів, посилених розширенням підоснови. Посилення фундаментів шляхом збільшення їх глибини закладення. Посилення фундаментів за допомогою влаштування паль.

Алгоритми розрахунків посилення залізобетонних конструкцій зі зміною та без зміни конструктивної схеми. Способи посилення балок, ригелів, ферм

покриття, центрально та позацентрово стиснутих колон із варіюванням типів поперечних перерізів. Зміна місця передачі навантаження. Збільшення ступеня зовнішньої статичної невизначеності. Збільшення ступеня внутрішньої статичної невизначеності. Збільшення довжини спирання конструкцій.

3.12. Способи посилення металевих конструкцій

Посилення металевих конструкцій шляхом збільшення їхнього поперечного перерізу. Посилення з'єднань металевих конструкцій. Посилення металевих конструкцій шляхом зміни їхньої конструктивної схеми. Розрахунок міцності посилених металевих конструкцій: балок, колон, ферм покриття, арок.

3.13. Способи посилення кам'яних та армокам'яних конструкцій

Методи посилення елементів кам'яних конструкцій. Розрахунок посилення елементів кам'яних конструкцій. Посилення вузлів сполучення кам'яних конструкцій. Збільшення просторової жорсткості кам'яних будівель. Заміна і посилення перемичок кам'яних будівель. Розрахунок міцності посилених кам'яних конструкцій.

3.14. Способи посилення конструкцій із дерева та пластмас

Способи посилення елементів дерев'яних конструкцій: непряме посилення або зміна умов експлуатації; зміна статичної схеми роботи конструкцій; збільшення площі поперечного перерізу елемента; місцеве посилення; посилення вузлових з'єднань. Посилення дерев'яних елементів кровляних дахів. Захист посилених дерев'яних конструкцій.

4. Програма вступного випробування до аспірантури НУБіП України зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» за напрямком «будівельна механіка»

4.1. Основні поняття, принципи і рівняння будівельної механіки стержневих систем

Кінематичний аналіз і основи статичного розрахунку. Основні поняття кінематичного аналізу. Конструктивні елементи розрахункових схем. Кількісний етап кінематичного аналізу. Якісний (структурний) етап кінематичного аналізу. Послідовність виконання кінематичного аналізу. Статичний метод розрахунку. Кінематичний метод. Особливості роботи геометрично змінюваних систем.

Теорія переміщень. Робота зовнішніх і внутрішніх сил. Узагальнені сили і узагальнені переміщення. Універсальні позначення переміщень. Матриця піддатливості і матриця жорсткості. Інтеграл Мора. Окремі випадки застосування формули Максвела–Мора. Обчислення інтеграла Мора. Переміщення від дії температури. Переміщення від примусового зміщення опор. Повна формула для обчислення переміщень. Теореми взаємності.

Загальні рівняння будівельної механіки. Стержневі системи як системи із скінченним числом ступенів вільності. Рівняння статички. Геометричні рівняння. Фізичні рівняння. Постановка задач будівельної механіки. Головні властивості статично визначуваних і статично невизначуваних систем.

4.2. Енергетичні теореми і варіаційні принципи будівельної механіки

Енергія деформації лінійно–пружної системи. Повна потенціальна енергія деформованої системи. Функціонал і варіація. Необхідна умова екстремуму функціоналу. Варіаційна постановка задачі про плоский згин. Варіаційне рівняння Лагранжа. Варіаційне рівняння Кастильяно.

4.3. Розрахунок статично-визначених систем

Шарнірно–консольні балки. Розрахунок шарнірно–консольних балок при дії вертикального навантаження.

Ферми. Особливості кінематичного аналізу ферм. Розрахунок ферм.

Тришарнірні арки. Розрахунок арки при довільному навантаженні. Розрахунок арки при дії вертикального навантаження. Розрахунок арки з горизонтальною затяжкою.

Плоскі рами. Класифікація статично визначуваних рам. Визначення опорних реакцій. Обчислення внутрішніх зусиль в плоских рамах.

4.4. Розрахунок статично-невизначених систем

Метод сил. Ступінь статичної невизначуваності. Основна система і основні невідомі методу сил. Система розв'язувальних рівнянь методу сил. Обчислення коефіцієнтів системи канонічних рівнянь. Визначення дійсних зусиль. Обчислення переміщень у статично невизначуваних системах.

Кінематична перевірка розрахунку. Використання симетрії. Розрахунок статично невизначуваних ферм. Розрахунок нерозрізних балок. Особливості розрахунку статично невизначуваних комбінованих систем.

Метод переміщень. Припущення методу переміщень. Основна система методу переміщень. Основні невідомі методу переміщень. Розв'язувальні рівняння методу переміщень. Епюри зусиль в основній системі методу переміщень. Статичний спосіб визначення коефіцієнтів і вільних членів системи канонічних рівнянь. Визначення дійсних зусиль. Перевірки епюри дійсних згинальних моментів. Використання симетрії системи. Розгорнута форма методу переміщень.

Змішаний метод. Основні невідомі і основна система змішаного методу. Система розв'язувальних рівнянь змішаного методу. Коефіцієнти розв'язувальних рівнянь. Побудова дійсних епюр.

4.5. Основи динаміки і стійкості споруд

Основні положення динаміки споруд. Динамічні навантаження. Методи динаміки споруд. Динамічні ступені свободи. Види коливальних процесів.

Коливання систем з одним ступенем свободи. Диференціальне рівняння руху. Вільні незатухаючі коливання. Вільні коливання при урахуванні сил опору. Змушені коливання в разі відсутності сил опору. Змушені гармонічні коливання при урахуванні сил опору.

Системи з кількома ступенями свободи. Рівняння руху. Вільні коливання. Змушені коливання.

Коливання систем з нескінченно великим числом ступенів свободи. Рівняння руху систем із розподіленою масою. Вільні коливання за відсутності сил опору. Змушені коливання стержня при гармонічному навантаженні. Динамічний розрахунок рам. Метод заміни розподілених мас зосередженими.

Стійкість споруд. Основні положення. Методи визначення критичних сил. Основні співвідношення для стиснено-зігнутого стержня. Формула Ейлера. Стійкість рам. Розрахунок рам на стійкість за методом сил. Розрахунок рам на стійкість за методом переміщень. Використання симетрії.

4.6. Основи розрахунку стержневих систем на рухоме навантаження

Поняття про лінії впливу. Завантаження лінії впливу нерухомим і рухомим навантаженням. Побудова ліній впливу в шарнірно-консольній балці. Побудова ліній впливу в балочній фермі. Побудова ліній впливу в шпренгельній фермі. Побудова ліній впливу в розпорних системах. Побудова огинаючих епюр.

4.7. Розрахунок стрижневих систем за методом скінченних елементів

Дискретна модель розрахункової схеми стержневої системи. Вузлові характеристики стержнів. Матриця перетворення. Побудова матриці жорсткості стержня в локальній системі координат. Матриці жорсткості стержневих елементів в локальній системі координат. Матриці жорсткості стержня в

глобальній системі координат. Вузлові характеристики дискретної моделі. Матриця жорсткості дискретної моделі. Визначення зусиль у стержнях. Розрахунок плоскої шарнірно–стержневої системи за методом скінченних елементів. Приклад розрахунку рами за методом скінченних елементів. Особливості розрахунку просторових стержневих систем. Матриця жорсткості просторового стержня.

4.8. Метод скінченних елементів для двовимірних задач

Плоска задача теорії пружності. Згин пластин. Основні поняття, принципи і рівняння будівельної механіки двовимірних тіл. Співвідношення МСЕ для скінченного елемента у формі плоского трикутника. Основні рівняння теорії тонких згинальних пластин.

5.1. Список джерел для підготовки до вступного випробування за напрямком «будівельні конструкції, будівлі та споруди»

Основна література

5.1.1. Дворкін Л.Й. Будівельне матеріалознавство : навч.-довід. посіб. укр. та англ. мовами / Л.Й. Дворкін. – Рівне: НУВГП, 2017. – 355 с.

5.1.2. Трач В.М. Опір матеріалів (спеціальний курс): теорія пружності та пластичності : навчальний посібник / В.М. Трач, А.В. Подворний. – К. : Каравела, 2018. –434 с.

5.1.3. Плоский В.О. Архітектура будівель і споруд. Книга 4.Технічна експлуатація та реконструкція будівель: підручник-довідник / В.О. Плоский та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2018. –750 с.

5.1.4. Куценко А.Г. Будівельна механіка : навчальний посібник / А.Г. Куценко, М.М. Бондар, В.В. Яременко – К.: Центр учбової літератури, 2019. – 704 с.

5.1.5. Шпачук В. П. Будівельна механіка : консп. лекц. / В.П. Шпачук, М.А. Засядько, О.І. Рубаненко, О.О. Чуприні. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 177 с.

5.1.6. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН В.2.6–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. – К. : Толока, 2017. – 627 с.

5.1.7. Павліков А.М. Залізобетонні конструкції : будівлі, споруди та їх частини: підручник. – Полтава : ТОВ «АСМІ», 2016. – 284 с.

5.1.8. Бамбура А.М. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський; за ред. А.М. Бамбури. – К. : Майстер книг, 2018. – 240 с.

5.1.9. Голишев О.Б. Курс лекцій з основ розрахунку будівельних конструкцій і з опору залізобетону / О.Б. Голишев, А.М. Бамбура. – К., 2004. – 340 с.

5.1.10. Шимановський О.В. Металеві конструкції: підручник; під загальною редакцією Пермякова В.О. та Шимановського О.В. / [О.В. Шимановський, В.О. Пермяков, О.О. Нілов та ін.] – К. : Видавництво “Сталь”, 2008. – 812 с.

5.1.11. Білик С.І. Металеві конструкції. Том 2. Конструкції металевих каркасів промислових будівель: підручник для ВНЗ. / С.І. Білик, О.В. Шимановський та ін. – Кам'янець-Подільський : Рута, 2021. – 448 с.

5.1.12. Павліков А.М. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Практичні задачі: Навчальний посібник / А.М. Павліков, О.В. Гарькава. – Полтава : НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2022. – 277 с.

5.1.13. Гомон С.С. Конструкції із дерева та пластмас : навчальний посібник / С.С. Гомон. – Рівне: НУВГП, 2016. – 219 с.

5.1.14. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

5.1.15. Шутенко Л.М. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.

5.1.16. Парфентьєва І.О. Основи та фундаменти : навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія / І.О. Парфентьєва, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук. – Луцьк : ЛНТУ, 2017. – 296с.

5.1.17. Бабич Є.М. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник / Є.М. Бабич, В.В. Караван, В.Є.Бабич. – Рівне : «Волинські обереди», 2018. – 176 с.

5.1.18. Савйовський В.В. Реконструкція будівель та споруд : навчальний посібник / В.В. Савйовський. – К. : Ліра-К, 2020. – 320 с.

5.1.19. Яковенко І. А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін. – К.: НАУ, 2013. – 50 с.

Додаткова література

5.1.20. Навантаження і впливи: норми проектування : ДБН В.1.2.–2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.21. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – [Чинний з 2011-07-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2011. – 71 с. – (Державні будівельні норми).

5.1.22. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

5.1.23. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ 3760:2019.–[Чинний з 2019–08–01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2019. – (Державний стандарт України).

5.1.23. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності : ДСТУ Б.В.2.7–226:2009. – [Чинний з 2009-12-22]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2010. – 38 с. – (Національний стандарт України).

5.1.24. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15–2019. – [Чинний з 2019-12-01]. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 44 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.25. Настанова щодо обстеження будівель для визначення та оцінки їх технічного стану : ДСТУ–Н Б В.1.2–18:2016. – [Чинний з 2017-04-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – (Національний стандарт України).

5.1.26. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. Система проектної документації для будівництва : ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-24-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.27. Будинки адміністративного та побутового призначення. Будинки і споруди: ДБН В.2.2-28:2010. – [Чинний від 2011-01-10]. – К. : КИЇВЗНДІЕП, 2011. – 28 с. – (Державні будівельні норми України)

5.1.28. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14:2018. – [Чинний від 2019-01-01]. – К. : УкрНДІпроектстальконструкція, 2018. – 60 с. – (Державні будівельні норми України)

5.1.29. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1-10:2018 : – [Введені в дію з 2019-01-01]. – К. : Мінрегіон України, 2018. – 36 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.30. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – [Введені в дію з 2017-01-01]. – К. : Держбуд України, 2016. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.31. Склад та зміст проектної документації на будівництво : ДБН А.2.2-3-2014. – [Введені в дію з 2014-10-01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.32. Настанова з проектування підпірних стін : ДСТУ–Н Б В.2.1-31:2014. – [Введені в дію з 2015-10-01]. – К. : Мінрегіон України, 2015. – 86 с. – (Національний стандарт України).

5.1.33. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1-12-2014. – [Чинний з 2014-10-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2014. – 110 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.34. Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1-1-2014. – [Введені в дію з 2014-03-24]. – К. : Держбуд України, 2014. – 126 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.35. Системи протипожежного захисту : ДБН В.25-56:2014. . – [Введені в дію з 2015-07-01]. – К. : Держбуд України, 2014. – 127 с. – (Державні будівельні норми України).

5.1.36. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: ДБН В.1.1-7:2016. – [Чинний з 2017-01-06]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – (Державні будівельні норми).

5.1.37. Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В. М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова та ін.; за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків: Золоті сторінки, 2015. – 208 с.

5.1.38. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посібник / З.Я. Бліхарський. – Львів : вид-во «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.

5.1.39. Бакулін Є.А. Результати аналізу причин руйнування сталевих ферм покриття конверторного цеху / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, Є.А. Дмитренко, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей 9-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (17–19 листопада, 2021 р., м. Харків). – Харків, УкрДУЗТ, 2021. – С. 87–88.

5.1.40. Гольшев А. Б. Теория и расчет железобетонных сборно-монолитных конструкций с учетом длительных процессов : монография / А. Б. Гольшев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко ; под ред. д-ра техн. наук А. Б. Гольшева. – К. : «Талком», 2013. – 337 с.

5.1.41. Гольшев А. Б. Сопротивление железобетонных конструкций, зданий и сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических условиях: монография / А. Б. Гольшев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко. – К. : «Талком», 2015. – 371 с.

5.1.42. Бакулін Є.А. Визначення параметрів напружено-деформованого стану споруди башти силосу та її конструктивних елементів за наслідками руйнування / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна // Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : collective monograph. – Riga : Izdevniecība “Baltija Publishing”, 2022. – Р. 1–43.

5.1.43. Скребнева С. М. Чисельні методи в розрахунках будівельних конструкцій : лабораторний практикум / С. М. Скребнева, І. Л. Машков, І. А. Яковенко. – К. : НАУ, 2015. – 52 с.

5.2. Список джерел для підготовки до вступного випробування за напрямком «сейсмостійкість будівель та споруд»

Основна література

5.2.1. Інженерна геологія (з основами геотехніки): підручник для студентів ВНЗ / [Суярко В.Г. , В. М. Величко, О. В. Гаврилук та ін.]; за заг. ред. проф. В. Г. Суярка. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2019. – 278 с.

5.2.2. Шмиг Р.А. Сейсмостійке будівництво: термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. – Львів, 2010. – С. 177.

5.2.3. Немчинов Ю.І. Проектування сейсмостійких конструкцій відповідно до Єврокоду 8 : практ. посіб. / [Ю. І. Немчинов та ін. ; під ред. проф. Ю. І. Немчинова]. – К. : ДП НДІБК Мінрегіона України, 2015. – Ч. 1. – 142 с.

5.2.4. Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю : навч. посібник / І.І. Кархут. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 216 с.

Додаткова література

5.2.5. Будівництво у сейсмічних районах України : ДБН В.1.1–12–2014. – [Чинний з 2014-10-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2014. – 110 с. – (Державні будівельні норми України).

5.2.6. Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1–46:2017. – [Чинний з 2017–09–01]. – К. : Мінрегіонбуд, 2017. – 47 с. – (Державні будівельні норми України).

5.2.7. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.

5.2.8. Продайвода П.М. Сейсмометрія : підручник / Г.Т. Продайвода, П.М. Кузьменко, А.П. Тищенко, О.А. Трипільській. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2018. – 527 с.

5.2.9. Фурман В.В. Основи геофізики (фізика Землі): навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка / укл. : В.В. Фурман, Ю.М. Віхоть, О.М. Павлюк. – Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2016. – 104 с.

5.2.10. Колчунов В. И. Анализ схем трещин в железобетонных конструкциях / Анализ схем трещин в железобетонных конструкциях сейсмостойких зданий и их учет по нормам Украины и еврокода 8 / В.И. Колчунов, И. А. Яковенко, Н. Г. Марьенков // Будівельні конструкції. – 2015. – Вип. 82. – С. 540-549.

5.2.11. Численный анализ экспериментальных исследований фрагмента железобетонного каркасного здания при сейсмическом воздействии / [Марьенков Н.Г., Недзведская О.Г., Колчунов В.И., Яковенко И.А. и др.] // Будівельні конструкції : будівництво в сейсмічних районах : зб. наук. праць.– К.: НДІБК, 2008. – Вип. 69. – С. 712–723.

5.2.12. Emelyanov, S., Nemchinov, Y., Kolchunov, V., & Yakovenko, I. (2016). Details of large-panel buildings seismic analysis. Enfoque UTE, 7(2), pp. 120 – 134.

5.3. Список джерел для підготовки до вступного випробування за напрямком «реконструкція будівель та споруд»

Основна література

5.3.1. Бабич Є.М. Діагностика, паспортизація та відновлення будівель і інженерних споруд : підручник / Є.М. Бабич, В.В. Караван, В.Є.Бабич. – Рівне : «Волинські обереги», 2018. – 176 с.

5.3.2. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посібник / З.Я. Бліхарський. – Львів : вид-во «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.

5.3.3. Барашиков А. Я. Оцінювання технічного стану будівельних та інженерних споруд / А.Я. Барашиков, О.М. Малишев. — К. : Основа, 2008. – 320 с

5.3.4. Валовий О.І. Ефективні методи реконструкції промислових будівель та інженерних споруд : навч. посібник / О.І. Валовий. – Кривий Ріг : «Мінерал», 2003. – 270 с.

5.3.5. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд : навчальний посібник. – К., 2004. – 304 с.

5.3.6. Савйовський В.В. Реконструкція будівель та споруд : навчальний посібник / В.В. Савйовський. – К. : Ліра-К, 2020. – 320 с.

5.3.7. Реконструкція промислових та цивільних будівель : навч. посібник для студ. ВНЗ буд. спец. / А. М. Березюк, В. Т. Шалений, К. Б. Дікарев, О. О. Кириченко ; за ред. А. М. Березюка. – Дніпропетровськ : ЕНЕМ, 2010. – 183 с.

5.3.8. Яковенко І. А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І. А. Яковенко, Є. А. Бакулін. – К. : НАУ, 2013. – 50 с.

Додаткова література

5.3.9. Навантаження і впливи: норми проектування : ДБН В.1.2.-2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2006. – 68 с. – (Державні будівельні норми України).

5.3.10. Настанова щодо обстеження будівель для визначення та оцінки їх технічного стану : ДСТУ–Н Б В.1.2–18:2016. – [Чинний з 2017-04-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – (Національний стандарт України).

5.3.11. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд : ДСТУ Б В.3.1-2:2016. – [Чинний з 2017-04-01]. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – (Національний стандарт України).

5.3.12. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності : ДСТУ Б.В.2.7–226:2009. – [Чинний з 2009-12-22]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2010. – 38 с. – (Національний стандарт України).

5.3.13. . Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються : ДСТУ Б.В.2.6–210:2016. – [Чинний з 2017-01-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2016. – 45 с. – (Національний стандарт України).

5.3.14. Расчет и технические решения усиленных железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований / [Гольшев А. Б., Кривошеев П. И., Козелецкий П. М. и др.] ; под ред. А. Б. Гольшева. – К. : Логос, 2008. – 304 с.

5.3.15. Усиление несущих железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований / [Гольшев А. Б., Кривошеев П. И., Козелецкий П. М. и др.]. – К. : Логос, 2004. – 219 с.

5.3.16. Гольшев А. Б. Теория и расчет железобетонных сборно-монолитных конструкций с учетом длительных процессов : монография / А. Б. Гольшев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко ; под ред. д-ра техн. наук А. Б. Гольшева. – К. : «Талком», 2013. – 337 с.

5.3.17. Яковенко І.А. Класифікація методів посилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд / І. А. Яковенко, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей ХІХ міжн. конф. науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (20-22 березня 2019 року). – К. : НУБіП України, 2019. – С. 8–11.

5.3.18. Яковенко І.А. Методика проведення комплексного обстеження кам'яних і армокам'яних конструкцій // І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Збірник тез доповідей ХХ Міжнародної конференції науково-педагогічних працівників,

наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19–20 березня 2020 року). – К.: НУБіП України, 2020. – С. 64–67.

5.3.19. Kolchunov V.I., Yakovenko I.A. (2016) About the violation solid effect of reinforced concrete in reconstruction design of textile industry enterprises // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennostitthis, 2016, 363 2016-January(3), pp. 258–263.

5.4. Список джерел для підготовки до вступного випробування за напрямком «будівельна механіка»

Основна література

5.4.1. Баженов В.А. Варіаційні принципи будівельної механіки. Нариси з історії. / В.А. Баженов, А.В. Перельмутер, Ю.В. Ворона, В.В. Отрашевська. – К. : Каравела, 2018. – 924 с.

5.4.2. Куценко А.Г. Будівельна механіка : навчальний посібник / А.Г. Куценко, М.М. Бондар, В.В. Яременко – К. : Центр учбової літератури, 2019. – 704 с.

5.4.3. Верюжський Ю.В. Будівельна механіка. Розрахунок статично визначених систем : навч. посіб. / [Ю.В. Верюжський, В.І. Колчунов, А.О. Белятинський та ін.]. – К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 184 с.

5.4.4. Шпачук В. П. Будівельна механіка : консп. лекц. / В.П. Шпачук, М.А. Засядько, О.І. Рубаненко, О.О. Чуприні. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 177 с.

5.4.5. Барабаш М.С. Основи комп'ютерного моделювання : навчальний посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. – К. : НАУ, 2018. – 492 с.

5.4.6. Моргун А.С. Моделювання ефекту взаємодії «будівля–фундамент–основа» числовим методом граничних елементів : монографія / А.С. Моргун, І.М. Меть, А.В. Ніщевич. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 132 с.

5.4.7. Практичний посібник із розрахунку залізобетонних конструкцій за діючими нормами України (ДБН 2.6.В–98:2009) та новими моделями деформування, що розроблені на їхню заміну / [Бамбура А.М., Павліков А.М., Колчунов В.І. та ін.]. – К. : Толока, 2017. – 485 с.

5.4.8. Баженов В. А. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології: підручник / В.А. Баженов, А.В. Перельмутер, О.В. Шишов. – К. : Каравела, 2009. – 696 с.

Додаткова література

5.4.9. Справочное пособие по строительной механике : учебное пособие / [Верюжский Ю.В., Голышев А. Б., Колчунов В.И. и др.]. – М.: АСВ, 2014. – Т.І. – 640 с.

5.4.10. Справочное пособие по строительной механике : учебное пособие / [Верюжский Ю.В., Голышев А. Б., Колчунов В.И. и др.]. – М.: АСВ, 2014. – Т. II. – 432 с.

5.4.11. Перельмутер А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – К. : Сталь, 2002. – 600 с.

5.4.12. Городецкий А. С. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций / А. С. Городецкий, В. С. Шмуклер, А. В. Бондарев. – Киев–Харьков , 2003. – 889 с.

5.4.13. Городецкий А. С. Компьютерные модели конструкций / А. С. Городецкий, И. Д. Еврезов. — К. : Изд-во «Факт», 2005. – 344 с.

5.4.14. Яковенко И. А. Создание информационной модели при проектировании зданий и сооружений / И. А. Яковенко, А. С. Калиниченко // Інтегровані інтелектуальні робото-технічні комплекси (ІРТК–2012) : зб. тез 5-ої міжн. наук.-практ. конф. 15–16 травня 2012р. – К. : НАУ, 2012. – С. 49–51.

5.4.15. Долгов О. М. Механіка руйнування [Електронний ресурс] : підручник / О. М. Долгов. – Дніпро : НТУ « Дніпровська політехніка », 2019. – 166 с.

5.4.16. Скальський В. Р. Основи механіки руйнування для зварювальників: навч. посіб. / В.Р. Скальський, В.В. Божидарнік, І.Я. Долінська. – Луцьк, 2014. – 356 с.

5.4.17. Шпачук В. П. Конспект лекцій з курсу будівельна механіка: для студентів 3 курсу денної форми навчання галузі знань 19 – Архітектура та будівництво / В. П. Шпачук, М. А. Засядько, О. І. Рубаненко, О. О. Чупринін. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 177 с.

5.4.18. Скребнева С. М. Чисельні методи в розрахунках будівельних конструкцій : лабораторний практикум / С. М. Скребнева, І. Л. Машков, І. А. Яковенко. – К. : НАУ, 2015. – 52 с.

5.4.19. Iakovenko I.A., Kolchunov V.I. (2017) The development of fracture mechanics hypothesis applicable to the calculation of reinforced concrete structures for the second group of limit states. *Journal of Applied Engineering Science*, 2017, 15(3), pp. 371-380.

5.4.20. Яковенко І.А. Напрямки розвитку механіки руйнування залізобетону стосовно до розрахунку залізобетонних конструкцій за граничними станами другої групи / І.А. Яковенко // Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної онлайн конференції «Сучасні проблеми та перспективи розвитку машинобудування України», присвяченої 20-й річниці з дня створення факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України (23-24 вересня 2021 р.). – К.: НУБіП України, 2021. – С. 55–57.

5.4.21. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проектування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с.

5.4.22. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с.

Інформаційні ресурси

- <https://www.nbu.gov.ua/>
- <http://www.dnabb.org/>
- <https://dntb.gov.ua/>
- <http://dglib.nubip.edu.ua/>
- <https://www.liraland.ua/>
- <http://www.lib.nau.edu.ua/>
- <https://nibu.kyiv.ua/>