

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи
з дисципліни

**«Проектування промислових і цивільних споруд для сейсмічних
районів»**

*для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»*

ТЕРНОПІЛЬ 2023

УДК 692
ББК 38

Укладачі:
Ігнат'єва В.Б., к.т.н., доц.

Рецензент:
Янковий С.Ю., директор ТОВ «ІБК АРХІТЕКТОР»

Методичні вказівки розглянуто й затверджено на засіданні
кафедри будівельної механіки
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 2 від 05 жовтня 2023 р.

Схвалено та рекомендовано до друку на засіданні методичної ради
факультету інженерії машин, споруд та технологій
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 3 від 26 жовтня 2023 р.

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Проектування промислових і цивільних споруд для сейсмічних районів» (для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми навчання) / Укл.: В.Б. Ігнат'єва. – Тернопіль: вид-во ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023 – 18 с.

УДК 692

© Ігнат'єва В.Б. 2023
© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.. 2023

ЗМІСТ

Вступ	4
Тема 1. Основи сейсмології.....	6
Тема 2. Історичний огляд найбільш значущих землетрусів в історії. Аналіз руйнувань та деформацій будівельних конструкцій при дії сейсмічних навантажень	6
Тема 3. Основи сучасного сейсмостійкого будівництва.....	7
Тема 4. Історія розвитку теорії сейсмостійкості.....	8
Тема 5. Розрахунок будинків і споруд на сейсмічні впливи.....	9
Тема 6. Проектування основ і фундаментів сейсмостійких будівель і споруд.....	9
Тема 7. Проектування конструктивних елементів сейсмостійких будівель і споруд.....	10
Тема 8. Проектування будинків з залізобетонними та сталевими каркасами у сейсмічно небезпечних районах.....	11
Тема 9. Проектування панельних і блочних будинків в сейсмічних районах.....	12
Тема 10. Проектування цегляних, кам'яних і дерев'яних будинків в сейсмічних районах. Проектування будівель з місцевих матеріалів.....	12
Тема 11. Сейсмоізоляції. Спеціальні опори.....	13
Тема 12. Гасителі коливань. Системи з підвищеним демпфуванням, енергопоглиначі.....	13
Тема 13. Пружно-фрикційні системи. Адаптивні системи зі зв'язками, що вмикаються і зв'язками, що вимикаються	14
Тема 14. Підвищення сейсмостійкості будівель, побудованих без обліку вимог норм з будівництва в сейсмічно небезпечних районах.....	14
Перелік основних теоретичних питань для перевірки рівня знань.....	15
Список рекомендованої літератури.....	17

ВСТУП

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування компетенції щодо системного інженерного мислення і світогляду в області проектування сейсмостійких будівельних конструкцій, будівель і споруд на основі знання сучасних методів розрахунку та принципів конструювання будівельних конструкцій, будівель і споруд, а також нормативної документації в сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

Вивчення дисципліни «Проектування промислових і цивільних споруд для сейсмічних районів» передбачає формування та розвиток у студентів наступних компетентностей:

загальних:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

фахових:

- здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії;

- здатність проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди та інженерні мережі (відповідно до спеціалізації), з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

За результатами вивчення дисципліни студент повинен продемонструвати такі *результати навчання*:

- застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії;

- раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення;

- проектувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці;

- мати поглиблені когнітивні та практичні уміння/навички, майстерність та інноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач в галузі будівництва та цивільної інженерії (відповідно до спеціалізації).

Курс «Проектування промислових і цивільних споруд для сейсмічних районів» включає такі теми:

- основи сейсмології;

- історичний огляд найбільш значущих землетрусів в історії. Аналіз руйнувань та деформацій будівельних конструкцій;
- основи сучасного сейсмостійкого будівництва;
- історія розвитку теорії сейсмостійкості;
- розрахунок будинків і споруд на сейсмічні впливи;
- проектування основ і фундаментів сейсмостійких будівель і споруд;
- проектування конструктивних елементів сейсмостійких будівель і споруд;
- проектування будинків з залізобетонними та сталевими каркасами у сейсмічно небезпечних районах;
- проектування панельних і блочних будинків в сейсмічних районах;
- проектування кам'яних і дерев'яних будинків в сейсмічних районах. Проектування будівель з місцевих матеріалів;
- сейсмоізоляції. Спеціальні опори;
- гасителі коливань. Системи з підвищеним демпфуванням, енергопоглиначі;
- пружно-фрикційні системи. Адаптивні системи зі зв'язками, що вмикаються і зв'язками, що вимикаються;
- підвищення сейсмостійкості будівель, побудованих без обліку вимог норм з будівництва в сейсмічно небезпечних районах.

Самостійна робота передбачає опрацювання завдань, що стосуються вивчення тем курсу та розв'язання проблемних ситуацій.

З метою контролю знань і ступеня засвоєння матеріалу студенти проходять тестування за контрольними запитаннями.

Наприкінці даної методичної вказівки наведений перелік літератури, яку бажано використати при вивченні даного курсу.

Тема 1. Основи сейсмології.

Мета і завдання дисципліни. Загальні поняття про землетруси. Деякі відомості про будову Землі. Причини виникнення землетрусів. Основні параметри вимірювання сили землетрусів. Поняття та види сейсмічних хвиль.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п.3.

2) Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

3) Seismic Design for Architects: By Andrew Charleson. – Amsterdam, 2009, 296 p.

4) Seismic Design of Building Structures: A Professional's Introduction to Earthquake Forces and Design Details/ by Michael R. Lindeburg, Majid Baradar. Professional Pubns Inc; Subsequent edition (January 1, 2001), 262 p.

Запитання для самоперевірки

1. Як називається центр області усередині Землі, де раптово виділяється потенційна енергія?
2. Як називається проекція центра області усередині Землі, де раптово виділяється потенційна енергія на поверхню Землі?
3. Що оцінює магнітуда землетрусів?
4. Як називається область виникнення підземного удару при землетрусі?

Тема 2. Історичний огляд найбільш значущих землетрусів в історії. Аналіз руйнувань та деформацій будівельних конструкцій.

Дані про землетруси, які відбулися до двадцятого століття. Землетруси двадцятого століття. Землетруси двадцять першого століття. Фактори, які впливають на пошкодження будівель при землетрусах. Руйнування каркасних будинків. Руйнування металевих конструкцій. Руйнування великопанельних будинків. Руйнування кам'яних будівель. Руйнування дерев'яних будівель.

Література:

1) 10 найкривавіших землетрусів, які разом вбили більше 1 млн людей. Режим доступу: <https://espreso.tv/article/2017/11/14/zemletrusy>

2) Lists of 20th-century earthquakes. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_20th-century_earthquakes

3) Lists of 21st-century earthquakes. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_21st-century_earthquakes#Deadliest_earthquakes_by_year

4) Lists of earthquakes. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_earthquakes

5) ТОП-10 найбільших землетрусів ХХ-ХХІ століть. Режим доступу: <https://news.obozrevatel.com/ukr/abroad/41932-top-10-najbilshih-zemletrusiv-xx-xxi-stolit.htm>

5) Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

6) Егупов В.К. Методи оцінки сейсмостійкості будівель та споруд, кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23. 01 «Будівельні конструкції будівлі та споруди» (192–Будівництво та цивільна інженерія). Одеський національний морський університет, Одеса, 2018. Режим доступу:

https://scholar.google.ru/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=RRLi2x4AAAJ&citation_for_view=RRLi2x4AAAJ:_xSYboVqXhAC, с. 31-33.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть найбільші землетруси, які відбулися до двадцятого століття.
2. Назвіть найбільші землетруси двадцятого століття.
3. Назвіть найбільші землетруси двадцять першого століття.
4. Назвіть слабкі сторони каркасних будинків під час землетрусів. Які головні помилки при проектуванні будинків призводять до цього?
5. Назвіть найбільш відповідальні місця у безкаркасних будівлях під час землетрусів.
6. Назвіть характерні пошкодження будівель з кам'яними стінами під час землетрусів.

Тема 3. Основи сучасного сейсмостійкого будівництва.

Нормативний документ, який встановлює вимоги до проектування будівель і споруд в сейсмічних районах. Сейсмічне районування України. Комплект карт загального сейсмічного районування території України. Вплив ґрунтових умов на сейсмостійкість. Динамічні властивості матеріалів. Фундаментальні принципи конструювання сейсмостійких будівель.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п. 5.1, додатки А і Б.

2) Кархут І. І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

3) Кендзера О. В. Сейсмічна небезпека і захист від землетрусів (практичне впровадження розробок Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України) / О. В. Кендзера // Вісник Національної академії наук України. - 2015. - № 2. - С. 44-57. - Режим доступу: chrome-

extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/82127/10-Kendzera.pdf?sequence=1

4) Мельник В. А. Основні конструктивні принципи для забезпечення сейсмостійкості висотних будівель / В. А. Мельник // Технічна естетика і дизайн. - 2012. - Вир. 11. - С. 113-120. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tehnect_2012_11_22

5) Seismic Design for Architects: By Andrew Charleson. – Amsterdam, 2009, 296 p.

Запитання для самоперевірки

1. Яку карту слід застосовувати при проектуванні та будівництві об'єктів промислового призначення, класу наслідків СС1?
2. Яку карту слід застосовувати при проектуванні та будівництві об'єктів та споруд підвищеного рівня відповідальності, класу наслідків СС2 для будівель заввишки від 90 м?
3. Яку карту слід застосовувати при проектуванні та будівництві особливо відповідальних об'єктів класу наслідків СС3?
4. Назвіть загальні конструктивні вимоги для проектування будівель, що зводяться в районах сейсмічності 6 балів.

Тема 4. Історія розвитку теорії сейсмостійкості.

Історія формування, розвитку і вдосконалення сейсмостійкого будівництва будівель та споруд. Історія зародження і розвитку теорії сейсмостійкості.

Література:

1) Егупов В.К. Методи оцінки сейсмостійкості будівель та споруд, кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23. 01 «Будівельні конструкції будівлі та споруди» (192–Будівництво та цивільна інженерія). Одеський національний морський університет, Одеса, 2018. Режим доступу:

https://scholar.google.ru/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=RRLi2x4AAAJ&citation_for_view=RRLi2x4AAAJ:_xSYboVqXhAC, с. 34-44.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть найдавніші сейсмостійкі споруди.
2. Які принципи сейсмостійкого будівництва були застосовані при зведенні Великої Китайської стіни?
3. Які принципи сейсмостійкого будівництва були застосовані при зведенні гробниці царя Кіра?
4. Які конструктивні заходи забезпечують сейсмостійкість Колізею?
5. Які конструктивні заходи забезпечують сейсмостійкість Римського Пантеону?

Тема 5. Розрахунок будинків і споруд на сейсмічні впливи.

Сполучення навантажень. Методи розрахунків та їх застосування. Вибір розрахункових схем: консольна розрахункова схема; плоскі та просторові розрахункові схеми. Визначення сейсмічного навантаження. Приклади розрахунку.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п.п. 6.1, 6.2, 6.3, 6.5.

2) Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

3) Seismic Design for Architects: By Andrew Charleson. – Amsterdam, 2009, 296 p.

4) Seismic Design of Building Structures: A Professional's Introduction to Earthquake Forces and Design Details/ by Michael R. Lindeburg, Majid Baradar. Professional Pubns Inc; Subsequent edition (January 1, 2001), 262 p.

Запитання для самоперевірки

1. При розрахунку яких конструкцій враховують вертикальне сейсмічне навантаження?
2. Назвіть коефіцієнти, які вводяться при розрахунку житлових будівель на аварійне сполучення навантажень з урахуванням сейсмічних впливів.
3. Які методи застосовуються при розрахунках на сейсмічні впливи?
4. Поясніть, як визначається спектральний коефіцієнт динамічності β_i ?
5. Який метод розрахунку на сейсмічні впливи застосовується для будівель заввишки 18 поверхів?
6. Який метод розрахунку на сейсмічні впливи застосовується для каркасних будівель заввишки 24 поверхи у районах сейсмічністю 6 балів?

Тема 6. Проектування основ і фундаментів сейсмостійких будівель і споруд.

Вплив сейсмічних хвиль на будівлі і споруди. Проектування будівель і споруд складної форми. Вимоги до проектування основ, фундаменти і стін підвалів.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п.п. 7.1, 7.2.

2) Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

3) Seismic Design for Architects: By Andrew Charleson. – Amsterdam, 2009, 296 p.

4) Seismic Design of Building Structures: A Professional's Introduction to Earthquake Forces and Design Details/ by Michael R. Lindeburg, Majid Baradar. Professional Pubns Inc; Subsequent edition (January 1, 2001), 262 p.

5) Slyusarenko Y., Titarenko V., Melashenko Y., Shuminskiy V. Врахування сейсмічних впливів при проектуванні основ і фундаментів будівель та споруд. / Y. Slyusarenko, V. Titarenko, Y. Melashenko, V. Shuminskiy // Наука та будівництво, № 17(3), 2018, с. 4-9 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v17i3.42>.

Запитання для самоперевірки

1. Які фундаменти рекомендується приймати для будівель заввишки 16 поверхів на нескельних ґрунтах в сейсмічних районах?
2. Чи можна влаштовувати підвальні поверхи під частиною будівлі на нескельних ґрунтах в районах сейсмічністю 7 балів?
3. Чи можна влаштовувати фундаменти та стіни підвалів із бутобетону в будівлях заввишки 9 поверхів за розрахункової сейсмічності 7 балів?

Тема 7. Проектування конструктивних елементів сейсмостійких будівель і споруд.

Конструкції міжповерхових перекриттів і покриттів сейсмостійких будівель і споруд. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення внутрішніх сходів будівель і споруд сейсмостійких будівель. Конструкції сейсмостійких і стійких перегородок. Балкони, лоджії і еркери сейсмостійких будівель.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п.п. 7.3, 7.4.

2) Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

3) Seismic Design for Architects: By Andrew Charleson. – Amsterdam, 2009, 296 p.

4) Seismic Design of Building Structures: A Professional's Introduction to Earthquake Forces and Design Details/ by Michael R. Lindeburg, Majid Baradar. Professional Pubns Inc; Subsequent edition (January 1, 2001), 262 p.

Запитання для самоперевірки

1. Які конструктивні рішення забезпечують жорсткість збірних залізобетонних перекриттів та покриттів?
2. Яка довжина ділянки обпирання плит перекриттів на цегляні стіни в сейсмічних районах?

3. Яка довжина ділянки обпирання залізобетонних балок на бетонні стіни в сейсмічних районах?
4. Чи можна влаштовувати дерев'яні покриття у двоповерхових будівлях у районах сейсмічністю 8 балів при відстанях між стінами 5 метрів в обох напрямках?
5. Чи потрібно кріпити перегородку до вертикальних конструкцій будівель і перекриттів одночасно, якщо довжина перегородки 2, 7 м?
6. Яка мінімальна величина антисейсмічних швів для перегородок?
7. Який максимальний винос балконів у будівлях з цегляними стінами в сейсмічних районах?

Тема 8. Проектування будинків з залізобетонними та сталевими каркасами у сейсмічно небезпечних районах.

Особливості проектування залізобетонних конструкцій будівель та споруд у сейсмічних районах. Особливості проектування будівель і споруд з остовом з залізобетонного каркаса в сейсмічних районах. Конструкції комбінованих колон зі сталевими обіймами. Залізобетонні балки каркаса з жорсткою арматурою. Залізобетонні стіни-діафрагми з жорсткою арматурою. Особливості проектування будівель і споруд з остовом із сталевих каркаса в сейсмічних районах.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п.п. 7.5, 7.6, 7.7, 7.11.

2) Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

3) Seismic Design of Building Structures: A Professional's Introduction to Earthquake Forces and Design Details/ by Michael R. Lindeburg, Majid Baradar. Professional Pubns Inc; Subsequent edition (January 1, 2001), 262 p.

Запитання для самоперевірки

1. Які можливі варіанти з'єднання робочої поздовжньої арматури діаметром 20 мм у колонах і ригелях каркасних будівель в районах сейсмічністю 7 балів?
2. Чи можна застосовувати ненесучі стіни із камяної кладки при кроці пристінних колон 6,5 м і висоті стін 9 м на майданчиках сейсмічністю 8 балів?
3. Яка мінімальна товщина плит перекриттів безригельного каркаса?
4. Яка максимальна відстань між стінами з монолітного залізобетону?
5. Як з'єднуються арматурні каркаси при бетонуванні конструкцій монолітних будинків в 8-бальних зонах при діаметрі стрижнів до 22 мм?

Тема 9. Проектування панельних і блочних будинків в сейсмічних районах.

Проектування великопанельних будинків в сейсмічних районах. Об'ємно-блокові і панельно-блокові будівлі в сейсмічних районах. Будівлі зі стінами з великих блоків в сейсмічних районах.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п.п. 7.8, 7.9.

2) Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

3) Seismic Design of Building Structures: A Professional's Introduction to Earthquake Forces and Design Details/ by Michael R. Lindeburg, Majid Baradar. Professional Pubns Inc; Subsequent edition (January 1, 2001), 262 p.

Запитання для самоперевірки

1. Як проєктують панелі перекриттів у будівлях з кроком поперечних стін 4,5 м?
2. Який відсоток арматури допускається розміщувати у місцях перетину стін?
3. Які лоджії можна влаштовувати в панельних будівлях заввишки 4 поверха при розрахунковій сейсмічності 8 балів?

Тема 10. Проектування цегляних, кам'яних і дерев'яних будинків в сейсмічних районах. Проектування будівель з місцевих матеріалів.

Будівлі зі стінами з цегли або кам'яної кладки в сейсмічних районах. Дерев'яні будинки в сейсмічних районах. Сейсмостійкі будівлі і споруди з місцевих матеріалів.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п.п. 7.10.

2) Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.

3) Seismic Design of Building Structures: A Professional's Introduction to Earthquake Forces and Design Details/ by Michael R. Lindeburg, Majid Baradar. Professional Pubns Inc; Subsequent edition (January 1, 2001), 262 p.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть види стін з цегли або камяної кладки в залежності від типу підсилення.

2. Яку цеглу дозволяється застосовувати для кладки стін в районах сейсмічності 7 балів? 8 балів? 9 балів?
3. Яку розчини дозволяється застосовувати для кладки стін в районах сейсмічності 7 балів?
4. Яку камені та блоки дозволяється застосовувати для кладки стін в районах сейсмічності 7 балів? 8 балів?
5. З якими остовами зводяться конструкції дерев'яних будівель у сейсмічних районах?
6. Яким чином забезпечується жорсткість дерев'яних конструкцій стін і перекриттів каркасних і панельних будинків?
7. Намалюйте схему просторового дерев'яного каркаса, що заповнюється місцевим будівельним матеріалом для одноповерхового будинку, розташованого в районі сейсмічності 7 балів.

Тема 11. Сейсмоізоляція. Спеціальні опори.

Загальні положення. Гумометалеві опори. Пружинні опори. Кінематичні опори. Підвісні фундаменти. Пристрої з ковзаючим поясом.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п. 12.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттю "сейсмоізоляція".
2. У чому полягає принцип дії кінематичних опор?
3. Принцип влаштування підвісних фундаментів.
4. Які матеріали застосовують для влаштування сейсмоізоляції з ковзним поясом?

Тема 12. Гасителі коливань. Системи з підвищеним демпфуванням, енергопоглиначі.

Загальні відомості. Ударні гасителі коливань. Динамічні гасителі коливань. Демпфери в'язкого тертя. Демпфери сухого тертя. Енергопоглиначі.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п. 12.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть типи гасителів коливань. Які з них найбільш поширені?
2. У чому полягає принцип роботи ударних гасителів коливань.
3. Назвіть групи динамічних гасителів коливань.

4. Принцип роботи демпфера в'язкого тертя.
5. Переваги демпфера в'язкого тертя.
6. Наведіть приклад використання демпфера сухого тертя.
7. Назвіть переваги та недоліки енергопоглиначів.

Тема 13. Пружно-фрикційні системи. Адаптивні системи зі зв'язками, що вмикаються і зв'язками, що вимикаються.

Загальна інформація. Типи конструктивних систем. Конструктивні рішення. Системи зі зв'язками, що вимикаються. Системи зі зв'язками, що вмикаються. Комбіновані системи.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п. 12.

Запитання для самоперевірки

1. Наведіть приклади конструктивних прийомів підвищення дисипативних властивостей будівлі.
2. Для яких будівель застосовується система зі зв'язками, що вимикаються?
3. Недоліки системи зі зв'язками, що вимикаються.
4. У чому суть системи зі зв'язками, що вмикаються?
5. Які переваги системи зі зв'язками, що вмикаються?

Тема 14. Підвищення сейсмостійкості будівель, побудованих без обліку вимог норм з будівництва в сейсмічно небезпечних районах.

Актуальність питання. Конструктивне рішення.

Література:

1) ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>, п. 11.

Запитання для самоперевірки

1. Варіанти влаштування монолітних залізобетонних аплікацій для підвищення сейсмостійкості?
2. Як виконуються монолітні залізобетонні аплікації?
3. З якою метою в будівлях встановлюються додаткові зв'язки?

ПЕРЕЛІК основних теоретичних питань для перевірки рівня знань

1. Поняття землетрусу, сейсмічної зони, сейсмічного осередку, гіпоцентру, епіцентру, глибини сейсмічного осередку. Будова землі.
2. Теорія континентальних плит.
3. Причини виникнення землетрусів.
4. Основні параметри вимірювання сили землетрусів.
5. Поняття та види сейсмічних хвиль.
6. Історія формування, розвитку і вдосконалення сейсмостійкого будівництва будівель та споруд.
7. Історія зародження і розвитку теорії сейсмостійкості.
8. Комплект карт загального сейсмічного районування території України.
9. Вплив ґрунтових умов на сейсмостійкість.
10. Динамічні властивості матеріалів.
11. Фундаментальні принципи конструювання сейсмостійких будівель.
12. Землетруси, які відбулися до двадцятого століття.
13. Землетруси двадцятого століття.
14. Землетруси двадцять першого століття.
15. Фактори, які впливають на пошкодження будівель при землетрусах.
16. Руйнування каркасних будинків.
17. Руйнування металевих конструкцій.
18. Руйнування великопанельних будинків.
19. Руйнування кам'яних будівель.
20. Руйнування дерев'яних будівель.
21. Сполучення навантажень.
22. Методи розрахунків та їх застосування.
23. Вибір розрахункових схем: консольна розрахункова схема; плоскі та просторові розрахункові схеми.
24. Вибір розрахункових схем: плоскі та просторові розрахункові схеми.
25. Визначення сейсмічного навантаження
26. Вплив сейсмічних хвиль на будівлі і споруди.
27. Проектування будівель і споруд складної форми.
28. Вимоги до проектування основ, фундаменти і стін підвалів.
29. Конструкції міжповерхових перекриттів і покриттів сейсмостійких будівель і споруд.
30. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення внутрішніх сходів будівель і споруд сейсмостійких будівель.
31. Конструкції сейсмостійких і стійких перегородок.
32. Балкони, лоджії і еркери сейсмостійких будівель.
33. Особливості проектування залізобетонних конструкцій будівель та споруд у сейсмічних районах.

34. Особливості проектування будівель і споруд з остовом з залізобетонного каркаса в сейсмічних районах.
35. Конструкції комбінованих колон зі сталевими обіймами.
36. Залізобетонні балки каркаса з жорсткою арматурою.
37. Залізобетонні стіни-діафрагми з жорсткою арматурою.
38. Особливості проектування будівель і споруд з остовом із сталевого каркаса в сейсмічних районах.
39. Проектування великопанельних будинків в сейсмічних районах.
40. Об'ємно-блокові і панельно-блокові будівлі в сейсмічних районах.
41. Будівлі зі стінами з великих блоків в сейсмічних районах.
42. Будівлі зі стінами з цегли або кам'яної кладки в сейсмічних районах.
43. Дерев'яні будинки в сейсмічних районах.
44. Сейсмостійкі будівлі і споруди з місцевих матеріалів.
45. Гумометалеві опори.
46. Пружинні опори.
47. Кінематичні опори.
48. Підвісні фундаменти.
49. Пристрої з ковзаючим поясом.
50. Ударні гасителі коливань.
51. Динамічні гасителі коливань.
52. Демпфери в'язкого тертя.
53. Демпфери сухого тертя.
54. Енергопоглиначі.
55. Пружно-фрикційні системи.
56. Адаптивні системи зі зв'язками, що вимикаються. Адаптивні системи зі зв'язками, що вмикаються.
57. Комбіновані системи.
58. Підвищення сейсмостійкості будівель, побудованих без обліку вимог норм з будівництва в сейсмічно небезпечних районах.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кархут І.І. Проектування та будівництво в районах з підвищеною сейсмічною активністю: навч. посібник. [Текст] / І.І. Кархут. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. - 172 с.
2. Seismic Design for Architects: By Andrew Charleson. – Amsterdam, 2009, 296 р.
3. Seismic Design of Building Structures: A Professional's Introduction to Earthquake Forces and Design Details/ by Michael R. Lindeburg, Majid Baradar. Professional Pubns Inc; Subsequent edition (January 1, 2001), 262 р.

Інформаційні ресурси

1. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1083>
2. ДСТУ Б В.1.1-28:2010 Шкала сейсмічної інтенсивності. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY4/dsty_b_v.1.1-28-2010.pdf
3. 10 найкращих землетрусів, які разом вбили більше 1 млн людей. Режим доступу: <https://espresso.tv/article/2017/11/14/zemletrusy>
4. Lists of 20th-century earthquakes. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_20th-century_earthquakes
5. Lists of 21st-century earthquakes. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_21st-century_earthquakes#Deadliest_earthquakes_by_year
6. Lists of earthquakes. Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_earthquakes
7. ТОП-10 найбільших землетрусів ХХ-ХХІ століть. Режим доступу: <https://news.obozrevatel.com/ukr/abroad/41932-top-10-najbilshih-zemletrusiv-xx-xxi-stolit.htm>
8. Кендзера О. В. Сейсмічна небезпека і захист від землетрусів (практичне впровадження розробок Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України) / О. В. Кендзера // Вісник Національної академії наук України. - 2015. - № 2. - С. 44-57. - Режим доступу: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/82127/10-Kenzera.pdf?sequence=1>
9. Мельник В. А. Основні конструктивні принципи для забезпечення сейсмостійкості висотних будівель / В. А. Мельник // Технічна естетика і дизайн. - 2012. – Вип. 11. - С. 113-120. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tehnect_2012_11_22
10. Slyusarenko Y., Titarenko V., Melashenko Y., Shuminskiy V. Врахування сейсмічних впливів при проектуванні основ і фундаментів будівель та споруд. / Y. Slyusarenko, V. Titarenko, Y. Melashenko, V. Shuminskiy //

- Наука та будівництво, № 17(3), 2018, с. 4-9 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v17i3.42>.
11. Ігнат'єва В.Б. Особливості роботи профільних виробів з композиційних матеріалів у будівельних конструкціях, розташованих в сейсмічних районах. [Текст] / В.Б. Ігнат'єва, М.І. Гудь // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: зб. наук. праць. – Дніпро. – 2021. – № 20. – С. 19 – 25.
 12. Ігнат'єва В.Б. Аналіз способів посилення залізобетонних будівельних конструкцій / В.Б. Ігнат'єва, Н. В. Шинкляр // Логос: collection of scientific papers with proceedings of the International Scientific and Practical Conference: Scientific discoveries: projects, strategies and development, 25 October 2019, Edinburgh, Scotland, UK. - European Scientific Platform, 2019. - Vol. 3. – С. 128-130. Режим доступу:
<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/conferences/issue/view/2019-10-25/50>
 13. Електронне навчання в ТНТУ. Електронний курс «Проектування промислових і цивільних споруд для сейсмічних районів». ID 2647. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>