

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра міського будівництва і господарства

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проект

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему: «Взаємодія забудови та ґрунтового масиву при інженерному
перетворенні міських територій»

Виконав: студент 2 курсу, групи БУД-18-1мз
спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми «Міське будівництво та
господарство»

(код і назва освітньої програми)

Хуссам Ахмад Амін

(ініціали та прізвище)

Керівник зав.каф.МБГ, доц., к.т.н. Банах А. В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент декан ФБЦ, к.т.н. Федченко О.І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

факультет

факультет будівництва та цивільної інженерії

кафедра

міського будівництва і господарства

рівень вищої освіти

другий рівень (магістерський)

спеціальність

192 Будівництво та цивільна інженерія

(код та назва)

освітня програма

Міське будівництво та господарство

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Банях А.В.

« 03 » 09 20 19 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Хуссаму Ахмаду Аміну

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту): «Взасмодія забудови та ґрунтового масиву при інженерному перетворенні міських територій»,

Рівень роботи: Банях Андрій Вікторович, канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ЗНУ від «10» 09 2019 року № 1543-с

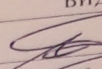

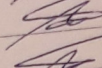

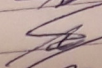

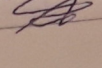

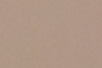

Строк подання студентом роботи: 28.12.2019 р.

1. Вихідні дані до роботи: вітчизняні та закордонні приклади руйнування та надлишкових деформацій будівель і споруд, чинники цих процесів, способи інженерного перетворення міських територій, гіпотетичний механізм дії чинників деформацій на об'єкти забудови, їх методи й моделі

2. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ (актуальність теми, мета роботи, об'єкт, предмет і методи дослідження та ін.). Розділ 1: підбір та аналіз джерел інформації за темою роботи. Розділ 2: теоретичні та методологічні засади механізму взасмодії забудови та ґрунтового масиву при інженерному перетворенні міських територій. Розділ 3: практичне підтвердження теорії. Загальні висновки. Перелік використаних джерел










3. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): мультимедійна презентація у форматі MS PowerPoint з кількістю слайдів не менш як 32

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ	Банах А. В., зав. каф. МБГ, доц.	 03.09.19	
1	Банах А. В., зав. каф. МБГ, доц.	 03.09.19	
2	Банах А. В., зав. каф. МБГ, доц.	 03.09.19	
3	Банах А. В., зав. каф. МБГ, доц.	 03.09.19	
Висновки	Банах А. В., зав. каф. МБГ, доц.	 01.09.19	

5. Дата видачі завдання 02.09.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
1	Огляд джерел інформації за темою роботи	14.10	
2	Вступ	30.10	
3	Розділ 1	9.11	
4	Розділ 2	19.11	
5	Розділ 3	27.11	
6	Формулювання висновків	11.12	
7	Розробка графічної частини	16.12	
8	Оформлення роботи	27.12	
9	Попередній захист	28.12	

Студент

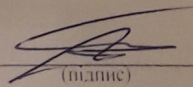


(підпис)

Хуссам Ахмад Амін

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)



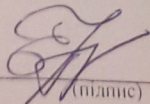
(підпис)

А. В. Банах

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер



(підпис)

О. М. Фостащенко

(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Хуссам Ахмад Амін. Взаємодія забудови та ґрунтового масиву при інженерному перетворенні міських територій.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Банах А. В. Запорізький національний університет. Факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра міського будівництва і господарства, 2020.

В роботі проаналізовані та узагальнені зовнішні чинники, які виникають при інженерному перетворенні території і діють на об'єкти забудови, що експлуатується. Досліджено особливості технічного і напружено-деформованого стану об'єктів забудови з урахуванням впливу комплексу негативних чинників. Обґрунтована необхідність врахування при проектуванні інженерного перетворення території процесів взаємодії існуючої забудови та ґрунтового масиву.

Ключові слова: ІНЖЕНЕРНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ, МІСЬКА ТЕРИТОРІЯ, ТРИВАЛА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, МІСЬКА ЗАБУДОВА, ҐРУНТОВИЙ МАСИВ

Список публікацій магістранта:

1. Хуссам Ахмад Амін, Банах А. В. Інженерне перетворення забудованих територій. *Матеріали XXIV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів (Запоріжжя, 26-29.11.2019 р.)*. Запоріжжя: Інженерний інститут ЗНУ, 2019. Том II. Проблеми сучасного будівництва, екологічної безпеки та охорони праці. 164 с. С. 16-17.

ABSTRACT

Hussam Ahmad Amin. The Interdependence of Housing and Soil Grounds in the Process of Urban Area Engineering transformation.

Qualification work for the master's degree of higher education in specialty 192 Construction and Civil Engineering, supervisor Banakh A. V. Zaporizhzhia National University. Faculty of Construction and Civil Engineering, Department of Urban Engineering and Infrastructure Development, 2020.

The paper analyzes and summarizes the external factors that occur during the engineering transformation of the territory and act on the development objects in operation. The features of the technical and stress-strain state of building objects are studied taking into account the influence of a complex of negative factors. The necessity of taking into account, when designing an engineering transformation of the territory, the interaction processes of the existing buildings and the soil massif

is substantiated.

Keywords: ENGINEERING TRANSFORMATION, URBAN AREA, LONG-TIME EXPLOITATION, HOUSING, SOIL GROUND

List of undergraduate publications:

1. Hussam Ahmad Amin, Banakh A. V. Engineering Transformation of Urban Areas. Materials of the XXIV Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates, Postgraduates, Young Scientists and Lecturers (Zaporizhzhia, November 26-29, 2019). Zaporizhzhia: Engineering Institute of ZNU, 2019. Volume II. Problems of Modern Construction, Environmental Safety and Labor Protection. 164 p. Pp. 16-17.

АННОТАЦИЯ

Хуссам Ахмад Амин. Взаимодействие застройки и грунтового массива при инженерном преобразовании городских территорий.

Квалификационная работа на соискание степени высшего образования магистра по специальности 192 Строительство и гражданская инженерия, научный руководитель Банах А. В. Запорожский национальный университет. Факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра городского строительства и хозяйства, 2020.

В работе проанализированы и обобщены внешние факторы, возникающие при инженерном преобразовании территории и действующие на эксплуатируемые объекты застройки. Исследованы особенности технического и напряженно-деформированного состояния объектов застройки с учетом влияния комплекса негативных факторов. Обоснована необходимость учета при проектировании инженерного преобразования территории процессов взаимодействия существующей застройки и грунтового массива.

Ключевые слова: ИНЖЕНЕРНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ, ГОРОДСКАЯ ТЕРРИТОРИЯ, ДЛИТЕЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ГОРОДСКАЯ ЗАСТРОЙКА, ГРУНТОВЫЙ МАССИВ

Список публикаций магистранта:

1. Хуссам Ахмад Амин, Банах А. В. Инженерное преобразование застроенных территорий. Материалы XXIV научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей (Запорожье, 26-29.11.2019 г.). Запорожье: Инженерный институт ЗНУ, 2019. Том II. Проблемы современного строительства, экологической безопасности и охраны труда. 164 с. С. 16-17.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ МІСТ	11
1.1 Особливості застосування системи «основа – споруда»	11
1.2 Світовий досвід небезпечної експлуатації будівель і споруд	15
1.2.1 Обвалення будинку в Мумбаї, Індія	15
1.2.2 Руйнування торговельного центру «Samroong» в Південній Кореї	20
1.2.3 Обрушення будівлі в місті Савар, Бангладеш	27
1.2.4 Обвалення житлового будинку в італійському місті Фоджа	33
1.3 Вітчизняний досвід небезпечної експлуатації будівель і споруд	35
1.3.1 Обрушення будинків в місті Одеса	35
1.3.2 Обрушення будинків в місті Дніпропетровськ	37
1.4 Висновки за розділом 1	42
РОЗДІЛ 2. ЧИННИКИ, ЩО ЗМІНЮЮТЬ ТЕХНІЧНИЙ СТАН І НДС БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ	43
2.1 Фактори впливу зовнішніх дій на будівлі та споруди	43
2.1.1 Нерівномірні деформації основи	45
2.1.2 Динамічні навантаження (від транспорту, обладнання, тощо)	48
2.1.3 Зміна проектних умов експлуатації	52
2.1.4 Екстремальні дії	56
2.2 Особливості найпоширеніших об'єктів ущільненої міської забудови	64
2.2.1 Загальні відомості про будівлі та їх основні характеристики	64
2.2.2 Генезис об'єктів будівництва в умовах міста Запоріжжя	66
2.2.3 Переваги будівель найпоширеніших типових серій	68
2.2.4 Недоліки будівель найпоширеніших типових серій	69
2.3 Характеристика району забудови	69

	5
2.3.1 Конструктивна характеристика і технічний стан будівлі	70
2.3.2 Матеріали інженерно-геологічних вишукувань на майданчику	77
2.3.3 Геологічна будова прилеглої території	77
2.3.4 Характеристики ґрунтів основи фундаментів будівлі	78
2.4 Висновки за розділом 2	79
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ	
НАЙПОШИРЕНІШОЇ СЕРІЇ	80
3.1 Просторова розрахункова модель будівлі без урахування ґрунтового масиву	80
3.2 Просторова розрахункова модель будівлі з урахуванням ґрунтового масиву	84
3.3 Просторова розрахункова модель будівлі з урахуванням прилеглої території забудови	88
3.4 Результати розрахунку за варіантами розрахункових моделей	91
3.4.1 Результати розрахунку моделі будівлі за першим варіантом	92
3.4.2 Результати розрахунку моделі будівлі за другим варіантом	104
3.4.3 Результати розрахунку моделі будівлі за третім варіантом	116
3.5 Аналіз результатів порівняльного розрахунку за трьома варіантами розрахункових моделей будівлі	130
3.6 Висновки за розділом 3	131
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	132
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	133

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку будівельної галузі в Україні існує тенденція до збільшення обсягів робіт із будівництва та реконструкції в умовах ущільненої міської забудови, освоєння територій із складними інженерно-геологічними умовами, зниження рівня полу підвалів існуючих будівель та використання підземного простору до позначок 10...15 м і більше, а також до зростання потужності будівельної техніки й навантажень на основи споруд і будівель. Це пояснюється триваючим зростанням населення міст, прагненням більш ефективно використовувати коштовні земельні ділянки та зберігати природні захисні зони навколо міст, відносним скороченням витрат на будівництво і експлуатацію інженерних комунікацій, транспортних та інших систем міського обслуговування, а також необхідністю поліпшення умов проживання і трудової діяльності населення.

Визначальну роль при проектуванні та експлуатації будівель і споруд має задача забезпечення надійності й довговічності елементів конструкцій протягом усього життєвого циклу об'єктів будівництва. При цьому в багатьох випадках існуючі споруди зазнають значних ушкоджень (тріщини і розломи в стінах і фундаментах, зсуви плит перекриттів, перекося конструкцій тощо), спричинених нерівномірними осіданнями ґрунтів, які починають розвиватися від початку будівельних робіт нульового циклу і тривають на етапі експлуатації. В цих умовах особливо актуальною стає задача визначення напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій споруд з ґрунтовими основами, не тільки нових, але й існуючих поряд із майданчиком будівництва.

Ушкодження існуючих будівель обумовлені відсутністю або недостатньою достовірністю розрахунків їх НДС при проектуванні нового будівництва серед ущільненої забудови. Насамперед це відбувається

внаслідок відсутності в нормативних документах чітких вказівок для перевірки, оцінювання і обмеження додаткових факторів, наприклад, нерівномірних осідань основ фундаментів, що впливають на існуючі об'єкти міської забудови при здійсненні нового будівництва поряд. У зв'язку з цим все більшого значення набувають питання ефективного розрахунку будівель і споруд, що знаходяться під дією сукупності різних навантажень, його аналізу та визначення способів зниження негативного впливу зовнішніх дій.

Таким чином, виникає необхідність визначення НДС будівель і споруд, що експлуатуються в ущільненій міській забудові, на основі ретельного розрахунку та аналізу з урахуванням всієї сукупності зовнішніх факторів, у тому числі спільної дії статичних і динамічних навантажень, коливань конструкцій у межах, які виключають можливість шкідливого їх впливу на людей на всіх стадіях життєвого циклу споруди, розташування нового будівництва поряд, реконструкції окремих приміщень будівель з їх переобладнанням, встановленням важкого промислового обладнання тощо.

Складність цього завдання полягає у необхідності врахування безлічі різноманітних факторів, а саме реального нашарування ґрунтів, взаємного впливу фундаментів близько розташованих будівель, деформацій основи під впливом жорсткості надземних конструкцій, зусиль, що виникають в конструкціях будівель при нерівномірних осіданнях ґрунтів, динамічних навантажень тощо. Це цілком можливо при використанні чисельних методів розрахунку просторових задач і комплексних моделей, які включають споруду, що зводиться, експлуатується або реконструюється, та її оточення – будівлі навколо, ґрунтову основу, транспортну мережу тощо.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Випускна кваліфікаційна робота магістра виконана відповідно з планами науково-дослідних робіт кафедри міського будівництва і господарства Запорізької державної інженерної академії. В основу роботи покладено теоретичні дослідження і практичні розробки у напрямку моделювання існуючих будівельних конструкцій, будівель і споруд, що знаходяться під

дією статичних і динамічних навантажень в умовах ущільненої міської забудови поряд із новим будівництвом.

Мета дослідження – обґрунтувати необхідність перевірки експлуатаційної надійності існуючої забудови при проектуванні нового будівництва поряд.

Для досягнення поставленої мети в роботі визначені та вирішені такі **основні задачі**:

– огляд наукової літератури і технічної документації, вивчення світового й вітчизняного науково-практичного досвіду за обраною темою;

– аналіз житлового фонду за конструктивною схемою та за терміном експлуатації з урахуванням його нормативного показника (на прикладі міста Запоріжжя);

– вивчення впливу різних зовнішніх факторів на деформації будівель, що експлуатуються в умовах ущільненої забудови;

– аналіз експериментальних даних про деформації будівель, що експлуатуються в умовах ущільненої міської забудови за результатами звітів про їх технічний стан;

– аналіз існуючих методів, методик і комп'ютерних моделей для розрахунку будівель і споруд;

– виявлення недоліків існуючих методів і комп'ютерних моделей для розрахунку будівель і споруд, що експлуатуються в умовах ущільненої міської забудови та знаходяться під сукупною дією статичних і динамічних навантажень, а також сукупності супроводжуючих зовнішніх факторів;

– проведення чисельного експерименту із застосуванням декількох розрахункових моделей з метою визначення НДС будівель, що експлуатуються в умовах ущільненої міської забудови, раціональної моделі та обґрунтування можливостей її використання;

– формування основ методики прогнозування зміни НДС будівель, що експлуатуються впродовж тривалого часу, при тривалому зупиненні розташованого поряд розпочатого нового будівництва.

Об'єктом дослідження є зміна параметрів НДС конструкцій будівель, що експлуатуються, в умовах ущільненої міської забудови.

Предметом дослідження визначено НДС конструкцій будівель, що експлуатуються.

Методи дослідження. Теоретичні методи дослідження НДС будівель і споруд, що базуються на теорії пружності та пластичності, методах будівельної механіки, теорії коливань і динаміки споруд; чисельні методи (метод скінченних елементів) розрахунку будівель і споруд; експериментальні методи визначення технічного стану об'єктів будівництва.

Джерела дослідження. Під час дослідження теми були використані: наукові статті, періодичні видання, монографії, розробки дисертаційних рукописів, звіти про обстеження та визначення технічного стану будівель і споруд спеціалізованих організацій; інтернет-ресурси наукової електронної бібліотеки періодичних видань НАН України.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше обґрунтовано необхідність перевірки експлуатаційної надійності існуючої забудови при проектуванні поряд нового будівництва.

Дістала подальшого розвитку уточнююча методика розрахунку будівель і споруд в умовах щільної міської забудови, перевірочними розрахунками показана ефективність застосування запропонованих моделей.

Дістав подальшого розвитку спосіб перевірки достовірності результатів моделювання будівель і споруд в умовах щільної міської забудови за експериментальними дослідженнями їх додаткових деформацій в ході технічного обстеження.

Практичне значення одержаних результатів. Доведена необхідність урахування впливу сукупності зовнішніх факторів, таких як складні інженерно-геологічні умови, оточуюча забудова, транспортні шляхи, динамічні навантаження тощо, при визначення (перевірці) НДС будівель, що експлуатуються впродовж тривалого часу, при проектуванні нового будівництва поряд з існуючими спорудами. Закладені основи методики

прогнозування зміни НДС будівель, що експлуатуються впродовж тривалого часу, при тривалому зупиненні розташованого поряд розпочатого нового будівництва.

Апробація результатів роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідалися на XXIV науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів Інженерного інституту ЗНУ на кафедрі міського будівництва і господарства факультету будівництва та цивільної інженерії у 2019 р. (Хуссам Ахмад Амін, Банах А. В. Інженерне перетворення забудованих територій. *Матеріали XXIV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів (Запоріжжя, 26-29.11.2019 р.)*. Запоріжжя: Інженерний інститут ЗНУ, 2019. Том II. Проблеми сучасного будівництва, екологічної безпеки та охорони праці. 164 с. С. 16-17).

РОЗДІЛ 1

БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ МІСТ

В широкому колі сучасних задач міського будівництва та комунального господарства особливе місце займає забезпечення надійності та довговічності усіх без виключення об'єктів міської забудови як мінімум у межах нормативних термінів їх експлуатації. Також необхідно шукати шляхи та розробляти заходи, спрямовані на значне підвищення нормативних термінів експлуатації; такі, що протистоять фізичному та моральному зношенню будівель. Насамперед мова йде про житлові будинки та інженерні споруди, які забезпечують комфорт городян.

Різноманітні зовнішні фактори, що впливають на будівлі, постійно змінюються – часто швидко та особливо непередбачувано. Це ускладнює поставлену задачу, адже фактично перетворює її на процес, який слід безперервно моніторити й своєчасно приймати необхідні рішення.

Але на будь-якій стадії життєвого циклу будівлі, починаючи з планування будівництва, проектування будівлі, розрахунку конструкцій тощо, у тому числі й на будь-якому етапі експлуатації, можливо застосовувати такі заходи й принципи, які в майбутньому посприятимуть підвищенню надійності й довговічності будівель і споруд, отже й зроблять експлуатацію об'єктів безпечною.

1.1 Особливості застосування системи «основа – споруда»

Будівельний об'єкт – це багатокomпонентна система взаємодіючих конструктивних елементів, працездатність і технічний стан кожного з яких

визначає міцність, стійкість та експлуатаційну безпеку споруди в цілому на всіх етапах його зведення та функціонування. Всю систему елементів у загальному вигляді можна представити двома основними групами: «основа – споруда», або, при більш детальному членуванні, в наступному вигляді: «основа – фундамент – надфундаментна конструкція». Дана система існує в умовах взаємодії всіх своїх компонентів.

Через складні умови ущільненої міської забудови й високу вартість нового будівництва ефективним способом розширити корисну площу будівель є їх надбудова, прибудова та перепланування. Тому актуальність використання існуючих фундаментів, улаштованих з вийманням ґрунту, на природній основі без їх підсилення чи зміцнення основ, досить висока [1, 2].

Для виконання цієї умови необхідне розуміння факторів, які впливають на роботу системи «основа – фундамент – будівля» (ОФБ) при надбудові. За характером впливу їх можна розділити на позитивні (зменшують можливість розвитку нерівномірних деформацій) і ризикові (ведуть до наднормових деформацій).

До позитивних віднесено:

- зростання показників міцності та деформативності ґрунту в межах ущільненої зони при тривалому обтисненні основи;
- збільшення загальної жорсткості будівлі при надбудові.

До факторів ризику віднесено:

- зміну статичної роботи основи будівлі при реалізації проекту реконструкції та проведення будівельно-монтажних робіт (збільшення навантаження на основу чи його короткочасне зменшення, влаштування траншей, котлованів, виїмок);
- зміну гідрогеологічних умов майданчика реконструкції;
- додаткові експлуатаційні навантаження на основу від руху транспорту та роботи будівельних механізмів та обладнання [3].

Для розрахунку взаємодії споруди, фундаменту та основи слід формувати просторову розрахункову модель системи «основа – фундамент –

споруда» з додержанням таких принципів:

- розрахункова модель повинна забезпечувати роботу системи та її аналіз у розрахункових ситуаціях, які відповідають вимогам стандартів і завдання на проектування;

- модель повинна найбільш повно враховувати вхідні параметри конструктивних рішень наземних, фундаментно-підвальних частин будівлі (споруди) і ґрунтової основи, а також можливість їх змін у процесі будівництва та експлуатації;

- модель основи слід представляти у вигляді фрагмента півпростору, частіше з моделюванням плоскими або просторовими скінченими елементами, або через характеристики жорсткості основи, які визначають із застосуванням замкнених рішень про розподіл напружень у півпросторі;

- встановлені межі масиву моделі основи в першому випадку повинні бути поза межею впливу деформацій від фундаментів споруди, а в другому – обмежуватись затуханням напружень і літологічною будовою основи, якщо вона складена ґрунтами з особливими властивостями;

- ступінь дискретизації моделі основи повинен забезпечувати можливість моделювання меж шарів та ліній із різними властивостями ґрунту і задавати параметри особливих впливів;

- у розрахункову модель основи слід включати фактичне розташування розвіданих шарів ґрунту, дійсне розташування рівня підземних вод, у випадку необхідності – наявності місць виїмки ґрунту, зони локального обводнення ґрунту тощо;

- характеристики матеріалів слід призначати з урахуванням нелінійного характеру деформування (наприклад, використання критеріїв оцінки переходу ґрунту у стан пластичності, моделі в'язко-пружного деформування тощо);

- розрахункова модель повинна передбачати виключення розтягнутих зв'язків між фундаментом та ґрунтовим масивом;

- ділянки розрахункової моделі, де перевищені значення

характеристики міцності матеріалів, слід моделювати зниженням величин відповідних жорсткостей або виключенням із розрахунку відповідних скінченних елементів;

- геометричні характеристики перерізів елементів будівлі, включаючи фундамент, слід призначати з урахуванням допусків (приймати мінімальні значення) та/чи пошкоджень (приймати характеристики перерізів із дефектами).

Розрахункову модель системи «основа – фундамент – споруда» слід, як правило, представляти у вигляді просторових підструктур – основних моделей підсистем: основи, фундаменту і надфундаментної частини споруди.

При об'єднанні (з'єднанні) підсистем у повну систему «основа – фундамент – споруда» необхідно, щоб на їх межах задовольнялись умови сумісності переміщень основи і фундаменту, фундаменту і надфундаментної частини будівлі чи споруди та умови рівноваги зусиль (напружень), що діють на основу і фундамент, на фундамент і будівлю або споруду.

Для розрахунку основних підсистем можуть застосовуватись методи розділення на підсистеми (суперелементи) більш низьких рівнів із використанням методів пониження порядку рівнянь. Для розрахунків слід застосовувати програмні засоби і комплекси, що пройшли сертифікацію [4].

Розрахункова модель може використовуватись при моніторингу на всіх етапах проведення реконструкції, оскільки найбільш критичними факторами ризику в умовах слабких ґрунтів є техногенне руйнування їх структури при виконанні робіт. За мету моніторингу виступає можливість своєчасного внесення коректив у проект реконструкції та раніше прийнятих технологічних рішень для зниження ризику.

У цьому випадку проводять оперативну зміну параметрів моделі (наприклад, введення конструкцій підсилення, зростання вимушених деформацій) та коригування гідрогеологічних умов, що дозволяє отримувати нові дані про напружено-деформований стан масиву ґрунту та споруди при їх взаємодії. У зв'язку з тим, що при проведенні надбудови мають місце

випадки розвантаження основи фундаментів, можливе певне розуцільнення масиву ґрунту та підняття основи фундаментів [5].

Нажаль, повільна та інерційна система впровадження передових досягнень вчених у нормативну базу будівництва не дозволяє своєчасно вимагати від рядових проєктувальників застосування сучасних розробок, які сприяють забезпеченню та значно підвищують експлуатаційну надійність споруд, що може призвести до негативних й навіть руйнівних наслідків.

1.2 Світовий досвід небезпечної експлуатації будівель і споруд

Нещасні випадки й катастрофи трапляються не тільки випадково, але й не лише від недбалості інженерів. Окрім виключення помилок при проєктуванні та будівництві, врахування всіх можливих факторів зовнішнього впливу на будівлі, значним кроком до забезпечення надійної експлуатації споруд є прогнозування та передбачуваність поведінки будівлі під час стихійного лиха або іншої надзвичайної ситуації та застосування відповідних заходів щодо ліквідації можливих негативних наслідків.

1.2.1 Обвалення будинку в Мумбаї, Індія

В індійському штаті Махараштра, в місті Мумбаї, сталося обвалення житлового будинку. В результаті не менше 50 постраждалих виявилось похованими під уламками будівлі. Подія трапилася о шостій годині ранку за місцевим часом. Житловий будинок був розташований у кварталі, прилеглому до ринку Бадуген. За свідченнями очевидців, обвалення сталося швидко і раптово. П'ятиповерховий будинок розвалився буквально в лічені секунди.

Обвалення будівлі – непоодиноким випадком для Індії. Мумбаї

вважається індійської економічною столицею. Місто з населенням більше 12 мільйонів людей характеризується сильним розшаруванням за рівнем достатку і вкрай щільною забудовою. Населення, що швидко зростає, породжує величезний попит на нерухомість. Найчастіше будинки зводяться без дотримання норм безпеки і не відповідають жодним вимогам, які до них висуваються. Через нехтування дотриманням технології зведення, а також через бажання заощадити на будівельних матеріалах, в Індії щорічно руйнується безліч будівель.

Влада Індії неодноразово заявляла, що має намір покласти край корупції у сфері видачі ліцензії на спорудження нерухомості, але поки їй не вдалося досягти помітного результату.

Це не перший випадок обвалення житлового будинку в Мумбаї. Подібне вже сталося минулого року – тоді загинуло 70 осіб. В результаті ще двох нещасних випадків загинуло близько 40 осіб [35].



Рисунок 1.1 – Наслідки обрушення будинку в Індії



Рисунок 1.2 – Наслідки обрушення будинку в Індії



Рисунок 1.3 – Обрушення будинку в Індії в ущільненій забудові



Рисунок 1.4 – Обрушення будинку в Індії в ущільненій забудові



Рисунок 1.5 – Обрушення будинків в Індії в ущільненій забудові



Рисунок 1.6 – Обрушення будинків в Індії в ущільненій забудові



Рисунок 1.7 – Обрушення будинків в Індії в ущільненій забудові



Рисунок 1.8 – Обрушення будинків в Індії в ущільненій забудові

1.2.2 Руйнування торговельного центру «Samroong» в Південній Кореї
9 липня 1995 року обрушилася одна з найбільших будівель Південної Кореї, що знаходиться в Сеулі, – великий супермаркет «Samroong».



Рисунок 1.9 - Вигляд супермаркету Samroong до руйнування

Під уламками будівлі загинуло 502 людини, 937 отримали поранення і важкі каліцтва. За результатами розслідування згодом було виявлено, що будівля, обвалення якої тривало всього 20 секунд, зруйнувалася з ряду причин, основними з яких стали порушення будівельних норм.

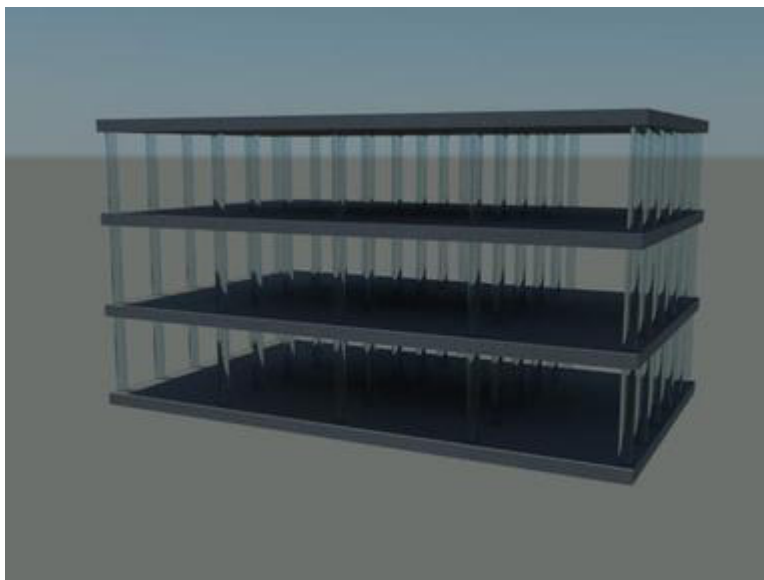


Рисунок 1.10 – Модель будівлі супермаркету



Рисунок 1.11 – Вигляд супермаркету після катастрофи

У 1987 році на ділянці, де раніше знаходилося міське звалище, було розпочато будівництво. Спочатку планувалося спорудити чотириповерховий житловий багатоквартирний будинок. Однак трохи пізніше було вирішено побудувати не будинок, а великий супермаркет. Цей момент стане першим, але далеко не останнім чинником, що негативно відбився на кінцевому результаті будівництва та призвів до загибелі величезної кількості людей.

Зрозуміло, будівля, в якій тепер передбачалося на чотирьох поверхах розмістити численні магазини, потребувала ескалатори. Початковий проект не припускав розміщення подібних підйомних механізмів, що вимагають чимало простору.

Тоді Лі Джун, виконавчий директор супермаркету, який на цьому етапі керував процесом спорудження, розпорядився знести в будівлі деяку кількість опорних колон, щоб розмістити на їх місці ескалатори. Підрядники, які здійснюють будівельні роботи на той момент, розуміючи, до чого це може привести, відмовилися виконувати це розпорядження. Після чого вони були звільнені, а процес подальшого зведення будівлі взяла на себе будівельна організація, що належить синові Лі Джуна.

Несподівано в процесі будівництва Лі Джун вирішує додати до проекту ще й п'ятий поверх. Так, будівля виявилася вищою, ніж планувалося спочатку. Відповідно, вона має більше навантаження, при цьому кілька багатоопорних колон було знесено.

Будівництво супермаркету було завершено 7 липня 1990. У перший же день будівлю наповнили тисячі людей. Згодом через нього проходило порядку 40000 покупців щодня.

Споруда представляла собою будівлю, де між північним і південним крилом знаходився атріум – великий порожній простір. До подібного плануванню величезних торгових центрів часто вдаються архітектори, прагнучи таким чином створити у відвідувачів відчуття простору і світла. Однак, будь-яка людина, що знає хоча б на рівні школи закони фізики, розуміє, що конструкція такої будівлі випробовує великі навантаження, і це

значить, що їх проектування – річ складна і вимагає виконання певних норм. У випадку з торговим центром «Samroong» норми були порушені майже всі.

Наступним кроком до руйнування будівлі стало рішення керівництва центру про розміщення на даху трьох величезних промислових кондиціонерів. У 1993 році їх встановили на даху на спеціальні піддони з роликами, таким чином додавши навантаження на й так ослаблену центральну частину будівлі.

29 червня 1995 о 8:05 ранку головний менеджер торговельного центру отримав від нічного охоронця доповідну записку про те, що той вночі чув десь на даху дивні звуки.

О 10:02 того ж дня, обстеживши будівлю, менеджер знайшов в районі п'ятого поверху великі тріщини, що йшли навколо деяких опорних колон.

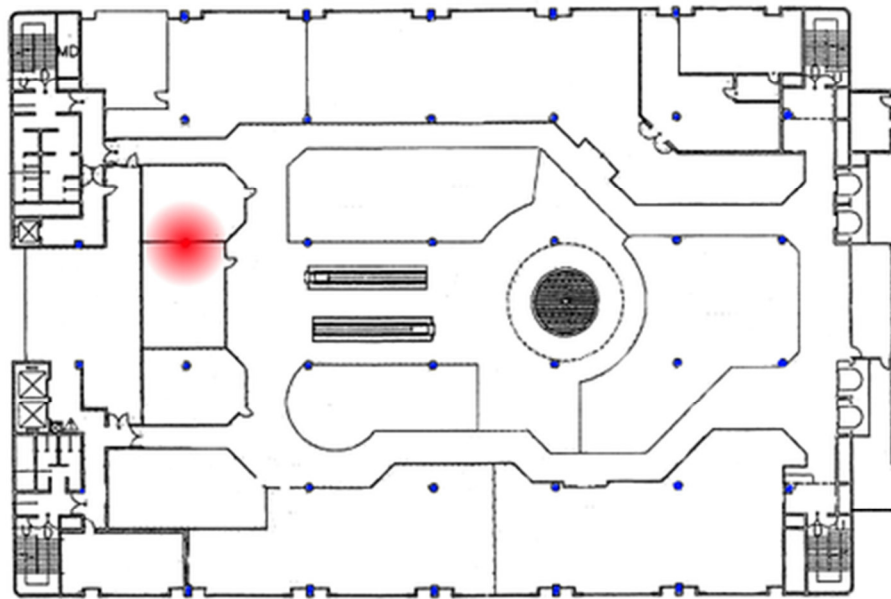


Рисунок 1.12 – Червоним вказано місце локалізації тріщин на п'ятому поверсі

Він повідомив про це керівництву, однак не отримав від нього відповідної реакції, і торговельний центр продовжив жити своїм життям.

Приблизно о півдні вже багато покупців і продавці почали чути дивні

звуки, які видавала будівля. Трохи пізніше почали вібрувати стіни і підлога. Це відчули практично всі. Найрозумніші залишили супермаркет, проте поки ще в ньому були присутні тисячі людей.

О 12:30 головний менеджер вирішив, що вібрацію будівлі викликали кондиціонери, розташовані на даху, і відключив їх. О 16:00 цього дня, знову оглянувши п'ятий поверх, він зауважив, що тріщини розширилися і становили в ширину близько 10 см.

Інженер-будівельник, що прибув в «Samroong», після обстеження будівлі наполягав на негайній евакуації людей і закритті всіх приміщень. Але головний менеджер так і не отримав жодної відповіді від свого керівництва, отже відкинув ці рішення.

О 17:40 всі люди починають чути гучні скрегочучі звуки з даху і в 17:47 будівля обрушується.



Рисунок 1.13 – Обрушення супермаркету



Рисунок 1.14 – Обрушення супермаркету



Рисунок 1.15 – Обрушення супермаркету

У середині 1980-х років економічний розвиток Південної Кореї привів до будівельного буму в країні. Масово зводилися житлові будівлі, торгові центри і промислові підприємства. При цьому уряд суворо заборонило вітчизняним компаніям співпрацювати з міжнародними будівельними та архітектурними організаціями. Тим часом, на ту годину в Кореї були відсутні справжні фахівці даних галузей. А ось заробити на будівлях хотіли всі.

Згодом один із відомих фахівців-інженерів скаже, що здивований, як будівля торгового центру «Samroong» простояла цілих 5 років. Адже вона не мала поперечних балок або сталевого каркаса в своїй конструкції. І, по суті, всі перекриття поверхів трималися тільки на двох протилежних стінах.

Ще однією помилкою будівництва виявилось зведення важкої будівлі на землі, яка представляла собою шар утрамбованого сміття. З часом воно просідало, і з цим призводило до осідання будівлі.

Однак, зрозуміло, однією з головних помилок було знесення опорних колон. До того ж, як виявилось, колони, що залишилися, були набагато менші в перетині, ніж цього вимагали норми будівельної безпеки. Та й відстань, на якому вони знаходилися одна від одної, перевищувала усі допустимі стандарти. Як стверджували власники будівлі, таким способом вони намагалися розширити внутрішній простір.

Ще одним порушенням всіх будівельних канонів було і те, що несучі колони на кожному поверсі не були соосні, тобто не збігалися, а значить не брали на себе навантаження сукупно, «працювали» кожна окремо.

Зведення незапланованого п'ятого поверху призвело до того, що опорні колони постійно піддавалися неймовірному навантаженню.

Крім того, на п'ятому поверсі «Samroong» був розташований великий корейський ресторан. Варто знати, що за звичаєм корейці їдять сидячи на підлозі, що, зрозуміло, вимагає від власника ресторану створення певного комфорту своїм клієнтам. Зробивши підлогу в ресторані такою, що опалюється, він теж додав свою «цеглинку» у справу по руйнуванню будівлі.

Проте основною причиною катастрофи, за результатами слідчої

комісії, стало розміщення на даху будівлі величезних важких кондиціонерів, кожен з яких важив майже 15 тонн. Первісне їх розташування схвилювало мешканців навколишніх будинків. Вони неймовірно шуміли, заглушали всі звуки і не давали спати. Реакцією керівництва «Samroong» на скарги сусідів стало переміщення кондиціонерів в іншу частину даху.

В результаті вібрація від включених кондиціонерів стала причиною, що викликала поступове, але неухильне збільшення тріщин в будівлі. Зрештою, будова не витримала і повністю обрушилася.

Кількість жертв шокувала Південну Корею. Резонанс у суспільстві змусив уряд почати масову перевірку будівельної галузі. Перевірки показали, що 14 % всіх висотних споруд, побудованих на той час у країні, були небезпечні і непридатні для експлуатації. 84 % потребувало істотного ремонту і доробки. І тільки 2 % відповідало стандартам безпеки [36].

1.2.3 Обрушення будівлі в місті Савар, Бангладеш

Страшний за своїми масштабами крах будівлі, який стався в 2013 році, забрав з собою неймовірну кількість людських жертв. Ця аварія отримала назву «Колапс будови Савар», а сталася вона в середу 24 квітня 2013 року в районному центрі Савар, який розташований в 24 км від міста Дакка, Бангладеш.

Зруйнована будівля була 8-поверховою комерційною будовою Рана Плаза, в якій на момент аварії знаходилося безліч магазинів, банків, офісів, а також п'ять великих швейних фабрик. При цьому, якщо магазини і офіси розташовувалися на перших поверхах будівлі, то саме фабрики, оснащені важкою і масивною промисловою технікою, розміщувалися на верхніх поверхах будівлі, тим самим надаючи на неї непомірне навантаження. На цих фабриках в цілому працювало понад 4000 працівників, виробляючи одяг таких провідних марок, як Benetton, Mango, Walmart, Auchan та ін.



Рисунок 1.16 – Обрушення будівлі



Рисунок 1.17 – Обрушення будівлі



Рисунок 1.18 – Наслідки обрушення будівлі



Рисунок 1.19 – Наслідки обрушення будівлі



Рисунок 1.20 – Наслідки обвалення будівлі

Перші серйозні тріщини на нижніх поверхах будови були виявлені напередодні його обвалення, 23 квітня. Тоді всі банки, офіси та магазини були негайно закриті і звільнені. Однак керівниками швейних фабрик ці зловісні ознаки були проігноровані, і вже наступного дня, погрожуючи штрафами і звільненнями, вони змусили всіх своїх співробітників повернутися на робочі місця. Саме в ранкові години, коли весь штат підприємств і прибув на роботу, будівля, і так вже ґрунтовно підточена аварійними процесами, обрушилася.

Спочатку в будові відключилася електрика, і замовкли дизель-генератори, розташовані на верхньому поверсі. А потім, о 8:57 ранку за місцевим часом, будівля завалилася, склавшись, немов картковий будиночок, залишивши цілим лише перший поверх. Один з виживших працівників згодом розповів, що це було схоже на неймовірно потужний землетрус, який тривав кілька секунд. На момент краху в будівлі знаходилося близько 4000 людей. Всього ж, після завершення рятувальних операцій, які тривали аж до

13 травня, з'ясувалося, що під його уламками загинуло 1129 осіб, а ще 2515 виявилися пораненими, але врятованими. Така кількість людських жертв в результаті обвалення будови стало наймасовішим в історії людства.

У перші ж години після події Колапсу Савар, Організація Об'єднаних Націй запропонувала Бангладешу свою допомогу, готуючи в найкоротші терміни направити в країну загони спеціально підготовлених рятувальників, що володіють ультрасучасної технікою. Справа в тому, що на той момент, за оцінками ООН, у Бангладеші був відсутній як необхідний для проведення таких складних рятувальних операцій персонал, так і потрібне обладнання.



Рисунок 1.21 – Рятувальні роботи після обрушення будівлі

Протягом декількох днів під уламками будівлі порятунку чекали люди, ще живі, але придавлені брилами бетону і шматками арматури. Але

операція проводилася непрофесійно і занадто повільно, в результаті багато людей, яких потенційно можна було б врятувати, загинули, так і не дочекавшись допомоги.

Як завжди відбувається в таких історіях, основними причинами краху будівлі в Саварі, виявилось порушення будівельних норм:

- будівля була зведена на місці підземного озера, отже ґрунт був насичений водою;



Рисунок 1.22 – Одна із причин обвалення будівлі

- будівля була побудована, як комерційна будова для розміщення в ньому кафе, магазинів і офісів, а в підсумку використовувалася, як промислова. Про ризики облаштування в будинку швейних фабрик, архітектори та інженери неодноразово повідомляли власника, попереджаючи його, що будівля може не витримати ваги великої кількості людей і вібрації від працюючої техніки;

- у будівельному проекті, на який було отримано дозвіл від влади, будівля мала 5 поверхів; таким чином, три верхніх поверхи були добудовані незаконно, що призвело до перевантаження несучої конструкції;
- при будівництві використовувалися низькоякісні, дешеві матеріали, що не могло не позначитися на його стійкості;
- на верхньому поверсі будівлі встановили важкі дизель-генератори, які погіршили й без того важку ситуацію;
- однією з причин катастрофи також була відсутність належного державного контролю [37].

1.2.4 Обвалення житлового будинку в італійському місті Фоджа

Ця історія сталася рано вранці 11 листопада 1999 року в італійському місті Фоджа за адресою Viale Giotto, 120. Неймовірно, але житлова 6-поверхова будівля на 26 квартир, нібито особливо не подаючи перед цим ніяких аварійних ознак, несподівано повністю обрушилася. Під його уламками було поховано 71 особу, з яких, зрештою, вижило тільки 4. Смертельний колапс цієї будівлі тривав всього 19 секунд, але він забрав життя 67 осіб, на той момент мирно сплячих в своїх ліжках.

Несподівано в підвалі обваленого будинку спалахнула пожежа. Очевидно, там загорілися матраци і всіляке лахміття. Місце аварії та околиці негайно затягнулися густим, непроглядним і їдким димом, вкінець ускладнивши пошукові роботи. Нажаль, на той момент деякі мешканці, що знаходяться під завалами, були ще живі. Подальша експертиза покаже, що їх убив саме дим.

Перше припущення про вибух газу досить швидко відкинули, бо ніхто зі свідків не заявляв про гучних звуках, що передують обвалення будинку. Основну увагу експертів несподівано привернув факт того, що в підземному паркінгу будівлі відсутнє кілька бетонних опор, які за планом повинні були бути несучими. Було висунуто припущення, що саме ця обставина призвела

будинок до обвалення. До того ж, як виявилось, під будівлею пролягав товстий шар водонасичених ґрунтів, що теж могло вплинути на стійкість будівлі.

На цьому етапі міські чиновники раптом почнуть демонструвати неймовірне завзяття, намагаючись нібито допомогти експертам – все більше стануть звучати заяви, що будинок обвалився через порушення будівельних норм. До цього процесу підключився навіть президент країни, який згадав, що не так давно, лише рік тому, в Римі відбулася подібна ситуація. Тоді в столиці Італії також обвалився житловий будинок, під уламками якого загинуло 27 осіб. Також згадувалася аварія, що сталася в місті Павія 14 липня 1994 року, в результаті якої будівля будинку престарілих, що обрушилася, вбила 28 людей похилого віку.

Лише пізніше, коли експертиза огляне всю будівлю, а поліція опитає виживших і людей, що відвідували цей будинок останні два роки, з'ясується, що будова, виявляється, давно вже «заявляла» про свої проблеми. Вона скрипіла і скреготала, прольоти сходів і цементні опори покривалися сіткою широких тріщин, а трохи пізніше зі стін стали вилазити стрижні арматури. Мешканці помічали, що несподівано їх вікна переставали закриватися, віконні рами та двері перекошувало, а люстри висіли на стелях під кутом.

Про справжні причини обвалення житлового будинку на Viale Giotto, 120 офіційно оголосять лише через 8 років, 21 березня 2007 року. Хоча, вже через півроку після аварії і італійська влада і жителі країни знали справжніх винуватців трагедії. Будівельний бум 60-х років в Італії, який згодом назвуть економічним міхуром, терміном, промовистим самим за себе, і з'явився початковою причиною аварії. Тоді Італія масово відбудовувалася після Другої світової війни. Жителі країни потребували житла, як у повітрі, і попит на нові квартири диктував ринку особливі умови. Безліч будівельних організацій, не маючи ні досвіду, ні коштів, прийняли відбудовувати висотки, набираючи для цього недосвідчених працівників і використовуючи найдешевші матеріали, які тільки можна було знайти. Тоді будівельниками

несподівано ставали фермери та доярі, колишні вчителі та продавці лотків. Зведення житла перетворилося на заняття, яким займалися всі. Такий розвиток галузі ставило будівельні організації в положення високої конкуренції. Будинок за адресою Viale Giotto, 120 був одним з таких будівель, побудованих швидко і маловитратно. Повне обвалення було для нього лише питанням часу.

Це обвалення житлового будинку призвело до кардинальних змін у законодавчих актах і будівельних нормативах Італії. І першим кроком уряду стала перевірка та оцінка технічного стану всіх існуючих будов країни. До кінця 2000 року законодавча і будівельна комісії визначили, що в Італії підлягають знесенню або глобальній реконструкції більше 3 мільйонів будівель. Першими з них стали чотири інших багатоквартирних будинки, розташованих поруч з обваленням Viale Giotto, 120. У них проживало більше 300 чоловік, і всі вони були зведені за тими ж планами і нормами, за якими було побудовано злочасну будову. При обстеженні з'ясувалося, що ці будинки перебували в анітрохи не меншій небезпеці. Їх жителів спішно евакуювали, а будинки знесли [38].

1.3 Вітчизняний досвід небезпечної експлуатації будівель і споруд

1.3.1 Обрушення будинків в місті Одеса

Невеликий дощ призвів до обвалення будинку на одеській Молдаванці. На щастя, цього разу ніхто не загинув, тільки 16-річний хлопець отримав травми і потрапив до лікарні, але, за запевненням лікарів, його життю і здоров'ю нічого не загрожує.

Зате подія нагадала про існуючі в Одесі проблемах з житловим фондом, зокрема в ареалі старого центру, і змусило задуматися, чим загрожує бездіяльність в питанні зміцнення й захисту будинків від будь-яких

природних катаклізмів.

Будинок на Молдаванці не був аварійним, але впав через дощ.

Фронтон 3-поверхового будинку на вулиці Генерала Ватутіна, 12, звалився пізно ввечері 12 вересні прямо на дах 2-поверхового будинку, який стоїть поруч стоїть. У результаті обвалу постраждали кілька квартир, а ще 4 знаходяться під загрозою обвалення. На це запитання є відповідь у Головного управління ГСЧС в Одеській області, в якому заявили, що орієнтовною причиною руйнування будинку стали старі конструкції будівлі, які намокли в результаті рясних опадів і впали під власною вагою. Одесити прекрасно знають, наскільки «рясними» і частими бувають дощі в місті в літній період, тому нескладно зрозуміти, як мало потрібно було води, щоб конструкції звалилися. Кожного місяця в Одесі руйнується декілька будівель.



Рисунок 1.23 – Обвалення будинку в м. Одесса

Будинок на Молдаванці став далеко не єдиним, що звалилося в цьому році. Декількома місяцями раніше аналогічна доля спіткала будівлю на вулиці Куйбишева, 7/9, там звалився під'їзд аварійного 3-поверхового будинку, і під завалами опинилися дві людини, яких вдалося звільнити тільки через 5 годин. Буквально наступного дня завалилася стіна і сусіднього будинку, але при повторному обваленні ніхто не постраждав.

Раніше, в лютому, рясного снігу не витримав дах Одеської консерваторії. Тоді гіпсова капітель пілястри впала поблизу від головного входу в будівлю і пробила козирок підвалу. Ректор Одеської музичної академії повідомив, що частина даху не витримала ваги снігу і що таких випадків вже було три, причому в різних місцях даху. У тому ж місяці звалився балкон в триповерховому будинку на вул. Пантелеймонівській, 101, разом з 77-річною господаркою квартири, яка відбулася лише переломом ноги і декількома ударами.

На даний час в місті налічується більше 900 аварійних будинків, які розташовані в основному в старому центрі і на Молдаванці, і всі вони ризикують впасти в будь-який момент. Як пояснюють фахівці, це може статися через те, що фундамент старих будівель зроблений з ракушняка, який вбирає в себе вологу і від цього руйнується [39].

1.3.2 Обрушення будинків в місті Дніпропетровськ

6 червня 1997 року Дніпропетровськ шокувала новина про масштабний зсув на житловому масиві Тополя-1 і про будинки, що «цілком йдуть під землю».

Житловий масив Тополя-1 розташований на півдні Дніпропетровська на схилах балки, в нижній частині якої проходить залізниця разом зі станцією «Зустрічний». Лесовий ґрунт, на якому стоїть масив, у купі з ґрунтовими водами не сприяє будівництву багатопверхових будинків і вимагає обов'язкового створення дренажних систем з постійним контролем стану

грунтових вод. Проте, наскільки добре був виконаний дренаж в 70-х роках минулого століття, коли забудовувався масив, можна почути дуже різні відгуки, часто негативні. Незалежно від цього, можливі негативні наслідки практично завжди можна попередити, якщо грамотно стежити за ситуацією і вчасно вживати необхідних заходів. Однак судячи з різними повідомленнями, багатьом, хто міг би вплинути на розвиток ситуації, було традиційно плювати на події. Розруха 90-х тільки посилила ситуацію.

Протягом багатьох років рівень ґрунтових вод під масивом поступово збільшувався. У балку стікала вода не тільки після дощів, але і від пошкоджених інженерних систем. Мешканці будинків неодноразово скаржилися на підтоплені підвали, але змін в кращу сторону не відбувалося. Ґрунт все більше насичувався водою, в ухилі балки поступово накопичилося 10 млн. кубометрів бруду і залишалося лише питанням часу, коли він почне сповзати вниз. Останньою краплею, мабуть, стала сильна злива, що пройшла увечері 5 червня 1997 року.

Близько 4 години ранку 6 червня розріжений ґрунт вирвався на поверхню в нижній частині балки. В порожнечі, що утворилися почали валитися верхні шари ґрунту з деревами і гаражами.

Тепер вже нічого не тримало водяний ґрунт, розташований вище по схилу, і він почав стікати в балку зі швидкістю 25 метрів на годину з утворенням воронки глибиною 20 м. Через деякий час зсув частково зруйнував нижній дитячий садок і до 7 ранку дістався до 9-поверхового будинку № 22. Через 40 хвилин від будинку залишилися лише руїни.

Якимось дивом залишився стояти будинок № 20. Через деякий час зсув дістався до школи № 99, побудованої в 70-х роках за типовим проектом на 1000 місць.

Близько 10 ранку почало руйнуватися ліве крило двоповерхового корпусу школи. Через годину ліве крило повністю обрушилося. До 6 години вечора будівля повністю обрушилася в воронку. Після обвалення школи зсув зачепив один з корпусів другого дитячого садка і після цього припинив

подальший рух. На фото один з дитячих садків, залишки його дворика і утворилася воронка разом з пливуть вниз деревами і конструкціями будівель.



Рисунок 1.24 – Обвалення школи



Рисунок 1.25 – Обвалення школи та прилеглої території



Рисунок 1.26 – Обвалення будинку



Рисунок 1.27 – Обвалення будинку



Рисунок 1.28 – Обвалення школи



Рисунок 1.29 – Обвалення школи та прилеглої території

В день катастрофи в радіусі 200 м від зсуву була проведена евакуація жителів. Багато комунікації по масиву були відключені.

Крім будинку № 22, без даху над головою залишилися також і мешканці будинку № 9. Будинок знаходився далі від місця основних подій, але тут існувала небезпека початку другого зсуву. Згодом будинок був визнаний аварійним, спроби його відновлення не увінчалися успіхом.

Пройшли роки, утворену воронку засипали, вона вже істотно заросла і на ній з'явилися нові гаражі. Але про події тих років продовжує нагадувати не тільки порожній будинок № 9, але й збільшення тріщин в деяких інших будинках і поступово сповзає ґрунт не тільки на Тополі, а й в інших зсувонебезпечних районах міста [40].

1.4 Висновки за розділом 1

1. Надійність та безпечна експлуатація будівель і споруд, запобігання аваріям на них – першоступенева задача фахівців будівельної галузі.

2. Причинами наймасштабніших аварій та обрушень будівель в Україні та світі є неправильно зроблена реконструкція або нове будівництво, що призводить до незворотних наслідків – тріщинах на фасаді, в перекриттях, деформацій фундаменту, – аж до руйнування будівлі. У зв'язку з цим при реконструкції будівлі дуже важливо дотримати технологію, а також норми і правила проектування та будівництва.

3. При розрахунку та проектуванні споруд, а також при перевірці експлуатаційної придатності необхідно застосовувати систему «основа – споруда», дотримуючись основних рекомендацій щодо її застосування.

4. Існуючі нормативні документи не мають чітких положень та рекомендацій щодо розрахунків будівель в умовах ущільненої забудови з тривалим терміном експлуатації, зокрема на динамічні впливи.

РОЗДІЛ 2

ЧИННИКИ, ЩО ЗМІНЮЮТЬ ТЕХНІЧНИЙ СТАН І НДС БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД В УМОВАХ УЩІЛЬНЕНОЇ ЗАБУДОВИ

Говорячи про необхідність урахування при розрахунку будівельних конструкцій, будівель і споруд системи «будівля – споруда» й усіх рекомендацій щодо її застосування, необхідно розглянути хоча б основні зовнішні фактори впливу на будівлі, які знаходяться в умовах ущільненої забудови міст

2.1 Фактори впливу зовнішніх дій на будівлі та споруди

У період свого життєвого циклу компоненти системи піддаються різного роду впливам, як плановим (експлуатаційні навантаження, природно-кліматичні зміни), так і позаплановим (техногенним) впливам з боку навколишнього середовища і зовнішньої інфраструктури, у тому числі аварійним ситуаціям, що особливо характерно для споруд, розташованих в умовах ущільненої забудови. Виникнення різного роду деформацій і пошкоджень конструкцій (як несучих, так і огорожуючих) будівельних об'єктів сигналізує про появу відхилень від закладених на стадії проектування параметрів нормального функціонування системи.

При відхиленнях від запланованої схеми взаємодії система «основа – споруда», сприймаючи крім проектних навантажень додаткові позапланові впливи, зумовлені різними причинами, відчуває, в першу чергу, неоднорідні деформації, що викликають появу в елементах споруди додаткові переміщення і внутрішні зусилля. Поява і зростання з часом величин деформацій до критичних значень призводить до зниження і навіть до втрати

працездатності окремих елементів конструкцій, що надалі може бути причиною повної відмови будівельного об'єкта.

Накопичений досвід будівництва та експлуатації будівельних об'єктів свідчить про те, що зміна умов нормального функціонування, що супроводжується ушкодженнями конструкцій, може бути викликано найрізноманітнішими причинами. До них, в першу чергу, відносяться зовнішні впливи природно-кліматичного або техногенного характеру, наприклад нерівномірні деформації основи, спровоковані зміною інженерно-геологічних умов або недотриманням проектних умов експлуатації, зокрема, перевищення експлуатаційних навантажень (накопичення снігових мішків на покрівлі, зайва концентрація обладнання або скупчення людей в зонах, для цього не передбачених і т.д.).

До числа найбільш небезпечних причин відноситься наявність технічних помилок і технологічних дефектів, допущених в ході проектування та будівництва. Їх присутність здатне привести до аварійної ситуації навіть при навантаженнях нижче експлуатаційних. В окрему групу причин необхідно виділити екстремальні впливи, що носять випадковий катастрофічний характер.

Систематизуючи викладене, можна виділити чотири основні групи причин виникнення аварійних ситуацій.

1. Зовнішні техногенні та природні впливи:

- нерівномірні деформації основи;
- динамічні навантаження (від транспорту, обладнання, тощо).

2. Зміна проектних умов експлуатації:

- зміна або перевищення експлуатаційних навантажень;
- знос і зміна властивостей матеріалів конструкцій.

3. Технічні помилки і технологічні дефекти:

- наявність проектних помилок;
- недотримання проекту та технологічні дефекти, допущені в ході будівництва.

4. Екстремальні дії:

- пожежа;
- вибух, терористичний акт.

Навіть якщо перераховані впливи не приводять безпосередньо до аварійної ситуації, то, в цілому, при накопиченні пошкоджень надійність конструкцій споруди падає, що, у свою чергу, підвищує ймовірність аварійного відмови.

У разі відсутності явно вираженого джерела виникнення пошкоджень споруди виявлення всіх взаємопов'язаних причин, що викликають зниження характеристик несучої здатності конструкцій, є завданням, що вимагає комплексного підходу до дослідження стану об'єктів в цілому з урахуванням взаємодії всіх його компонентів [6].

2.1.1 Нерівномірні деформації основи

Дослідження впливу причин, що призводять до зниження або втрати несучої здатності конструкцій будівельних об'єктів в ході експлуатації, показує, що одними з основних причин є несприятливі природно-техногенні впливи на систему «основа – споруда», що викликають деформації ґрунтової основи і, як наслідок, пошкодження фундаментних і надфундаментних конструкцій об'єкта.

Рівномірні деформації основи, в цілому, не знижують міцності і стійкості конструкцій самої споруди, вони розвиваються протягом досить великих часових інтервалів і в основному впливають на стан інженерних мереж, що пов'язують об'єкт з навколишнього інфраструктурою.

Нерівномірні деформації основи провокують виникнення додаткових деформацій і зусиль в елементах конструкцій, змінюють їх напружено-деформований стан, що призводить до пошкоджень і погіршення технічного стану як самих конструктивних елементів, так і всього об'єкта в цілому.

Слід зазначити, що деформації основи, як правило, носять

просторовий характер, але у відповідності з діючими нормативно-технічними документами їх прийнято поділяти на вертикальні і горизонтальні переміщення. Вертикальні переміщення, в свою чергу, поділяються на осадки, просадки, усадки, осідання, підйоми і т.д.

Види нерівномірних деформацій основи найбільш характерні для будівель і споруд, розташованих у великих містах, особливостями яких є:

- активна життєдіяльність мегаполісів, постійна забудова територій або реконструкція об'єктів, перерозподіл або збільшення експлуатаційних навантажень на фундаменти і конструкції в процесі зведення або експлуатації об'єктів (перепланування, зміна поверховості будинку або його функціонального призначення);

- щільна забудова територій, розташування на проблемній території ділянок будівель і споруд різної поверховості, що передають різні за величиною навантаження на основу;

- складність будівельних майданчиків, можливість пошкодження існуючих об'єктів, прилеглих до зони проведення земляних робіт;

- складність інженерно-геологічної обстановки, в тому числі неоднорідність ґрунтів в межах майданчика забудови, залягання під контуром будівлі ґрунтів, що володіють різними фізико-механічними властивостями і неоднаково реагують на негативні природно-технологічні впливи;

- насиченість підземними інженерними комунікаціями і т.д.

За ступенем чутливості конструкцій до нерівномірних деформацій основи споруди умовно діляться три основні групи, що визначають характер спільної роботи системи «основа – фундамент – надфундаментні конструкції».

Група I – практично нечутливі споруди. До таких об'єктів належать гнучкі споруди, яким властива безперешкодна спільне осідання з основою і практично повна відсутність появи при цьому додаткових зусиль у конструкціях. Як приклад таких споруд можна привести земляні насипи,

днища металевих резервуарів, естакади, галереї з розрізними пролітних будовами і т.д.

До цієї групи об'єктів можна також віднести абсолютно жорсткі споруди (масивні мостові опори, димові труби та інші компактні в плані споруди, встановлені на масивному фундаменті). Осадка споруди і основи в певних межах відбувається єдиним цілим без взаємних зміщень конструктивних елементів, достатня міцність яких дозволяє безперешкодно сприймати додаткові зусилля.

До об'єктів з податливими системами конструкцій відносять каркаси одноповерхових будівель на окремих фундаментах з шарнірними вузлами, різні розрізні рамні, арочні конструкції і т.д.

Група II – малочутливі споруди. До них відносяться споруди, на яких проводилися спеціальні заходи, такі як посилення елементів конструкцій, розрізання на жорсткі відсіки, пристрій поясів, посилення підземної частини і т.д., що дозволяє даними спорудам бути також пристосованими до впливу нерівномірних деформацій основи.

Група III – чутливі споруди. До таких об'єктів відносять більшість цивільних і промислових будівель і споруд (монолітні залізобетонні каркаси, рамні та нерозрізні залізобетонні конструкції, металеві каркаси з жорсткими вузлами, цегляні, блокові, панельні будинки тощо).

При нерівномірних деформаціях основи просторова жорсткість, до деякої міри зменшує їх вплив на конструкції, стає недостатньою для забезпечення зміщення споруди і основи як єдиного цілого. Подальше деформування споруди призводить до зміни розрахункової схеми роботи конструкцій, додаткові зусилля і деформації викликають появу пошкоджень і навіть руйнування окремих елементів.

Процес спільної деформації системи «основа – фундамент – надфундаментна конструкція» може характеризуватися різними формами, визначення та аналіз величин яких дозволяє судити про ступінь прояву деформаційного впливу.

Нерівномірні деформації основи, впливаючи на спорудження, викликають взаємопов'язані зовнішні і внутрішні зміни стану конструкцій об'єкта, які чисельно можуть описуватися змінами параметрів їх НДС на певному етапі експлуатації.

Видимі зовнішні ознаки деформаційного впливу:

- просторова деформація конструкцій (вертикальні, горизонтальні переміщення, прогини, крен);
- видимі пошкодження конструкцій (виникнення, подальше розкриття і збільшення тріщин, руйнування).

Приховані внутрішні ознаки деформаційного впливу:

- додаткові зусилля в конструкціях (згинальні моменти, поздовжні, поперечні сили в різних площинах);
- внутрішні пошкодження конструкцій (у зонах концентрації напружень);
- зміна властивостей матеріалів конструкцій;
- зміна глобальних характеристик споруди [6].

2.1.2 Динамічні навантаження (від транспорту, обладнання, тощо)

Проектування багатоповерхових будівель є надзвичайно складним інженерним завданням. Воно неможливе без урахування динамічних дій: з одного боку, це технологічні навантаження, що викликаються будівельними машинами, обладнанням ударної та вібраційної дії, виробничими вибухами тощо; з іншого боку, це природні динамічні дії вітру і землетрусів. Не варто забувати про суттєвий вплив транспортних потоків поблизу будівель, які з часом лише збільшуються [7].

Динамічні навантаження на багатоповерхові, протяжні по висоті споруди, які знаходяться в умовах ущільненої забудови міст, відносяться до найбільш важливих розрахункових навантажень. Особливо зважаючи на те, що на сучасному етапі розвитку висотного будівництва горизонтальна

жорсткість споруди підвищеної поверховості стає все важливішим і впливовішим фактором, який необхідно враховувати при проектуванні, у порівнянні з міцністю.

В теперішній час проблема віброзахисту будівель ставиться вже як проблема якості життя – коли екологічні проблеми стають більш важливими, ніж досягнення економічних показників. Нарощування технічного потенціалу приходиться у суперечність із забезпеченням комфортних умов, як для людей, так і для високих технологій.

Саме тому проблема захисту від вібрації виникла у великих містах в умовах підвищення вимог до комфортабельності проживання та нестачі придатних для забудови територій при інтенсивному розвитку автомобільного та підземного транспорту у вигляді метрополітенів неглибокого закладання. Коливання від транспорту передаються через ґрунт на фундаменти будівель, викликаючи неприпустиму вібрацію і шум в квартирах, підвищені коливання високоточних установок, суспільно значущих об'єктів (концертних залів, театрів тощо), руйнування історичних пам'яток.

У зв'язку з цим все більшого значення набувають питання ефективного розрахункового аналізу будівель і споруд, які знаходяться під дією різних динамічних навантажень, а також способи зниження ефекту їх негативної дії [8].

Будівельні конструкції, що в більшості випадків складають несучі частини сучасних будівель і споруд масового та унікального будівництва, поряд з незаперечними перевагами мають ряд недосконалостей.

Виявлення, вивчення, урахування, прогнозування і адекватна конструктивна відповідь на них вельми актуальна і особливо необхідна у зв'язку зі зростаючим значенням модернізації та реконструкції будівель і споруд. Особливо актуальна оцінка недосконалостей опору конструкцій в умовах динамічних дій, яка, незважаючи на наявність численної інформації, ще потребує подальших узагальнень.

Динамічна дія обладнання чинить на конструкції прямий динамічний вплив. Крім прямого динамічного впливу вібрації від обладнання, передаючись через ґрунт навколишнім конструкціям будівель, з одного боку, викликають їх коливання, з іншого – призводять до зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів основ, створюючи додаткові осадки. Це призводить до різкого зниження експлуатаційних якостей згаданих конструкцій, а в деяких, особливо небезпечних випадках – до руйнування [9].

Для врахування цих факторів застосовуються різні спрощення та гіпотези, що істотно впливають на прийняті рішення, які не завжди адекватні реаліям процесу деформування, що відбувається та що знижує експлуатаційні характеристики конструкцій. Тому з'явилася необхідність розширити і поглибити дослідження, досить істотні для оцінки роботи конструкцій будівель, особливостей їх існування та силового опору в умовах динамічного деформування.

Зростання інтенсифікації промислового виробництва та розвиток громадянської інфраструктури призводить до того, що в цехах промислових і приміщеннях цивільних будинків збільшується кількість і потужність обладнання, що працює в інтенсивному динамічному режимі.

Способи динамічного розрахунку будівельних конструкцій розроблені досить повно, проте вони страждають недостатнім урахуванням недосконалостей деформування.

Вібраційні ж впливи, які передаються оточуючим конструкціям, враховуються лише побічно за допомогою різних поправочних коефіцієнтів, а іноді не враховуються взагалі. Все це не гарантує ні точності розрахунку, ні задовільної роботи конструкцій будівель і споруд. Численні дослідження, проведені в цій області, як правило, фіксують лише фактичний стан конструкцій (форма, частота і амплітуда коливань, наявність тріщин і ділянок руйнування, нерівномірні осідання).

Ці фактори призводять до того, що будівлі та споруди, які знаходяться на стадії експлуатації, необхідно модернізувати. Наприклад, встановлювати

віброізолятори, віброгасителі, інші демпфуючі пристрої під працююче промислове обладнання, екранувати фундаменти під це обладнання з метою зниження вібраційних впливів.

При появі порушення експлуатаційної придатності конструкцій потрібне виконання ремонтних робіт, які пов'язані з місцевим посиленням і реконструкцією, що з одного боку вимагає великих матеріальних витрат і значних інвестицій, а з іншого – зазначені заходи не завжди конструктивно і технічно здійсненні.

У сучасних умовах розвитку будівельної науки склалася ситуація, при якій назріла необхідність в розвитку практичного методу розрахунку будівельних конструкцій на динамічні дії, які у тому числі виникають в навколишньому середовищі при роботі промислового обладнання. Причому цей метод дозволив би врахувати кілька груп факторів, що найбільш повно відображають реальну роботу матеріалу конструкцій.

До таких груп, у першу чергу, відносяться: фізичні особливості роботи матеріалів під навантаженням; зміна їх поведінки в залежності від фактору часу в умовах складного напружено-деформованого стану; інтенсифікація процесів повзучості і змінність характеру енерговитрат при вібраційних впливах; а також деякі інші менш значущі чинники.

Існуючі методи розрахунку конструкцій на динамічні дії мають ряд суттєвих недоліків, які не враховують деякі суттєві особливості роботи будівельних конструкцій, що може призвести до порушення експлуатаційної придатності, а іноді приводити до істотних перевитрат матеріальних засобів.

Крім того, якщо при проектуванні будинків несучі конструкції і фундаменти під обладнання, на яких воно розташоване, завжди розраховуються з урахуванням динаміки процесу, то навколишні конструкції, на які немає безпосереднього динамічного впливу, як правило, розраховуються за статичною схемою, хоча вібрації при роботі обладнання передаються на ці конструкції. Ця передача може здійснюватися як через сусідні конструкції (в багатоповерхових будівлях), так і через ґрунти основ (в

одноповерхових). Причому останні крім прямого динамічного впливу призводять до зростання нерівномірних осадок сусідніх фундаментів, викликаючи тим самим додаткові зусилля в сусідніх конструкціях.

Слід зазначити також, що додаткові вібрації, які виникають в конструкціях при роботі промислового обладнання, можуть перевищувати вимоги санітарних норм і мати шкідливий, а іноді й неприпустимий вплив на обслуговуючий персонал або людей, що перебувають у приміщеннях, в яких відзначені зазначені коливання конструкцій.

Довготривала експлуатація будівель в умовах щільної міської забудови також призводить до необхідності врахування транспортних динамічних дій (від наземного та підземного транспорту). Для багатьох будівельних майданчиків актуальним є врахування сейсмічних дій. Крім того, важлива не тільки оцінка впливу динамічних дій на міцність несучих конструкцій будівлі, але й на комфорт людей, які там мешкають або працюють. Це пов'язано з тим, що певні амплітуди і спектри частот негативно впливають на організм людини, але не мають суттєвого впливу на характеристики міцності будівельних конструкцій. Визначення динамічних характеристик таких негативних дій, їхнє недопущення або послаблення, також є задачами проектувальників та науковців [10].

Для правильного врахування динамічних впливів малої інтенсивності на конструкції будівлі складається її детальна просторова розрахункова модель з урахуванням основних конструктивних елементів, причому, на відміну від статичної, у динамічну модель включаються не несучі та самонесучі елементи (за умови правильного задавання їх сполучення з несучими конструкціями). При цьому бажано враховувати податливість стиків, фізичну та геометричну не лінійність [11].

2.1.3 Зміна проектних умов експлуатації

Нормативні документи являють собою практично переписані, зі

збільшеними коефіцієнтами запасу міцності, радянські будівельні норми і правила 70-80-х років двадцятого століття, що регламентували будівництво будівель до 25 поверхів, і то при певних «сприятливих» умовах (відсутність сейсмічності, слабких ґрунтів і т.п.) [12,13].

Однією з проблем сьогодення є стійкість висотної будівлі при дії статичних та динамічних навантажень, і, як наслідок, його живучість. Одним із заходів підвищення живучості висотної будівлі, згідно з матеріалами доповідей на різних конференціях, є збільшення міцності конструкції, те ж саме і передбачають норми [14], хоча як показують багато спостереження проводяться дослідниками [15,16,17].

Надійність та безпечна експлуатація будівель, споруд та інженерних комунікацій, запобігання аваріям на них — це проблема, яка зараз, у перехідний період розвитку економіки у нашій країні вкрай загострена.

Постанова Кабінету Міністрів України від 05.05.97 № 409 «Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж» передбачає широкий комплекс заходів для вирішення цієї актуальної проблеми.

Серед них – інвентаризація фактичного стану шляхом проведення обстежень технічного стану і паспортизації всіх існуючих об'єктів виробничого, житлово-цивільного та іншого призначення, інженерно-технічних споруд та інженерних мереж незалежно від їх підпорядкування і форми власності. Цей захід повинен забезпечити виявлення кількості та підпорядкування об'єктів, що перебувають у незадовільному технічному або аварійному стані, і складання реєстру цих об'єктів, що є необхідною передумовою розроблення і вжиття заходів для виправлення стану.

Сучасними вимогами до будівельного виробництва є: системність; безпека; гнучкість; ресурсозбереження; якість; ефективність.

Одночасно зростання обсягів будівництва і, як наслідок, збільшення будівельного фонду все наполегливіше ставить завдання необхідності підтримувати і підвищувати якість будівель та споруд шляхом проведення

поточних, капітальних ремонтів, модернізації і реконструкції.

При цьому виникають нові проблеми. У системі «проектування – виробництво – експлуатація» утворилася методична роз'єднаність, що ускладнює вибір техніко-економічних і інженерно-технологічних рішень. Практика прийняття рішень без локальної інженерної інформації ускладнює виробничу систему і є гальмом у досягненні ефективного кінцевого результату – забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель та споруд.

Згідно з Міжнародними нормами (EN 1990:2001/ Eurocode – Basis of structural design) надійність будівельних конструкцій розглядається як поєднання безпеки, придатності до нормальної експлуатації і довговічності. Безпечність розглядається як властивість будівельного об'єкта зберігати придатність до експлуатації впродовж передбаченого терміну без потенційної загрози для життя і здоров'я людей.

Виникло відставання системи вимог чинної нормативно-технічної документації до сучасного рівня будівельно-монтажних робіт.

Одним із важливих аспектів є розгляд «інструментів якісного утримання нерухомості», до яких відносяться дослідження і паспорт технічного стану будівлі (споруди). Загальна мета методики досліджень і паспорта технічного стану будівлі (споруди) полягає в організації постійного нагляду за об'єктом нерухомості.

З одного боку, для зниження витрат на відновлення слід домагатися максимально тривалої експлуатації елементів житлових будинків та інженерних систем, максимально виробляючи їх експлуатаційний ресурс. З іншого боку, для визначення значень допустимих меж зносу, що звичайно будуть коливатися в значних межах для елементів і будівель під впливом умов експлуатації і параметрів навколишнього середовища. Існуючі обмеження термінів служби конструкцій у різноманітних агресивних середовищах диктують уже в найближчому майбутньому збільшення обсягів робіт із їх відновлення і посилення, а тому необхідна інформаційна система

виявлення і спостереження їх станів, тобто необхідна організація системи моніторингу якості будівель та споруд. Таким чином, актуальним слід вважати дослідження експлуатаційного зносу будівель, споруд та інженерних систем, особливо в великих містах, де стан навколишнього середовища в різних районах викликають значні коливання параметрів тривалості безвідмовної роботи одиничних елементів і вузлів.

Реконструкція будівель – це комплекс будівельних робіт спрямованих на відновлення, поліпшення, зміна інженерних, господарсько-економічних, естетичних параметрів об'єкта [18].

Останнім часом реконструкція будівель стає все популярнішим. Більшість респектабельних офісів і бізнес-центрів розташовуються саме в реконструйованих старовинних будівлях в історичних центрах міст. Часто виникає необхідність перепрофілювати який-небудь об'єкт: змінити його планування, розміри, добудувати необхідну частину. Так, наприклад, фабрика або завод після реконструкції перетворюються на офіси або торгові центри. В іншому ж реконструкція проводиться для будівель помітно постарілих або мало придатних для подальшого використання. У таких випадках зношені конструкції будівлі зміцнюються: посилюється фундамент, перекриття, проводяться фасадні роботи, внутрішні оздоблювальні роботи і т.д. Нерідко реконструйовані будівлі змінюються до невпізнання, особливо помітні зміни всередині об'єкта [19].

Слід пам'ятати, що реконструкція – це дуже серйозна робота, яка вимагає знань, досвіду та кваліфікації при виконанні робіт. Неправильно зроблена реконструкція будівлі призведе до незворотних наслідків – тріщинах на фасаді, в перекриттях, деформацій фундаменту, аж до руйнування будівлі. У зв'язку з цим при реконструкції будівлі дуже важливо дотримати технологію, а також норми і правила проектування та будівництва. Реконструкція будівель – це комплекс будівельних робіт спрямованих на відновлення, поліпшення, зміна інженерних, господарсько-економічних, естетичних параметрів об'єкта.

2.1.4 Екстремальні дії

Надзвичайні ситуації природного характеру можуть бути викликані геологічними, гідрометеорологічними, медико-біологічними чинниками та пожежами в природних екосистемах.

Останнім часом, продовжується активізація екзогенних геологічних процесів, які створювали загрози геологічного характеру та формували надзвичайні ситуації. Найбільш небезпечними для життєдіяльності населення та об'єктів економіки, як і в попередні роки, були підтоплення земель і населених пунктів, зсуви, абразія та карстові процеси.

Найсприятливіші умови в результаті підтоплення склалися в центральних і південних областях України. До числа областей, які підтоплюються, відносяться Херсонська, Одеська, Миколаївська, Дніпропетровська, Запорізька, Полтавська, Харківська та Донецька області. Процес інтенсивно розвивається по всіх річкових басейнах.

Активізація зсувів відмічена на території майже усіх адміністративних областей, за винятком територій Волинської та Рівненської областей, яким не властивий розвиток зсувного процесу. Особливо активним цей процес був у межах Карпатського регіону, морського узбережжя Чорного та Азовського морів, правобережжя Дніпра та його правих приток. На значних територіях спостерігається підвищена активність зсувів, що обумовлено черговим ритмом екстремального прояву зсувоутворюючих чинників.

Одним з найбільш негативних наслідків повені, що сталася 23-27 липня 2008 року в західних регіонах України, стала масова активізація небезпечних геологічних процесів, а саме, зсувів, селів та річкової ерозії берегів на території Вінницької, Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської, Тернопільської та Чернівецької областей. За результатами моніторингу під час ліквідації наслідків повню обстежено:

- у Вінницькій області 29 населених пунктів, 4 зсуви, виявлено 792 будинки пошкоджені схиловими водними потоками, селями та 9 зруйнованих будинків;

- у Закарпатській області 54 населених пунктів, 72 зсувів, 5 селів, виявлено 66 проявів бокової ерозії річок протяжністю 14147 м, 65 будинків пошкоджених та 1 зруйнований;

- у Івано-Франківській області 56 населених пунктів, 187 зсувів, 25 селів, виявлено 8 проявів бокової ерозії річок протяжністю 10300 м, 210 будинків пошкоджених небезпечними екзогенними геологічними процесами та 18 зруйнованих;

- у Львівській області 228 населених пунктів, 897 зсувів, 38 селів, виявлено 213 проявів бокової ерозії річок протяжністю 197465 м, 5 пошкоджених будинків та 3 зруйнованих.

За новими імовірнісними картами загального сейсмічного районування ЗСР-2004, які є складовою частиною чинних Державних будівельних норм, 20% території України знаходиться у сейсмонебезпечних зонах з інтенсивністю від 6 до 9 балів. На їх території проживає 10,9 млн. осіб, або 20,5% населення країни. До сейсмічно небезпечних відносяться території АР Крим, Карпатський регіон, частина Одеської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької, Кіровоградської, Дніпропетровської, Вінницької, Львівської, Тернопільської, Чернівецької областей і ряд районів Донбасу.

В Україні, в середньому в рік мережею Кримських станцій реєструється близько 150 локальних землетрусів басейну Чорного моря та прилеглих територій, мережею Карпатських станцій – понад 100 місцевих землетрусів Карпатського регіону, які підтверджують розвиток сучасної активності тектонічних структур. На протязі 2008 року мережею Кримських станцій зареєстровано 48 землетрусів, Карпатських станцій – 79 землетрусів.

Разом з тим, сейсмічний ризик для населення та економіки країни визначається рівнем природної сейсмічної небезпеки територій та уразливістю розташованих на них об'єктів до сейсмічних впливів. Основна проблема полягає в тому, що на територіях з відносно низьким рівнем природної сейсмічної небезпеки, до яких відноситься Україна, більшість споруд проектується несейсмостійкими, внаслідок чого вони є незахищеними

від рідких, але потенційно можливих сейсмічних впливів (сейсмічно уразливих).

До основних чинників гідродинамічної небезпеки відносяться гідротехнічні споруди, за допомогою яких створюється і концентрується певний об'єм води: дамби, греблі, шлюзи.

Комплекс захисних гідротехнічних споруд насосних і компресорних станцій каскаду дніпровських водосховищ експлуатується в середньому 30-40 років, а комплекс каховського водосховища – 50 років в складних гідрологічних умовах з сильним навантаженням. Це дає підстави вважати, що існує потенційна небезпека виникнення гідродинамічних ускладнень або надзвичайних ситуацій.

Чинниками небезпеки соціально-політичного характеру, здатними привести до надзвичайної ситуації в Україні є:

- можливості терористичних актів;
- наявність великої кількості озброєння, що залишилося на складах і арсеналах Збройних сил України, при недостатньо ретельній охороні;
- наявність великої кількості снарядів різного типу, що залишилися в землі після Великої Вітчизняної війни;
- діяльність кримінальних структур.

Даний час у світі характеризується посиленням активності міжнародної терористичної діяльності.

Закон України «Про боротьбу з тероризмом» визначає тероризм як суспільно небезпечну діяльність, яка полягає у свідомому, цілеспрямованому застосуванні насильства шляхом захоплення заручників, підпалів, вбивств, тортур, залякування населення і органів влади або здійснення інших посягань на життя або здоров'я ні в чому не повинних людей або загрози здійснення злочинних дій з метою досягнення злочинної мети.

Надзвичайні ситуації воєнного характеру, пов'язані з наслідками застосування сучасних засобів ураження.

До сучасних засобів ураження відноситься ядерна, хімічна,

бактеріологічна та нові розроблювані види зброї.

До надзвичайних ситуацій воєнного характеру відносять зруйнування об'єктів енергетики, потенційно небезпечних об'єктів, інженерних та транспортних комунікацій, складів, сховищ та інших будівель та споруд.

Руйнування прийнято ділити на повні, сильні, середні і слабкі.

Повні руйнування. У будівлях і спорудах зруйновані всі основні несучі конструкції і обрушені перекриття. Відновлення неможливе. Устаткування, засоби механізації і техніка відновленню не підлягають. На технологічних трубопроводах розриви кабелів, руйнування значних ділянок трубопроводів, опор повітряних ліній електропередач і т. п.

Сильні руйнування. У будівлях і спорудах значні деформації несучих конструкцій, зруйнована велика частина перекриттів і стін. Відновлення будівель і споруд можливе, але недоцільне, оскільки практично зводиться до нового будівництва з використанням деяких конструкцій, що збереглися. Устаткування і механізми переважно зруйновані і значно деформовані. Окремі деталі і вузли устаткування можуть бути використані як запасні частини. На трубопроводах розриви і деформації на окремих ділянках підземних мереж, деформації опор повітряних ліній електропередач і зв'язку, а також розриви технологічних трубопроводів.

Середні руйнування. У будівлях і спорудах зруйновані головним чином не несучі, а другорядні конструкції (легкі стіни, перегородки, дахи, вікна, двері). Можливі тріщини в зовнішніх стінах і вивали в окремих місцях. Перекриття і підвали не зруйновані, частина приміщень придатна до експлуатації. Деформовані окремі вузли устаткування і техніки. Техніка вийшла з ладу, і вимагає капітального ремонту. Деформовані і зруйновані окремі опори повітряних ліній електропередач, є розриви і пошкодження технологічних трубопроводів. Для відновлення об'єкту (елементу), що одержав середні руйнування, потрібен капітальний ремонт, виконання якого можливе власними силами об'єкту.

Слабкі руйнування. У будівлях і спорудах зруйновані частина

внутрішніх перегородок, заповнення дверних і віконних отворів. Устаткування має незначні деформації другорядних елементів. На трубопроводах є незначні руйнування і поломки конструктивних елементів. Для відновлення об'єкту (елементу), що одержав слабкі руйнування, як правило, потрібен дрібний ремонт [20].

Питанням запобігання вибухів приділяється багато уваги. Це регулювання параметрів технологічних процесів, влаштування автоматичних сигналізаторів довибухової концентрації речовин, застосування об'ємно-планувальних та конструктивних рішень.

Вибухобезпечність об'єктів в будівництві повинна забезпечуватися:

- системою інженерно-технічних заходів;
- системою запобігання вибуху (вибухопопередження);
- системою противибухового захисту (вибухозахист) тощо;
- системою організаційних заходів [21].

Противибуховий захист – комплекс організаційних заходів та технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів вибуху. Іншими словами вибухозахист – це заходи, що забезпечують захист обслуговуючого персоналу, технологічного устаткування, а також будівель і споруд від небезпечних і шкідливих дій вибуху, основними з яких є:

- максимальний надмірний тиск ΔP_f ;
- зруйновані конструкції будівель, устаткування, комунікацій і їх частини, що розлітаються;
- небезпечні чинники пожежі (відкритий вогонь і іскри, токсичні продукти горіння, дим і т.д.).

До будівельних заходів щодо вибухопопередження і вибухозахисту відносяться:

- раціональне планування території підприємства;
- розташування на ній технологічних установок, будівель і споруд, що забезпечує ефективне провітрювання і що виключає утворення зон

можливого скупчення вибухонебезпечної пари і газів;

- розміщення будівель адміністративного, господарчо-побутового призначення поза зоною небезпечної інтенсивності дії вибухової хвилі;

- раціональне взаємне розміщення технологічних установок і виробничих будівель з урахуванням дії на них вибухової хвилі, що виключає можливість послідовного розвитку аварії;

- влаштування захищених пунктів управління технологічними процесами у вибухонебезпечних будівлях (операторні);

- використання запобіжних (легкоскидних) конструкцій (стекол глухого скління, стулок віконних палітурок, дверей, воріт, легкоскидних стінних панелей і покриттів, що відкриваються назовні);

- обмеження розливу рідини при можливих аваріях (пристрій обвалування, піддонів і т.д.);

- обґрунтований вибір матеріалів і влаштування поверхонь (твердих покриттів), що знижують швидкість тепловіддачі, кількість рідини, що випарувалася;

- розміщення технологічного устаткування на відкритих етажерках і майданчиках і т.д.

При проектуванні та розрахунках будівельних конструкцій треба мати на увазі особливості їх поведінки при впливі навантажень, що виникають при вибухах. Під впливом ударної хвилі будівлі і споруди поводяться як пружні коливальні системи. Розрахункова оцінка такої дії вимагає рішення досить складних динамічних задач, пов'язаних з описом поведінки пружних конструктивних елементів будівель і споруд під впливом ударних навантажень, визначуваних такими, що змінюються в часі і просторі параметрами ударної хвилі. Виникаючі в конструктивних елементах навантаження залежать від параметрів хвилі, характеристик об'єкту, його розмірів і орієнтації щодо фронту хвилі [22].

Об'єкти, які з великою вірогідністю можуть опинитися під впливом вибухів, слід розраховувати на особливі поєднання навантажень. Але в будь-

якому випадку треба підтверджувати розрахунками умову перевищення навантажень від вибуху над природними навантаженнями. Наприклад, конструкції, вузли і фундаменти будівель слід розраховувати тільки на основне поєднання навантажень. На дію короточасних динамічних навантажень будівельні конструкції розраховують по двом групам граничних станів:

I – на відсутність руйнувань або відсутність пластичних деформацій конструкції;

II – на відсутність надмірного розкриття тріщин або відсутність надмірного переміщення.

Руйнування конструкцій при вибухових впливах відбувається при перевищенні їх межі міцності розрахунковими навантаженнями або при зміщенні конструкцій на опорах. Дію ударної хвилі можна розглядати як рівномірно розподілене динамічне навантаження [23].

Руйнування згинальних конструкцій при дії вертикальної ударної хвилі відбувається, як і у випадку впливу пожежі, внаслідок утворення шарнірів пластичності.

Балка з шарнірно-обпертими кінцями під впливом рівномірно розподіленого статичного та динамічного навантажень руйнується внаслідок утворення в середині прольоту шарніра пластичності.

Балка з защемленими кінцями під впливом рівномірно розподіленого статичного та динамічного навантажень руйнується внаслідок утворення спочатку двох шарнірів пластичності на опорах, а потім – шарніра пластичності в середині прольоту.

Балка з одним защемленим кінцем і другим шарнірно-обпертим кінцем під впливом рівномірно розподіленого статичного та динамічного навантажень руйнується внаслідок утворення спочатку одного шарніру пластичності на опорі, а потім – шарніру пластичності в середині прольоту.

При дії на споруду вертикально направленою вибуховою навантаження виникає зміщення опор перекриттів. Це зміщення може бути

викликане деформаціями колон або стін, зміщенням опорних конструкцій та усієї споруди у цілому. В залежності від співвідношення поздовжнього та поперечного навантаження можливі два випадки руйнування залізобетонних колон:

– руйнування починається з досягнення межі текучості в розтягнутій арматурі з розвитком пластичних деформацій та з подрібнення бетону стиснутої зони;

– руйнування внаслідок подрібнення бетону при частково розтягнутому перерізі, але при відсутності пластичних деформацій в розтягнутій арматурі.

Особливі умови проектування передбачені до будівель управління виробництвом (операторних) вибухо-пожежонебезпечних хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних підприємств, в яких передбачено постійне перебування технічного персоналу. Існуючі будівлі не витримують навантажень від аварійних вибухів газоповітряних палих сумішей (ГС). При традиційних конструктивних рішеннях ці будівлі довелося б розташовувати від джерела вибуху на відстанях більше кілометра, що економічно недоцільно і практично неможливо [24].

Причинами значних руйнувань житлових будівель при аварійних вибухах газопароповітряної суміші можуть бути:

– мала несуча здатність будівель щодо горизонтальних навантажень;
– установка в приміщеннях з газовими приладами посиленних варіантів скління.

Вищою несучою здатністю щодо подібних вибухів володіють панельні будівлі та будівлі каркасного типу. А особливо небезпечно, коли газопароповітряна хмара формується у замкненому просторі, наприклад, у підвальних приміщеннях [25].

Забезпечення вибухозахисту промислових будівель при внутрішніх аварійних вибухах може здійснюватися по двох напрямках:

– зниженням надмірного тиску, що виникає при внутрішньому

аварійному вибуху;

– підвищенням міцності і стійкості конструкції до дії аварійних (вибухових) навантажень.

Поєднання обох вказаних напрямів є необхідною умовою розробки оптимальних рішень по забезпеченню вибухотривкості будівель при внутрішніх аварійних вибухах [26].

2.2 Особливості найпоширеніших об'єктів ущільненої міської забудови

Для визначення особливостей НДС будівель з тривалим терміном експлуатації в умовах ущільненої міської забудови розглянемо приклад центрального району міста Запоріжжя. Розташований на лівому березі р. Дніпро, так званий «новий» центр забудований переважно 5-поверховими будинками, житловими та громадськими.

Забудова району здійснювалася у період масового будівництва, тому майже всі будинки відносяться до типових серій, найпоширенішою з яких є серія 1-480.

2.2.1 Загальні відомості про будівлі та їх основні характеристики

Будівництво типової серії будинків 480 почалося в 1958 році. Майже одразу будинки цієї серії отримали оригінальну народну назву, і серія 480 була однією з перших серед «хрущовок». Серія була розроблена в КиївЗНДІЕП і стала наймасовішою серед будинків «хрущовських» серій. Перші будинки цієї серії споруджувалися з цегляних блоків. Іноді стіни будували з цегли ручної кладки. Використовувалась як звичайна так і силікатна цегла (рідко). Пізніше цегла був замінена на залізобетонні панелі,

покриті керамічною плиткою. Цегляна модифікація серії 480 дуже схожа на серію будинків 438. Найчастіше панелі для них збиралися з однієї і тієї ж цегли. Однак несучі стіни у серії 438 були товщі: 0,5...0,6 м. Товщина несучих стін у серії 480 – 0,45 м (як у цегляних так і у бетонних модифікацій).

Серія 480 споруджувалася по перехресно-стіновий несучій системі (в серії 438 застосовували систему з трьома поздовжніми несучими стінами, в серії 464 – систему з «вузьким» кроком поперечних несучих стін). Дана серія стала найпоширенішою з 2-х причин:

- серія 480 була дешевшою у виробництві, ніж серія 438;
- серія 480 не мала конструктивних недоліків серії 464 (обмеження на планування, тонкі стіни).

В результаті більшість «хрущовок» відносяться саме до серії будинків 480. Причому більшість з них були зібрані саме із залізобетонних панелей. Цегляні «хрущовки» серії 480 будували перші два-три роки виробництва цієї серії. Пізніше, після того як було налагоджено масове виробництво залізобетонних панелей на заводах ДСК, почалось масове будівництво серії 480 із залізобетонних панелей.

Після 20 років експлуатації з'явилися проблеми із залізобетонною версією серії 480: в деяких будинках почалася разгерметизація і деформація стиків. Дана проблема успішно вирішується за допомогою побудови контрфорсів в торцях таких будівель.

Незважаючи на недоліки, серія 480 була визнана найвдалішою з споруджуються п'ятиповерхових серій будинків. Саме на її базі почалося проектування і будівництво нових дев'ятиповерхових будинків серій 1-480А і 1КГ-480 [27].

Основні характеристики 480-серії:

- маркування серії – 1-480;
- товщина несучих стін – 0,35...0,4 м;
- матеріал несучих стін – цегла, залізобетонні панелі;

- перекриття – залізобетонні, шатрові;
- площа кухні – 5...6,5 м²;
- поверховість – 5, 9...10;
- висота житлових приміщень – 248 см;
- квартири – 1-, 2-, 3-кімнатні;
- роки будівництва – 1960-1970-і [28].

Основні недоліки: погіршені планування, маленькі кухні, моральне та фізичне старіння будівель серії, розтріскування зовнішніх цегл несучих стін, проблеми зі стиками між панелями в торцях будівель (якщо стіни – залізобетонні панелі), тонкі шатрові перекриття, застаріла електрика та сантехніка [27].

Початок розвитку панельного домобудування припало на кінець 50-х років. Стояло завдання забезпечити людей якісним, недорогим житлом, причому в найкоротші терміни. Цим вимогам найкраще відповідали панельні будинки. Стіни і перекриття такої будівлі вироблялися в заводських умовах, що дозволило забезпечити прийнятну якість. На будмайданчику відбувалася тільки складання готового будинку, а це давало величезні переваги по швидкості зведення в порівнянні з іншими типами будинків. До того ж мінімум «мокрих» процесів дозволяв працювати взимку, що також давало вигоду у часі.

Так в наших містах з'явилися квартали і навіть цілі райони, забудовані однаковими панельними п'ятиповерхівками. Їх будували з розрахунку експлуатації протягом 25 років [29].

2.2.2 Генезис об'єктів будівництва в умовах міста Запоріжжя

31 липня 1955 ЦК КПРС і Рада Міністрів СРСР прийняли постанову «Про розвиток житлового будівництва в СРСР», що поклала початок новому етапу в розвитку напрямку. Панельні мікрорайони зводилися стрімко. У кожному з них відкривався дитячий садок і школа.

Незважаючи на те, що архітектори не люблять типову забудову за «нецікавість», сірість і відсутність творчості в підході до будівництва подібного житла, найдосвідченіші з них визнають, що «хрущовки» стали досягненням свого часу і проривом. Саме ця будівельна хвиля спровокувала стрибок у розвитку промисловості. Поруч з цегляними заводами виростали комбінати з виробництва панелей і перекриттів.

У побуті «хрущовками» називають панельні, блочні, цегляні п'ятиповерхові будинки, у яких є ряд загальних характеристик: відсутність ліфта, горища і сміттєпроводу, зовсім мініатюрні кухні і передпокої.

Всі технічні та споживчі властивості індустріальних будинків першого покоління, до яких відносяться п'ятиповерхівки часів хрущовської відлиги, детально розписані в будівельних нормативах 60-х років:

- житлова площа квартир однокімнатна - 16 кв. м;
- двокімнатна – 22 кв. м;
- трикімнатна – 30 кв. м;
- чотирикімнатна – 40 кв. м;
- мінімальна площа кухні – 4,5 кв. м.

В якості обов'язкових елементів кожної квартири в правилах вказувалася комора (або вбудована шафа), спальня (6 кв. м на одну людину, 8 кв. м – на двох), загальна кімната (не менше 14 кв. м).

Більш того, не варто забувати про те, що спочатку ці будинки планувалися для тимчасового вирішення житлової проблеми і були розраховані на 25 років.

Грає роль і місце розташування такого житла; як правило, райони розташування «хрущовок» забезпечені необхідною соціальною та комерційною інфраструктурами, що є для частини населення серйозним мотивуючим чинником при виборі місця проживання.

Історія «хрущовок» почалася в 1955 році, коли була підписана постанова «Про усунення надмірностей у проектуванні і будівництві». До числа надмірностей віднесли арки, портики вежі, скульптури і

«неприпустимо завищені площі передніх, коридорів та інших допоміжних приміщень». Все це значно збільшувало вартість будівництва, і не дозволяло забезпечити міське населення пристойним за якістю житлом в масовому порядку.

Скромні параметри типового житла брали не зі стелі. Європейці дбали про гідне житло для робітничого класу ще в 70-х роках XIX століття. Там же вираховували і можливий мінімум для нормального дихання і рухи людини – 9 кв. метрів. Фахівці тодішнього Держбуду їздили вчитися до Німеччини. Тільки з проектів зарубіжних «міні малок» викинули комору. Її теж визнали надмірністю. А у Корбюзьє взяли висоту стель [29].

2.2.3 Переваги будівель найпоширеніших типових серій

Основними перевагами панельних будинків можна назвати швидкість зведення та якість.

У панельному домобудівництві на будмайданчик привозять практично готовий будинок, виготовлений на домостроительном комбінаті (ДСК), тільки в розібраному вигляді. Стінові панелі з теплоізоляцією мають обробку з боку фасаду і підготовлені під чистову обробку всередині. Встановлені вікна і двері. Виготовлені канали під труби і електропроводку. Окремо йдуть вентиляційні блоки та сантехнічні кабінки. Завдання будівельників – лише правильно все зібрати. Якщо процес монтажу налагоджений, а поставка комплектуючих йде за чітким графіком, такі будинки ростуть просто на очах. У цьому і є основна перевага панельних будинків - швидкість зведення. Тут їм немає рівних.

Якість стіни, виготовленої в заводських умовах, гарантовано високу: виконати всі технологічні вимоги на великому підприємстві простіше. Тільки в заводських умовах можна механізувати процес, підвищуючи точність і зводячи до мінімуму людський фактор, і контроль різних операцій набагато легше проводити, перебуваючи під дахом. Складальних елементів при цій

технології також набагато менше, отже, контролювати правильність складання простіше.

2.2.4 Недоліки будівель найпоширеніших типових серій

Основним недоліком є планування приміщень.

У силу особливостей конструкції панельні будинки не відрізняються оригінальністю зовнішніх форм – це паралелепіеди, що відрізняються лише співвідношенням сторін. Монолітні або цегляні будинки володіють набагато більшою розмаїтістю форм, обмеженим лише здоровим глуздом і задумом архітектора. Програють панельні будинки і зі свободи внутрішнього планування. Звичайно, вдома останніх серій пішли далеко від «хрущовських» п'ятиповерхівок, але модулем при плануванні внутрішнього простору все одно залишається прямокутна панель. Недоліки особливо помітні при порівнянні з варіантом монолітного будинку, в якому несучими конструкціями виступають не стіни, а колони. При такому рішенні планувати внутрішній простір можна за допомогою легких перегородок, відкриваючи безмежні можливості для творчості [28].

2.3 Характеристика району забудови

Розглянемо житловий будинок, який знаходиться за адресою: м. Запоріжжя, вул. Горького, 167. Будинок розташований у лівобережній частині міста і в адміністративному відношенні відноситься до Жовтневого району м. Запоріжжя. Майданчик забудови обмежений вулицями Горького, Українською, трамвайними коліями і вулицею Героїв Сталінграда, новобудом – розважально-торговим комплексом, а також проспектом Леніна. Ситуаційний план-схема розташування будівлі

представлений на рис. 2.1...2.3.

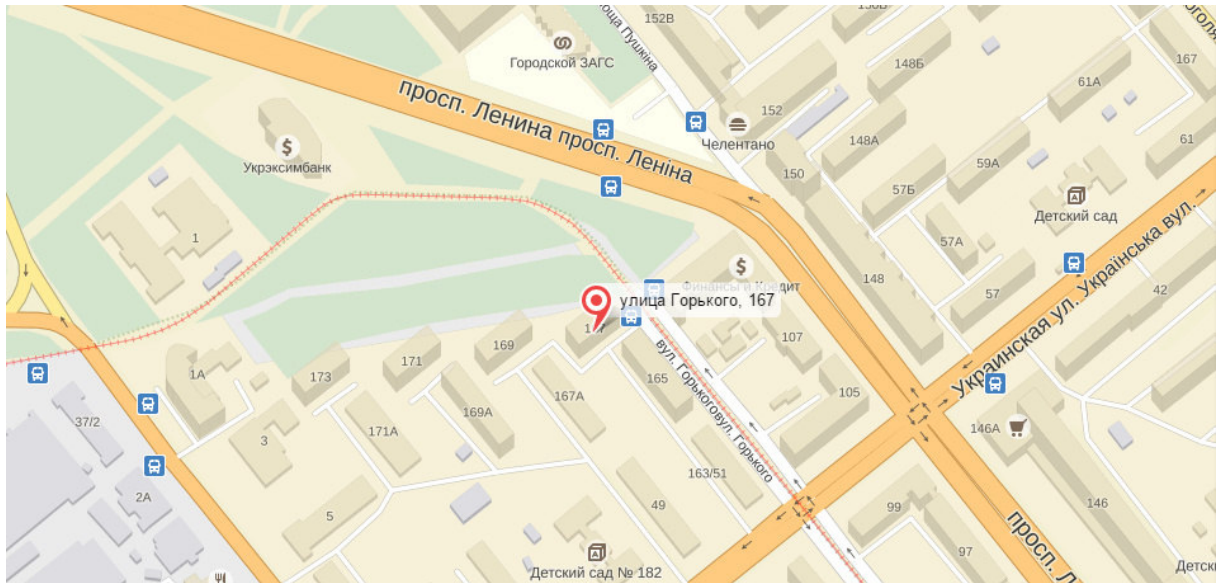


Рисунок 2.1 – Ситуаційний план-схема розташування будівлі

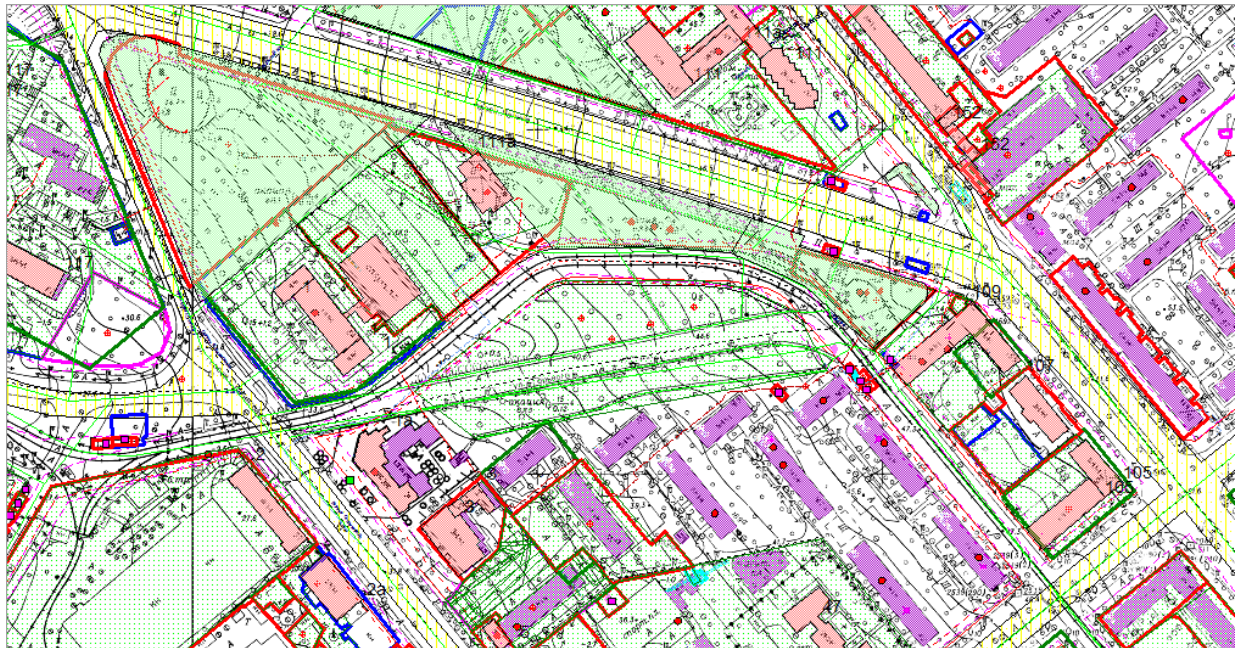


Рисунок 2.2 – Ситуаційний план-схема розташування будівлі і прилеглої території в геоінформаційній системі

Насиченість інженерними мережами та комунікаціями (електрика,

водопровід, опалення та каналізація і т.д.) – середня. Прилегла територія забудована житловими і громадськими будівлями з різною висотою і розмірами в плані. У стінах довколишніх будівель є сліди деформацій у вигляді тріщин з шириною розкриття 3...5 мм.

Несприятливі фізико-геологічні процеси і явища в межах майданчика забудови проявляються осіданням ґрунтів основ фундаментів при вибоках з водогінних комунікацій, інфільтрацією атмосферних вод в ґрунтову товщу, коливаннями рівня підземних вод, які поглиблюють динамічними коливаннями від рухомого трамваю і автомобільного транспорту.

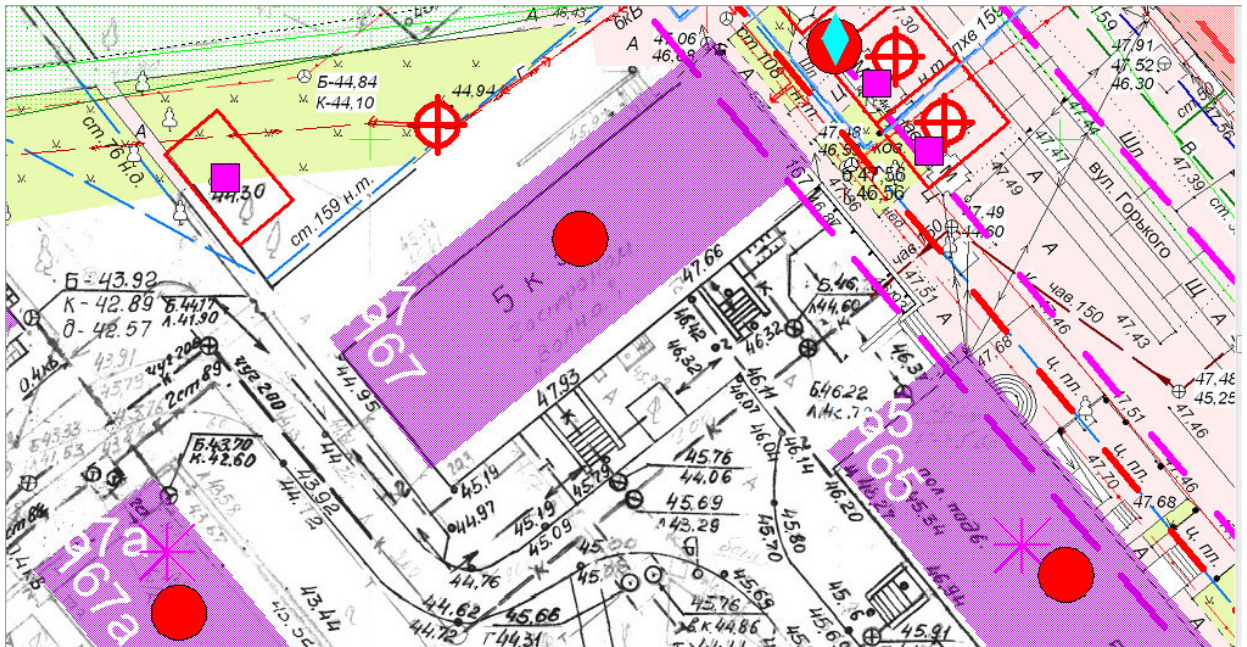


Рисунок 2.3 - Ситуаційний план-схема розташування будівлі, прилеглої території та комунікацій в геоінформаційній системі

Згідно з [30] по снігових навантаженням майданчик забудови відноситься до III району. Характеристична вага снігового покриву горизонтальної поверхні становить $0,111 \text{ т/м}^2$. Що стосується вітрових навантажень, то майданчик відноситься до III району. Характеристичний натиск вітру на вертикальну поверхню на висоті 10 м від поверхні землі становить $0,046 \text{ т/м}^2$. За величиною товщини стінки ожеледі майданчик

відноситься до III району. Характеристичне значення товщини стінки ожеледі становить 19 мм. Нормативна глибина промерзання ґрунтів становить 0,9 м.

Розрахункова сейсмічність – до 5 балів, згідно з розрахунковою сейсмічною інтенсивністю в балах шкали MSK-64 для середніх ґрунтових умов [31].

2.3.1 Конструктивна характеристика і технічний стан будівлі

Будинок, який обстежується – 5-ти поверховий, панельний, житлового типу, складається з 2-х житлових блоків (під'їздів). Рік побудови – 1960-1970. Будівля має в плані прямокутну форму. Габаритні розміри одного блоку 21 x 10,5 м.

У рівні першого поверху, з боку головного фасаду, розташовані 2 магазини. Головним фасадом житловий будинок звернений до трамвайних колій, до вулиці Гоголя, який вказаний на рис. 2.4...2.5.



Рисунок 2.4 – Головний фасад будівлі по вул. Горького, 167



Рисунок 2.5 – Головний фасад будівлі по вул. Горького, 167

Вхід в житлові приміщення здійснюється через два під'їзди, розташованих з боку дворового фасаду.

Загальний вигляд обстежуваного будівлі з боку дворового фасаду та прилеглої території представлений на рис. 2.6...2.11.

Обстежуваний п'ятиповерховий будинок будувався згідно серії 1-480. Конструктивна схема будівлі – безкаркасна, що включає несучі зовнішні і внутрішні поздовжні поперечні стіни із залізобетонних панелей, шатрові плити перекриття. Будинок будувався з максимальним використанням збірних залізобетонних конструкцій.

Фундаменти стрічкові, складені з збірних бетонних та залізобетонних блоків, розміром 600 x 2000 мм, дах – переважно плоский.

У житловому будинку є підвальне приміщення, в якому знаходяться магазини.



Рисунок 2.6 – Дворовий фасад будівлі по вул. Горького, 167



Рисунок 2.7 – Головний фасад будинку та прилегла територія



Рисунок 2.8 – Прилегла територія: новобуд, трамвайні колії, котлован



Рисунок 2.9 – Прилегла територія: новобуд, трамвайні колії, котлован



Рисунок 2.10 – Новобуд (торгівельно-розважальний комплекс)



Рисунок 2.11 – Обстежуваний будинок та прилегла територія

Віконне заповнення – дерев'яні рами з подвійним склінням. Двері – металеві та дерев'яні.

Сходи та міжповерхові майданчики виконані із збірного залізобетону.

По головному і дворовому фасаду в рівнях другого, третього, четвертого і п'ятого поверхів розташовані балкони. Балконні плити виконані залізобетонними, консольно-защемленими в зовнішні стіни будівлі. Огородження балконів – металеве, дерев'яне.

2.3.2 Матеріали інженерно-геологічних вишукувань на майданчику

За характером поширення геолого-генетичних комплексів порід, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов територія і майданчик розташування житлового будинку відносяться до західної частини Гуляйпільської акумулятивної розчленованої лесової рівнини, яка виділяється в межах Запорізької рівнини Українського кристалічного щита [32].

У геоморфологічному відношенні майданчик житлового будинку являє собою частину надзаплавної лівобережної тераси р. Дніпро.

Рельєф майданчика, на якому знаходиться обстежений будинок, штучно створений в результаті інженерної діяльності людини – забудови території житловими будинками з улаштуванням підземних, надземних споруд і комунікацій. Майданчик має ухил в західному напрямку.

2.3.3 Геологічна будова прилеглої території

В геологічній будові території, в межах якої знаходиться майданчик житлового будинку, бере участь товща нижньо-верхньочетвертинних еолово-делювіальних і еолово-делювіально-елювіальний (лесових) глинистих ґрунтів потужністю до 20,0 м, що залягають на алювіальних суглинках ранне четвертинного віку. Алювіальні суглинки підстилаються корою

вивітрювання докембрійських гранітоїдів, лесові ґрунти зверху перекриті сучасними насипними ґрунтами.

На основі використання архівних матеріалів, безпосередньо по майданчику житлового будинку встановлено:

- в межах глибин вивчення 0,0...6,8 м інженерно-геологічний розріз представлений супісно-суглинними ґрунтами пізнечетвертинного сучасного віків різної генетичної приналежності, зверху перекритих сучасними антропогенними утвореннями;

- фізичний стан ґрунтів – тверде до тугопластичних (суглинки) і тверде до текучого (супіски).

Вікова приналежність ґрунтів ділянки встановлена на підставі архівних матеріалів і літературного джерела з урахуванням послідовності залягання ґрунтів в розрізі.

2.3.4 Характеристики ґрунтів основи фундаментів будівлі

У геологічній побудові майданчика житлового будинку в якості основних класифікованих показників для розділення ґрунтів використані показники з фізичних характеристик – число пластичності і показник плинності, отримані в результаті випробування ґрунтів у пройдених виробках і попередніх лабораторних досліджень ґрунтів [33, 34].

Показники фізичних властивостей ґрунтів на майданчику житлового будинку, наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники фізичних властивостей ґрунтів

Номер шару ґрунту	Густина, т/м ³	Модуль деформації, т/м ²
1	1,85	1800
2	1,54	1800
3	1,54	1900
4	1,825	5700
5	1,97	9200

2.4 Висновки за розділом 2

Здійснивши теоретичне узагальнення та проаналізувавши зовнішні фактори, що впливають на сучасний стан будівель з тривалим терміном експлуатації в умовах ущільненої забудови, можна резюмувати наступне.

1. Ступінь впливу нерівномірних деформацій основи на будівлю залежить від багатьох факторів, таких як тип споруди, конструктивна схема, просторова жорсткість та ін.

2. Впродовж всього життєвого циклу будівлі, особливо на стадії експлуатації, можливі непроєктні впливи на будівлі із небезпечними наслідками.

3. Для запобігання негативних наслідків впливу різноманітних зовнішніх факторів, зокрема нового будівництва поряд з існуючою забудовою, необхідно здійснювати перевірку НДС будівель, що експлуатуються, та своєчасно вживати відповідні заходи, бажано на стадії інженерної підготовки території будівництва.

4. Технічний стан будинків типових серій у місті Запоріжжя в цілому задовільний. Однак наявність новобудов серед існуючої забудови негативно впливає на НДС конструкцій будівель і споруд, що експлуатуються впродовж тривалого часу (особливо це стосується незавершеного будівництва). Обгрунтована необхідність врахування розглянутих факторів у розрахункових моделях будівель, що експлуатуються, при проектуванні нового будівництва.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ НАЙПОШИРЕНІШОЇ СЕРІЇ

Для підтвердження необхідності перевірки НДС будівель, що експлуатуються впродовж тривалого часу в умовах ущільненої забудови, які розташовані поблизу майданчика нового будівництва, проведемо розрахунок житлового будинку, описаного в попередньому розділі.

Розрахунок проведемо за трьома варіантами розрахункових моделей, докладно описаних у пп. 3.1...3.3.

3.1 Просторова розрахункова модель будівлі без урахування ґрунтового масиву

В побудові та розрахунку моделей у даній роботі використовується програма Lira 9.6 R8.

Модель побудована за реальними розмірами будинку у плані 21,0 x 10,5 м, який знаходиться у м. Запоріжжя, по вул. Горького, 167. Кількість поверхів будівлі – 5. Висота будинку складає 15 м. Кількість секцій – 2.

Крок розбиття на кінцеві елементи в стінах прийнят 0,5 м. Тип жорсткості елементу стіни – плоска пластина, розміром 0,5 x 0,5 м, товщиною для зовнішніх стін – 35 см, для внутрішніх – 22 см. Модуль пружності стіни $E=2350000$ т/м², коефіцієнт Пуассона $\nu=0,2$, густина $R_0 = 2,5$ т/м³.

Плити перекриття моделюємо як стержні двутаврового перетину, з кроком 1 м. Характеристики елементу: модуль пружності $E = 2350000$ т/м², густина $R_0 = 2,5$ т/м³, ширина полиці – 100 см, висота перетину – 22 см,

товщина стінки – 20 см, товщина верхньої полиці – 3 см, товщина нижньої полиці – 5 см.

Конструктивна модель [41, 42] представлена без урахування ґрунтового масиву, а виконана з жорстким закріпленням. Розрахункова модель представлена на рис. 3.1. Розрахунок проводиться по чотирьом завантаженням. Завантаження задані наступним чином: перше завантаження моделює всі постійні навантаження з їх розрахунковими значеннями, друге завантаження враховує корисне (тимчасове) завантаження, третє завантаження відображає снігове навантаження, ту четвертому завантаженні моделюється вітрове навантаження. Навантаження, які прикладалися вказані у табл. 3.1. Всі чотири завантаження зображені на рис. 3.2...3.5.

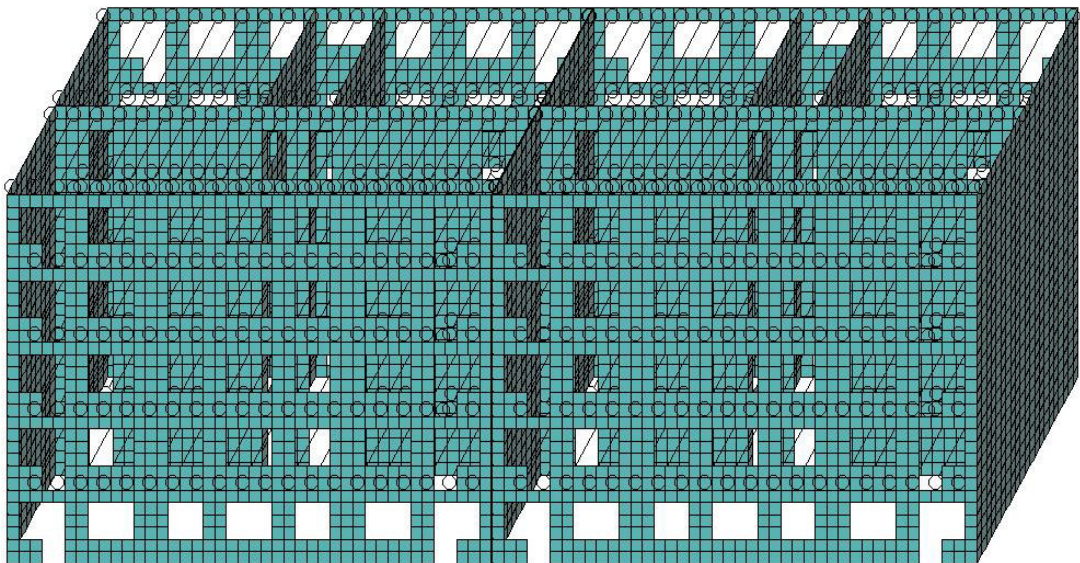


Рисунок 3.1 – Розрахункова модель будинку за варіантом 1

Таблиця 3.1 – Значення навантажень за всіма завантаженнями

Вид навантаження	Значення, т/м
Постійне: - підлога на один поверх - покрівля	0,16 0,182
Корисне (тимчасове)	0,18
Снігове	0,13
Вітрове: - активне - пасивне	0,06 0,045

Постійна

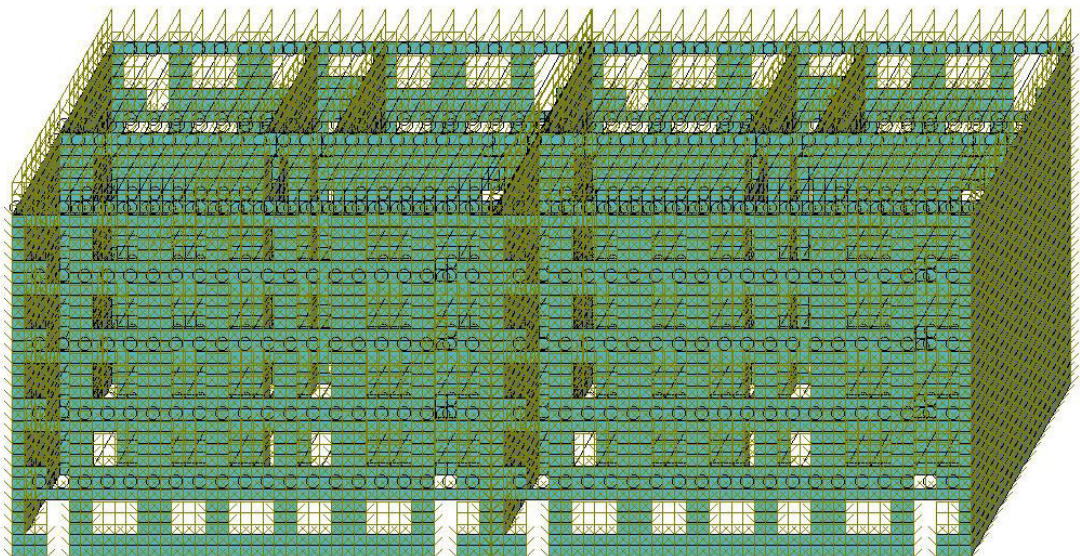


Рисунок 3.2 – Завантаження моделі 1 постійними навантаженнями

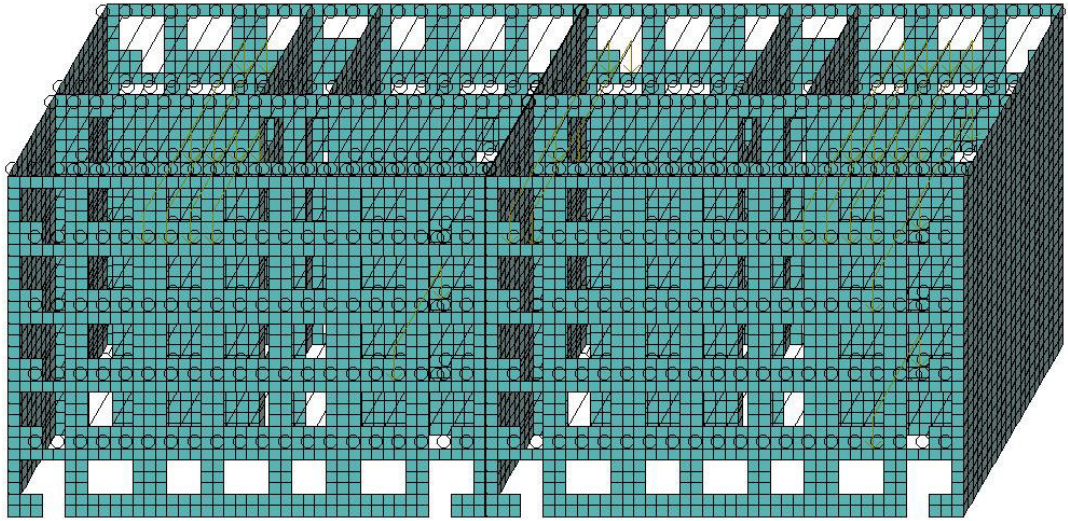


Рисунок 3.3 – Завантаження моделі 1 корисним навантаженням

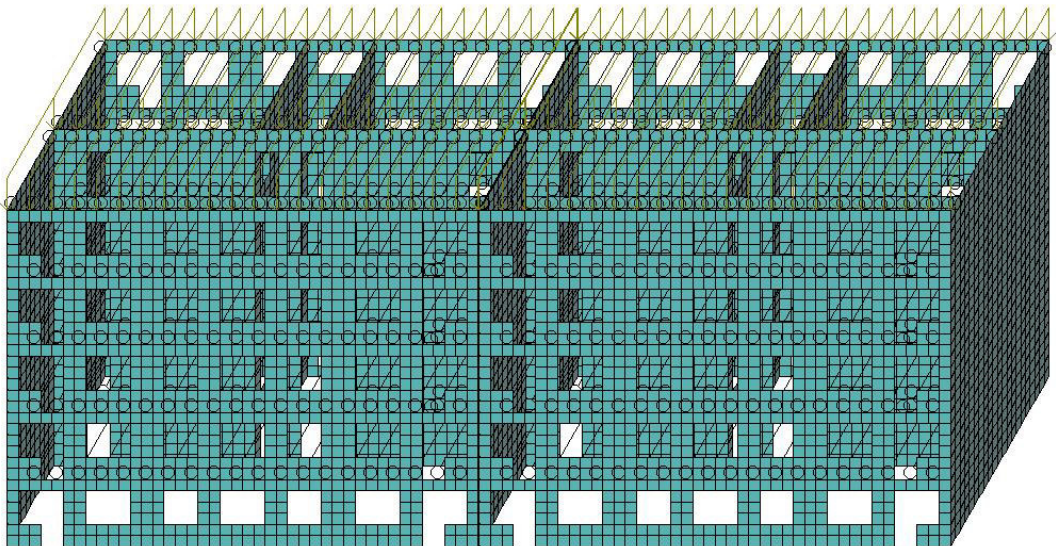


Рисунок 3.4 – Завантаження моделі 1 сніговим навантаженням

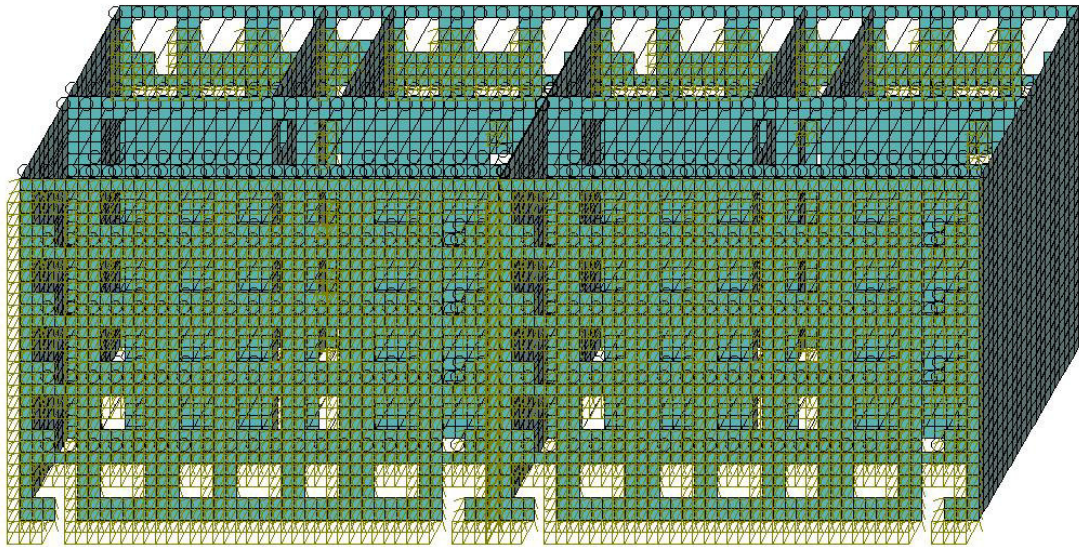


Рисунок 3.5 – Завантаження моделі 1 вітровим навантаженням

3.2 Просторова розрахункова модель будівлі з урахуванням ґрунтового масиву

Розрахункова модель за варіантом 2 (з урахуванням ґрунтового масиву) представлена на рис. 3.6.

Конструктивна модель представлена з урахуванням ґрунтового масиву, глибиною 23 м та розмірами 88 x 57 м у плані. Тип жорсткості елементу ґрунту – кінцевий елемент об'ємна пластина № 42, розміром 2 x 2 м. Масив ґрунту змодельовано з п'яти шарів з наступними параметрами: перший шар – модуль пружності $E = 1800 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,85 \text{ т/м}^3$, другий шар – модуль пружності $E = 1800 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,54 \text{ т/м}^3$, третій

шар – модуль пружності $E = 1900 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,54 \text{ т/м}^3$, четвертий шар – модуль пружності $E = 5700 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,825 \text{ т/м}^3$, п'ятий шар – модуль пружності $E = 9200 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,97 \text{ т/м}^3$. Виконано згущення сітки в місцях примикання будинку до ґрунту [41...43].

Розрахунок проводиться по чотирьом завантаженням та по навантаженням, наведених у таблиці 3.1, як вказано раніше в першій розрахунковій моделі. Всі чотири завантаження зображені на рис. 3.7...3.10.

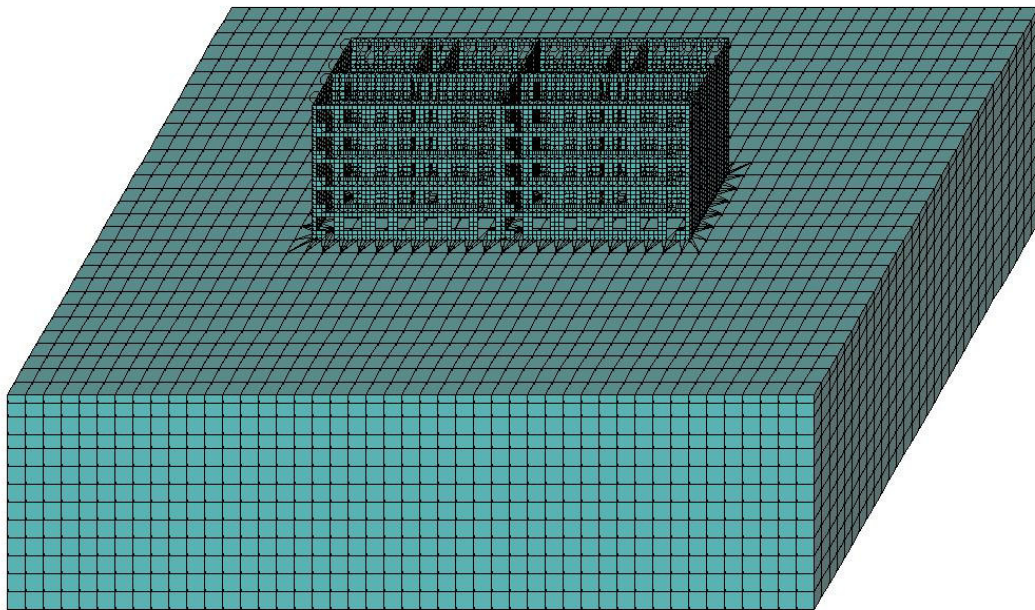


Рисунок 3.6 – Розрахункова модель будинку за варіантом 2

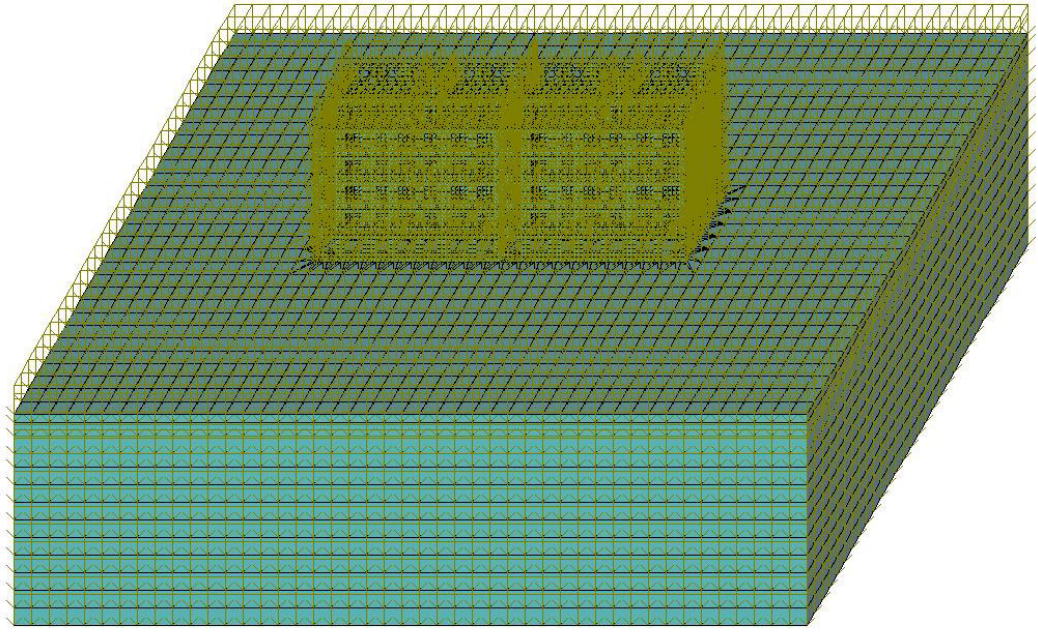


Рисунок 3.7 – Завантаження моделі 2 постійними навантаженнями

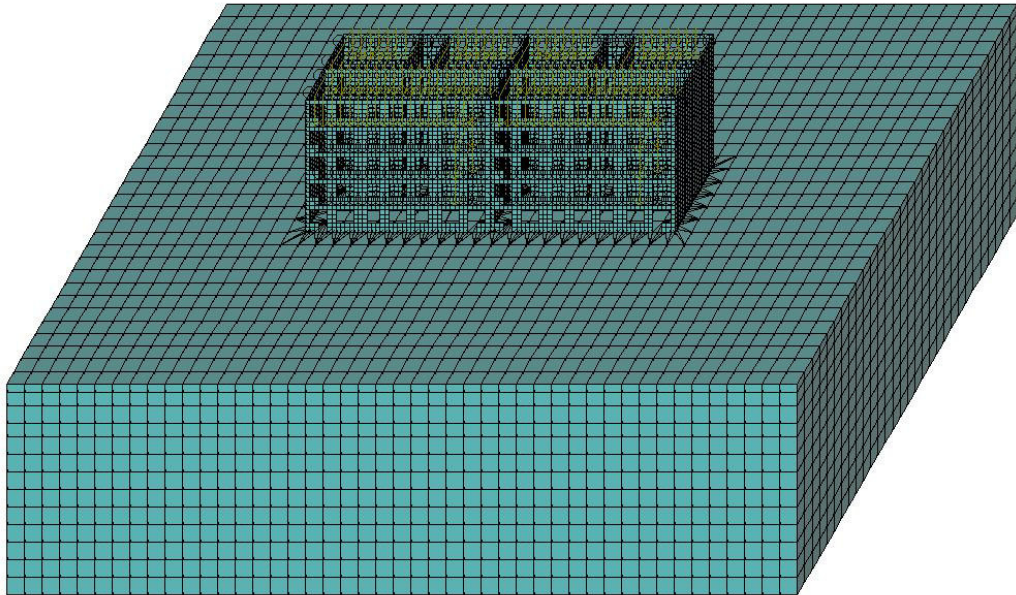


Рисунок 3.8 – Завантаження моделі 2 корисним навантаженням

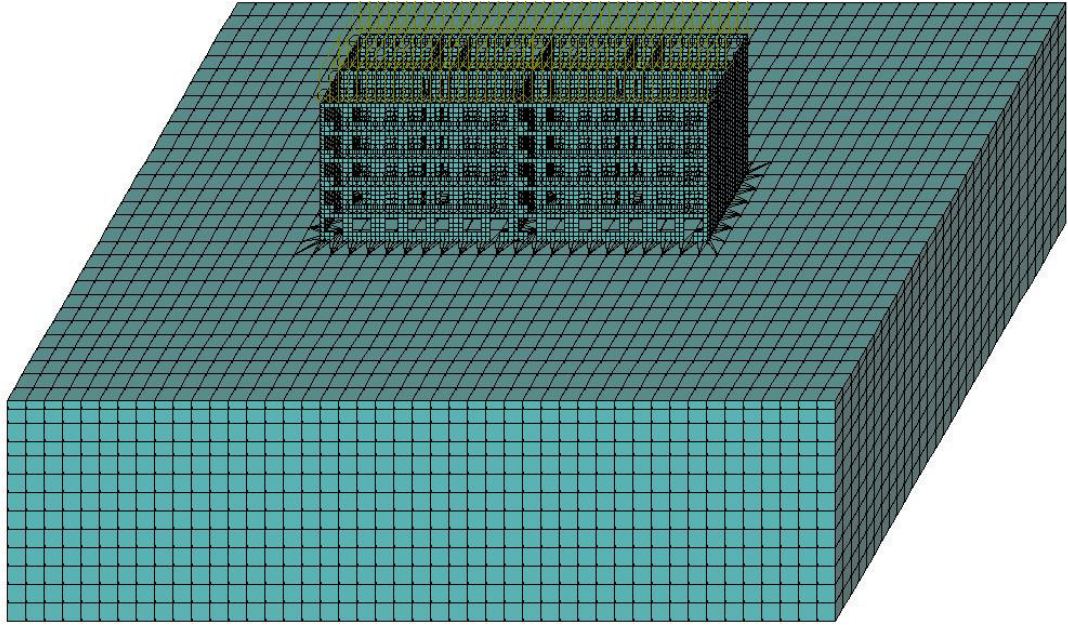


Рисунок 3.9 – Завантаження моделі 2 сніговим навантаженням

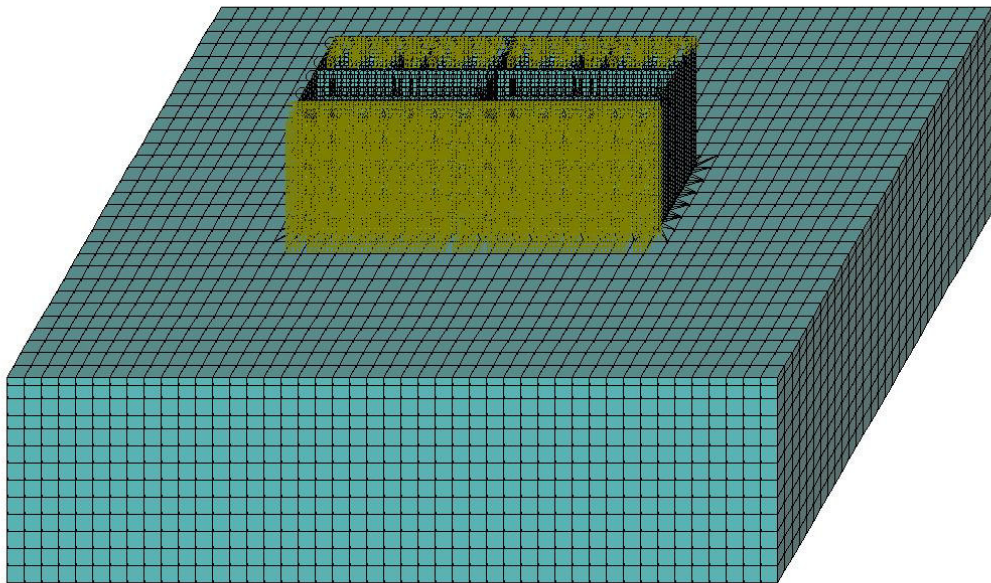


Рисунок 3.10 – Завантаження моделі 2 вітровим навантаженням

3.3 Просторова розрахункова модель будівлі з урахуванням прилеглої території забудови

Розрахункова модель за варіантом 3 представлена на рис. 3.11.

Конструктивна модель представлена з урахуванням ґрунтового масиву, глибиною 23 м та розмірами 100 x 57 м у плані. Тип жорсткості елементу ґрунту – кінцевий елемент об'ємна пластина № 42, розміром 2 x 2 м. Масив ґрунту змодельовано з п'яти шарів з наступними параметрами: перший шар – модуль пружності $E = 1800 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,85 \text{ т/м}^3$, другий шар – модуль пружності $E = 1800 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,54 \text{ т/м}^3$, третій шар – модуль пружності $E = 1900 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,54 \text{ т/м}^3$, четвертий шар – модуль пружності $E = 5700 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,825 \text{ т/м}^3$, п'ятий шар – модуль пружності $E = 9200 \text{ т/м}^2$, густина $R_0 = 1,97 \text{ т/м}^3$. Виконано згущення сітки в місцях примикання будинку до ґрунту [41...43].

Третя схема відображає реальне зовнішнє довкілля біля будинку, яке включає будинки серії 1-480, котлован, новобуд – торгівельно-розважальний комплекс, трамвайні колії, дворову територію біля будинку з проїздами.

Розрахунок проводиться по чотирьом завантаженням та по навантаженням, наведених у табл. 3.1, як вказано раніше в першій та другій розрахункових моделях. Урахований вплив та навантаження від прилеглих будинків, ново буду, доріг, дворової території, змодельований котлован, на відстані від будинку 14 м, та глибиною 12 м. Не менш важливим є навантаження від трамваїв, які рухаються по коліям поряд з будинком, на відстані 12 м, яке у розрахунку задається як динамічне, зі значенням – 3,5 т. Всі чотири завантаження зображені на рис. 3.12...3,15.

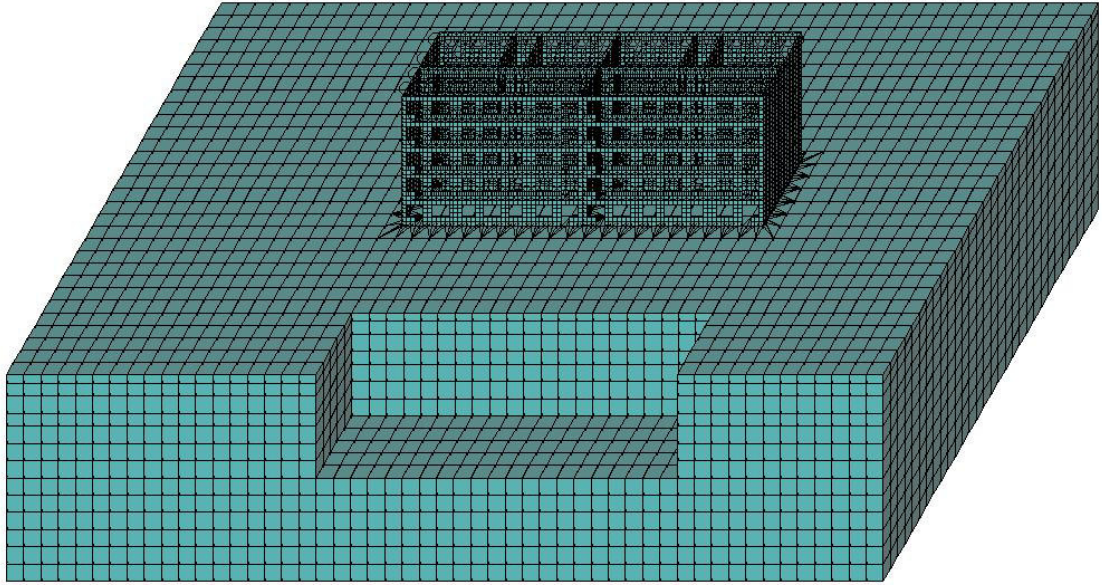


Рисунок 3.11 – Розрахункова модель будинку за варіантом 3

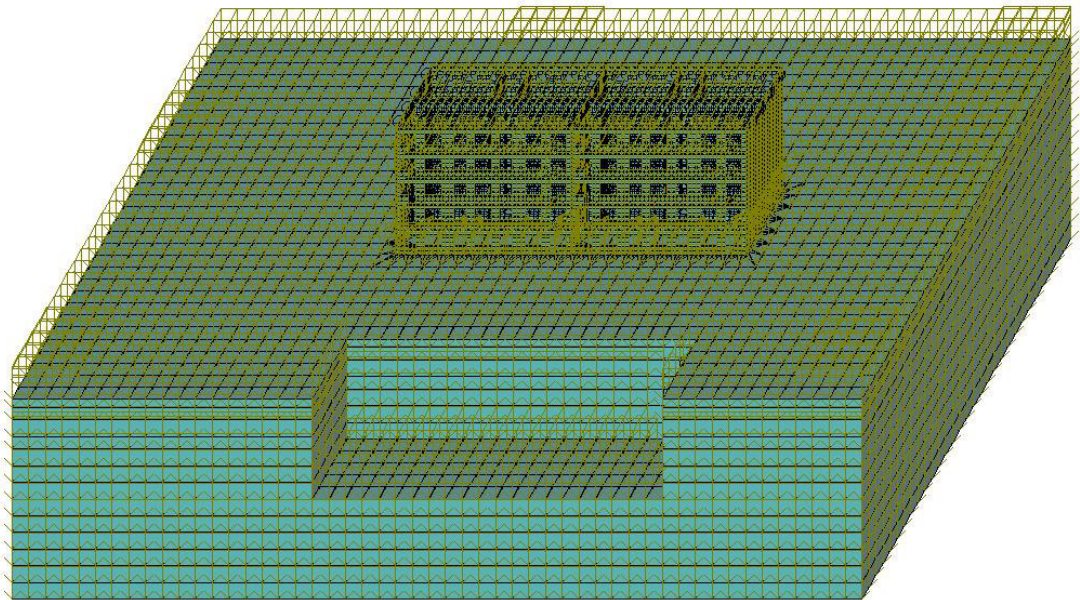


Рисунок 3.12 – Завантаження моделі 3 постійними навантаженнями

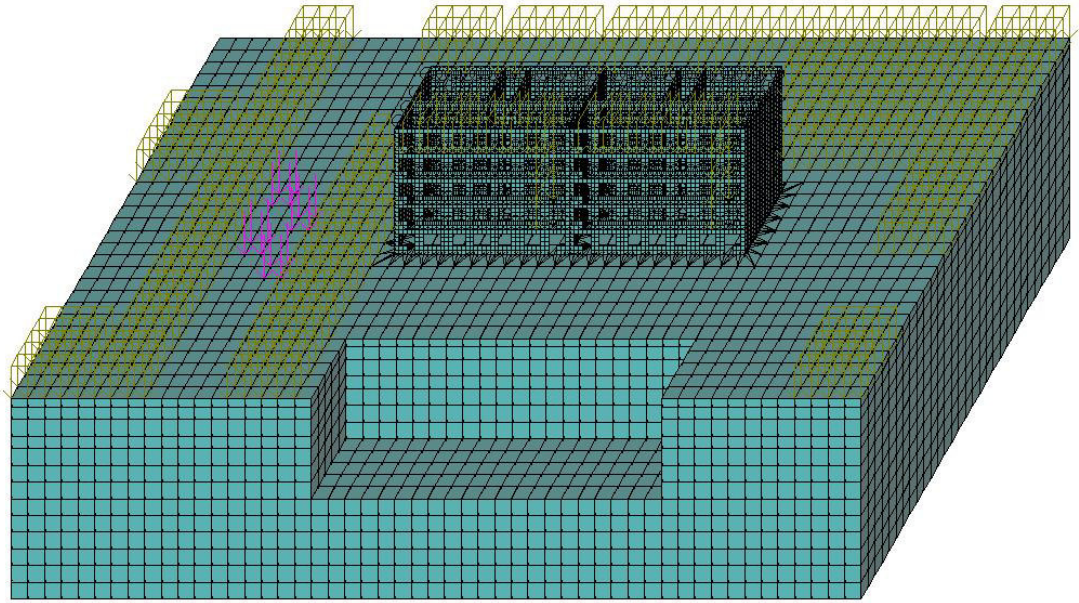


Рисунок 3.13 – Завантаження моделі 3 корисним навантаженням

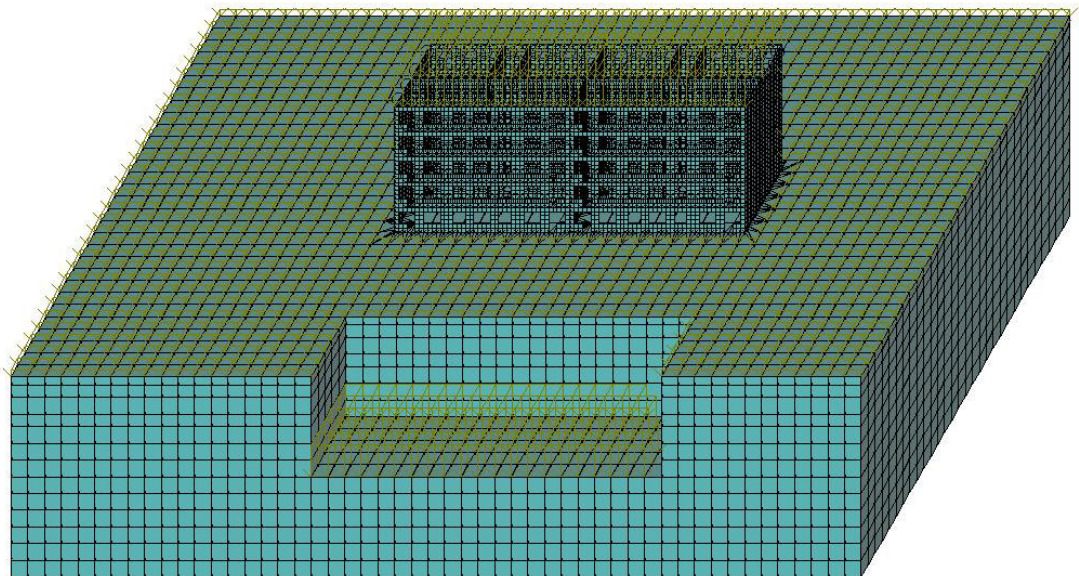


Рисунок 3.14 – Завантаження моделі 3 сніговим навантаженням

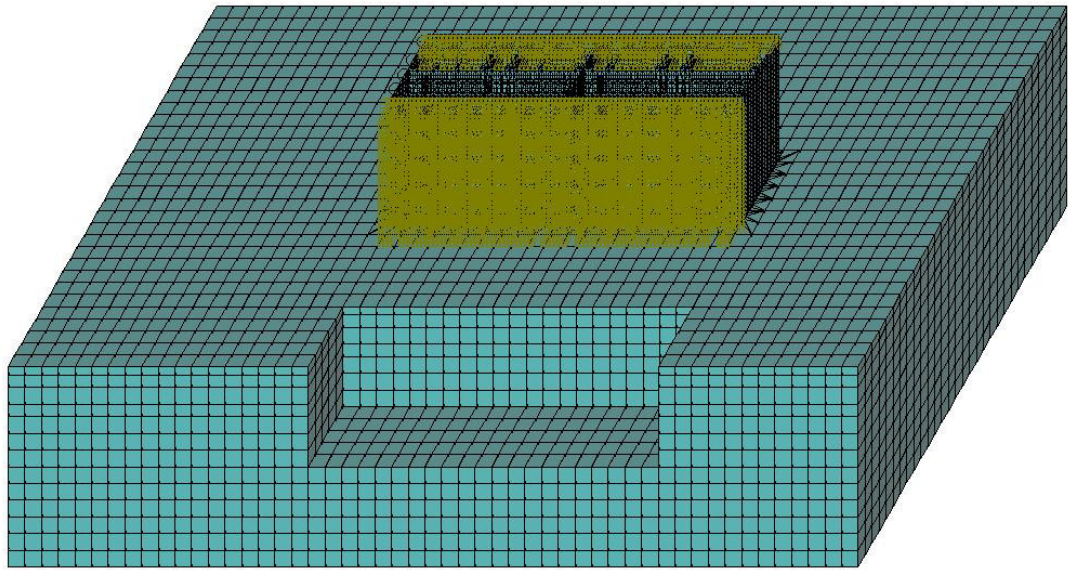


Рисунок 3.15 – Завантаження моделі з вітровим навантаженням

3.4 Результати розрахунку за варіантами розрахункових моделей

У результаті розрахунку трьох варіантів розрахункових моделей отримані деформовані схеми будівель, значення переміщень елементів конструкцій, головні еквівалентні напруження у основних несучих елементах стін будівлі.

Результати представлені за кожним окремим варіантом. Порівняння результатів за варіантами представлені на слайдах.

У якості базового варіанту прийнятий третій – просторова розрахункова модель із урахуванням оточуючої забудови, як модель, у якій враховано максимальну кількість зовнішніх факторів.

3.4.1 Результати розрахунку моделі будівлі за першим варіантом

Деформовані схеми будівлі представлені на рис. 3.16...3.19. Переміщення елементів та еквівалентні напруження в несучих конструкціях будівлі по завантаженням представлені на рис. 3.17...3.39.

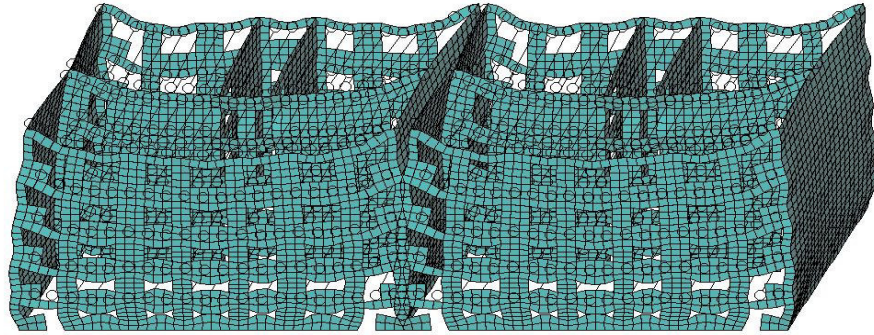


Рисунок 3.16 – Деформована схема будівлі від завантаження 1

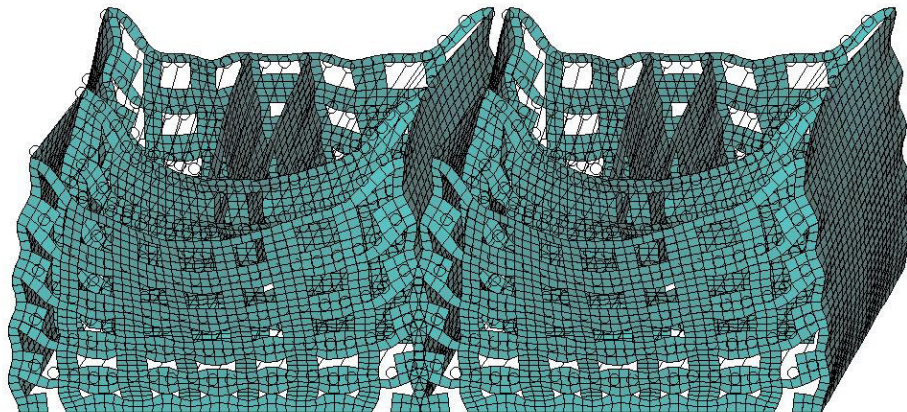


Рисунок 3.17 – Деформована схема будівлі від завантаження 2

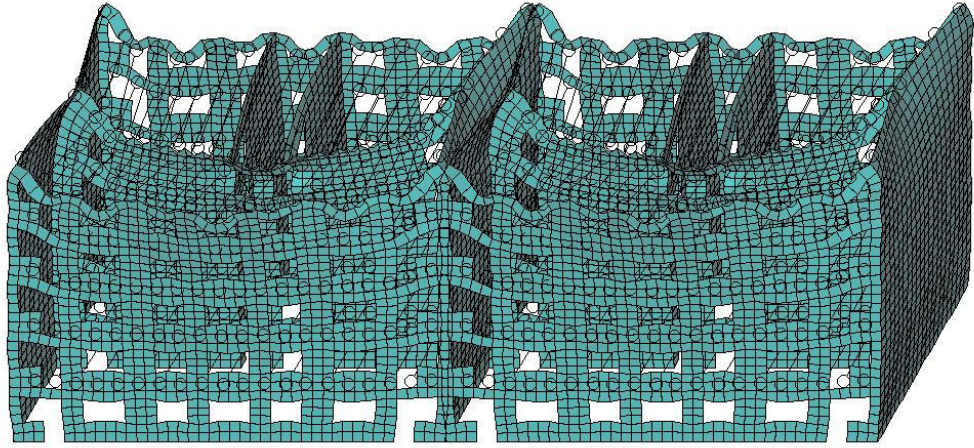


Рисунок 3.18 – Деформована схема будівлі від завантаження 3

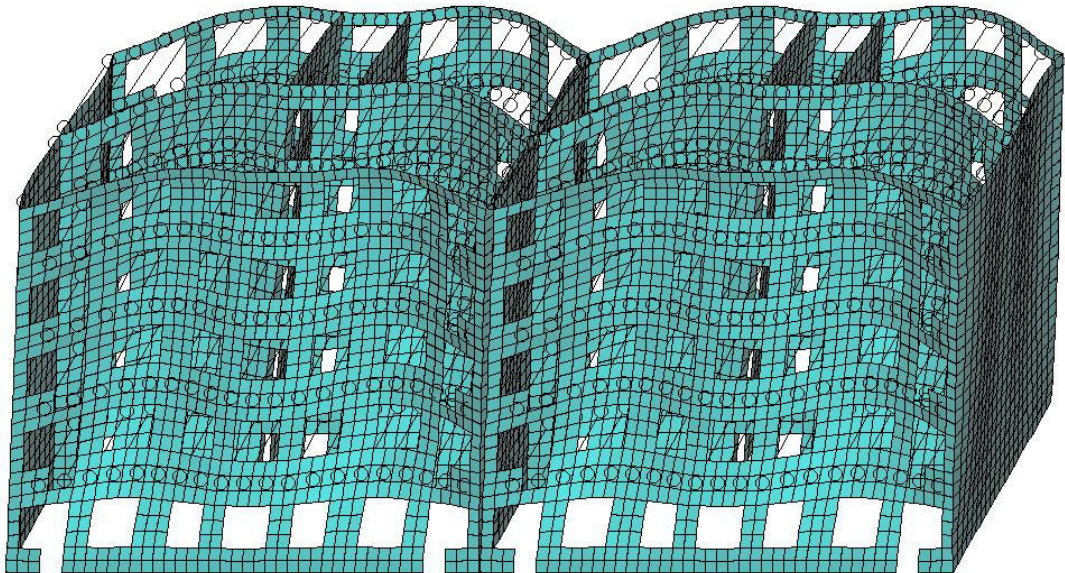


Рисунок 3.19 – Деформована схема будівлі від завантаження 4

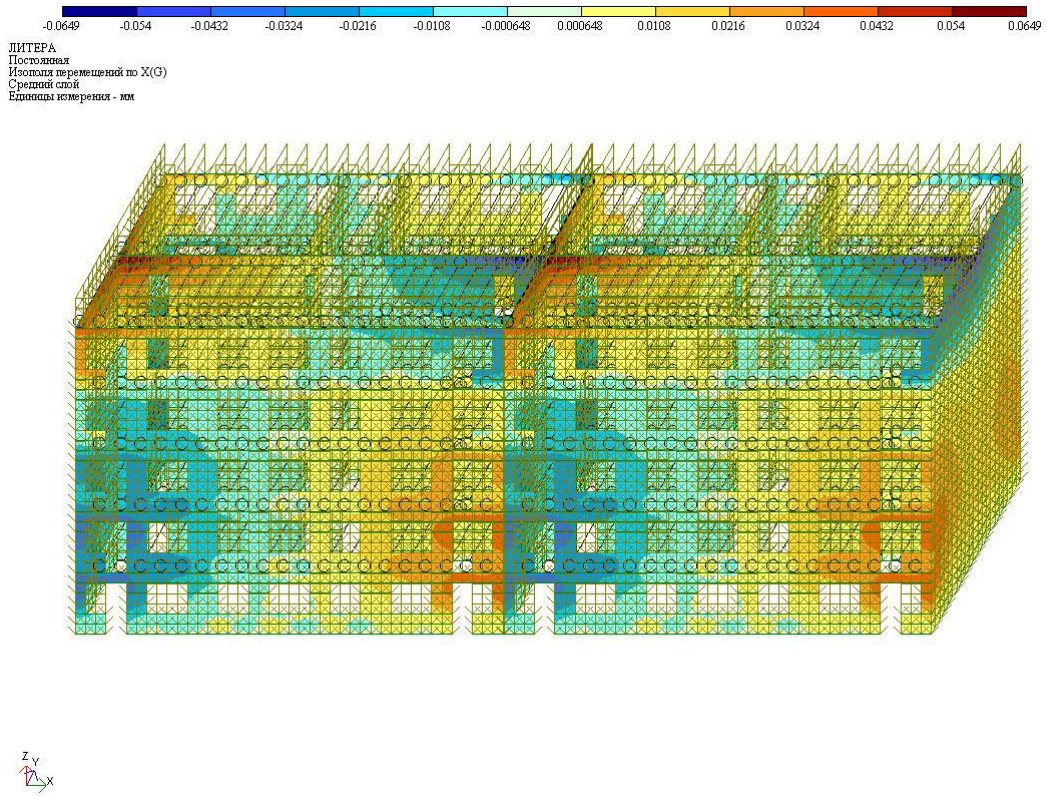


Рисунок 3.20 – Изополю перемещений по осі X від завантаження 1

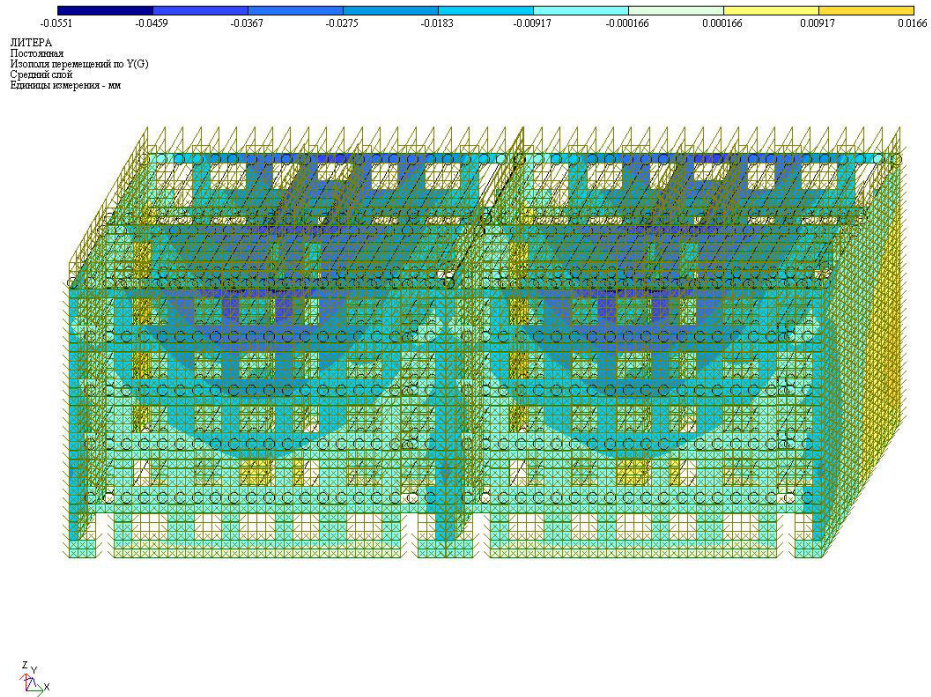


Рисунок 3.21 – Изополю перемещений по осі Y від завантаження 1

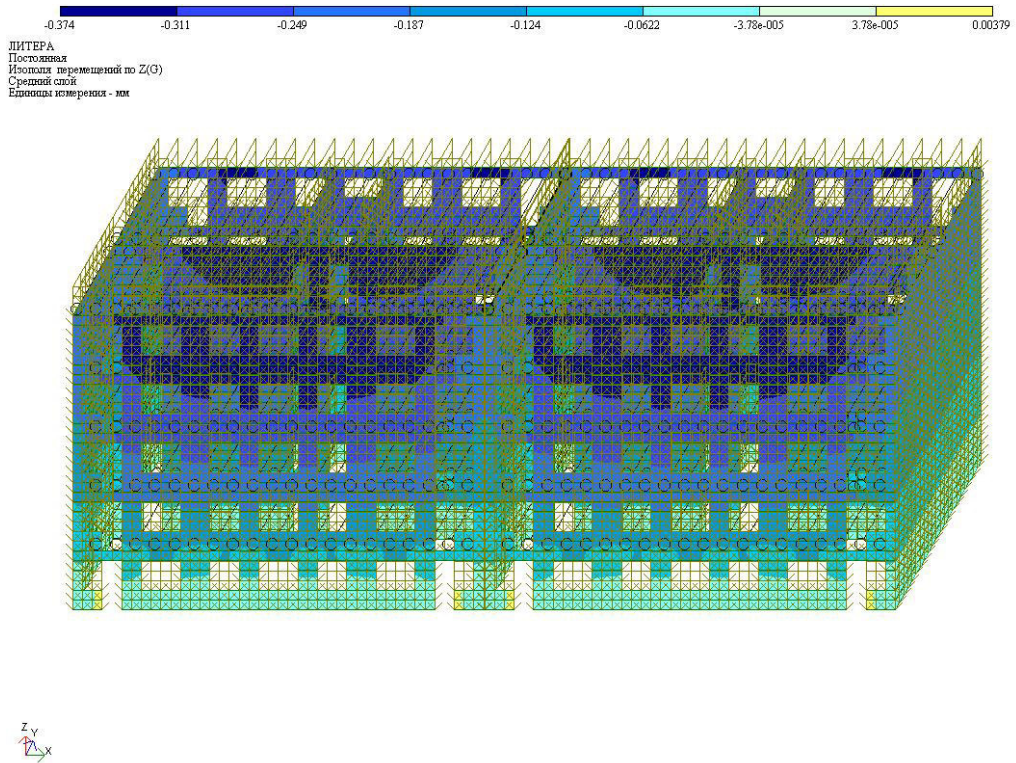


Рисунок 3.22 – Изополия перемещений по оси Z від завантаження 1

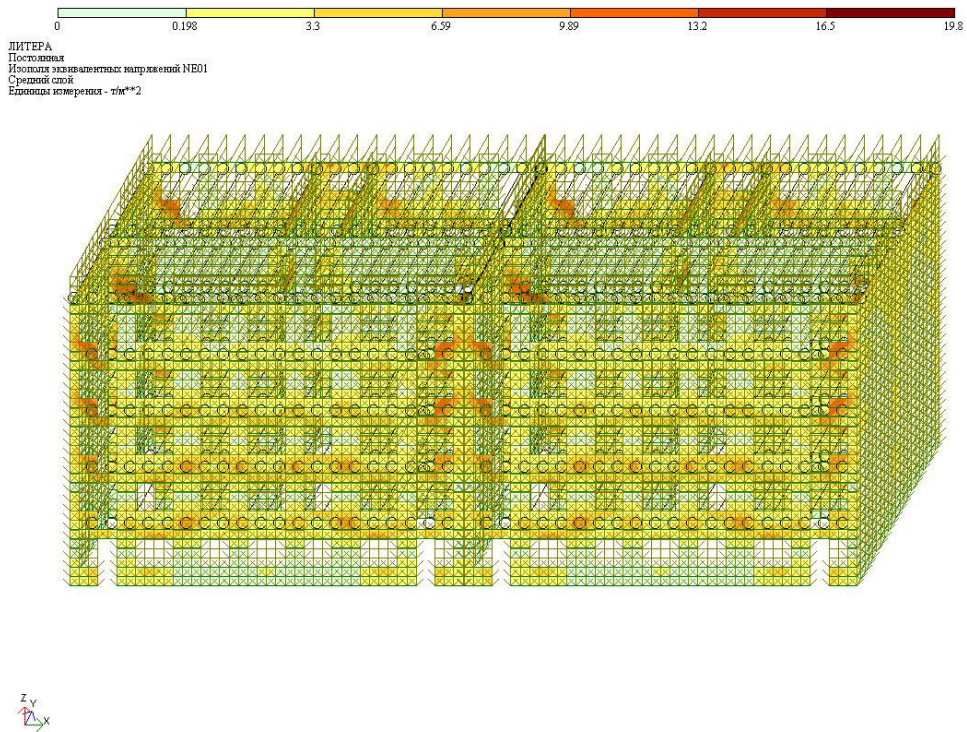


Рисунок 3.23 – Изополия эквивалентных напряжений N_E від завантаження 1

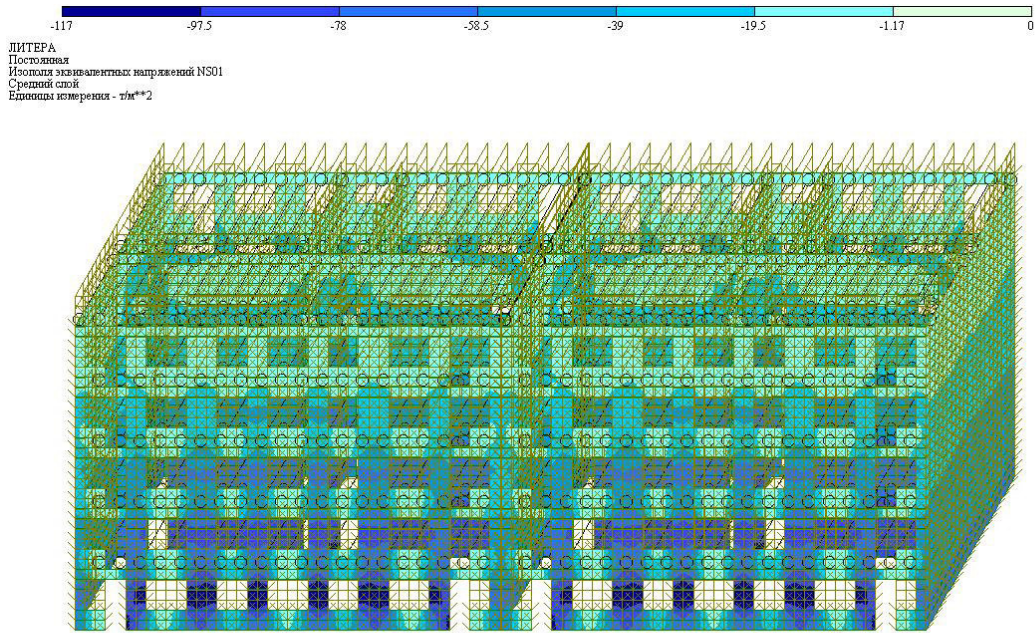


Рисунок 3.24 – Ізополя еквівалентних напружень N_S від завантаження 1

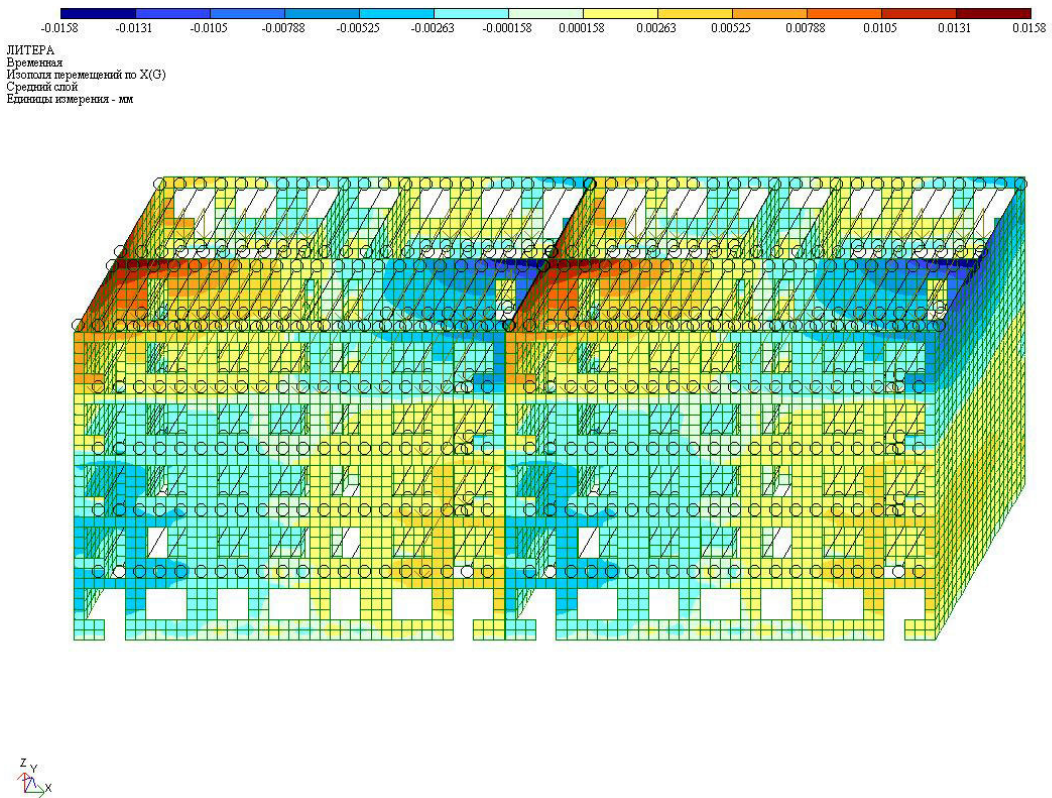


Рисунок 3.25 – Ізополя переміщень по осі X від завантаження 2

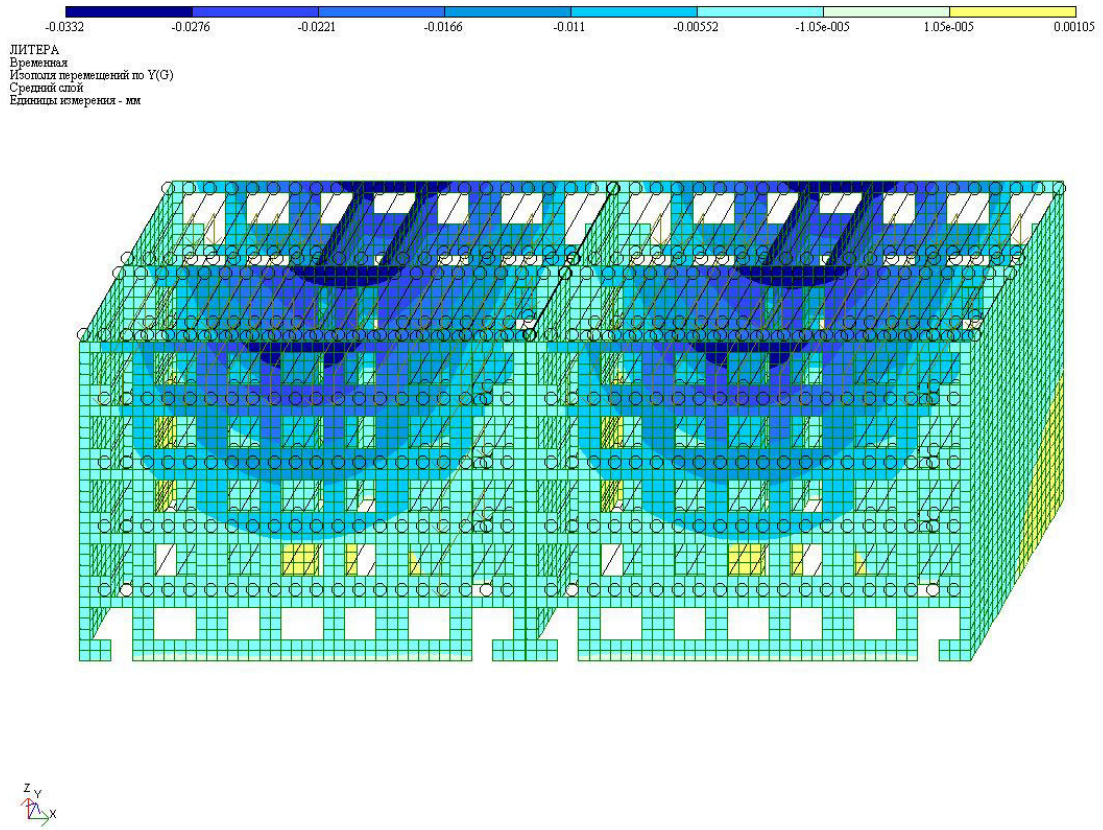


Рисунок 3.26 – Изополю перемещень по осі Y від завантаження 2

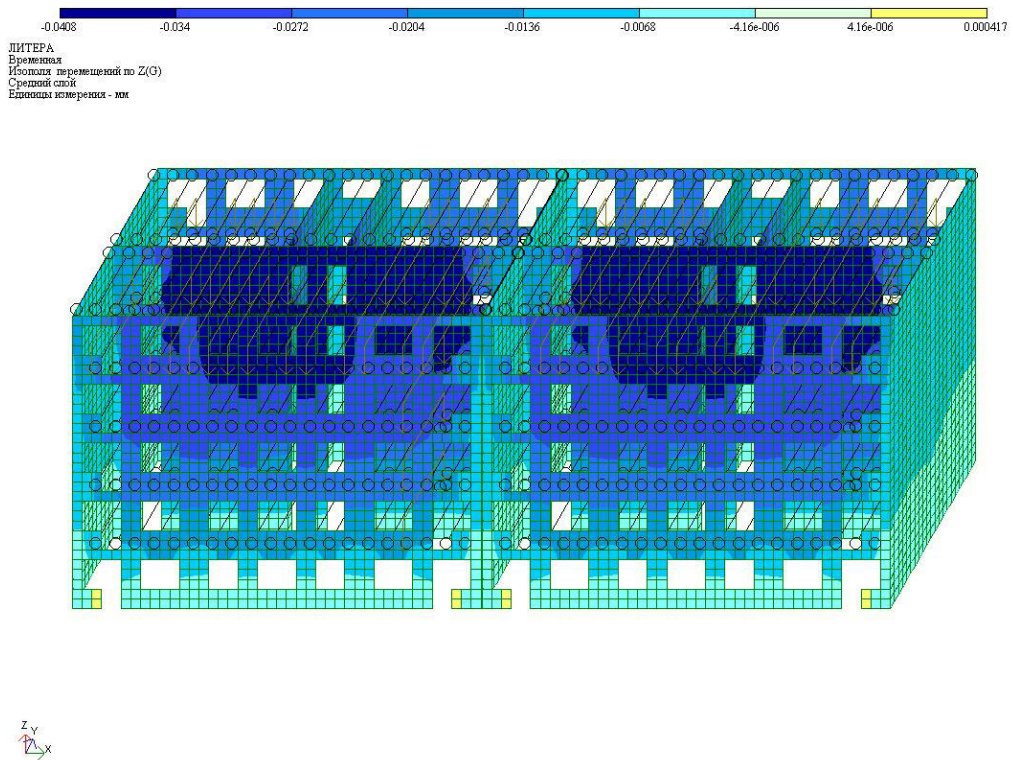


Рисунок 3.27 – Изополю перемещень по осі Z від завантаження 2

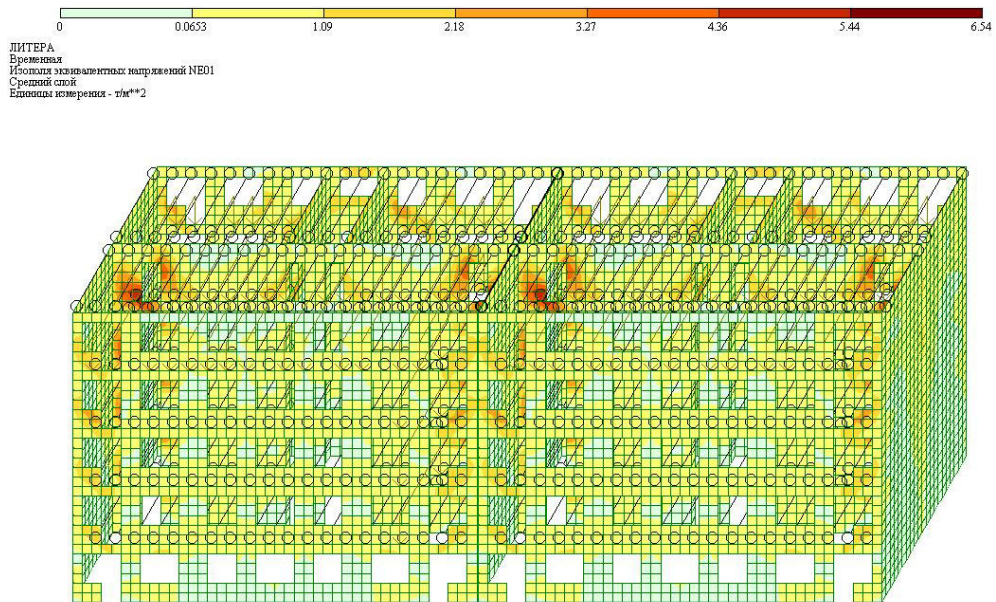


Рисунок 3.28 – Ізополя еквівалентних напружень N_E від завантаження 2

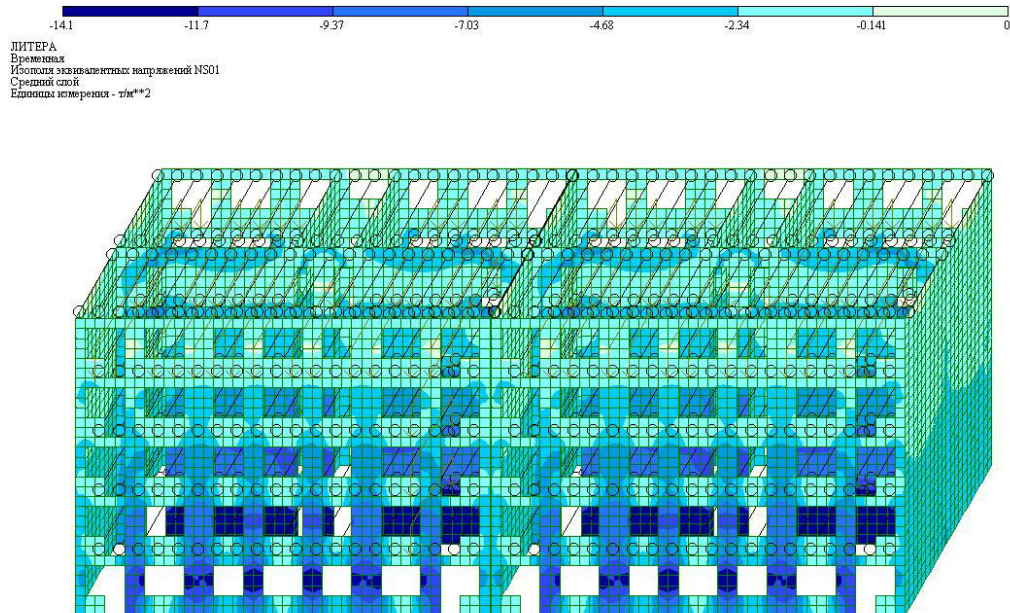


Рисунок 3.29 – Ізополя еквівалентних напружень N_S від завантаження 2

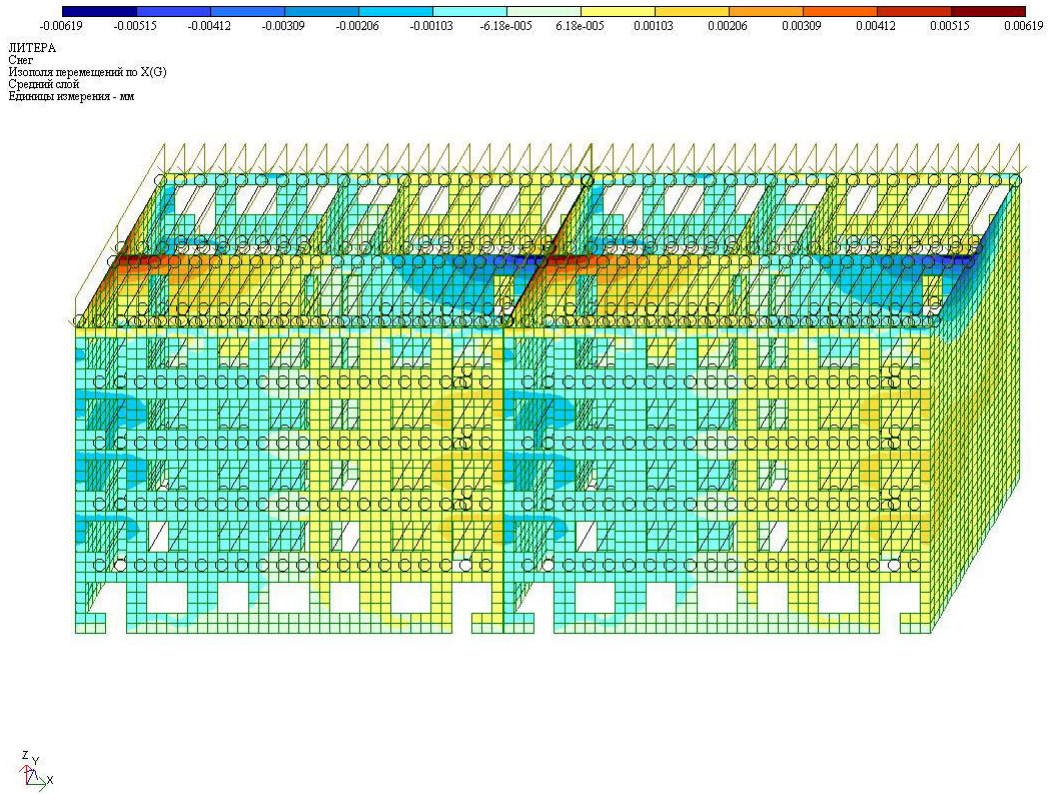


Рисунок 3.30 – Ізополя переміщень по осі X від завантаження 3

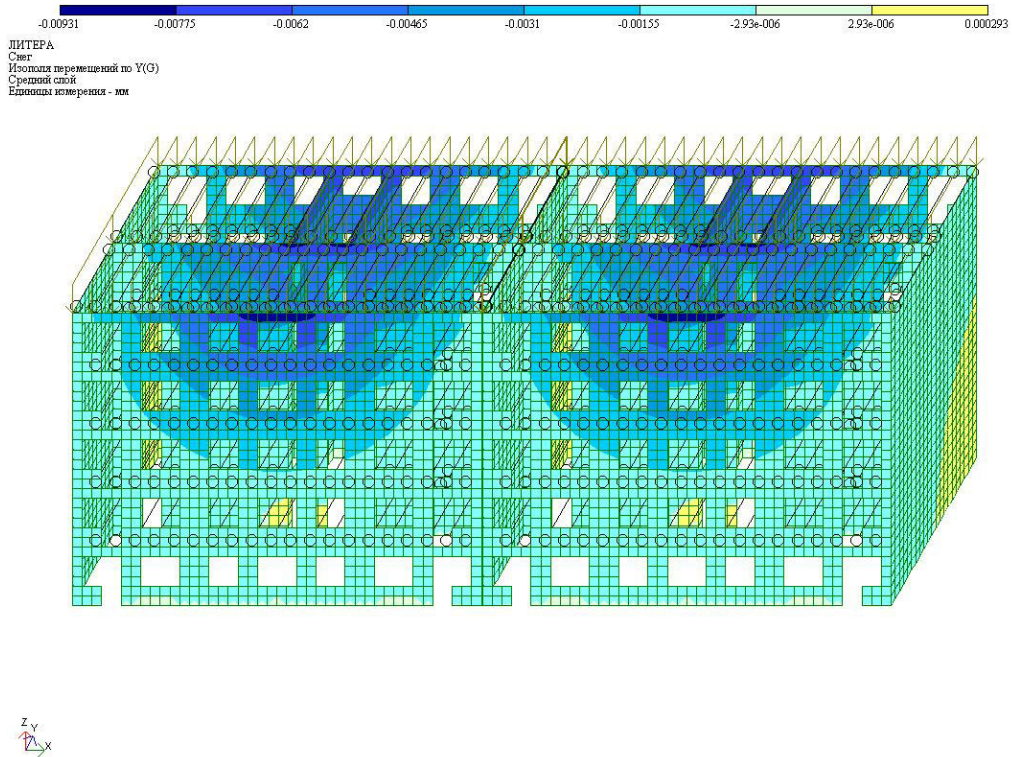


Рисунок 3.31 – Ізополя переміщень по осі Y від завантаження 3

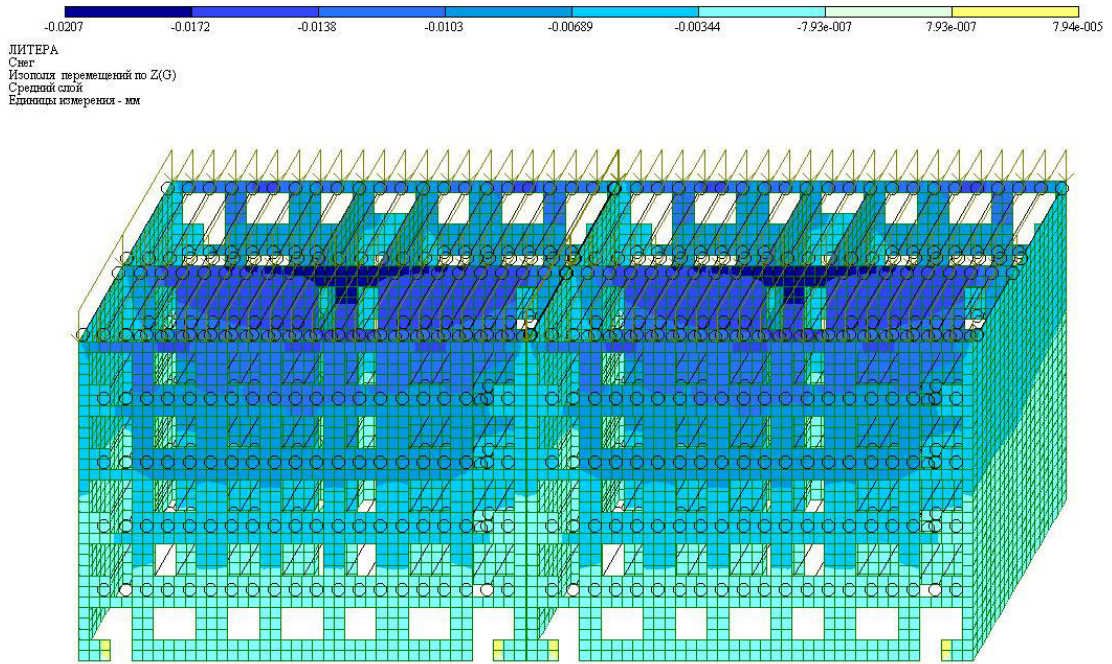


Рисунок 3.32 – Ізополя переміщень по осі Z від завантаження 3

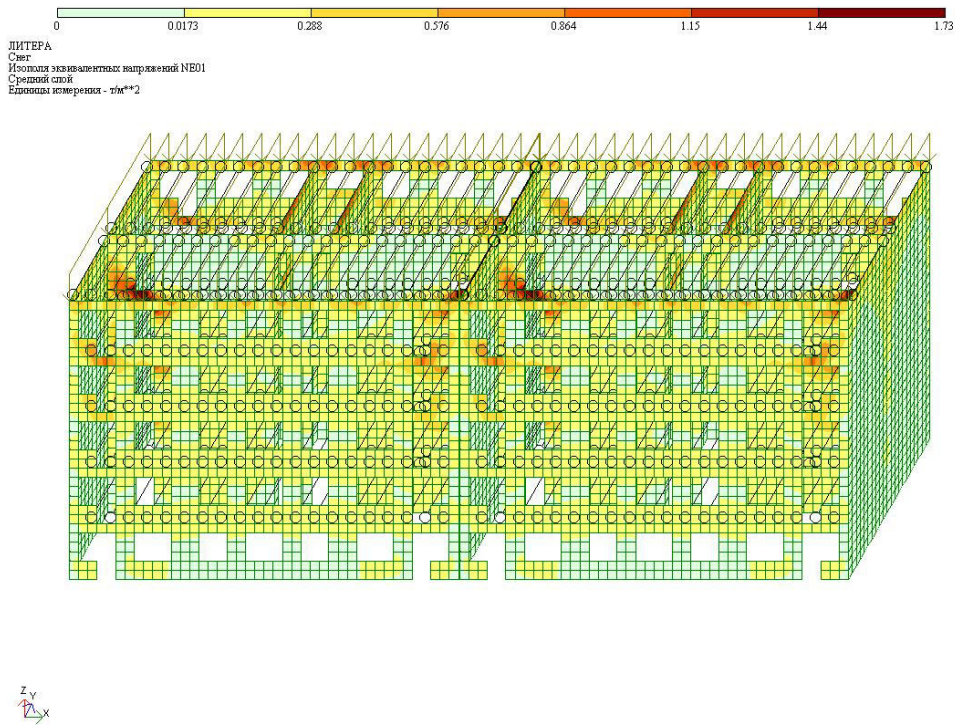


Рисунок 3.33 – Ізополя еквівалентних напружень N_E від завантаження 3

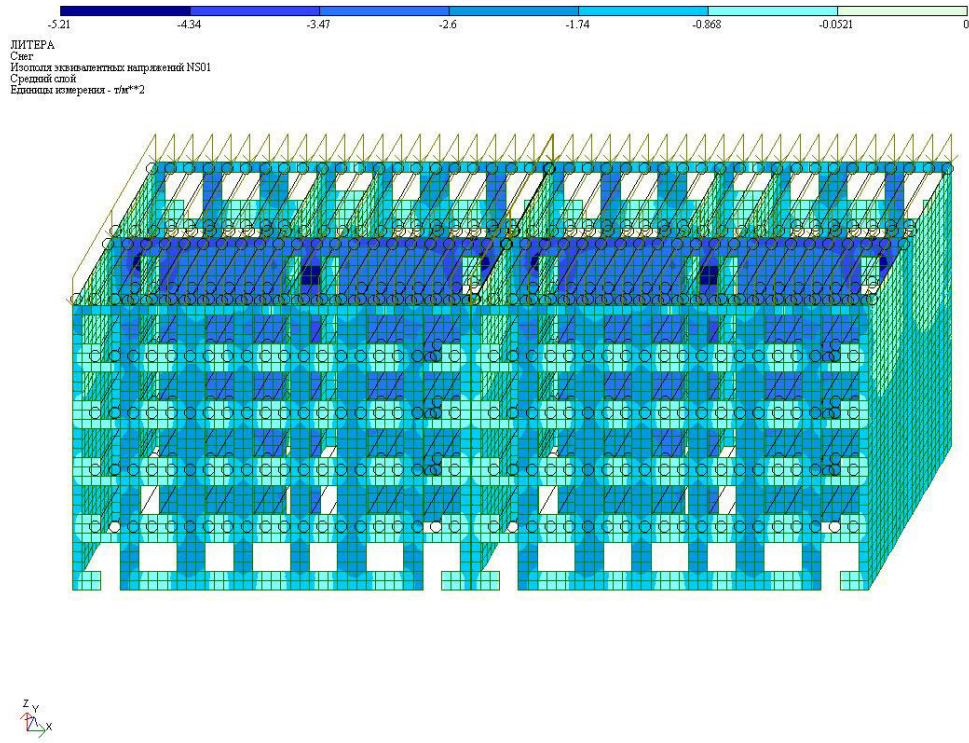


Рисунок 3.34 – Ізополю еквівалентних напружень N_S від завантаження 3

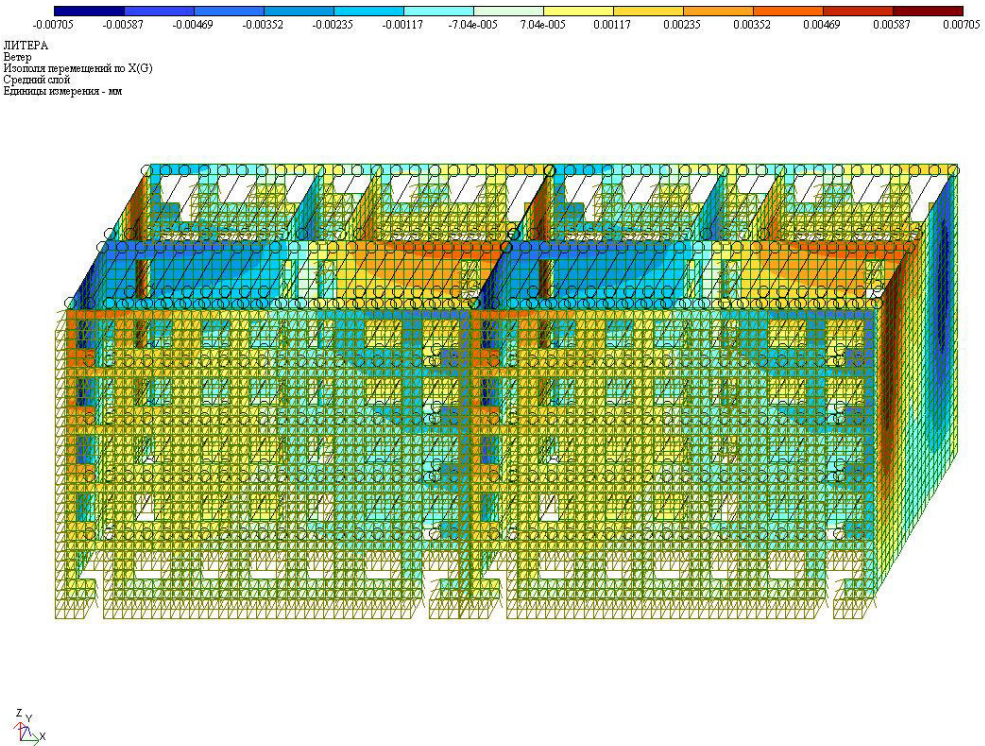


Рисунок 3.35 – Ізополю переміщень по осі X від завантаження 4

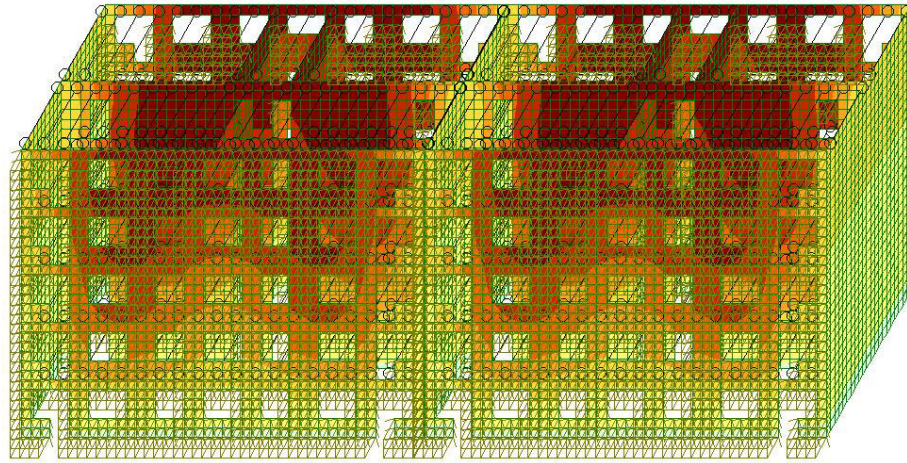
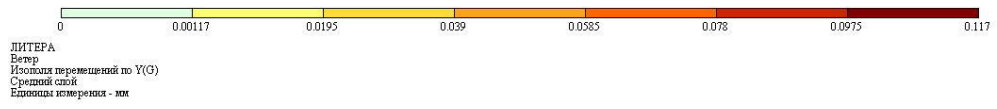


Рисунок 3.36 – Ізополю переміщень по осі Y від завантаження 4

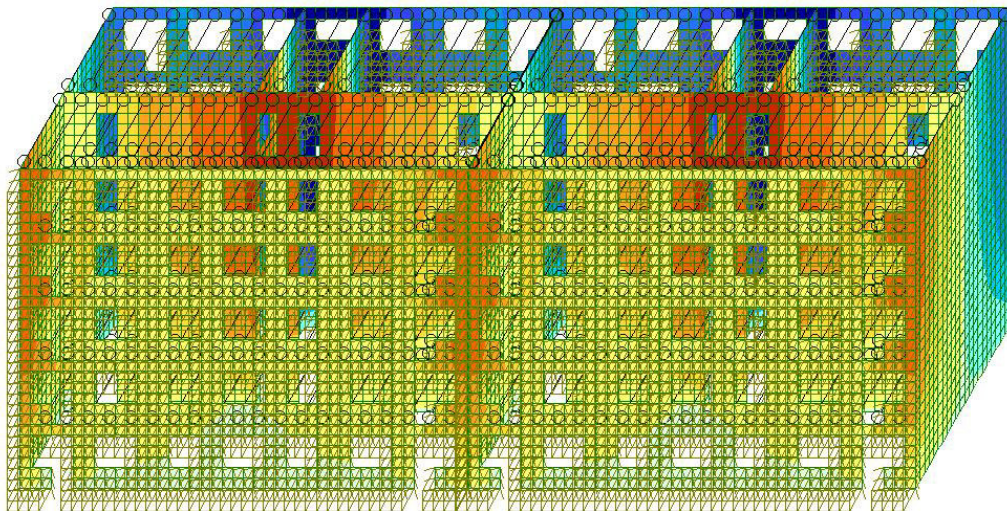


Рисунок 3.37 – Ізополю переміщень по осі Z від завантаження 4

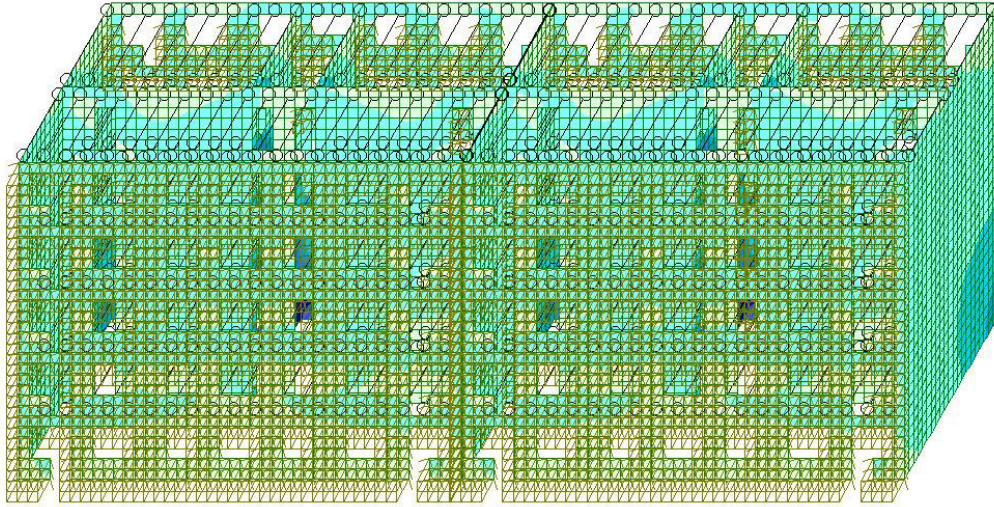


Рисунок 3.38 – Изополю эквивалентных напряжений N_S від завантаження 4

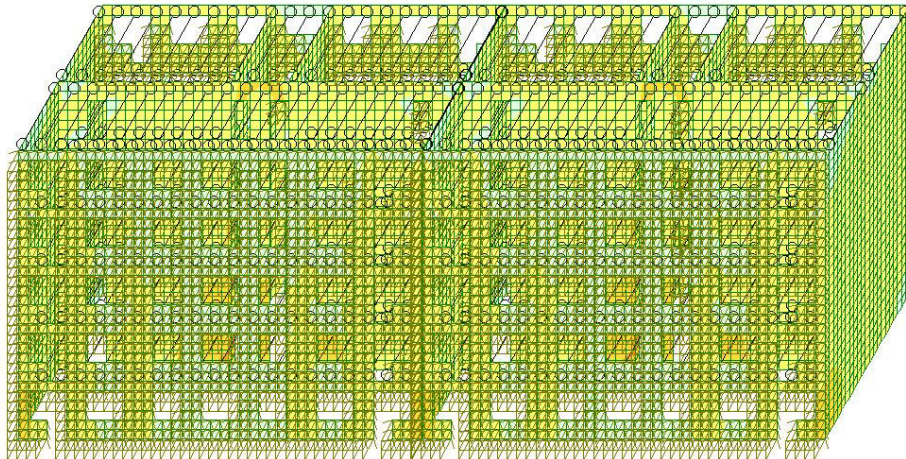
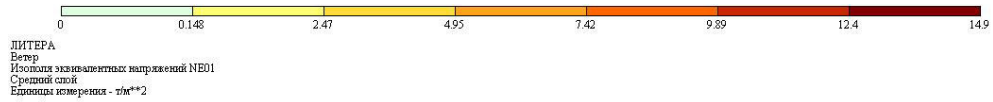


Рисунок 3.39 – Изополю эквивалентных напряжений N_E від завантаження 4

3.4.2 Результати розрахунку моделі будівлі за другим варіантом

Деформовані схеми будівлі представлені на рис. 3.40...3.43. Переміщення елементів та еквівалентні напруження в несучих конструкціях будівлі по завантаженням представлені на рис. 3.44...3.63.

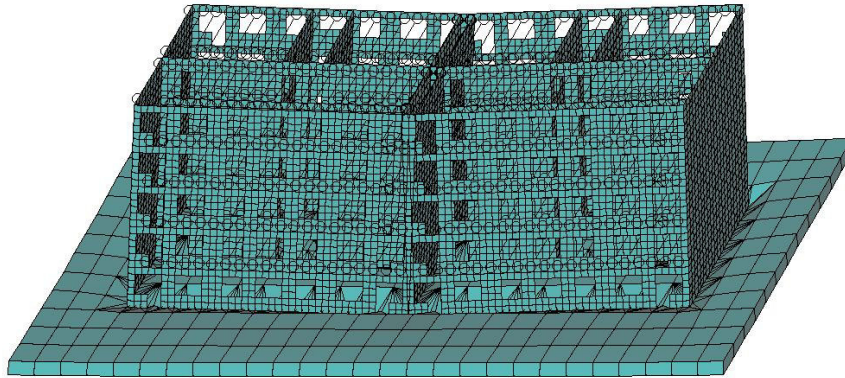


Рисунок 3.40 – Деформована схема будівлі від завантаження 1

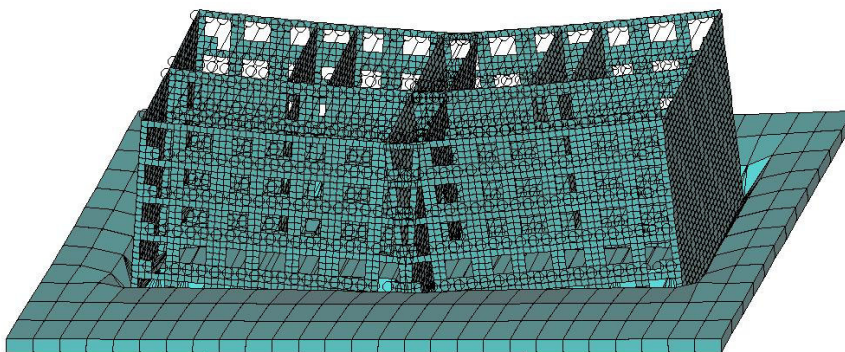


Рисунок 3.41 – Деформована схема будівлі від завантаження 2

Стор:

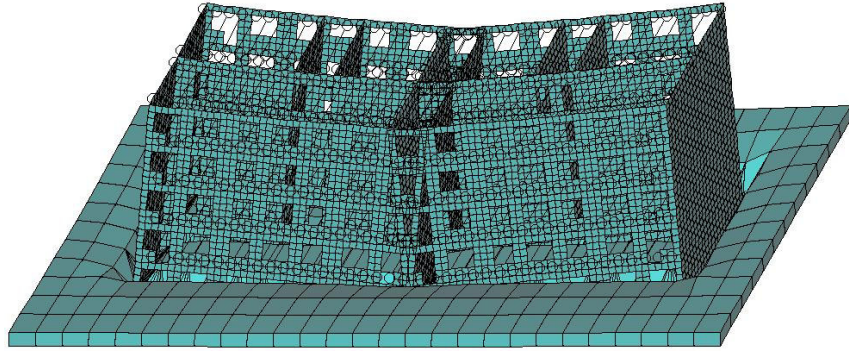


Рисунок 3.42 – Деформована схема будівлі від завантаження 3

Ветер

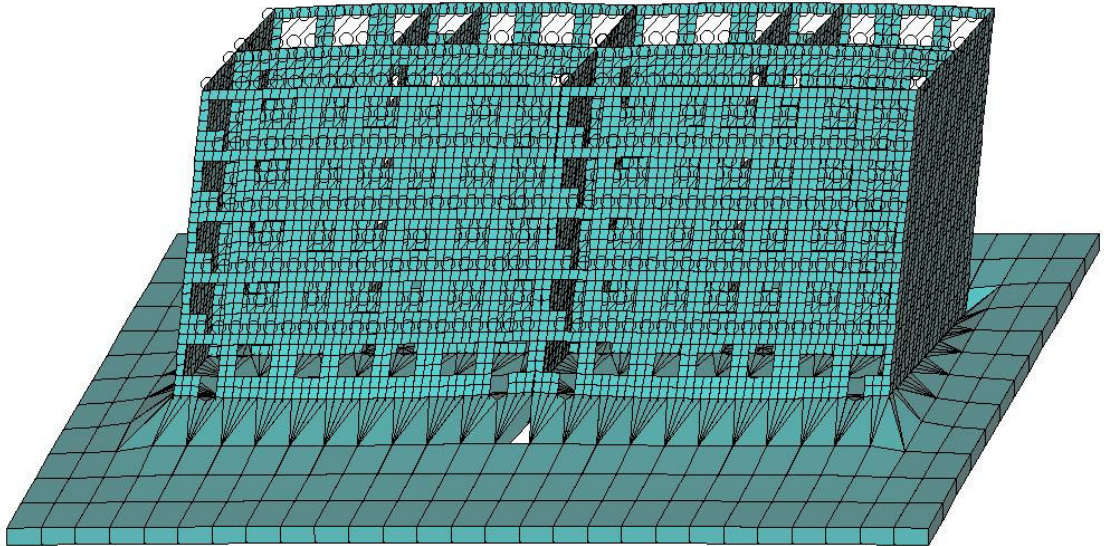


Рисунок 3.43 – Деформована схема будівлі від завантаження 4

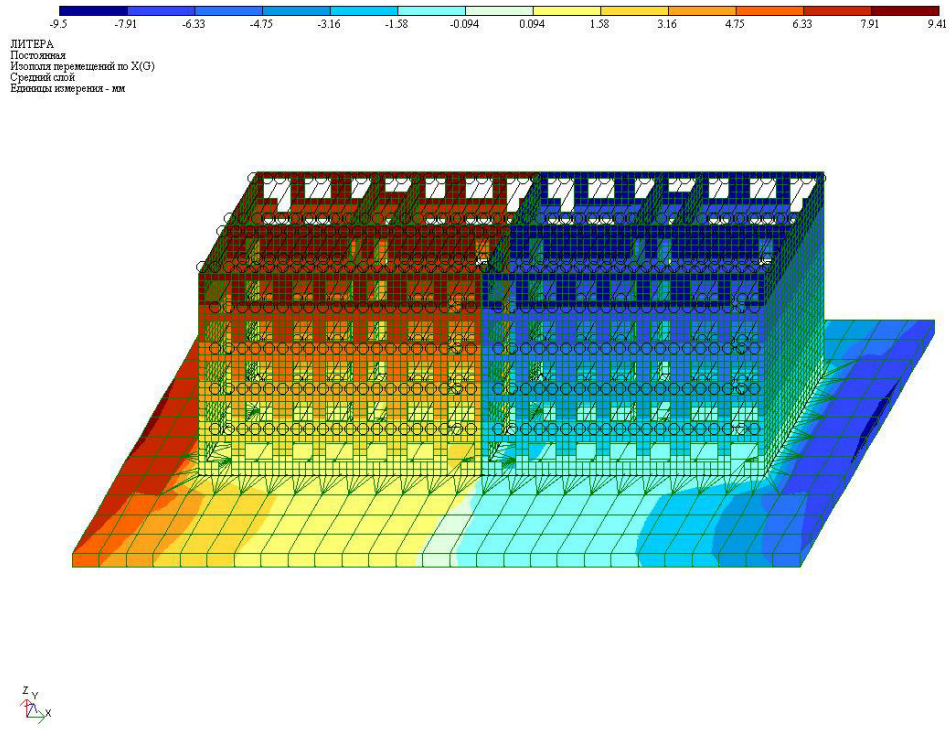


Рисунок 3.44 – Изополюса перемещений по осі X від завантаження 1

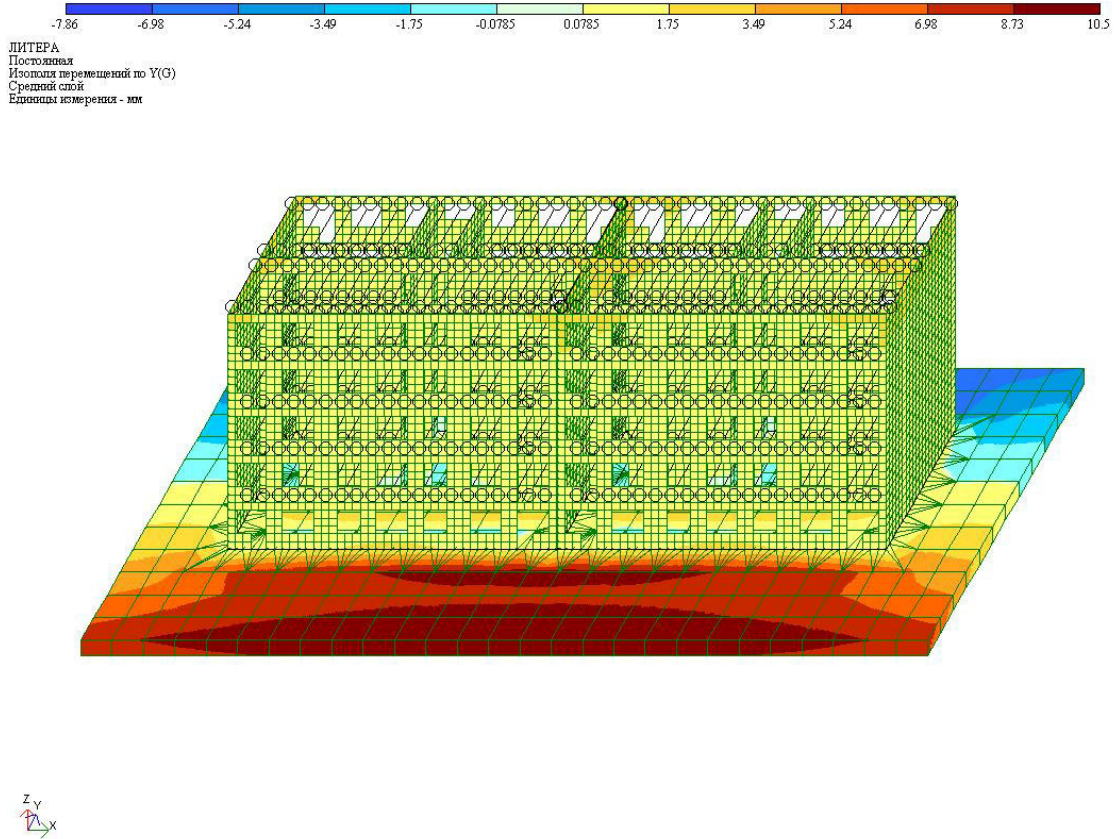


Рисунок 3.45 – Изополюса перемещений по осі Y від завантаження 1

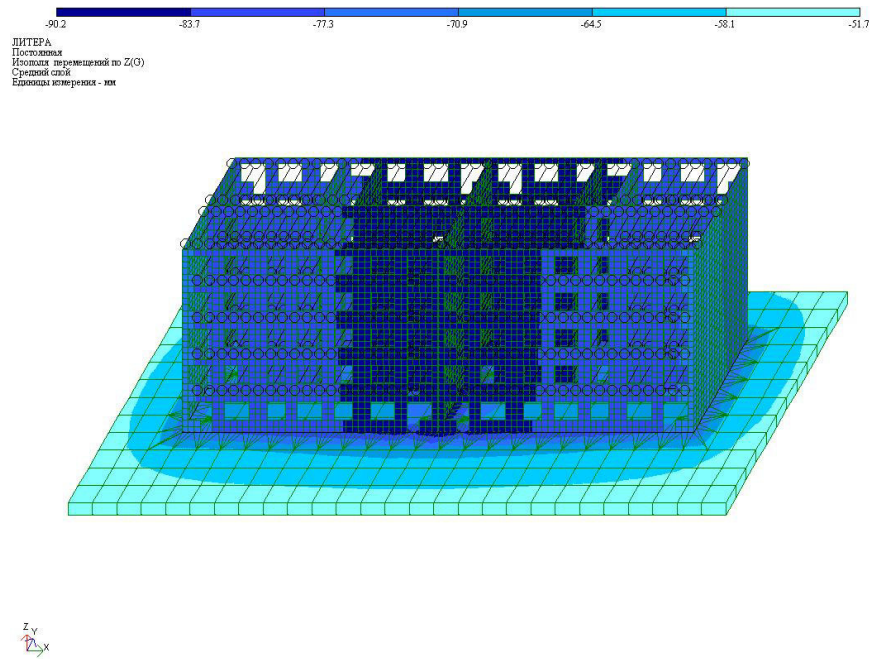


Рисунок 3.46 – Изополю перемещень по осі Z від завантаження 1

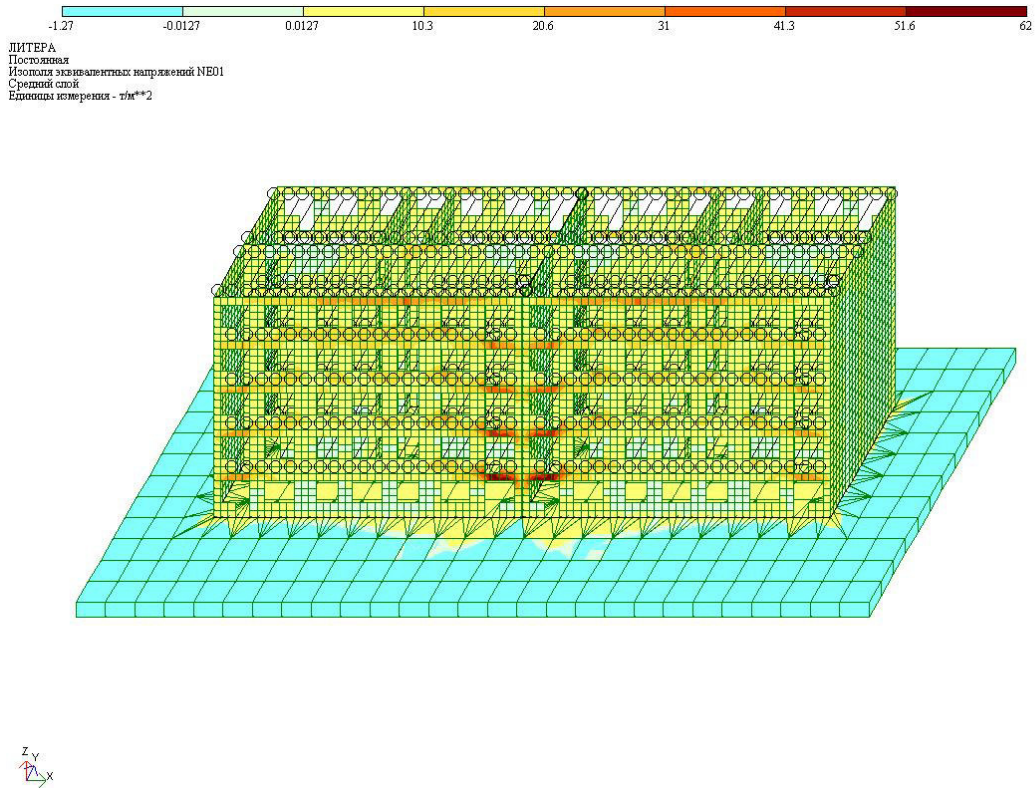


Рисунок 3.47 – Изополю еквівалентних напружень N_E від завантаження 1

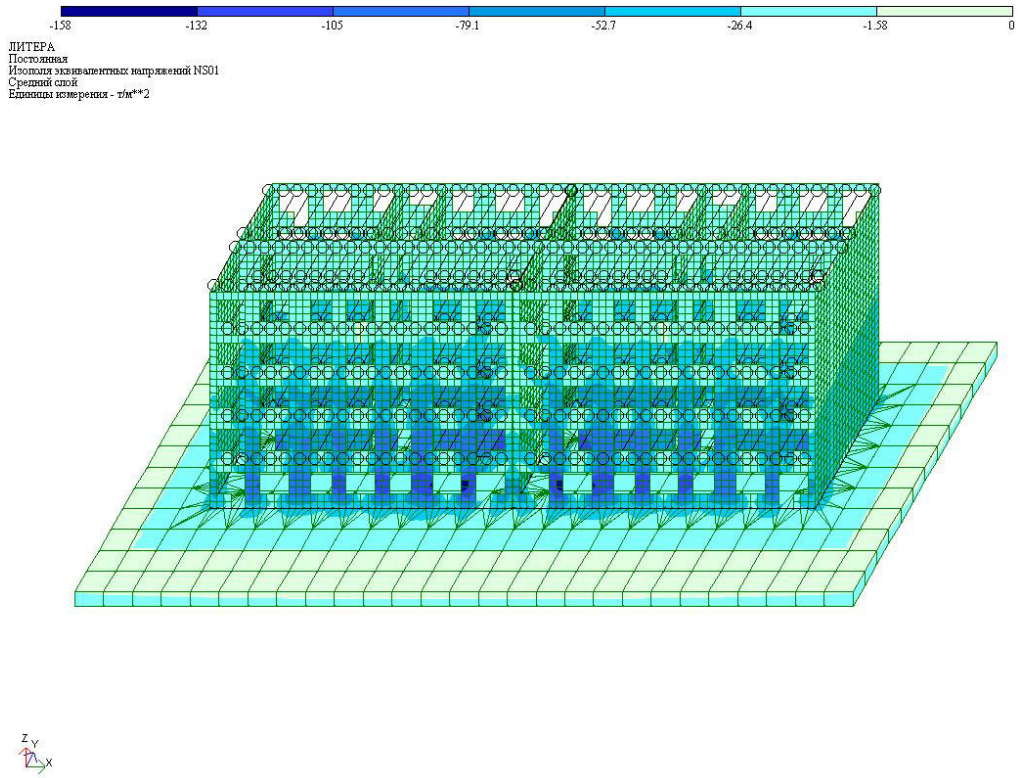


Рисунок 3.48 – Ізополя еквівалентних напружень N_S від завантаження 1

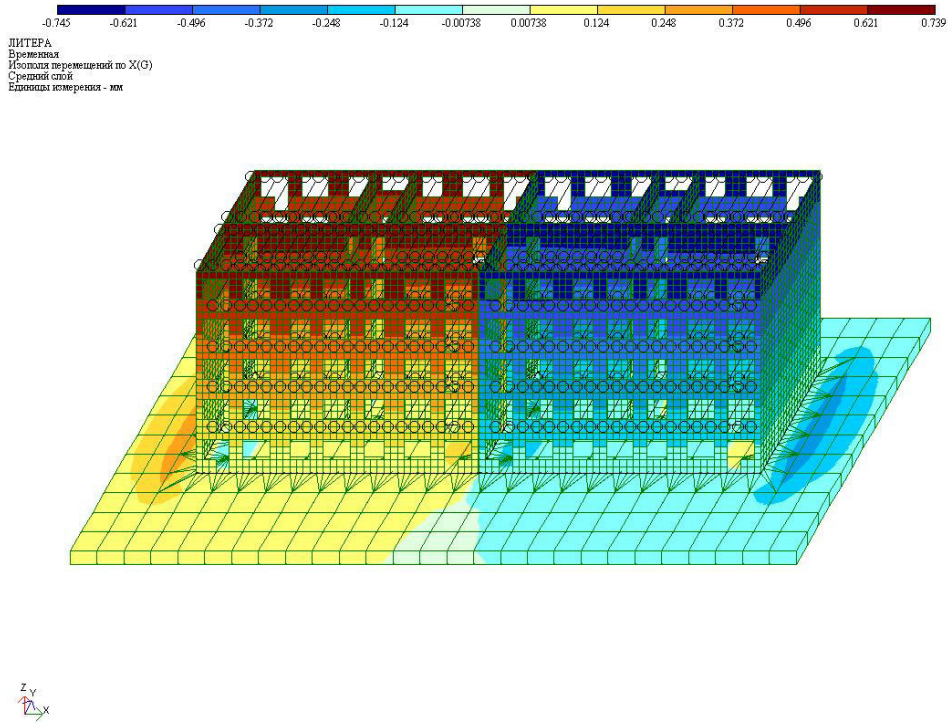


Рисунок 3.49 – Ізополя переміщень по осі X від завантаження 2

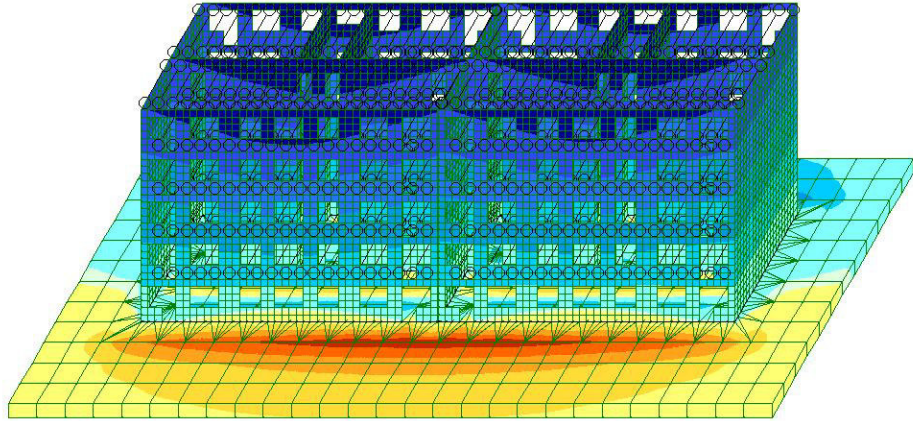


Рисунок 3.50 – Изополю перемещень по осі Y від завантаження 2

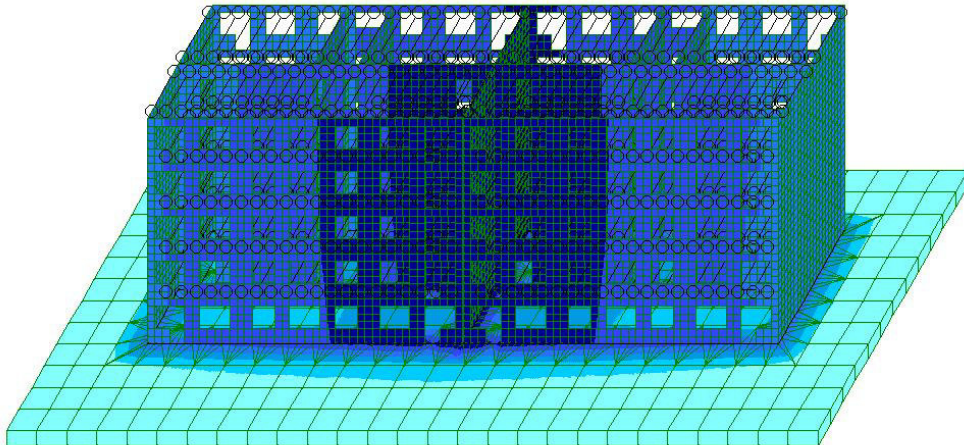
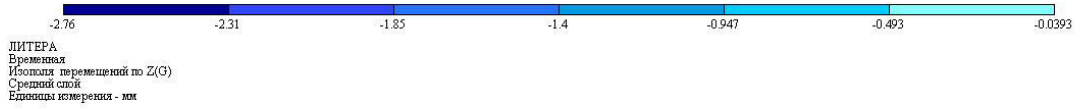


Рисунок 3.51 – Изополю перемещень по осі Z від завантаження 2

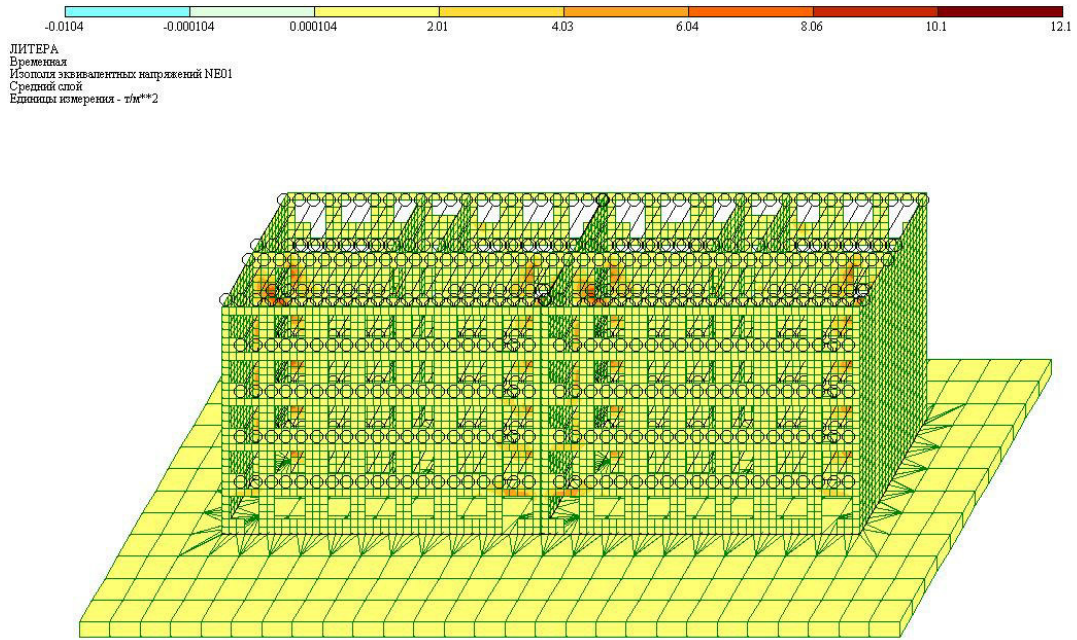


Рисунок 3.52 – Изополю эквивалентных напряжений N_E від завантаження 2

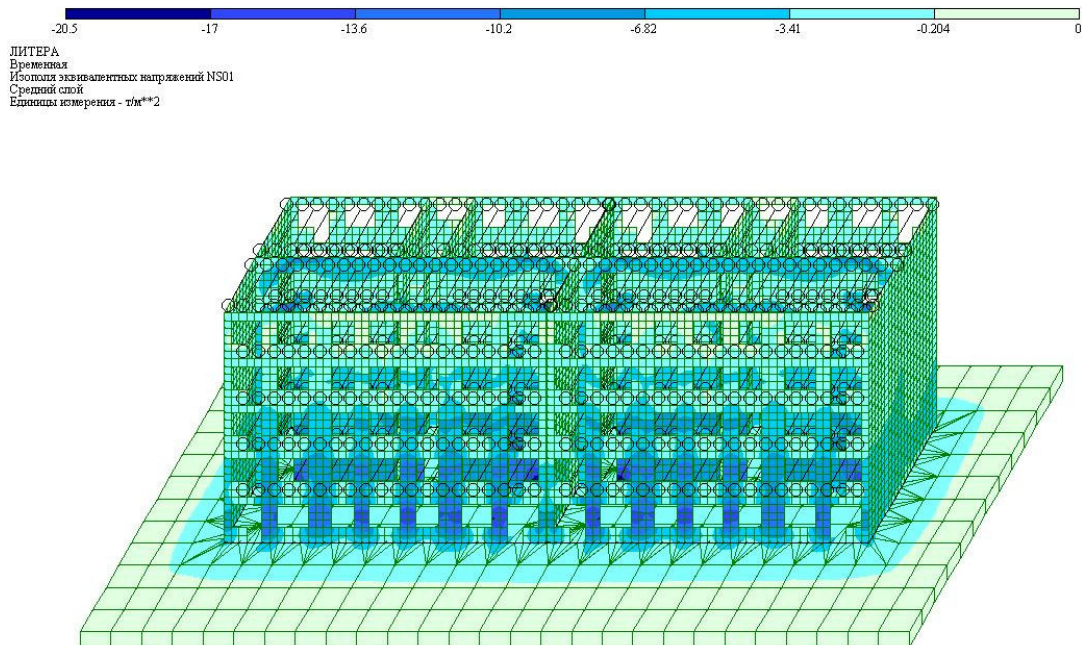


Рисунок 3.53 – Изополю эквивалентных напряжений N_S від завантаження 2

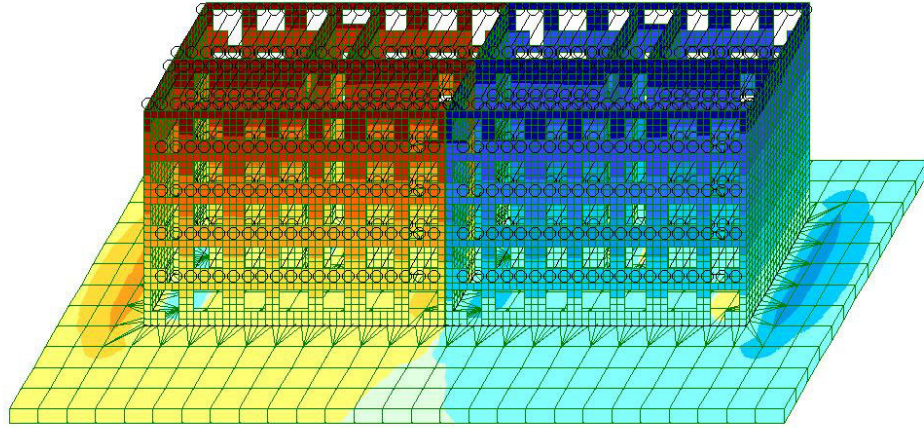
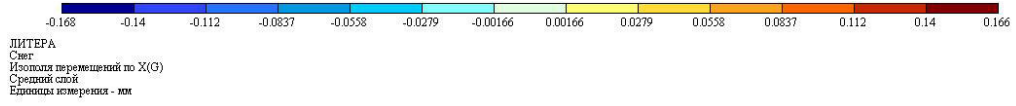


Рисунок 3.54 – Ізополю переміщень по осі X від завантаження 3

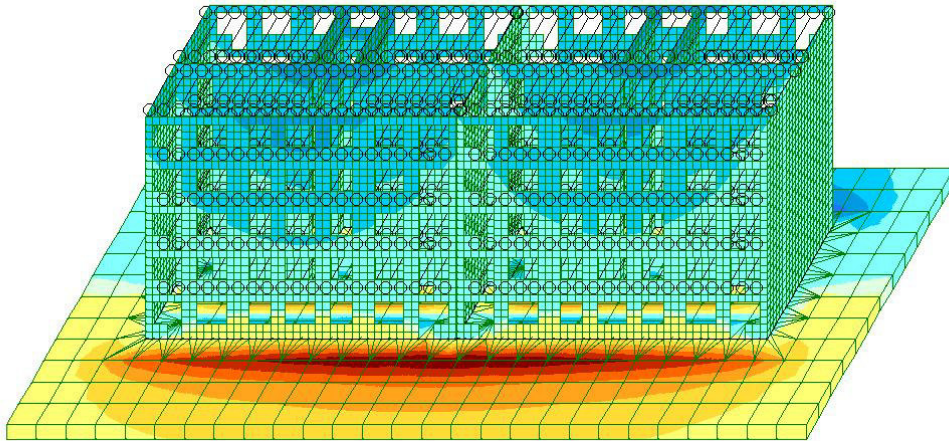


Рисунок 3.55 – Ізополю переміщень по осі Y від завантаження 3

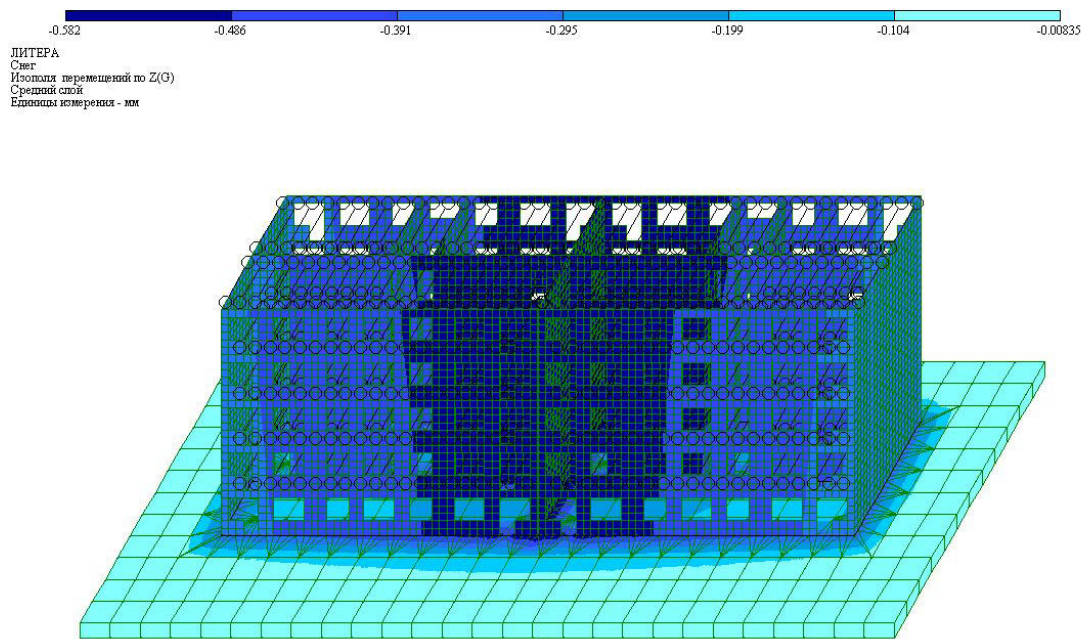


Рисунок 3.56 – Ізополя переміщєнь по осі Z від завантаження 3

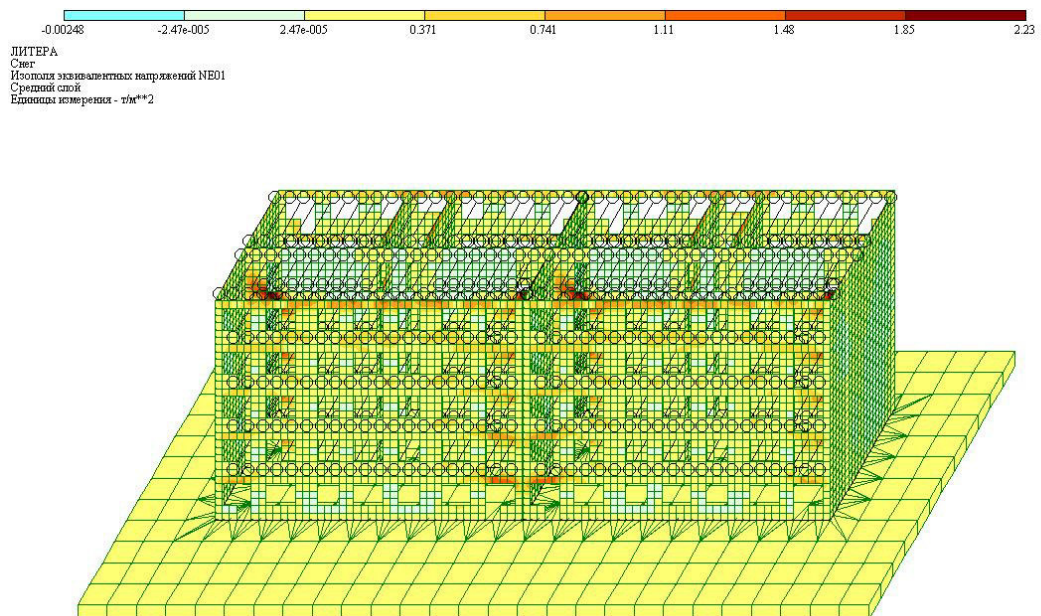


Рисунок 3.57 – Ізополя еквівалєнтних напружєнь N_E від завантаження 3

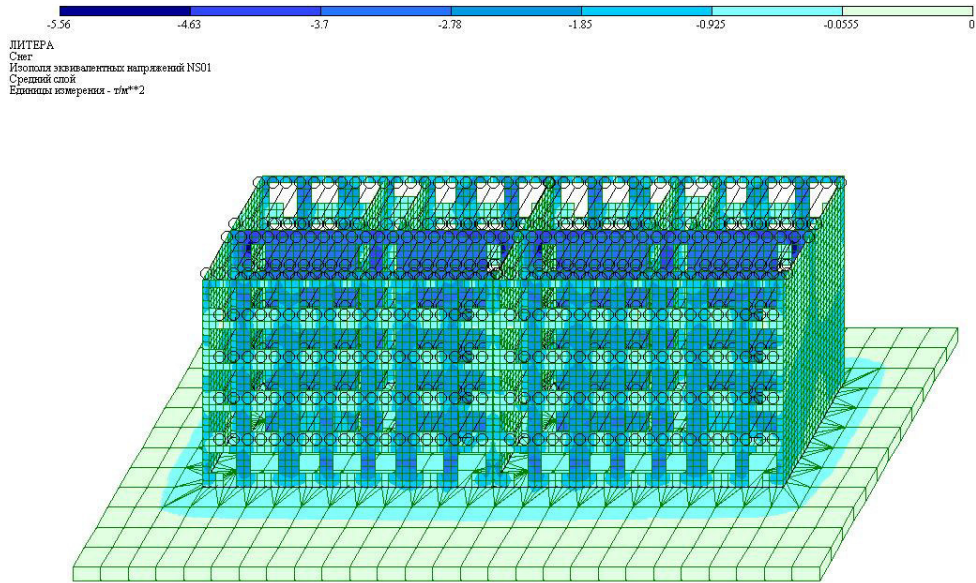


Рисунок 3.58 – Изополю эквивалентных напряжений N_S від завантаження 3

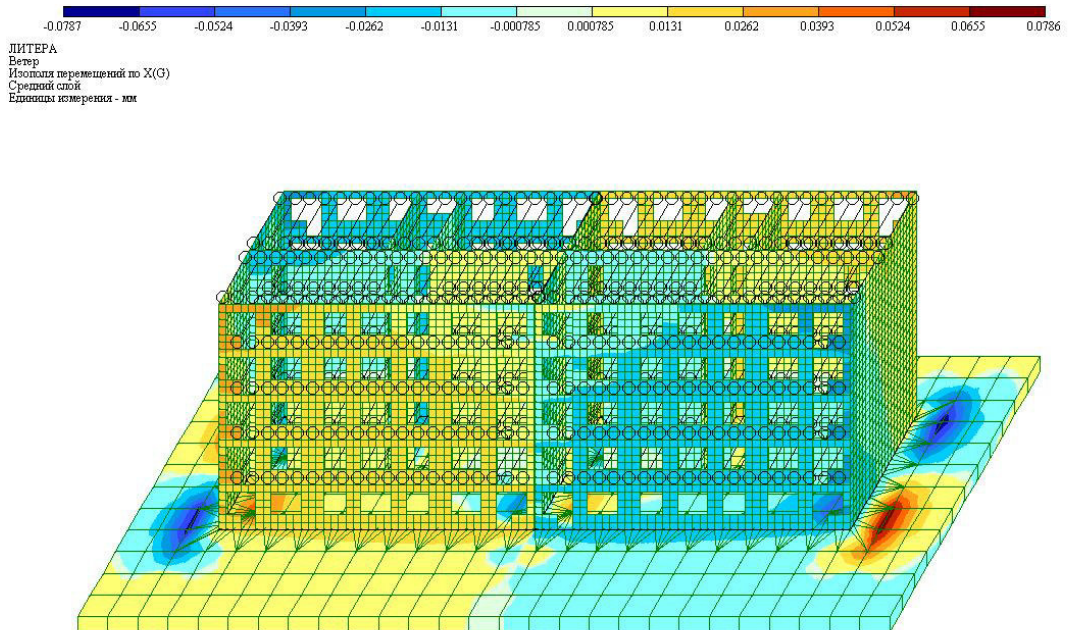


Рисунок 3.59 – Изополю переміщень по осі X від завантаження 4

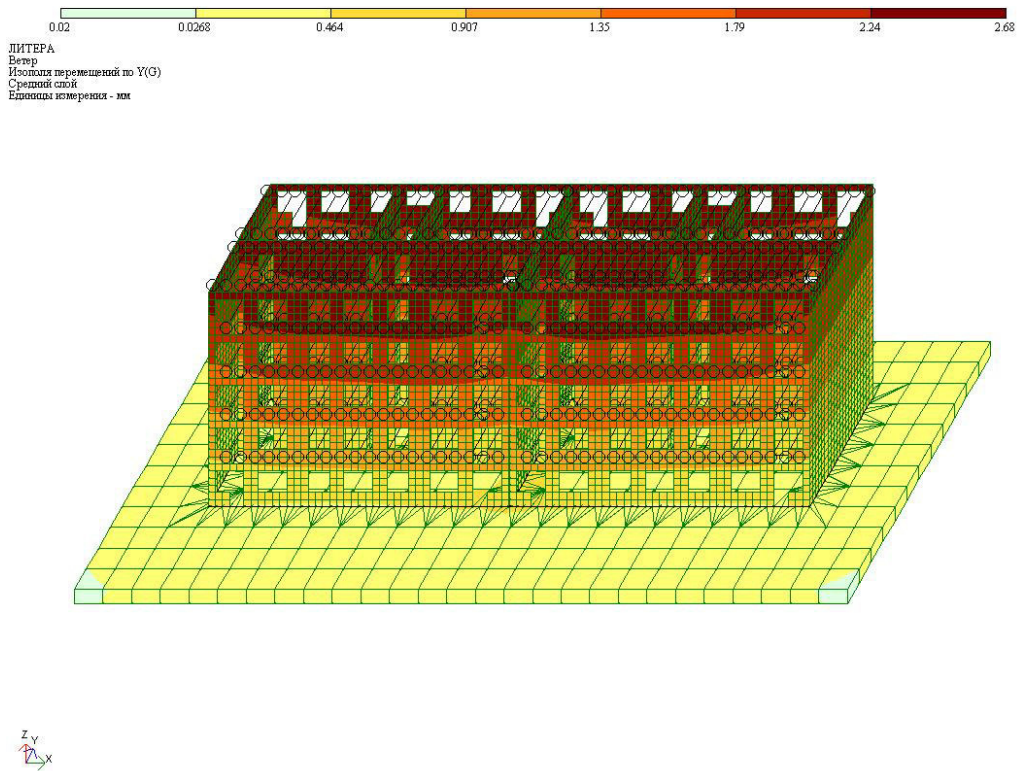


Рисунок 3.60 – Изополя переміщень по осі Y від завантаження 4

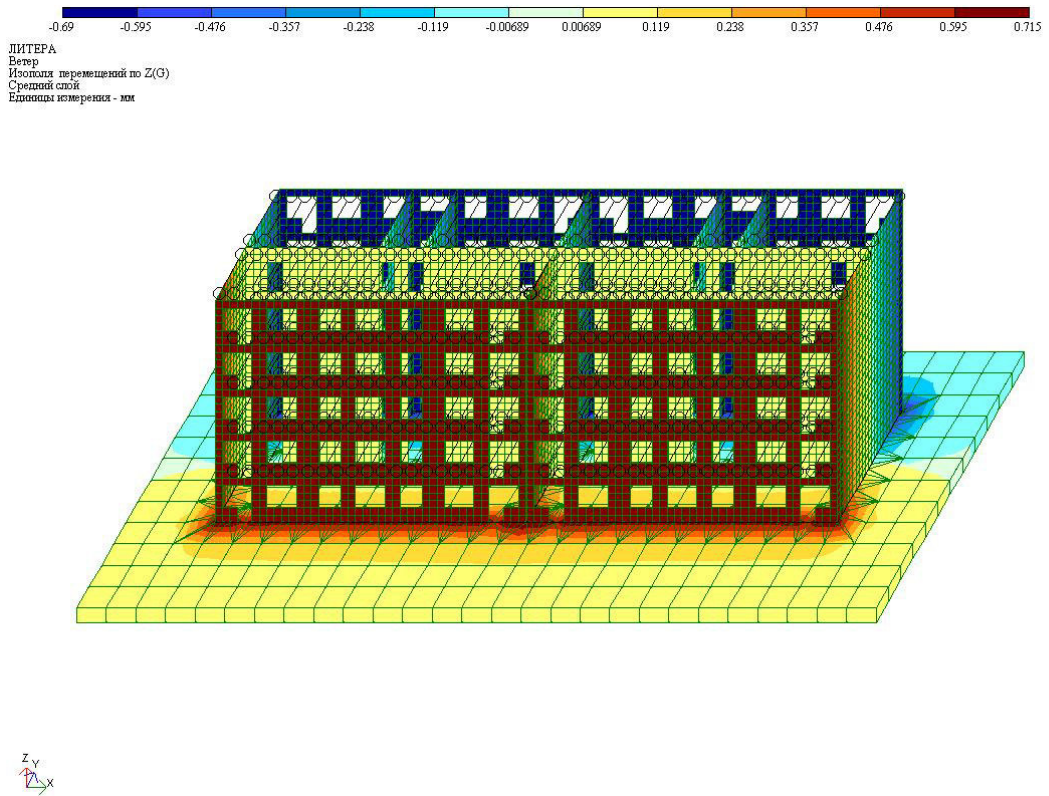


Рисунок 3.61 – Изополя переміщень по осі Z від завантаження 4

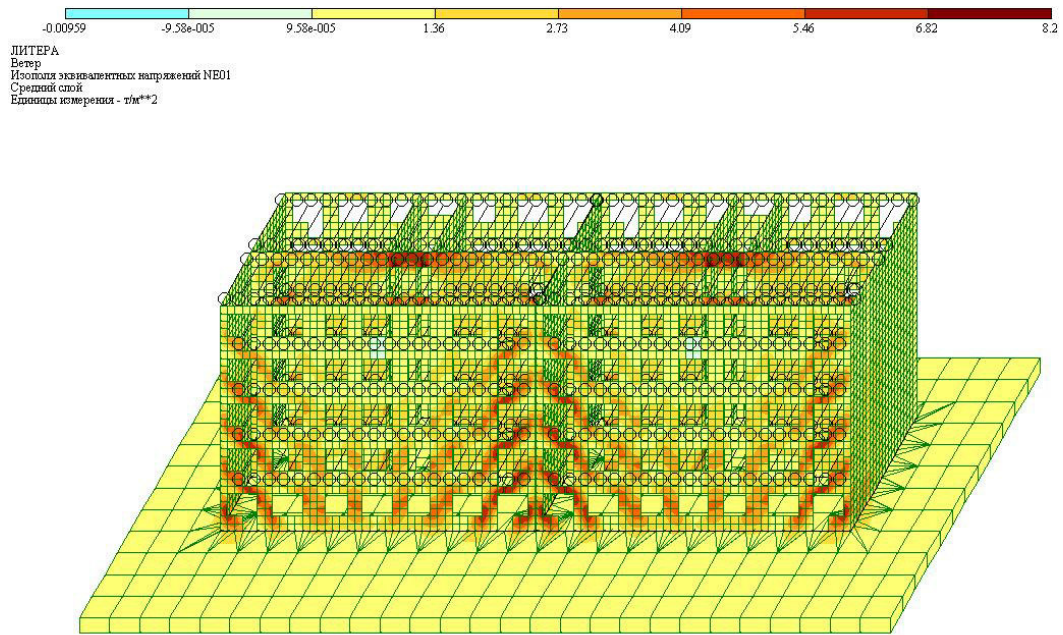


Рисунок 3.62 – Изополю эквивалентных напряжений N_E від завантаження 4

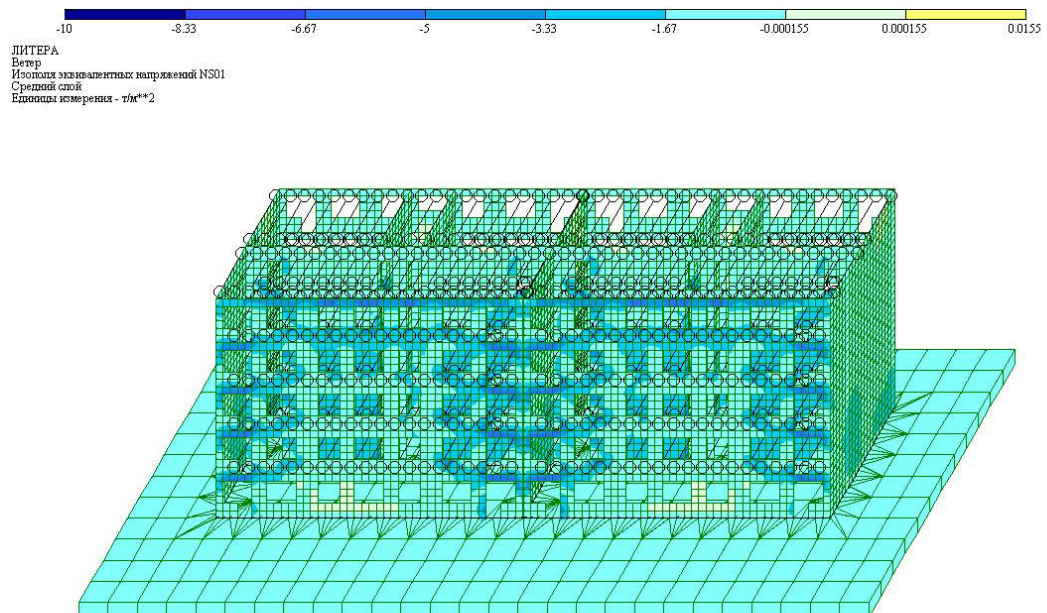


Рисунок 3.63 – Изополю эквивалентных напряжений N_S від завантаження 4

3.4.3 Результати розрахунку моделі будівлі за третім варіантом

Деформовані схеми будівлі представлені на рис. 3.64...3.67.

Переміщення елементів та еквівалентні напруження в несучих конструкціях будівлі по завантаженням представлені на рис. 3.68...3.87.

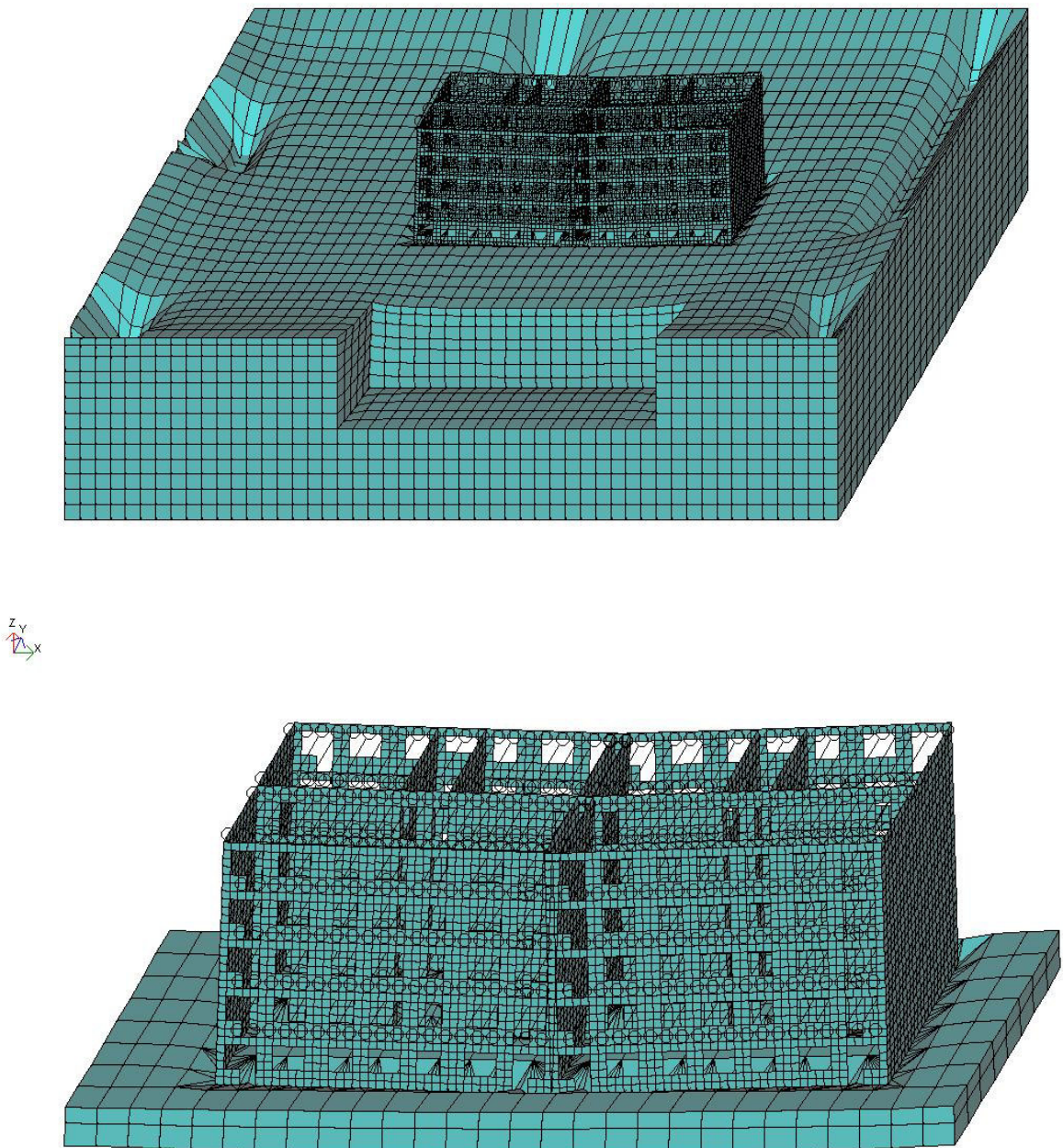
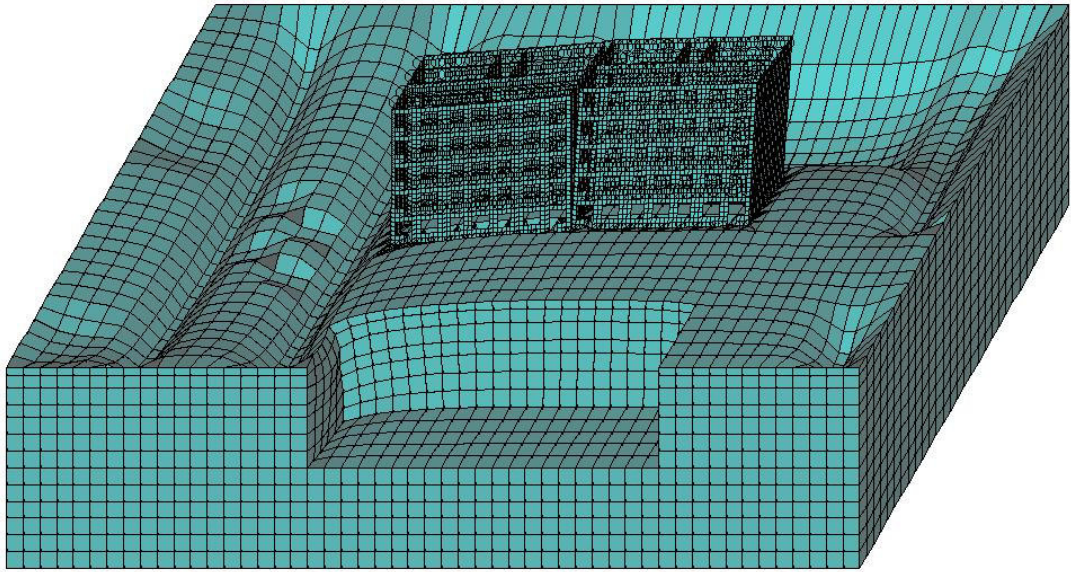


Рисунок 3.64 – Деформована схема будівлі від завантаження 1

Временная



Временная

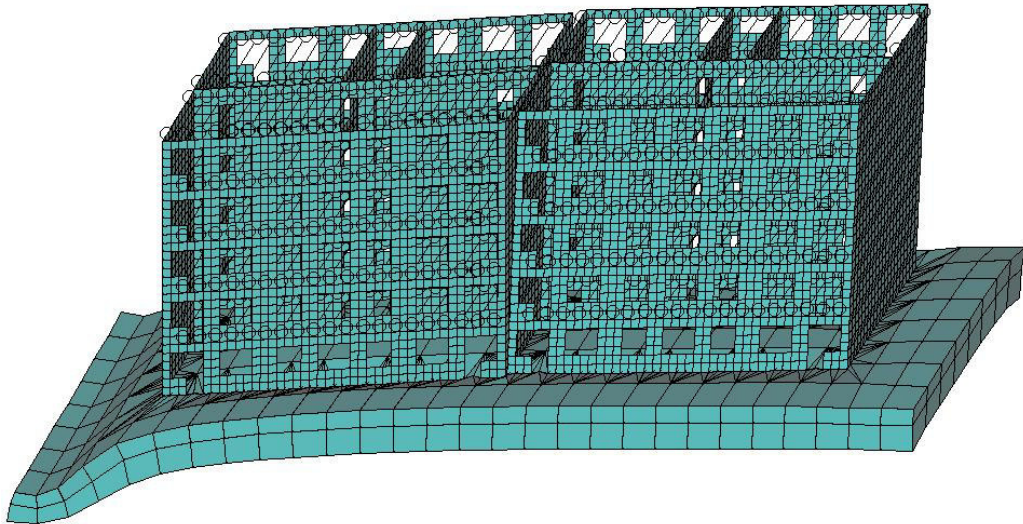
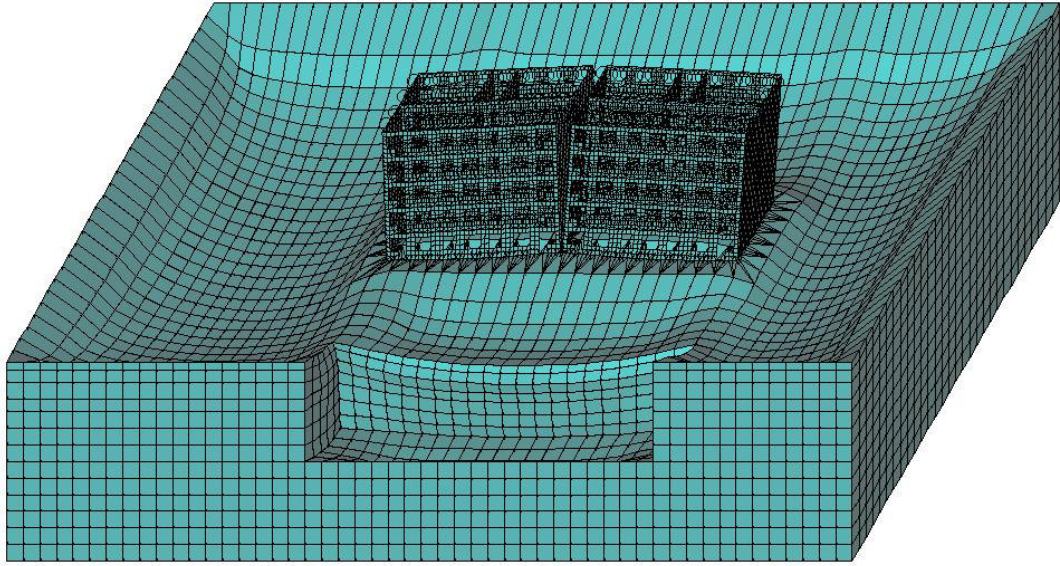
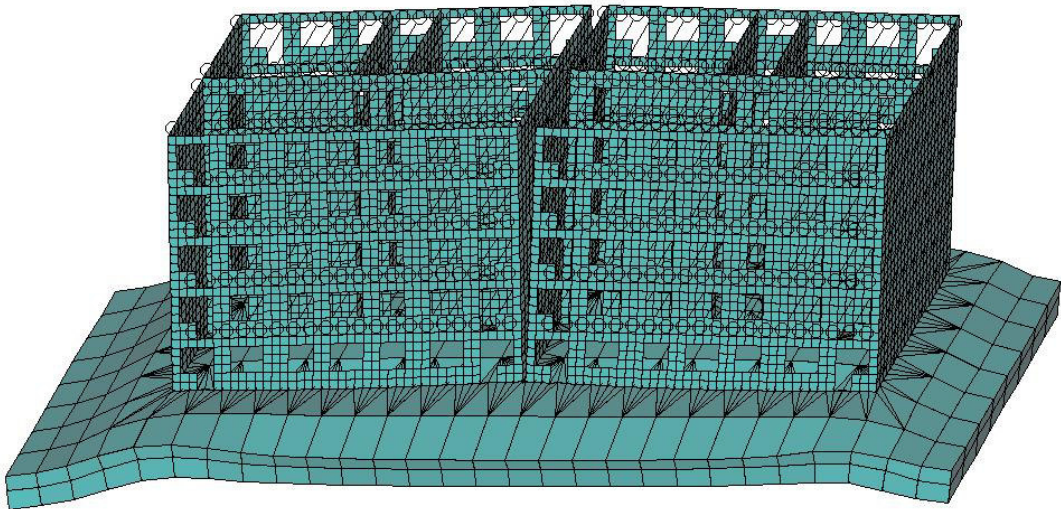


Рисунок 3.65 – Деформована схема будівлі від завантаження 2

Стор



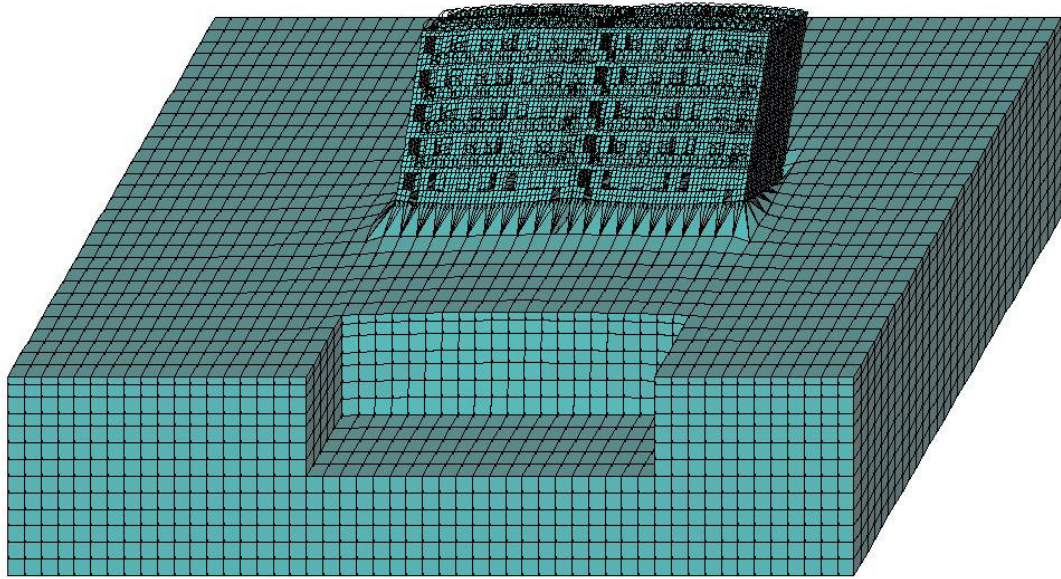
Z
Y
X
Стор



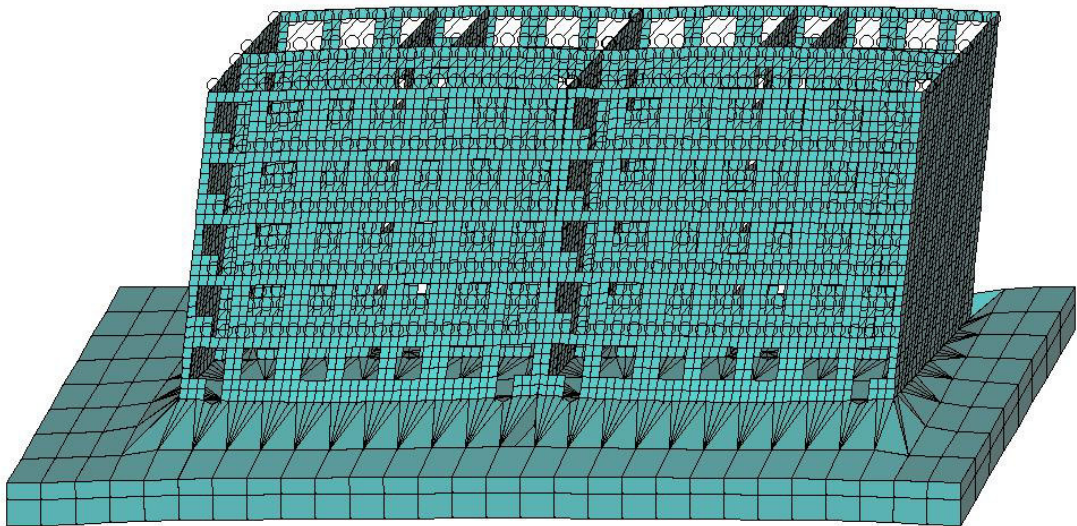
Z
Y
X

Рисунок 3.66 – Деформована схема будівлі від завантаження 3

Верх



Z
Y
X
Верх



Z
Y
X

Рисунок 3.67 – Деформована схема будівлі від завантаження 4

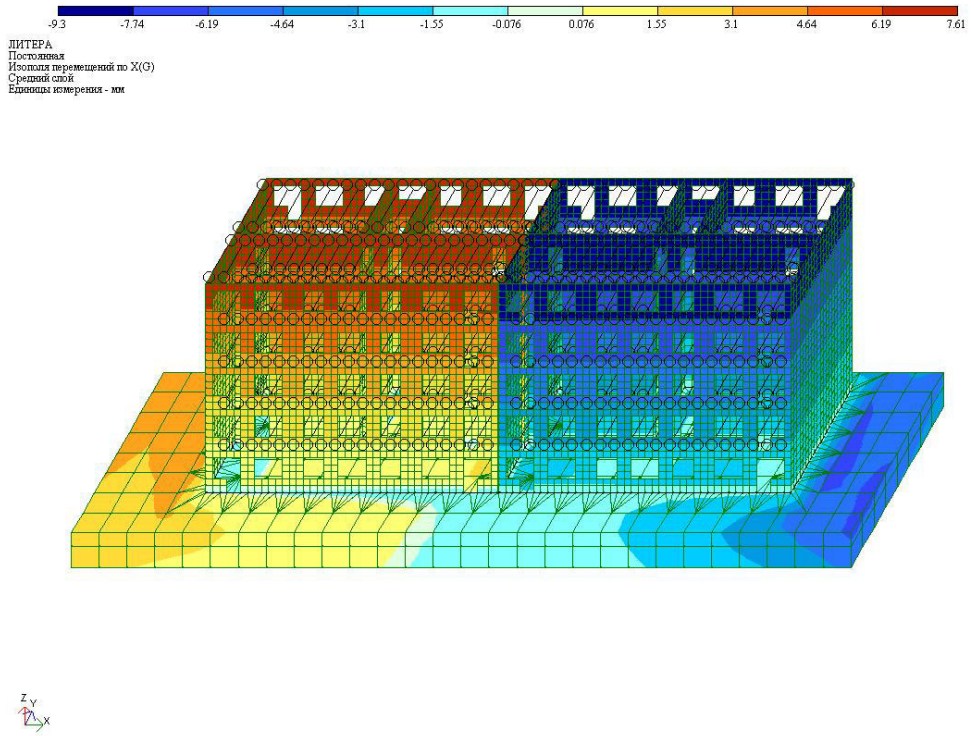


Рисунок 3.68 – Изополя перемещений по оси X від завантаження 1

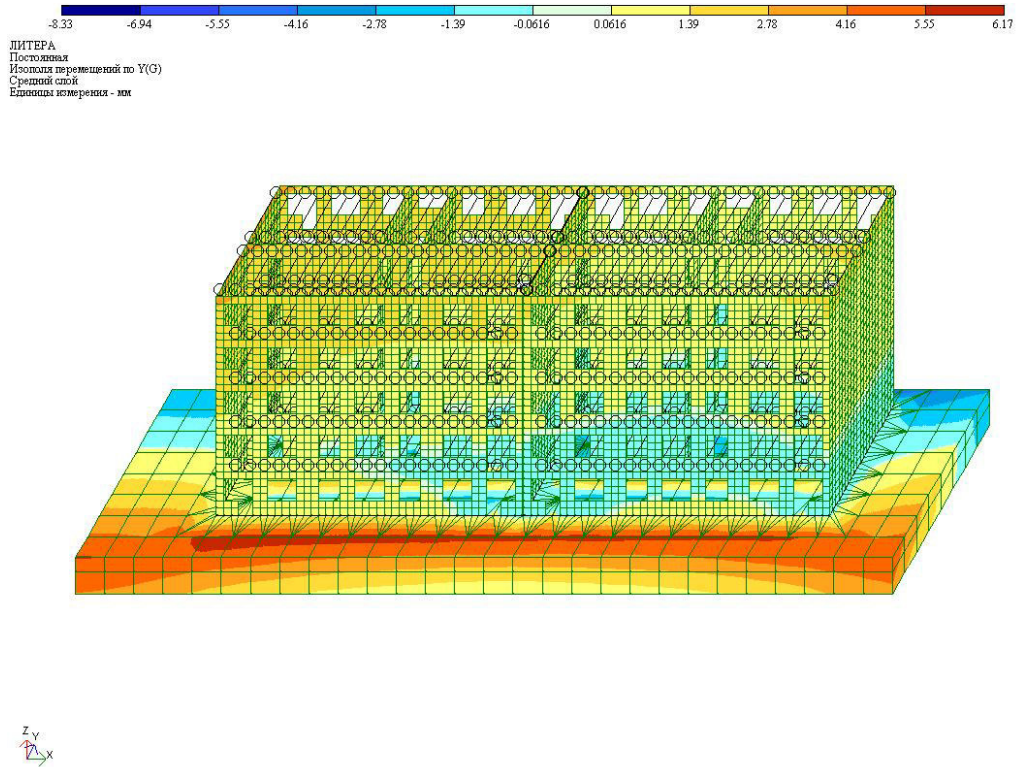


Рисунок 3.69 – Изополя перемещений по оси Y від завантаження 1

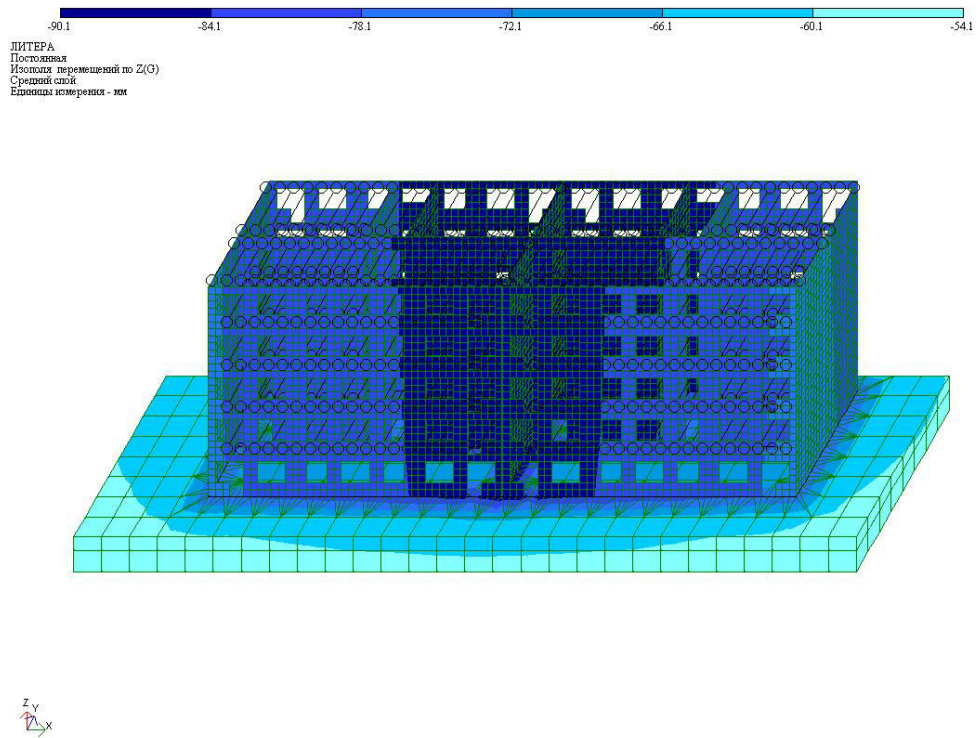
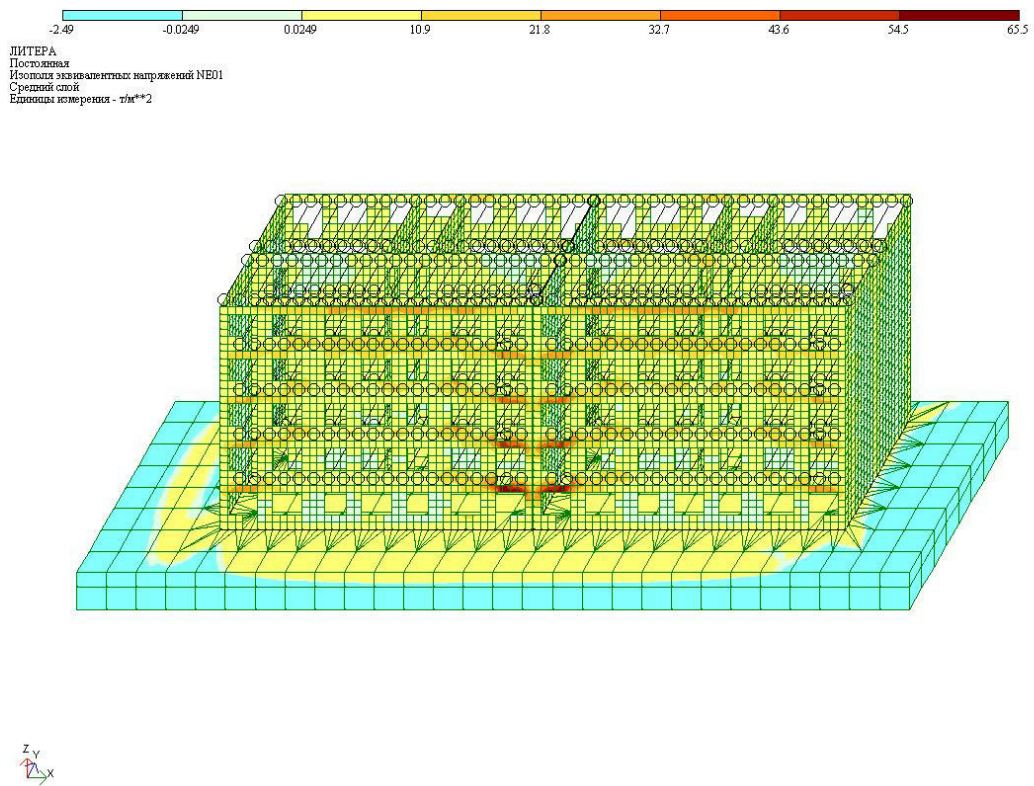


Рисунок 3.70 – Ізополюя переміщень по осі Z від завантаження 1

Рисунок 3.71 – Ізополюя еквівалентних напружень N_E від завантаження 1

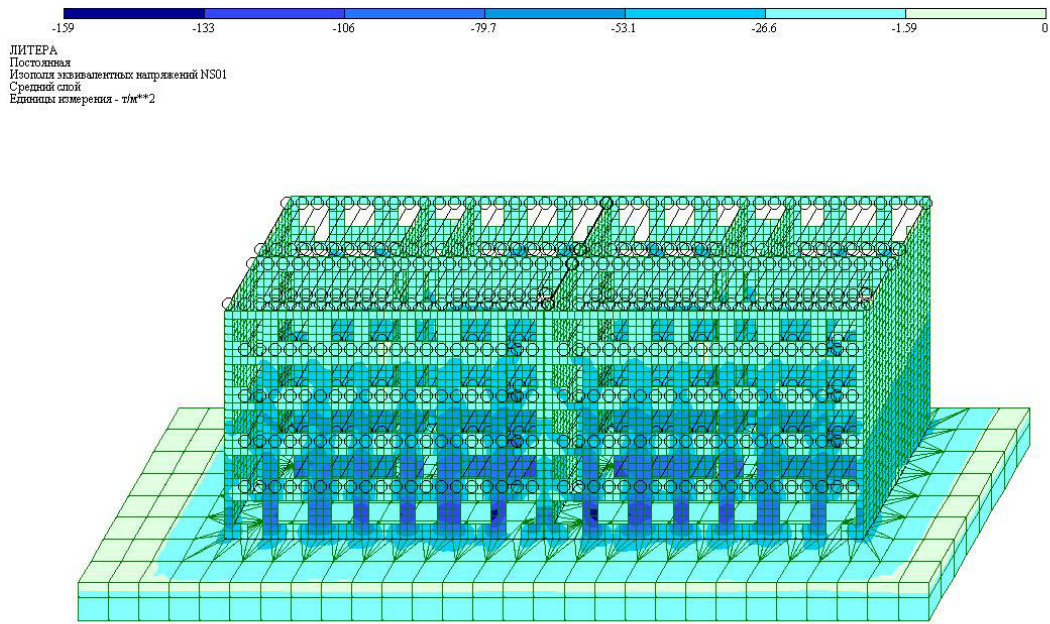


Рисунок 3.72 – Ізополя еквівалентних напружень N_S від завантаження 1

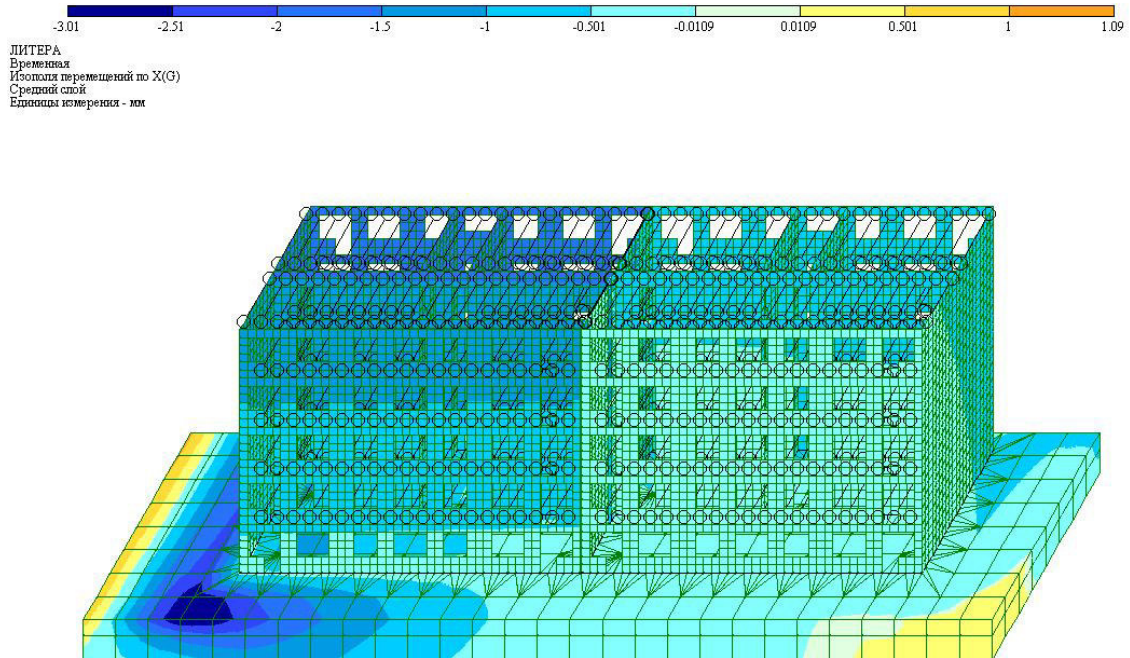
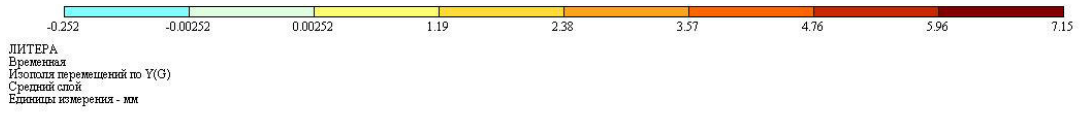


Рисунок 3.73 – Ізополя переміщень по осі X від завантаження 2



ЛИТЕРА
Временная
Изополюса перемещений по Y(G)
Средний слой
Единицы измерения - мм

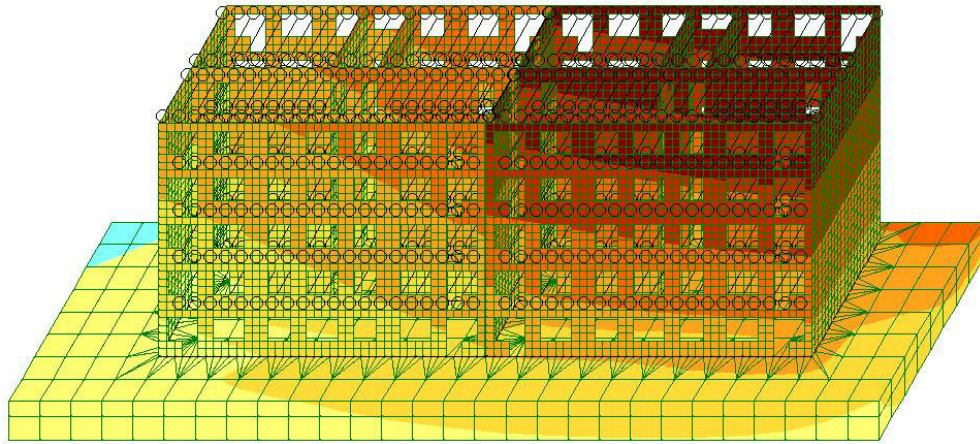


Рисунок 3.74 – Изополюса перемещень по осі Y від завантаження 2



ЛИТЕРА
Временная
Изополюса перемещений по Z(G)
Средний слой
Единицы измерения - мм

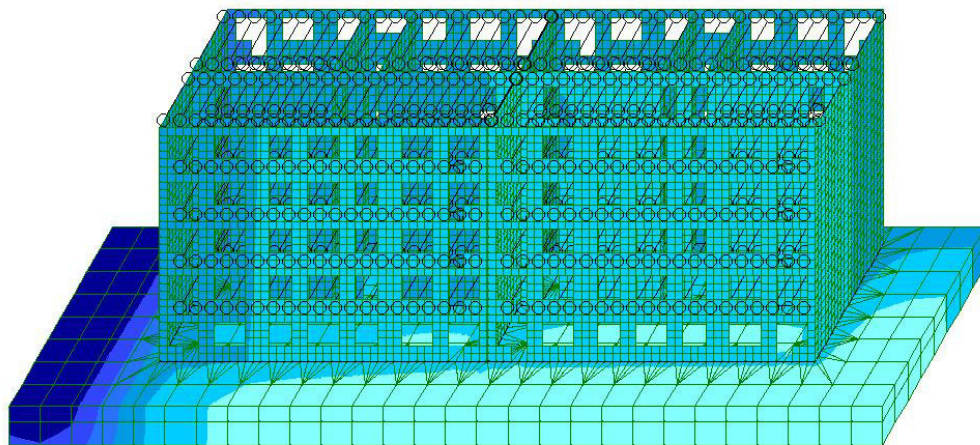


Рисунок 3.75 – Изополюса перемещень по осі Z від завантаження 2

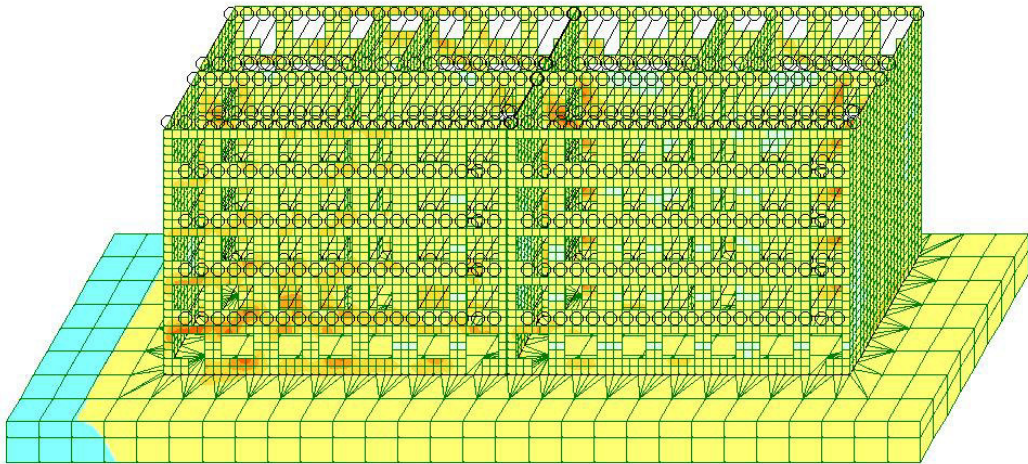
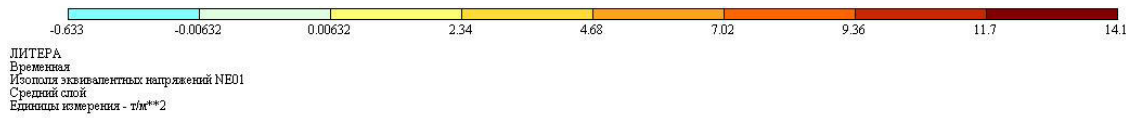


Рисунок 3.76 – Изополя эквивалентных напряжений N_E від завантаження 2

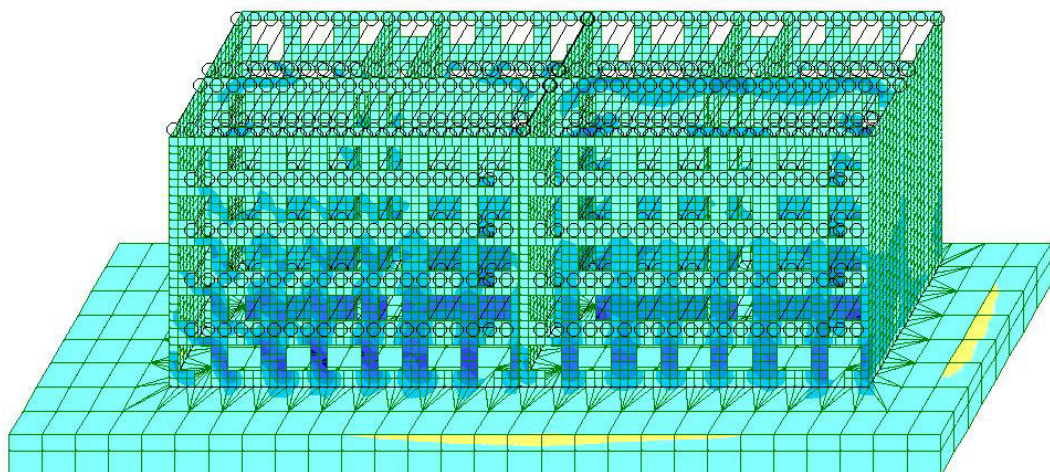


Рисунок 3.77 – Изополя эквивалентных напряжений N_S від завантаження 2

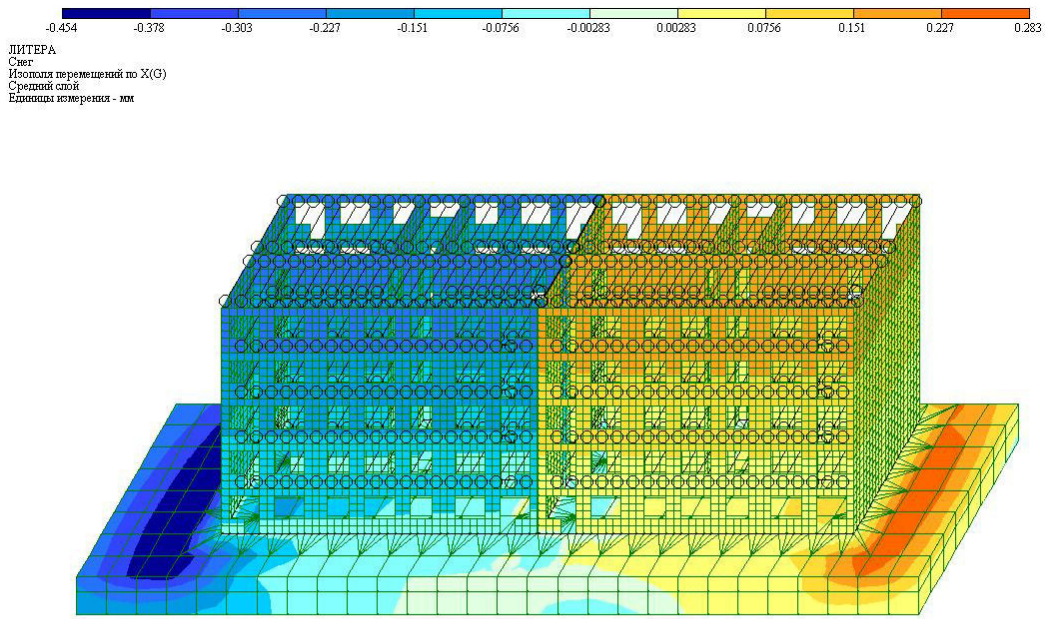


Рисунок 3.78 – Изополя перемещень по осі X від завантаження 3

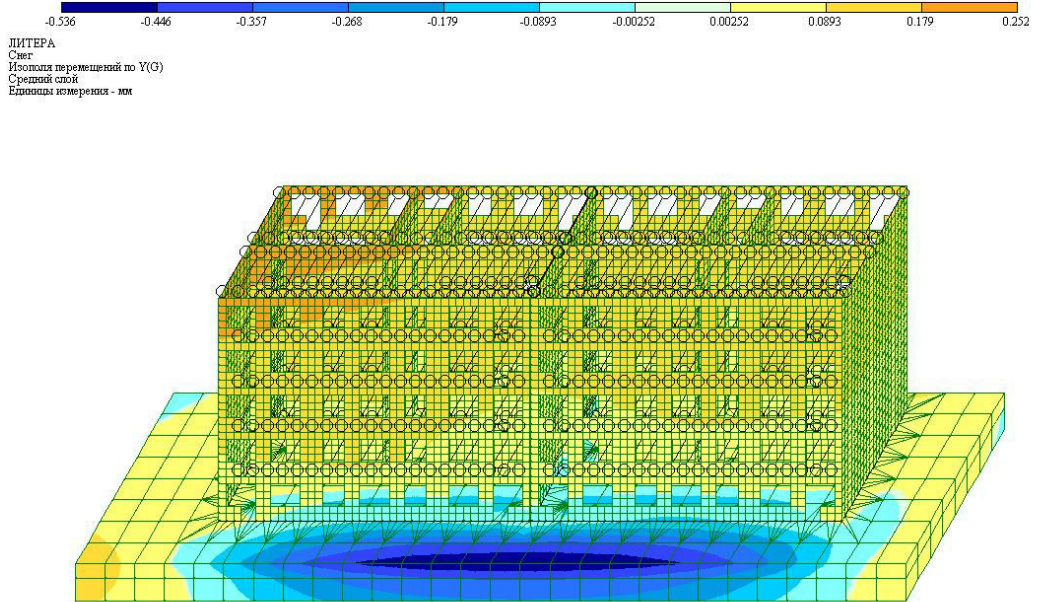


Рисунок 3.79 – Изополя перемещень по осі Y від завантаження 3

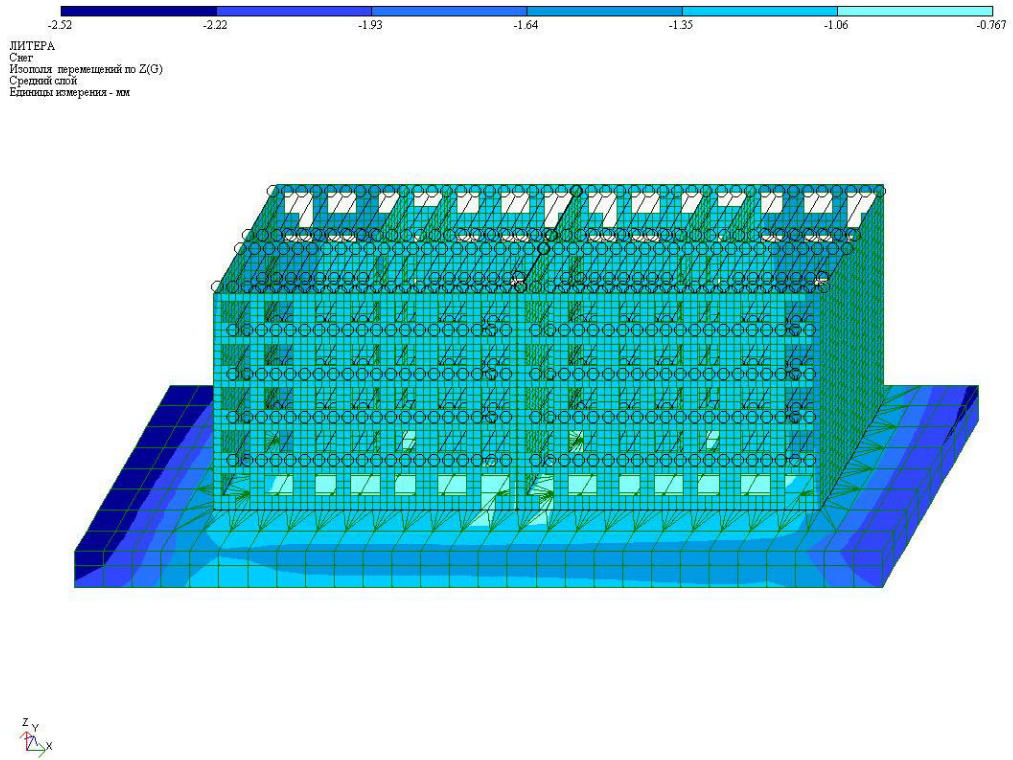


Рисунок 3.80 – Изополюса перемещений по оси Z від завантаження 3

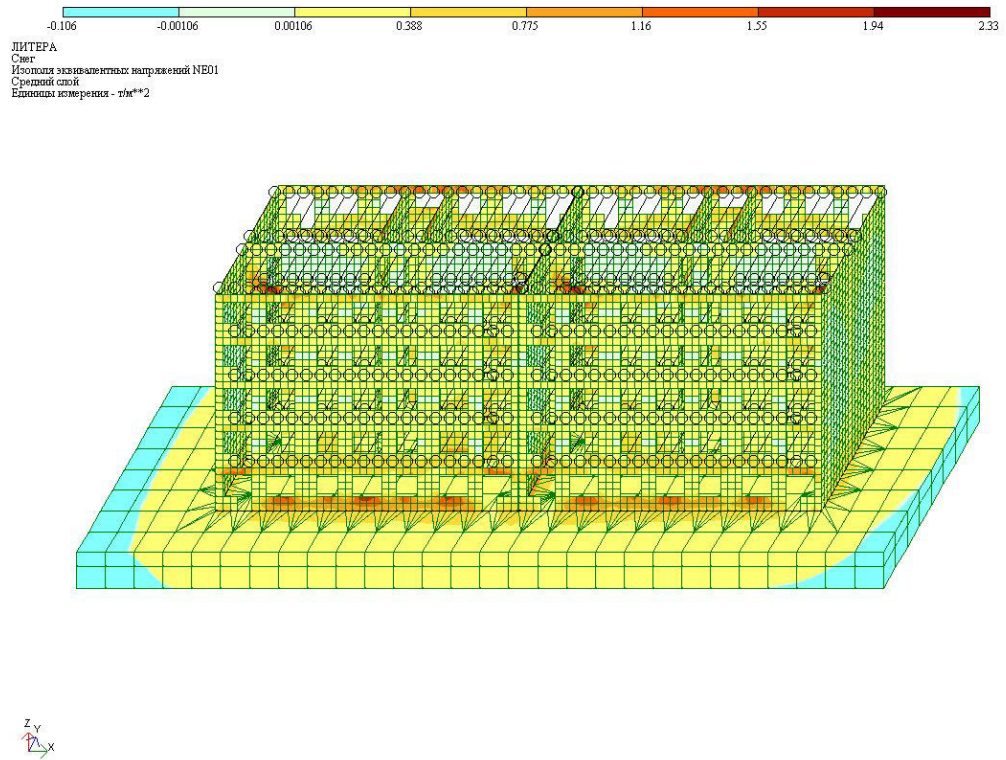


Рисунок 3.81 – Изополюса эквивалентных напряжений N_E від завантаження 3

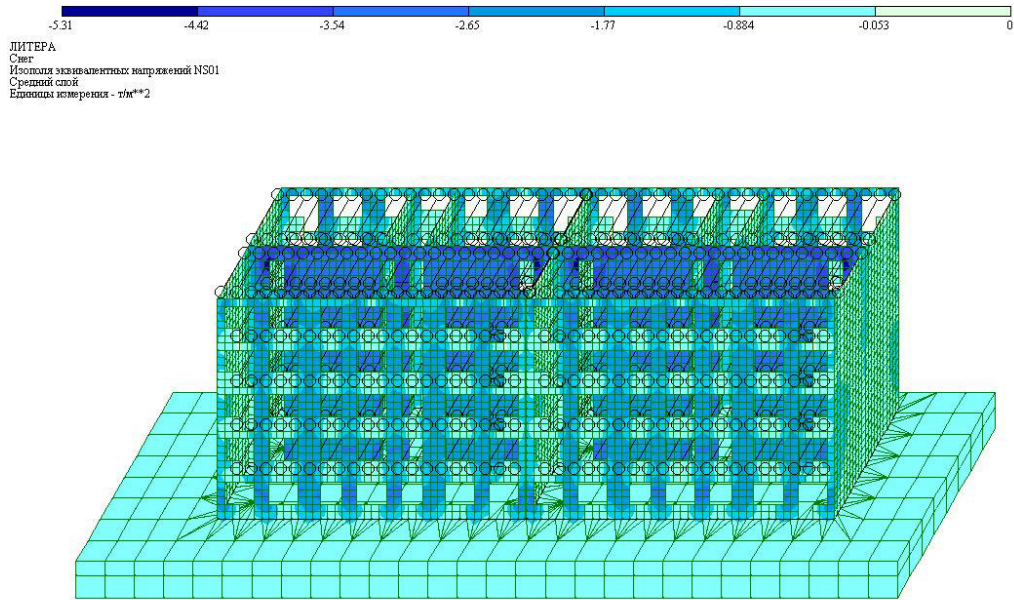


Рисунок 3.82 – Ізополя еквівалентних напружень N_S від завантаження 3

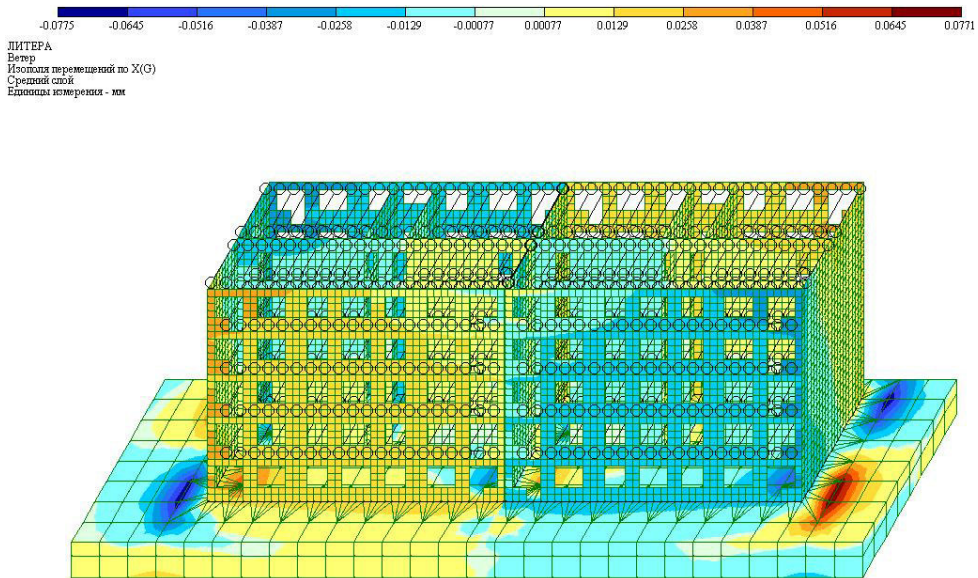


Рисунок 3.83 – Ізополя переміщень по осі X від завантаження 4

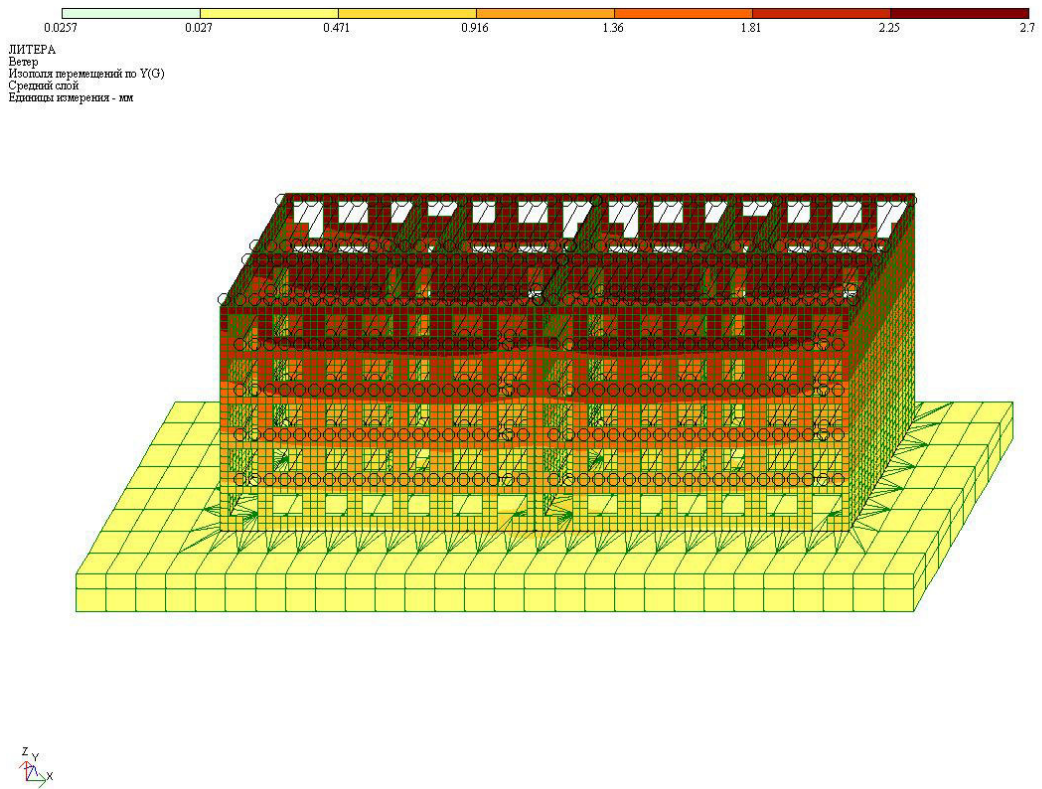


Рисунок 3.84 – Изополю переміщень по осі Y від завантаження 4

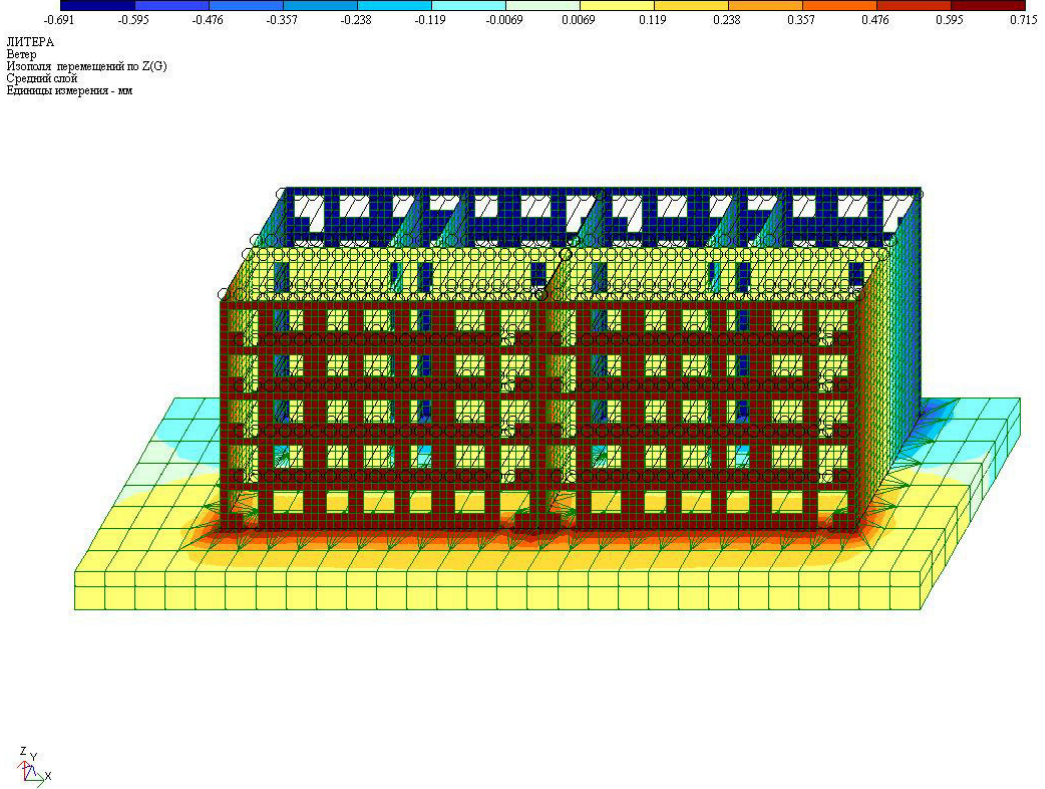


Рисунок 3.85 – Изополю переміщень по осі Z від завантаження 4

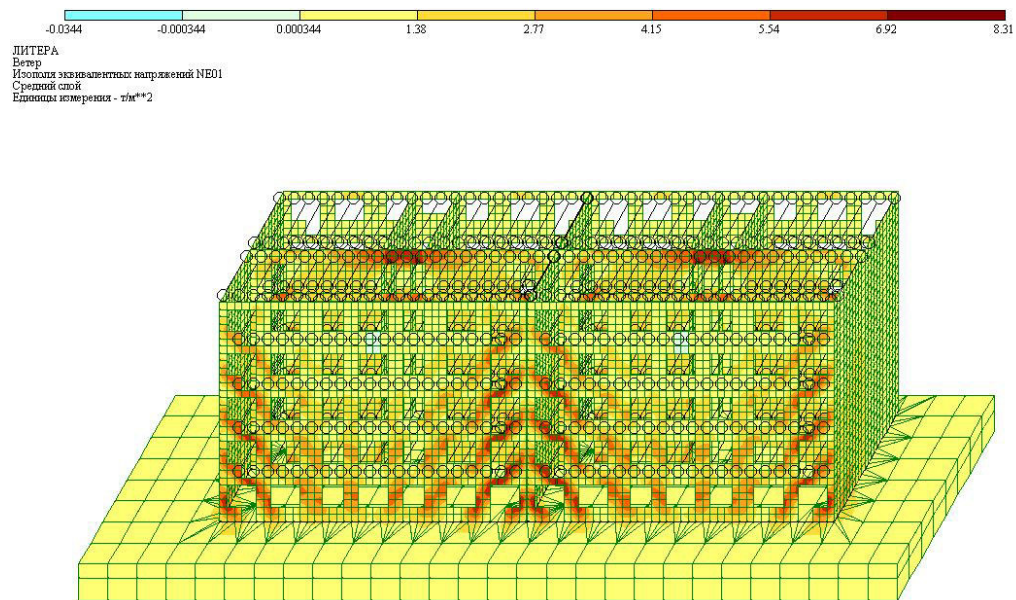


Рисунок 3.86 – Изополю эквивалентных напряжений N_E від завантаження 4

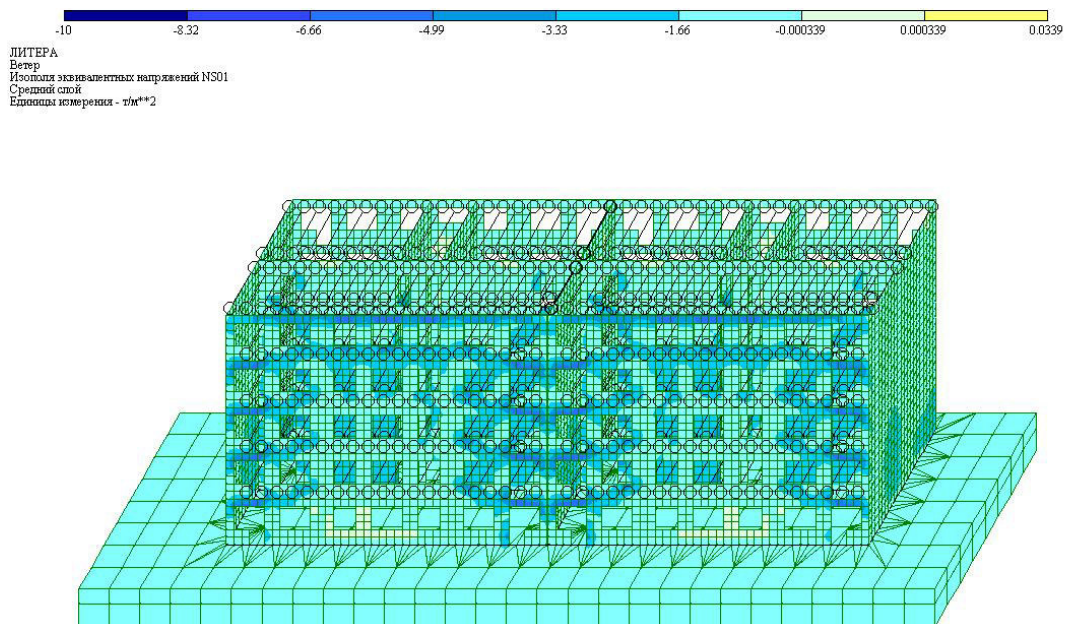


Рисунок 3.87 – Изополю эквивалентных напряжений N_S від завантаження 4

3.5 Аналіз результатів порівняльного розрахунку за трьома варіантами розрахункових моделей будівлі

Таким чином, розрахунок проводився в трьох варіантах:

1. Просторова модель будівлі з жорсткою основою без урахування ґрунтової масиву.

2. Просторова модель з урахуванням ґрунтового масиву та його реальних механічних властивостей.

3. Просторова модель з урахуванням ґрунтового масиву і навколишньої забудови – сусідніх будинків, розритого котловану глибиною 12 метрів, новобуду, автомобільних доріг і трамвайних колій.

В усіх трьох моделях було прикладене однакове навантаження за чотирма завантаженнями:

- а) постійним навантаженням;
- б) корисним (тимчасовим) навантаженням;
- в) сніговим навантаженням;
- г) вітровим навантаженням.

В третьому варіанті моделі також були враховані динамічні навантаження, викликані рухом трамваїв за найбільш несприятливим сполученням навантажень.

Були розраховані співвідношення результатів за першою, другою та третьою моделями, які наведені на слайдах.

Переміщення, отримані за другою та третьою моделями, значно перебільшують переміщення, отримані за першою моделлю (приблизно у 200 разів).

Напруження, отримані за другою та третьою схемами, перебільшують напруження, отримані за першою схемою, майже у 2 та 1,7 рази відповідно.

Переміщення, отримані за третьою моделлю, відрізняються від значень для другої моделі майже у 12 разів.

При розрахунку третьої моделі отримані напруження, які на 38 % більші, ніж при розрахунку другої моделі.

3.6 Висновки за розділом 3

1. Просторова розрахункова модель будівлі без урахування ґрунтової основи, що найчастіше використовується інженерами-проектувальниками та рекомендується будівельними нормами при статичних і динамічних розрахунках будівельних конструкцій, будівель і споруд, не враховує вплив зовнішніх факторів, що виникають під час експлуатації будівлі.

2. Просторова розрахункова модель будівлі з урахуванням ґрунтової основи у вигляді масиву об'ємних скінчених елементів, сформована за існуючою уточнюючою інженерною методикою, що використовується інженерами-проектувальниками у поодиноких випадках (з причини складності її формування) та рекомендується будівельними нормами лише при статичних і динамічних розрахунках будівельних конструкцій, будівель і споруд на просідаючих ґрунтах і підроблюваних територіях, дає змогу врахувати зовнішні фактори, що виникають під час експлуатації будівлі частково. Використання цієї моделі для будівель і споруд, що експлуатуються впродовж тривалого часу в умовах ущільненої міської забудови, може бути недостатнім.

3. При визначенні або перевірці НДС елементів будівельних конструкцій, будівель і споруд, що експлуатуються впродовж тривалого часу в умовах ущільненої міської забудови, обов'язково необхідно користуватися запропонованою просторовою розрахунковою моделлю будівлі із урахуванням як ґрунтового масиву, так і прилеглої території, а також сукупності всіх зовнішніх факторів, що на ній діють.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Значних досліджень за обраною темою роботи ніхто не проводив.

2. Визначені зовнішні фактори, які є непроєктованими, але діють на будівлі в умовах щільної міської на стадії експлуатації впродовж усього терміну. На будівлі з великим терміном експлуатації вплив цих факторів є набагато значнішим, ніж на нові споруди. Одним із головних експлуатаційних факторів визначена наявність поряд з існуючою забудовою незавершеного будівництва.

3. Існуючі нормативні документи не мають чітких положень та рекомендацій щодо розрахунків будівель з тривалим терміном експлуатації в умовах ущільненої забудови та перевірки НДС їх конструкцій. Також відсутні вимоги урахування більшості зовнішніх експлуатаційних факторів при проектуванні нових будівель.

4. Розрахункові моделі, що рекомендуються будівельними нормами та найчастіше використовуються проектувальниками, не дають дійсної картини НДС конструкцій будівель і споруд, що експлуатуються впродовж тривалого часу в умовах ущільненої забудови, що підтверджено експериментом.

5. Запропонована якісно нова розрахункова модель, яка враховує не тільки будівлю або споруду, що розраховується, у сукупності з ґрунтовим масивом, але й прилеглу забудову та зовнішні фактори, що виникають на стадії експлуатації. Доведена необхідність використання такої моделі для перевірки НДС конструкцій будівель і споруд з тривалим терміном експлуатації в умовах ущільненої міської забудови. Різниця між результатами розрахунку другої та третьої моделей складає 1200 % за переміщеннями та 38 % за напруженнями (у бік збільшення значень).

7. Закладені основи інженерної методики визначення НДС будівельних конструкцій, будівель і споруд з тривалим терміном експлуатації в умовах ущільненої міської забудови із урахуванням зовнішніх факторів, що виникають на стадії експлуатації.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Швець В. Б., Бойко І. П., Винников Ю. Л., та ін. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти : підручник. Дніпропетровськ: Пороги, 2012. 196 с.
2. Коновалов П. А., Коновалов В. П. Основания и фундаменты реконструируемых зданий : монографія. Москва: АСВ, 2011. 384 с.
3. Улицкий В. М., Шашкин А. Г., Шашкин К. Г. Геотехническое сопровождение развития городов: практическое пособие по проектированию зданий и подземных сооружений в условиях плотной застройки. Санкт-Петербург: Стройиздат, 2010. 551 с.
4. ДБН В.2.1-10-2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. (Державні будівельні норми України).
5. Сотников С. Н. Строительство и реконструкция фундаментов зданий и сооружений на слабых грунтах : автореф. дис. на получение науч. степени д.т.н. Москва: МИСИ, 1987. 50 с.
6. Обеспечение безопасности и мониторинга большепролетных и высотных зданий в ходе эксплуатации. Национальный исследовательский московский государственный строительный университет. URL: <http://euis.mgsu.ru/organizations/RealizDogovorov/realizatsiya-2009/2009-4-polnye/11.5.1.5-Obesp-Bezopasnosti-polnaya.pdf> (дата звернення: 2020-01-08).
7. Аута Самуель Махута. Динамический расчет многоэтажных зданий в ветровом потоке : автореф. дис. на получение науч. ступени д.т.н. Санкт-Петербург: САУ, 2006. 60 с.
8. Самсонов А. В. Рациональное проектирование конструкций и пружинной изоляции зданий, подвергающихся динамическим воздействиям : автореф. дис. на получение науч. степени д.т.н. Санкт-Петербург: САУ, 2003. 158 с.
9. Берлинов М. В. Основы комплексной оценки динамической работы

строительных конструкций при вибрационных воздействиях промышленного оборудования : автореф. дис. на получение науч. степени д.т.н. Москва: МИКХС, 2003. – 302 с.

10. Банах А. В. Вплив динамічних дій на міцність і комфортність будівель, що експлуатуються у складних інженерно-геологічних умовах : дис. на здобуття наук. степеня к.т.н. Запоріжжя: ЗДІА, 2011. 209 с.

11. Банах А. В., Банах В. А. Динамічні впливи на будівлі при реконструкції та особливості їх врахування. II Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Будівництво, реконструкція і відновлення будівель міського господарства». Харків: ХНАМГ, 2007. С. 41-43.

12. Хайдуков Г. К., Богданова Е. Н. Железобетонные конструкции высотных зданий: проблемный доклад. *Строительство и архитектура*. Москва: ВНИИНТПИ, 2003. 88 с.

13. Цайдлер Э. Многофункциональная архитектура. Москва: Стройиздат, 1988. 151с.

14. Покровский А. А. Применение смешанной формы МКЭ к прослеживанию стадий работы конструкций. *Строительная механика и расчет сооружений*. 2006. № 3. С. 39-43.

15. Зенкевич О. К. Метод конечных элементов в технике. Москва: Мир, 1975. 542 с.

16. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. Москва: Москомархитектура, 1999. 35 с.

17. Саваренский Е. Ф. Сейсмические волны. Москва: Недра, 1972. 292 с.

18. Есипенко А. Д. Научные основы обеспечения надежности и безопасной эксплуатации зданий и сооружений : автореф. дис. на получение науч. степени д.т.н. Киев: НИИ ИНСТРОЙ, 2007. 386 с.

19. МАГ БУД. Будівельна компанія. URL: <http://mag-bud.com.ua/ru/glavnaja.html> (дата звернення: 2019-11-28).

20. Белоконь К. В., Суржицька Л. А. Цивільний захист : методичні

вказівки до виконання домашньої контрольної роботи, практичних та самостійних робіт для студентів ЗДІА всіх спеціальностей денної та заочної форми навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2014. 157 с.

21. Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Цивільний захист» для вищих навчальних закладів, затверджена заступником міністра освіти і науки, молоді та спорту України 31.03.2011 р.

22. Закон України «Про цивільну оборону України» № 297-ХІІ. Київ: Відомості Верховної Ради України, 1993.

23. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Київ: Відомості Верховної Ради України, 1991. № 41. Ст. 546.

24. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» № 1809-ІІІ. Київ: Відомості Верховної Ради України, 2000.

25. Бикова О. В. Болієв О. В., Деревинський Д. М. та ін. Основи цивільного захисту. К.: Навч. Посібник, 2008. 223 с.

26. Квітковський Ю.В. Цивільний захист : методична розробка для проведення семінарського заняття. Харків: ХНУ, 2013. 30 с.

27. Киевская недвижимость. 480-серия. URL: <http://kievbuilding.com.ua/index.php/classif/hruschovki/480-seria> (дата звернення: 2019-12-23).

28. Серии домов и планировки. Семейство 1-480. URL: <http://tipdoma.com/2010/02/semejstvo-serij-1-480/> (дата звернення: 2019-12-15).

29. Выбери лучшее. База знаний. URL: <http://www.allbest.ru/> (дата звернення: 2019-12-15).

30. Державні будівельні норми України. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. URL: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-753> (дата звернення: 2020-01-09).

31. Немчинов Ю. И., Марьенков Н. Г., Кукунаев В. С. и др. Государственные строительные нормы «Строительство в сейсмических

районах Украины». *Будівельні конструкції. Будівництво в сейсмічних районах України* : міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць. Київ: НДЦБК, 2006. Вип. 64. С. 3-19.

32. Солдак А. Г., Негода А. П. Районирование территории юга УССР применительно к обоснованию мелиоративного строительства. *Инженерная геология*. 1990. Вип. 5. С. 66-75.

33. Коротких И. В. Оценка строительных свойств грунтов. Киев: Будівельник, 1979. 56 с.

34. Державні будівельні норми України. ДБН А.2.1-1-2014. Інженерні вишукування для будівництва. URL: http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_a_2_1_1_2014/1-1-0-1167 (дата звернення: 2020-01-09).

35. Обрушение жилого дома в Мумбаи. URL: <http://goldmaximum.ru/2013/09/27/obrushenie-zhilogo-doma-v-mumbai.html> (дата звернення: 2019-11-09).

36. Самые масштабные разрушения зданий в мире. URL: <http://enkibiz.com/articles/samye-masshtabnye-razrusheniya-zdaniy-v-mire> (дата звернення: 2019-11-09).

37. Самые масштабные разрушения зданий в мире (продолжение). URL: <http://enkibiz.com/articles/samye-masshtabnye-razrusheniya-zdaniy-v-mire-4926> (дата звернення: 2019-11-09).

38. Самые масштабные разрушения зданий в мире. Часть 2. URL: <http://enkibiz.com/articles/samye-masshtabnye-razrusheniya-zdaniy-v-mire-chast-2-3009> (дата звернення: 2019-11-09).

39. Город в опасности: дома в центре Одессы рушатся как карточные домики от мелкого дождя и ветра. *Одесса-Медиа*. URL: <http://odessamedia.net/obzor-pressi/gorod-v-opasnosti-doma-v-centre-odessi-rushatsya-kak-kartochnie-domiki-ot-melkogo-dojdya-i-vetra/> (дата звернення: 2019-12-20).

40. Оползень на Тополе. *Живой журнал*. URL: <http://tov-tob.livejournal.com/68681.html> (дата звернення: 2019-12-20).

41. Хуссам Ахмад Амін, Банах А. В. Інженерне перетворення забудованих територій. *Матеріали XXIV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів (Запоріжжя, 26-29.11.2019 р.)*. Запоріжжя: Інженерний інститут ЗНУ, 2019. Том II. Проблеми сучасного будівництва, екологічної безпеки та охорони праці. 164 с. С. 16-17.

42. Городецкий А. С. ПК ЛИРА, версия 9. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций : справочно-теоретическое пособие. Киев-Москва: Факт, 2003. 464 с.

43. Городецкий А. С., Батрак Л. Г., Городецкий Д. А. и др. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона (проблемы, опыт, возможные решения и рекомендации, компьютерные модели, информационные технологии). Киев: Факт, 2004. 106 с.

44. Маценко А. М. Взаємодія будівель і споруд з ґрунтовою основою при динамічних та сейсмічних впливах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.01 «Будівельні конструкції, будівлі і споруди». Киев, 2001. 17 с.

ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи

здобувача ступеня вищої освіти «магістр» Хуссама Ахмаду Аліма
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота магістра на тему: "Взаємодія забудови та ґрунтового масиву при інтенсивному перетворенні міських територій"

виконана дуже до завдання, визначає темі, містить ^{кількість} ~~кількість~~ листів
(не) згідно (не) відповідає
графічного матеріалу і пояснювальну записку з 137 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією) —

зроблена розробкою статусу конструкторів існуючих об'єктів міської забудови при реконструкції міських територій город; замовлення відсутнє, але робота урештована як експертна перш за все бюджетних коштів і переважність аварій у перураном фондом

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багатоваріантності) розрахунки виконано в повному обсязі за декількома варіантами, що викликаються в інженерній практиці, хоч і відсутні певні швидкі обґрунтовані дані

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр» високий достатній для процесу урештовання ступеня вищої освіти "магістр"

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач всі задачі вирішувалися самостійно, навіть при наявності вказівок і підказок

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень експериментальні дослідження виконано у повному обсязі, над-

найвищої рівень досягнень

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі

на всіх етапах наукової діяльності - в усьому аналізі джерел та організації презентаційних матеріалів і чергування роботи за допомогою перманентні технології: MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, ПК LIRA-Windows та інші

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів

визначає

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи

дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість

наукова цінність

висока в обґрунтованій необхідності функціонування підприємств на території держави з збереженням її природної дивизии

10. У кваліфікаційній роботі магістра можна відмітити такі недоліки:

1) забачено фонетичне римування у презентації та невдало обрані кольори написів на слайдах;

2) немає прикладів суттєвих державних будівель саме в усьому нашого колективу.

Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана на високому рівні

і при відповідному захисті заслуговує на оцінку:

кількість балів 95 національною визначено ЕКТС A

Керівник д-р.інж. МРТ, доцент, к.т.н. [підпис] Бонях А.В.
(посада, науковий ступінь) (підпис) (ПІБ)

Рецензія

На кваліфікаційну роботу здобувача ступеня вищої освіти «магістр» _____

на тему Хуссам Ахмед Алі
Взаємодія забудови на прибережній
масиву при інтенсивному аероілюванні
міської території

Кваліфікаційна робота магістра виконана згідно до завдання в повній мірі, не (не) згідно відповідає темі, не (відповідає)

містить тринадцять листів графічного матеріалу і пояснювальну записку з 137 сторінок.

1. Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Тема актуальна та повністю
закрита, проблема дослідження
формульована, чітко високі завдання
на розв'язання

2. Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика дослідження, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки)

результати досліджень за проблемою
визначені шляхи вирішення, необхідні
додаткові дослідження, методи роботи
чіткі, елементи її розробки;
дослідження є повноцінним науковим
роботом

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу)

Роботу виконано з застосуванням комп'ютерних
технологій, оформлена чітко та
технічно грамотно, матеріал викладено
у науковому стилі, розділи роботи мають
логічний зв'язок з одними

4. Практична значимість результатів роботи (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко - економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи) _____

Результати на міжнародній рівні та
виробляються на державному рівні;
техніко-економічні показники свідчать, що
супервизор повинен виконати всі кон-
кретні роботи за встановленим обся-
гом завдань; необхідним навчанням.

5. Недоліки кваліфікаційної роботи магістра _____

1) Відсутність прикладів зупинки роботи
всередині процесу, який виконується
в університеті.

6. Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана (ний) на найвищому рівні

і заслуговує оцінки:

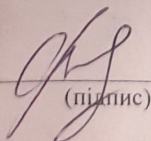
кількість балів 92

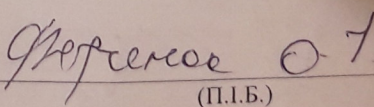
за національною шкалою відмінно

за шкалою ЕКТС A

Рецензент Горькава М.В., декан ФБФ

(посада, місце роботи)


(підпис)


(П.І.Б.)