

УДК 621.878.2

**В. В. ТАРАН, Д. Д. ПАРАХИН, Д. В. МУРИНЕЦ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ КАРКАСНО-МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ НА НЕУСТОЙЧИВОМ ОСНОВАНИИ**

**Аннотация.** Приведены общие сведения о применении выравнивающих устройств при возведении каркасно-монолитных зданий. Более детально рассмотрена технология монтажа выравнивающих устройств с перечнем простых операций, составляющих процесс в целом. Представлена схема обоснования организационно-технологических решений возведения высотных каркасно-монолитных зданий. Даны общие рекомендации по нормоккомплекту орудий труда при выполнении работ на строительной площадке. Приведено краткое описание выравнивающих устройств, принцип работы каждого. Предложен уровень в каркасном здании с элементами колонн и плит перекрытия для расположения выравнивающих устройств. Рассчитаны технико-экономические показатели на монтаж выравнивающих устройств. Приведены показатели сравнения по трудоемкости, сметной стоимости и продолжительности монтажа.

**Ключевые слова:** каркасно-монолитные здания, технологичность, выравнивающие устройства.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Одной из главных проблем при возведении и эксплуатации каркасно-монолитных зданий на неустойчивом основании является обеспечение вертикальности их положения на стадии монтажа и, в дальнейшем, на стадии эксплуатации. Сложные инженерно-геологические условия являются основной причиной нестабильности оснований как строящихся, так и существующих объектов, что увеличивает риск потери их несущей способности. В связи с этим особое значение приобретает проблема контроля технического состояния несущих конструкций сооружений с целью предупреждения возникновения аварийных ситуаций и обоснованность выбора комплекса инженерных мероприятий по их недопущению. Контроль технического состояния несущих конструкций должен носить систематический характер и позволять осуществлять оценку происходящих изменений на основе количественных критериев, таких как прочность, жесткость и устойчивость конструктивных элементов нормативным требованиям. Если проектируемое здание расположено на неустойчивом основании, где происходят частые неравномерные оседания грунтов, то целесообразно применять выравнивающие устройства. Вопрос использования выравнивающих устройств остается достаточно слабо развитым.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Широкое применение конструкций выравнивающих устройств в практике строительства каркасно-монолитных зданий сдерживает практически полное отсутствие каких-либо исследований в области эффективности применяемых конструкций выравнивающих устройств экспериментального строительства в этой области.

Как показали исследования опыта возведения жилых и общественных зданий за последние годы в практике строительства, в том числе в условиях Донбасса, в основном, возводят каркасно-монолитные здания. Прежде всего это связано с простотой конструктивного решения, возможностью применение более гибкой архитектурно-планировочной системы здания. Воздействие горных выработок на здания и сооружения изменились в сторону увеличения, поскольку многократная подработка зданий и сооружений имеет иной характер напряженно-деформированного состояния в сравнении с

одионочной подработкой. При строительстве зданий и сооружений на подработываемых территориях, на территориях угленосных месторождений, под которыми проводятся горные разработки, вследствие выемки пластов происходит сдвигение горных пород, проявляющееся на земной поверхности в виде оседаний, наклонов, прогибов, горизонтальных сдвижений и других деформаций, которые вызывают значительные повреждения и даже разрушения зданий и сооружений [1]. Несмотря на распространенную проблему корректировки накренившихся зданий в практике строительства нет опыта применения выравнивающих устройств в каркасно-монолитных зданиях на стадии монтажа для дальнейшего использования их, по необходимости, в процессе эксплуатации.

Методы исправления кренов зданий путем подъема их частей гидравлическими домкратами рассмотрены в работах Э. М. Генделя [2], М. В. Зотова [3]. Методы исправления кренов зданий путем опускания их частей (песочницы, термопластические элементы) рассмотрены в работах А. А. Петракова [4], Н. А. Живодерова [5], Е. О. Брыжато́й [6].

Большую популярность в России приобрели выравнивающие устройства, разработанные М. В. Зотовым [3].

### ЦЕЛИ

Определить эффективность применения выравнивающих устройств при возведении каркасно-монолитных зданий для устранения деформации с учетом особенностей конструкции объекта, инженерно-геологических условий строительной площадки.

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Проблема защиты зданий и сооружений от неравномерного оседания является достаточно сложной, требующей глубокого понимания причины возникновения, знания степени ответственности защищаемого объекта и основных его параметров. Объемы защиты зданий и сооружений от неравномерных осадок в различных условиях могут существенно отличаться. Поэтому необходимо выявить факторы, которые будут оказывать влияние на стоимость и на трудоемкость производства работ в случае использования выравнивающих здания устройств (рис. 1).



**Рисунок 1** – Модель системы обоснования организационно-технологических решений возведения высотных каркасно-монолитных зданий.

Выравнивающие устройства должны отвечать такому требованию, как технологичность. Технологичность – это свойство конструкций, определяющее соответствие их требованиям технологии и позволяющее наиболее просто с наименьшими затратами труда, времени и средств производства осуществить их изготовление, транспортирование и монтаж при соблюдении требований безопасности работ и качества продукции. Технологичность монтажа характеризуется обобщенным свойством монтируемых конструкций, которое определяет соответствие требованиям технологии и позволяет при данных условиях изготовления транспортировать и производить монтаж с наименьшими затратами труда, материалов, средств и высоким качеством. Поэтому различают технологичность строительных конструкций при изготовлении, транспортировании и монтаже.

Раскрывается монтажная технологичность абсолютными и относительными показателями. Абсолютные показатели описывают строительно-технологическую характеристику возводимого объекта. К ним относятся количество ячеек, общее число элементов, количество укрупненных элементов, средняя масса одного элемента, максимальная масса монтируемого элемента, общая масса всех монтируемых элементов.

К числу показателей монтажной технологичности могут относиться и показатели конструктивной и технологической преемственности, рациональности используемого материала; уменьшения объемов и сложности транспортирования, сборочных и подгоночных операций и т. п. [7].

Технология монтажа выравнивающих устройств состоит из простых операций для которых требуются простые и распространенные монтажные и такелажные приспособления;

Для выравнивающих устройств, монтируемых в каркасно-монолитных зданиях, характерны общие виды работ по их монтажу на строительной площадке. К этим работам относятся:

1. Доставка.
2. Прием конструкции выравнивающего устройства.
3. Проверка на наличие дефектов.
4. Очистка места где будет установлено выравнивающее устройство.
5. Строповка устройства.
6. Подача к подготовленному месту монтажа.
7. Прием выравнивающего устройства.
8. Установка и выверка его в проектное положение.
9. Закрепление устройства.
10. Работы по антикоррозионной защите и герметизации выравнивающего устройства.
11. Защита выравнивающего устройства на период бетонирования вышележащих конструкций.

Следует понимать, что в зависимости от вида выравнивающего устройства, работы по его монтажу могут существенно отличаться, что будет влиять на общую трудоемкость и стоимость работ. Для этого необходимо выполнить моделирование систем выравнивающих устройств в зависимости от вида системы и материала основы устройства, а также с указанием ограничивающих факторов.

Операции по осуществлению монтажа выравнивающих устройств должны быть обеспечены нормокомплектом орудий труда. Нормокомплекты представляют собой такелажные и монтажные приспособления, которые были выбраны из справочников, каталогов, соответствующих типовых технологических схем [8, 9]. При выборе того или иного приспособления в первую очередь учитывается простота его конструкции и надежность использования.

В зависимости от конкретного вида устройств, набор необходимых приспособлений может отличаться. При выборе для конкретного выравнивающего устройства орудий труда, предпочтение следует отдавать монтажным приспособлениям с самоустанавливающимися и полуавтоматическими захватами, с максимальным ограничением степеней свободы конструкций при наводке, ориентировании и установке их в проектное положение, т. е. таким приспособлениям, которые обеспечивают снижение трудоемкости, повышение точности и безопасности монтажа выравнивающих устройств.

Рассмотрим, как введение того или иного выравнивающего устройства влияет на основные технологические параметры по возведению каркасно-монолитного здания. Для исследований отобраны наиболее приемлемые варианты выравнивающих устройств:

- выравнивающее устройство, работающее на принципе изъятия песка из основы устройства (ВУ1);
- выравнивающее устройство, которое работает на принципе расплавления термопластичных элементов и удаления их из основы устройства (ВУ2);
- выравнивающее устройство, с поршневым гидравлическим домкратом, которое по необходимости может поднимать или опускать части здания (ВУ3).

ВУ1 характеризуется принципом действия, которое опускает части здания, располагается в здании на цокольном этаже, монтируется отдельно в каждую колонну. По типу системы выравнивающего устройства относится к "песочницам", повторяет форму колонн здания поэтому имеет прямоугольную форму основания устройства, выполненную из металла. ВУ1 приемлемо для исправления крена зданий большой этажности путем опускания частей здания, процесс корректировки здания может повторяться. С практической точки зрения ВУ1 не рекомендуется для зданий с повышенной влажностью, поскольку, если песок наберет влагу, это может оказать негативное воздействие на процесс корректировки здания.

ВУ2 характеризуется принципом действия, которое опускает части здания, располагается в здании на цокольном этаже, монтируется отдельно в каждую колонну. По типу системы выравнивающего устройства относится к системам с термопластичными элементами, повторяет форму колонн здания, поэтому имеет прямоугольную форму основания устройства, выполненную из металла. ВУ2 приемлемо для исправления крена зданий большой этажности путем опускания частей здания, процесс корректировки здания может повторяться. С практической точки зрения ВУ1 здания не рекомендуется для зданий с нагревательными процессами, поскольку нарушение технологического процесса может привести к неподконтрольному расплаву термопластичного элемента.

ВУ3 характеризуется подъемно-опускным принципом действия, располагается в здании на цокольном этаже, монтируется отдельно в каждую колонну. По типу системы выравнивающего устройства относится к домкратным системам, а именно системе с поршневым гидравлическим домкратом. Опорная часть повторяет форму колонн здания, поэтому имеет прямоугольную форму, выполненную из металла. ВУ3 приемлемо для исправления крена зданий большой этажности, путем опускания или подъема его частей его.

Для выявления всей совокупности факторов, которые могут оказывать влияние на выбор выравнивающего устройства при возведении вертикальных конструкций, предложено рассматривать часть каркасного здания с элементами колонн и плит перекрытий, расположенную на уровне их монтажа (рис. 2).

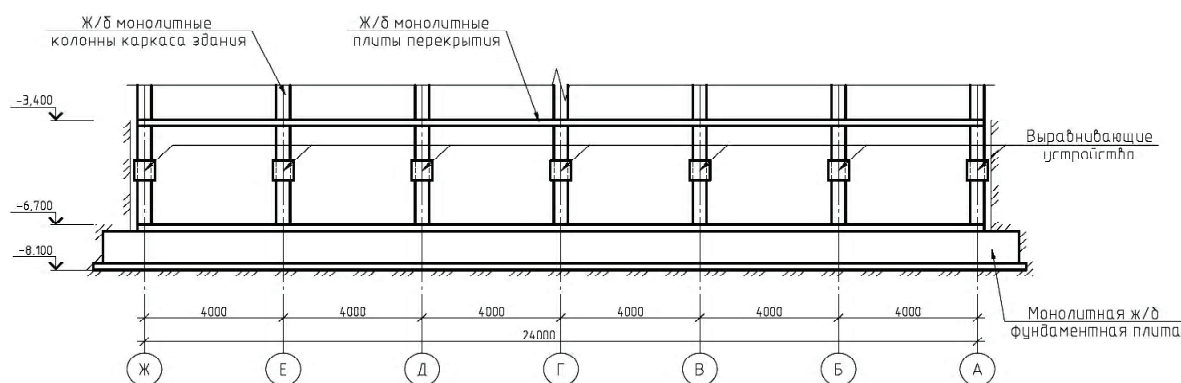


Рисунок 2 – Место расположения выравнивающих устройств.

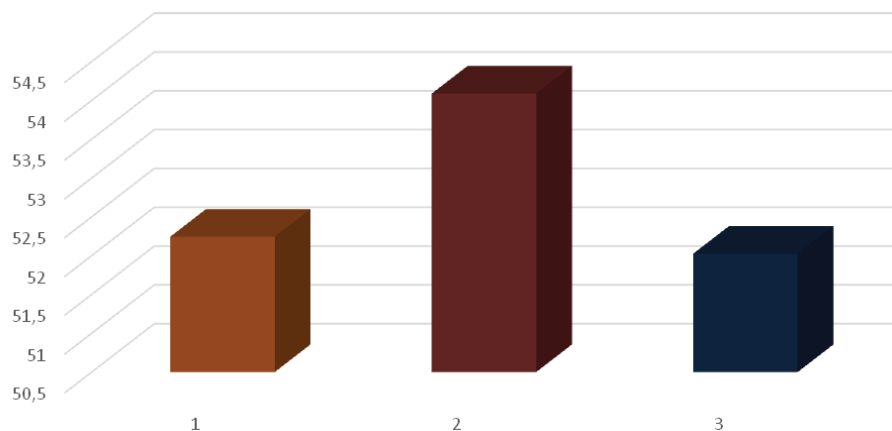
Для выбора наиболее эффективного варианта монтажа выравнивающего устройства, и соответственно наиболее экономичного решения, выполнена оценка влияния его на общую стоимость возведения каркасно-монолитного здания.

Выполнен расчет сметной стоимости монтажа для ранее описанных вариантов выравнивающих устройств. Полученные данные представлены в таблице.

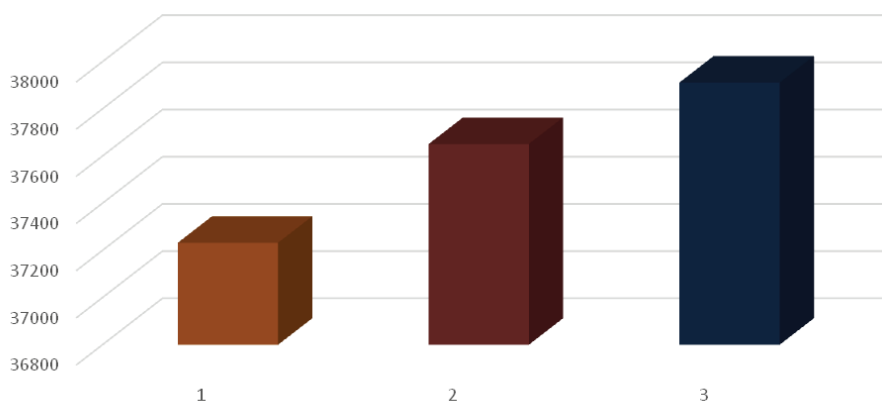
Таблица – Техничко-экономические показатели на монтаж выравнивающих устройств

	ВУ1	ВУ2	ВУ3
Сметная трудоемкость, тыс. рос. руб	52,243	54,087	52,024
Сметная стоимость, тыс. рос. руб:			
– материал	33 394,238	33 665,475	34 090,578
– монтаж	3 837,86	3 985,109	3 820,788
Продолжительность, час.	113,12	131,28	75,36

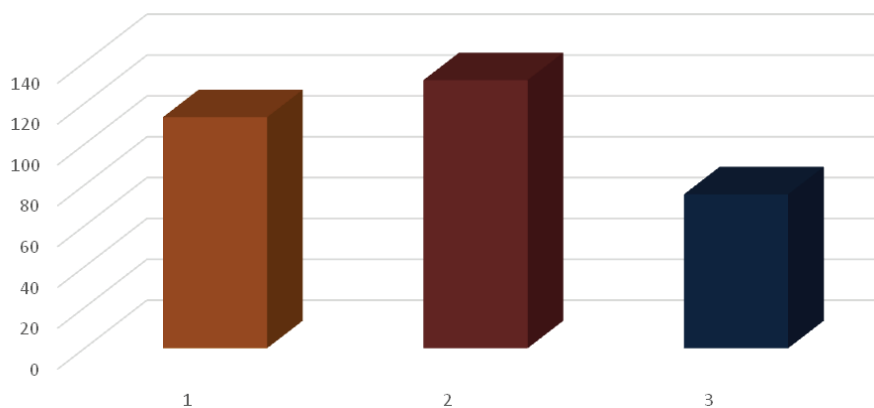
На рисунках 3–5 по данным таблицы построены гистограммы по трудоемкости, стоимости и продолжительности монтажа выравнивающих устройств.



**Рисунок 3** – Гистограмма сметной трудоемкости сравниваемых выравнивающих устройств.



**Рисунок 4** – Гистограмма сметной стоимости сравниваемых выравнивающих устройств.



**Рисунок 5** – Гистограмма продолжительности монтажа сравниваемых выравнивающих устройств.

Из полученных гистограмм следует, что наименее трудоемкими и наименее продолжительным будет установка выравнивающего устройства, с поршневым гидравлическим домкратом, которое по необходимости может поднимать или опускать части здания (ВУ3). А самым экономичным будет выравнивающее устройство, работающее на принципе изъятия песка из основы устройства (ВУ1).

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В результате проведенного анализа технологии возведения каркасно-монолитных зданий с выравнивающими устройствами, подтверждена гипотеза предложить строительству конструктивно-технологические решения, которые отвечают требованиям технологичности и надежности.

Технология монтажа выравнивающих устройств состоит из простых операций, для которых требуются простые и распространенные монтажные и такелажные приспособления. Организационно-технологические решения по применению в практике строительства зданий мало изучены, в связи с чем каркасно-монолитные здания с выравнивающими устройствами практически не возводятся.

Для каждого из вариантов выравнивающих устройств составлены сметные расчеты, из которых следует, что выравнивающее устройство, работающее по принципу изъятия песка (ВУ1) на 7 и 12 % соответственно, экономичнее выравнивающего устройства, которое работает по принципу расплавления термопластичных элементов (ВУ2) и выравнивающего устройства с поршневым гидравлическим домкратом (ВУ3) соответственно. При этом сметная трудоемкость монтажа ВУ1 на 37% меньше, чем ВУ2, но больше на 5 %, чем ВУ3.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пустовойтенко, В. П. Строительство зданий и сооружений на подрабатываемых территориях [Текст] / В. П. Пустовойтенко, Е. Э. Мансуров // Перспективы развития строительных технологий : матер. 8-й междунар. научно-практич. конфер. молодых уч-х, аспирант. и студ-в (24–25 апр. 2014 г., Днепропетровск) [посвящена 110-летию научной школы геомеханики] / редкол. : О. М. Шашенко [и др.]. – Днепропетровск : Национальный горный университет, 2014. – С. 134–138.
2. Гендель, Э. М. Передвижка, подъем и выпрямление сооружений [Текст] / Э. М. Гендель. – М. : Стройиздат, 1975. – 270 с.
3. Зотов, В. Д. Подъем и выравнивание зданий с помощью плоских домкратов [Текст] / В. Д. Зотов, М. В. Зотов // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2005. – № 9. – С. 156–167.
4. Петраков, А. А. Конструкции с изменяемыми параметрами для исправления кренов сооружения [Текст] / А. А. Петраков, Е. О. Брыжатая // Будівництво, реконструкція та експлуатація конструкцій та споруд залізничного транспорту : збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2014. – № 37. – С. 196–200.
5. Живодеров, Н. А. Конструкції з термопластичними елементами для вирівнювання будівель і споруд [Текст] : автореферат дис. ... канд. техн. наук 05.23.01 / Н. А. Живодеров. – Макіївка : Донбаська державна академія будівництва і архітектури, 2005. – 32 с.
6. Брыжатая, Е. О. Конструкции с изменяемыми параметрами для исправления кренов сооружения [Текст] : дис. ... канд. техн. наук 05.23.01 / Е. О. Брыжатая. – Макеевка : ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2017. – 150 с.
7. Литвинов, О. О. Технология строительного производства [Текст] / Под ред. О. О. Литвинова, Ю. И. Беякова. – К. : Высшая шк. Головное изд-во, 1984. – 479 с.
8. ДБН Г.1-4-95 Правила перевезення, складування та зберігання матеріалів, виробів, конструкцій і устаткування в будівництві [Текст]. – Надано чинності 1996-01-01 / Науково-дослідним інститутом будівельного виробництва Держкоммістобудування України. – Київ : Держкоммістобудування України, 1997. – 41 с.
9. ДБН Д.1.1-7-2000 Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт для будівництва, що здійснюється на території України [Текст]. – На заміну ДБН IV-16-96, частина III. – Надано чинності 2001-01-01 / Київ : Держбуд України, 2000 – 13 с.

Получено 24.10.2019

### В. В. ТАРАН, Д. Д. ПАРАХИН, Д. В. МУРИНЕЦЬ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗВЕДЕННЯ КАРКАСНО- МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ НА НЕСТІЙКІЙ ОСНОВІ ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Наведено загальні відомості про застосування вирівнювальних пристроїв при зведенні каркасно-монолітних будівель. Більш детально розглянута технологія монтажу вирівнювальних пристроїв з переліком простих операцій, які складають процес в цілому. Представлена схема обґрунтування організаційно-технологічних рішень зведення висотних каркасно-монолітних будівель. Дано загальні рекомендації щодо нормокомплекту знарядь праці при виконанні робіт на будівельному майданчику. Наведено короткий опис вирівнювальних пристроїв, принцип роботи кожного. Запропоновано рівень в каркасному будинку з елементами колон і плит перекриття для розташування вирівнювальних пристроїв. Розраховані техніко-економічні показники на монтаж вирівнювальних пристроїв. Наведено показники порівняння щодо трудомісткості, кошторисної вартості і тривалості монтажу.

**Ключові слова:** каркасно-монолітні будинки, технологічність, вирівнювальні пристрої.

VALENTINA TARAN, DMITRII PARAKHIN, DENYS MURYNETS  
JUSTIFICATION OF THE EFFECTIVENESS OF CONSTRUCTION OF FRAME-MONOLITHIC BUILDINGS ON AN UNSTABLE FOUNDATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The general information about the use of leveling devices in the construction of frame-monolithic buildings is given. The installation technology of leveling devices with a list of simple operations that make up the whole process is considered in more detail. The substantiation scheme of organizational and technological solutions for the construction of high-rise frame-monolithic buildings is presented. General recommendations on the standard set of tools for performing work on a construction site are given. A brief description of the leveling devices, the principle of operation of each is given. A level in a frame building with elements of columns and floor slabs for the location of leveling devices is proposed. The technical and economic indicators for the installation of leveling devices are calculated. Comparison indicators for labor intensity, estimated cost and duration of installation are given.

**Key words:** frame-monolithic buildings, manufacturability, leveling devices.

**Таран Валентина Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при возведении монолитных каркасных гражданских зданий путем снижения энергоемкости, материалоемкости, трудоемкости и стоимости строительной продукции.

**Парахин Дмитрий Дмитриевич** – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности устройства свайных фундаментов в сложных условиях.

**Муринец Денис Викторович** – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при возведении монолитных каркасных гражданских зданий.

**Таран Валентина Володимирівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель шляхом зменшення енергомісткості, трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції.

**Парахин Дмитро Дмитрович** – магистрант кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності улаштування пальових фундаментів в складних умовах

**Муринець Денис Вікторович** – магистрант кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель.

**Taran Valentina** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the effectiveness of the constructive-technological solutions at erection of monolithic wireframe civil buildings, reducing energy consumption, material, labor and cost of construction products.

**Parakhin Dmitrii** – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of pile foundations in frozen soils.

**Murynets Denys** – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the effectiveness of the constructive-technological solutions at erection of monolithic wireframe civil buildings.