



**МФ**

Филиал  
НИУ МГСУ  
в г. Мытищи

# ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник докладов научно-технической конференции  
по итогам научно-исследовательских работ студентов  
филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи

*(г. Мытищи, 27 февраля – 3 марта 2023 г.)*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2023

ISBN 978-5-7264-3226-7

Москва  
Издательство МИСИ – МГСУ  
2023

УДК 69+378  
ББК 38+74.48  
Д54

Д54 **Дни студенческой науки** [Электронный ресурс] : сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи (г. Мытищи, 27 февраля – 3 марта 2023 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, филиал НИУ МГСУ в г. Мытищи. — Электрон. дан. и прогр. (12,5 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. — URL: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана  
ISBN 978-5-7264-3226-7

В сборнике содержатся доклады участников научно-технической конференции «Дни студенческой науки» по итогам научно-исследовательских работ студентов за 2022/2023 учебный год. В рамках конференции работали следующие секции: «Актуальные задачи архитектурно-строительного проектирования», «Технология, организация и экономика в строительстве», «Актуальные вопросы и задачи в строительстве».

Для обучающихся по всем направлениям подготовки, а также для всех читателей, интересующихся современными тенденциями в студенческой науке строительного вуза.

*Научное электронное издание*

*Доклады публикуются в авторской редакции.  
Авторы опубликованных докладов несут ответственность  
за достоверность приведенных в них сведений.*

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2023

Ответственный за выпуск *А.В. Алексанин*

Филиал НИУ МГСУ в г. Мытищи  
(МФ НИУ МГСУ)  
Сайт: [www.mgsu.ru](http://www.mgsu.ru);  
<http://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/MF/>  
Тел. 8 (495) 287-49-14 (доб. 17-81)  
E-mail: [mf@mgsu.ru](mailto:mf@mgsu.ru)

Верстка макета *А.В. Алексанина*

*Для создания электронного издания использовано:*  
Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 10.05.2023. Объем данных 12,5 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет»  
129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26

Издательство МИСИ – МГСУ  
Тел.: + 7 (495) 287-49-14, вн. 14-23, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95.  
E-mail: [ric@mgsu.ru](mailto:ric@mgsu.ru), [rio@mgsu.ru](mailto:rio@mgsu.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»</b> .....	<b>8</b>
Герман В.В. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ МАТРИЧНЫМ МЕТОДОМ.....	8
Захаров В.В., Коваленко В.А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПОНТОНАХ.....	14
Зуева М.К. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОМОСТРОЕНИЯ	18
Старков Н.А., Лабзенко Н.И. АНАЛИЗ ГОРОДСКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА .....	22
Меликсетян С.Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СЕЧЕНИЯ .....	25
Курдюков А.С., Айвазян Д.А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОЛНЦЕЗАЩИТЫ ЖИЛОГО ДОМА В Г. ВОЛГОГРАД.....	29
Панькин Р.В. УСТОЙЧИВОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЗДАНИЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ПЕРЕКРЫТИЙ К ВАНТОВОМУ МЕХАНИЗМУ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ЗАПРОЕКТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.....	35
Крымов И.О., Зиновьев Н.Г. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ КРОВЛИ ЗДАНИЯ ОБЩЕЖИТИЯ.....	40
Потехин Н.И., Панькин Р.В. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ.....	44
Камерилова А.Р. РЕСТАВРАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА-ПОСЕЛЕНИЯ БУЛГАРЫ НА БЕРЕГУ РЕКИ ВОЛГА (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН).....	49
Козлов Е.С. АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПОЗИЦИИ ВЫСТАВОЧНОГО ЦЕНТРА «ЛОТОС» В ГОРОДЕ ЧАНЧЖОУ (КИТАЙ) .....	52
Антоненко М.О. ПРИМЕНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ПАРКИНГОВ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ.....	54
Баталов М.А. УЧЕТ ПОДАТЛИВОСТИ СОПРЯЖЕНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ.....	58
Макаров В.В. ДЕФОРМАТИВНОСТЬ УЗЛОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, УСИЛЕННЫХ КОСВЕННЫМ АРМИРОВАНИЕМ.....	62
Меликсетян С.Р. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЕРЕАРМИРОВАННЫХ СЕЧЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	65
Парамонова Н.В. ОБЗОР ДИАГОНАЛЬНО-СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ - СИСТЕМЫ DIAGRID .....	69

<b>Нечепоренко В.А. ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ГОРОДА МАРИУПОЛЯ.....</b>	<b>73</b>
<b>СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ» .....</b>	<b>78</b>
<b>Григорян Г.А. ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ .....</b>	<b>78</b>
<b>Дудаль А.И. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ .....</b>	<b>81</b>
<b>Иванов В.Ю. РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ШПУНТОВЫХ ОГРАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СТЕСНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ.....</b>	<b>85</b>
<b>Крылов В.Д. УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА.....</b>	<b>88</b>
<b>Панькин Р.В. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ.....</b>	<b>91</b>
<b>Потехин Н.И. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЗДАНИЙ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....</b>	<b>95</b>
<b>Родькин А.С. ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ .....</b>	<b>99</b>
<b>Рудзис А.В. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ ИЗ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ПЕРЕМЫЧЕК .....</b>	<b>102</b>
<b>Шабает Ю.Р. СНОС И ДЕМОНТАЖ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ.....</b>	<b>105</b>
<b>Зуева М.К. НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦИФРОВОГО КОНТРОЛЯ ЗА ОБРАЩЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ.....</b>	<b>108</b>
<b>Киценко Д.П. ЦИФРОВОЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>111</b>
<b>Макаров В.В. ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛИДЕРНОГО БУРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ УСТРОЙСТВА ЗАБИВНЫХ СВАЙ .....</b>	<b>114</b>
<b>Есин А.А. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ.....</b>	<b>118</b>
<b>Мацулевич Д.А. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ «ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ» В АСПЕКТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА.....</b>	<b>121</b>
<b>Федорова К.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА.....</b>	<b>124</b>

<b>Хабирова Э.Р. ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕШЕНИЕ ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ.....</b>	<b>127</b>
<b>Судницын О.Е. СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МОНТАЖА ВАНТОВЫХ ПОКРЫТИЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ.....</b>	<b>131</b>
<b>Мезенцев Д.А., Помараев А.С. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ .....</b>	<b>135</b>
<b>Маматова Л.Ш. РОЛЬ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....</b>	<b>138</b>
<b>Помараев А.С., Мезенцев Д.А. ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....</b>	<b>143</b>
<b>СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ» .....</b>	<b>147</b>
<b>Ахметова А.И. НЕЛИНЕЙНЫЕ ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА .....</b>	<b>147</b>
<b>Готовчиков Я.С. АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ОМСКОЕ МЕТРО .....</b>	<b>150</b>
<b>Громова Е.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ФОРМАЛЬДЕГИДА.....</b>	<b>153</b>
<b>Ежов А.В., Глинина У.С. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г.О. МЫТИЩИ.....</b>	<b>156</b>
<b>Иванцова К.В. РЕВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЕМ 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИИ И BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ</b>	<b>159</b>
<b>Казяба Ю.И. WALFRAM MATHMATICA КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....</b>	<b>163</b>
<b>Кренева А.К. УМНЫЙ ДОМ: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>166</b>
<b>Любавина К.В. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ: РАСШИРЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТИМ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....</b>	<b>170</b>
<b>Меликсетян С.Р. УЧЁТ ПРОДОЛЬНЫХ И СДВИГОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭПЮР ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ РАМАХ МЕТОДОМ СИЛ.....</b>	<b>174</b>
<b>Мыльников А.М. ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СТАНЦИЙ МЕТРО .....</b>	<b>176</b>
<b>Парамонова Н.В. ОБЗОР ДИАГОНАЛЬНО-СЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....</b>	<b>179</b>
<b>Пасхин К.Д. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЧЕТ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ .....</b>	<b>183</b>
<b>Пекшеева А.В. BIM ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....</b>	<b>185</b>

<b>Семченко А.А. ВЕРТИКАЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ – ОСОБЕННОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ СТУПЕНЕЙ СПО И ВО НА ПРИМЕРЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ».....</b>	<b>188</b>
<b>Сербин В.Д. КАЛЬКУЛЯТОР УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА .....</b>	<b>192</b>
<b>Филиппова М.А. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ С ПОМОЩЬЮ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ MS OFFICE EXCEL .....</b>	<b>196</b>
<b>Шелковский О.П. РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА АВТОТРАНСПОРТА НА БАЗЕ КОНТРОЛЕРА RASPBERRY PI 4 НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ГОСНОМЕРА .....</b>	<b>200</b>
<b>Шуныко А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОДОРОГ.....</b>	<b>203</b>
<b>Яковенко С.В. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ В ФОРМЕ ПРИЕМКИ.....</b>	<b>207</b>
<b>Ясинский А.М. ОСОБЕННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ХОДЕ РЕКОНСТРУКЦИИ РЕЗИДЕНЦИИ ПАТРИАРХА КИРИЛЛА В ПЕРЕДЕЛКИНО.....</b>	<b>210</b>

# СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

## ПРИМЕР РАСЧЕТА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ МАТРИЧНЫМ МЕТОДОМ

*Герман В.В., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Ву Н.Т., старший преподаватель кафедры АСП, к.т.н.*

### Аннотация

С приходом в нашу жизнь электронных вычислительных машин возросла потребность автоматизировать многие процессы в разных сферах деятельности человека. Эта тенденция не обошла стороной и строительную отрасль. В связи с этим стали появляться новые методы расчета конструкций. Для определения перемещений в компьютерных программах пользуются формулой Симпсона, в матричной форме. Приводят к этому виду потому, что такую запись легче алгоритмизировать. Матричный метод в ручном счете проигрывает по скорости классическому, однако компьютер вычисляет такие операции гораздо быстрее. Помимо этого, в алгоритме можно учесть перемещения от других усилий, что сделает в итоге ответ более точным. О том, как правильно воспользоваться этим методом и повысить качество расчетов пойдет речь в этой статье.

### ВВЕДЕНИЕ

С давних времен люди стали описывать как ведет себя строительный материал физическими законами, в результате чего, за несколько лет сформировался точный расчетный аппарат, в котором с годами росло количество итераций. В связи с этим возникла потребность автоматизировать многие процессы в нем, и, где это возможно, повысить точность вычислений. Решить эту проблему стало возможно с приходом в нашу жизнь ЭВМ. Одним из новых методов расчета стал матричный метод. Он позволяет значительно ускорить вычисления, уменьшить их трудоемкость. А возможно ли повысить точность вычислений, используя этот метод? Какие преимущества этого метода перед традиционными? Об этом будет говориться дальше в этой статье.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим пример расчета для статически определимой рамы (рис.1).

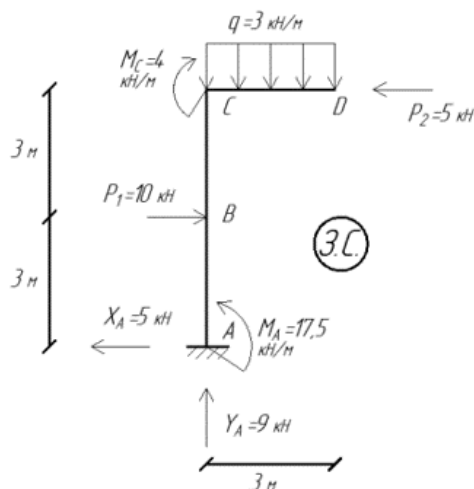
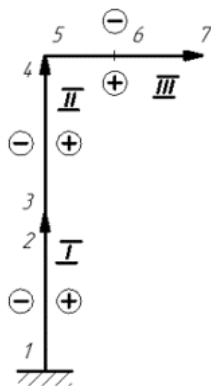


Рис.1. Заданная система



Сперва вычислим перемещения в характерных сечениях статически определимой рамы. Разобьем заданную систему на отдельные стержни (I, II, III). (рис.2.)

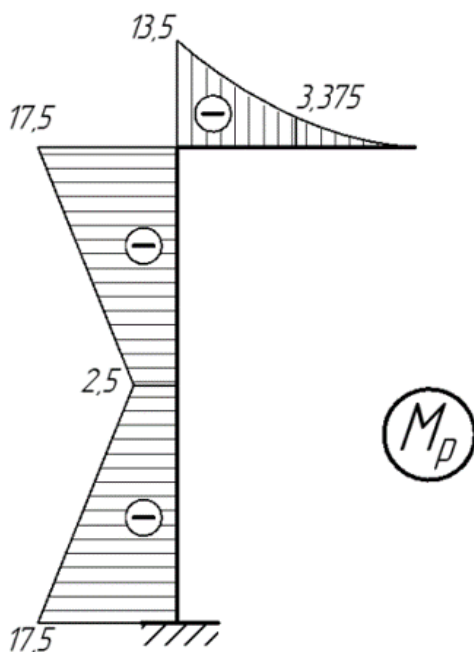


**Рис.2.** Определение стержней, направления, узлов и знаков системы

Затем узлы стержня обычно являются точками приложения сосредоточенной силы, сосредоточенного момента, узлов или опор конструкции. Чтобы облегчить формирование матрицы  $L$  единичных моментов, условно обозначаем начальный и конечный узлы стержня в виде стрелки, показывая тем самым его направление (рис.2).

Следующим шагом является нумерация характерных сечений конструктивной системы. На стержне без распределенной нагрузки характерными сечениями являются узлы стержня. А на стержне с равномерно распределенной нагрузкой, помимо 2-х узлов стержня, характерным поперечным сечением является еще и середина стержня (рис.2.).

В заданной системе построим грузовую эпюру моментов  $M_p$  и эпюру продольных сил  $N_p$ . А также эпюры от единичных усилий [1] (рис.3, рис. 4.).



**Рис.3.** Эпюра  $M_p$

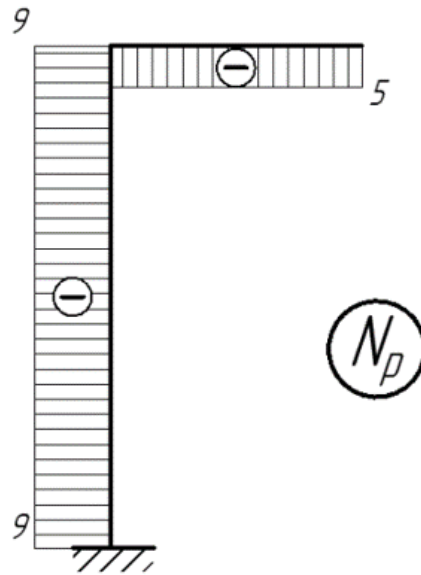


Рис.4. Эпюра  $N_p$

Строим эпюры от единичных усилий [1]. (рис.5, рис.6.)

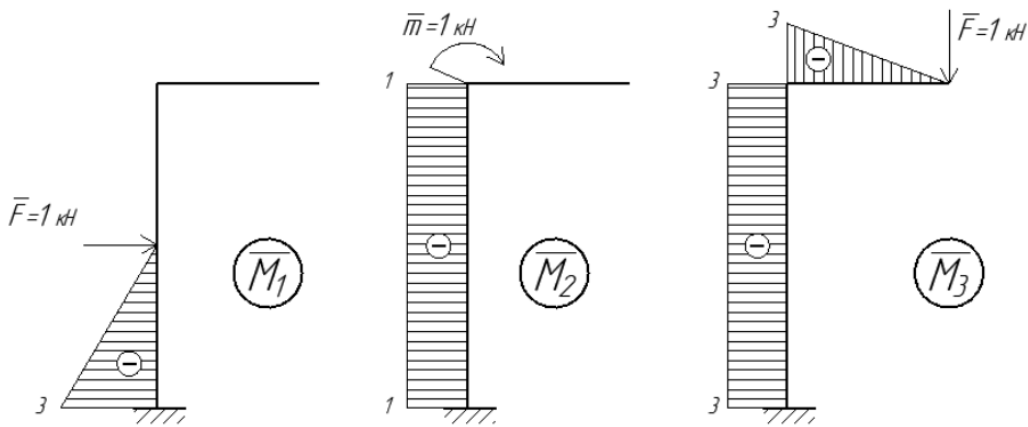


Рис.5. Эпюры моментов от единичных усилий

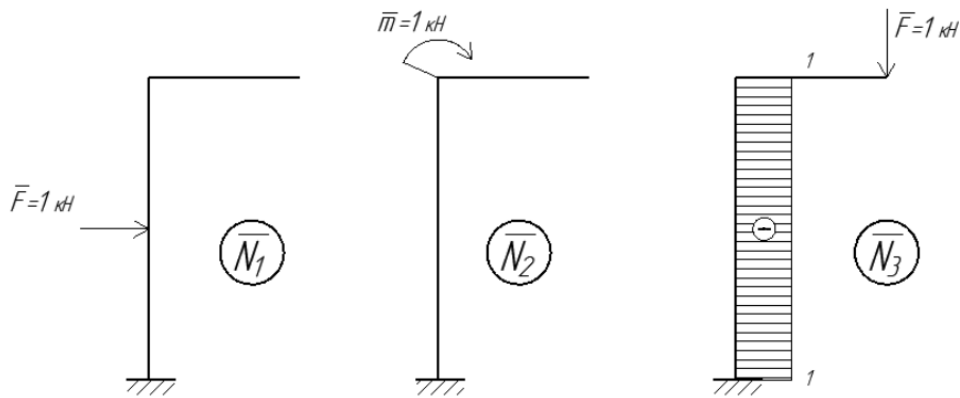


Рис.6. Эпюры продольных сил от единичных усилий

Определим перемещения  $\Delta_P$  для заданного сечения без внешней нагрузки, в том сечении, перемещение в котором необходимо найти. Ниже представлены формулы нахождения перемещений для моментов  $M$ , поперечных сил  $Q$  и продольных усилий  $N$  [2].

$$\overline{\Delta}_P^M = \begin{bmatrix} X_B \\ \varphi_c \\ Y_D \end{bmatrix} = L_M^T \cdot B_M \cdot \overline{M}_P$$

$$\overline{\Delta}_P^N = L_N^T \cdot B_N \cdot \overline{N}_P$$

$$\overline{\Delta}_P^Q = L_Q^T \cdot B_Q \cdot \overline{M}_P$$

Составим матрицу единичных эпюр  $L$ , воспользовавшись эпюрами, построенными ранее (рис. 5.) [3]:

$$L_M^T = \begin{bmatrix} \overline{L}_{M_1}^T \\ \overline{L}_{M_2}^T \\ \overline{L}_{M_3}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & -3 & -3 & -3 & -3 & -1,5 & 0 \end{bmatrix}$$

Для построения матрицы податливости необходимо учитывать вид силы. Для каждого вида усилий матрица податливости  $B$  отличается. Так, для сосредоточенной силы вычисляем по формуле а), а для распределенной нагрузки по формуле б). Момент не учитывается [4].

$$\text{а) } B_{MI} = B_{MII} = \frac{l_I}{6EJ} = \frac{3}{6EJ} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} = \frac{1}{2EJ} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$\text{б) } B_{MIII} = \frac{l_{III}}{6EJ} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \frac{1}{2EJ} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_M = \frac{1}{2EJ} \begin{bmatrix} 2 & 1 & & & & & \\ & 1 & 2 & & & & \\ & & & 2 & 1 & & \\ & & & 1 & 2 & & \\ & & & & & 1 & 0 & 0 \\ & & & & & & 0 & 4 & 0 \\ & & & & & & & & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

где  $l_n$  – длина n-ого стержня.

Запишем значения эпюры  $M_P$  (рис. 3.) в матричном виде [5]:

$$\bar{M}_p = \begin{bmatrix} -17,5 \\ -2,5 \\ -2,5 \\ -17,5 \\ -13,5 \\ -3,375 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Строим единичную транспонированную матрицу  $L_N^T$  для эпюры N, аналогично, как и для моментов, воспользовавшись эпюрами. (рис. 6.) Затем находим матрицу податливости для продольных усилий N [2]:

$$B_N = \begin{bmatrix} \frac{l_I}{EF} \\ \frac{l_{II}}{EF} \\ \frac{l_{III}}{EF} \end{bmatrix} = \frac{3}{EF} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Аналогично матрице  $\bar{M}_p$  записывают матрицу  $\bar{N}_p$  (Воспользовавшись рис.4.).

Теперь найдем перемещения от поперечных усилий Q;

Для начала оставим матрицу для единичных эпюр L на основании эпюр M, только не будем учитывать сечение в центре распределенной нагрузки. Т.к. эпюра Q зависит от эпюры M [3].

$$L_M^T = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ -3 & -3 & -3 & -3 & -3 & 0 \end{bmatrix}$$

Записываем матрицу податливости для Q со своими особенностями [2]:

$$B_{QI} = B_{QII} = B_{QIII} = \frac{\eta}{l_i GF} \cdot \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} = \frac{\eta}{3GF} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B_Q = \frac{\eta}{3GF} \begin{bmatrix} 1 & -1 & & & & \\ -1 & 1 & & & & \\ & & 1 & -1 & & \\ & & -1 & 1 & & \\ & & & & 1 & -1 \\ & & & & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Чтобы умножить матрицу на матрицу у них должны совпадать либо количество строк, или столбцов. Поэтому сечение по центру распределенной нагрузки q не рассматриваем [5]. (Эпюра прямолинейна)

$$\bar{M}_P = \begin{bmatrix} -17,5 \\ -2,5 \\ -2,5 \\ -17,5 \\ -13,5 \\ 0 \end{bmatrix}$$

В результате, сложив все найденные  $\Delta_P$ , получим перемещения с учетом всех усилий в раме:

$$\bar{\Delta}_P = \bar{\Delta}_P^M + \bar{\Delta}_P^N + \bar{\Delta}_P^Q = \begin{bmatrix} L_M^T \\ L_N^T \\ L_Q^T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} B_M \\ B_N \\ B_Q \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{M}_P \\ \bar{N}_P \\ \bar{M}_P \end{bmatrix}$$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Матричный метод действительно ускоряет процесс расчета конструкций, уменьшает их трудоемкость, а следовательно, удешевляет производство. Помимо этого, он способен учесть значения перемещений от вертикальных и горизонтальных сил, что повышает точность расчета. Эти характеристики как никогда актуальны в наши дни в связи с усложнением расчетного аппарата.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах // Москва. 2000. Ч. 2. С. 8 -20.
2. Смирнов А.Ф. Строительная механика. Стержневые системы // Стройиздат. 1981. С. 230-237.
3. Пиковский А.А. Строительная механика и расчет сооружений // Стройиздат. 1964. № 1. С 27 - 30.
4. Ильин В.П. 1990 Численные методы решения задач строительной механики. Справочное пособие // Высшая школа. 1990. С. 24 – 41.
5. Плотников Ю.Г. Матрицы в строительной механике // ДВГУПС. 2008. С. 24 - 48.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПОНТОНАХ

*Захаров В.В., студент 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*  
*Коваленко В.А., студент 4 курса 4 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*  
*Научный руководитель – Серегин Н.Г., доцент кафедры АСП, к.т.н.*

### Аннотация

В данной статье рассмотрены плавающие дома (дома на воде), проектируемые на понтонах. Их виды и различия, конструктивные особенности, преимущества и недостатки, приведено сравнение с более привычными объектами недвижимости. Так же рассмотрена законодательная сторона вопроса и юридические особенности, а также примерные цены и вопросы актуальности подобных сооружений.

### ВВЕДЕНИЕ

Известно, что водная поверхность занимает около 70% площади земного шара, поэтому идея строительства домов на воде представляется вполне логичной. На сегодняшний день, в строительстве существует целое направление, которое занимается сооружением жилых домов на воде. Благодаря удобству, низкой стоимости и мобильности, эта идея стала привлекательной не только для любителей отдыха и жизни на природе, но и для туристических компаний.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Плавающие дома обычно несамоходные и установлены на массивных понтонных конструкциях, выполненных из бетона или стали. Для перемещения таких домов чаще всего используют буксиры. Внешне они больше похожи на обычные дома, чем на лодки.

Хаусботы, в отличие от плавающих домов, являются самоходными и обладают практически судовой мобильностью, сочетая в себе комфорт коттеджа и функциональность судна. Они изготавливаются из стали, алюминия или, более редко, пластика. Внешне они больше похожи на яхты, чем на дома.

Понтон - это несамоходное плавучее сооружение, предназначенное для поддержания на воде тяжестей, таких как краны, копры и другие конструкции, а также используется как опора для понтонных мостов (рис.1).



**Рис.1.** Примеры зданий на понтонах

Хаусботы были изобретены в США в 1905 году, а к 1930 году уже было более 2000 таких домов. Благодаря наличию множества озер в США, отрасль туризма начала развиваться, и вместе с ней появились и хаусботы. Впоследствии появились плавучие отели, магазины и даже банки.

## ТИПОЛОГИЯ ЗДАНИЙ

Хаусботы представляют собой тип зданий на воде, который может быть однокорпусным или многокорпусным (чаще всего это катамараны и тримараны). В зависимости от наличия двигателя, хаусботы могут быть самоходными или несамоходными. Для перемещения хаусбота могут использоваться различные типы двигателей, такие как подвесные и стационарные, а также бензиновые и дизельные. Хаусботы спроектированы для плавания по рекам, озерам, морским заливам и лиманам, при условии, что волны не превышают 1,2 м, а ветер не превышает 15 м/с. Средняя возможность автономного хода хаусбота составляет от 3 до 14 дней (рис.2).

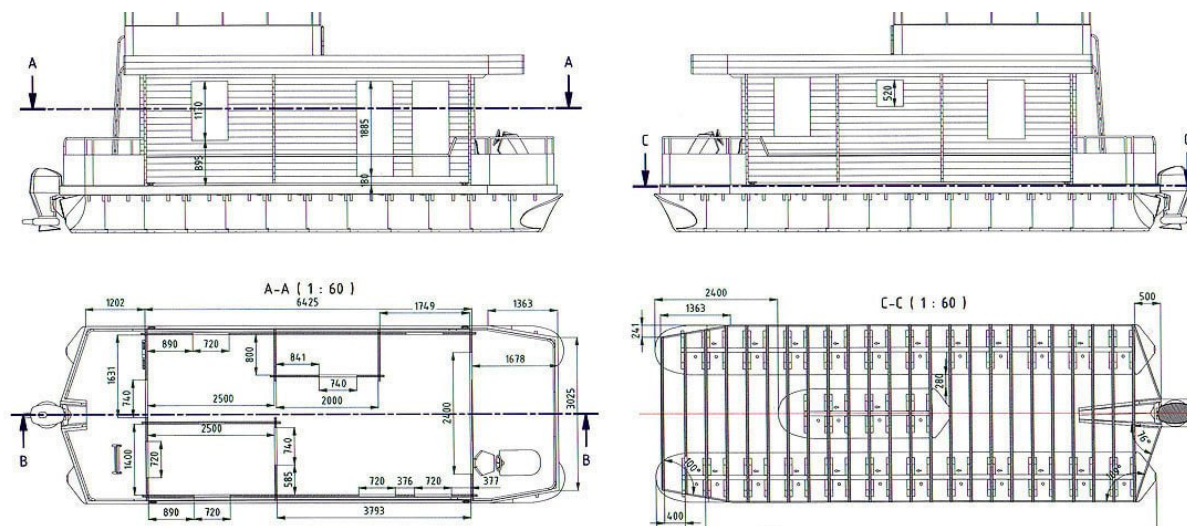


Рис.2. Пример конструктивного решения

## ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЯ

При соединении строительных материалов необходимо обеспечить повышенную прочность и минимизировать возможные вибрации и движения поверхностей. Внутренние помещения должны быть компактными, но вместительными, а конструкция – крепкой и надежной. Для этого могут использоваться дополнительные крепежи и усиления.

## ОРГАНИЗАЦИЯ КОММУНИКАЦИЙ В ПЛАВУЧЕМ ДОМЕ

Для обеспечения коммуникаций в плавучем доме можно использовать различное оборудование и системы, в том числе:

1. электрогенераторы для электроснабжения;
2. газовые или электрические конвекторы для обогрева помещений;
3. емкости с топливом для обеспечения работы генераторов и конвекторов;
4. канализационные септики для утилизации отходов и сбора воды от бытовых приборов и сантехники.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ДОМА НА ВОДЕ

1. Экономически выгодно;
2. Мобильность;
3. Комфортабельность;
4. Безопасность;
5. Экологически чисто;
6. Устойчивость к погодным условиям.

## **НЕДОСТАТКИ ПЛАВУЧИХ ДОМОВ**

1. **Дополнительные расходы.** Пользование хаусботом связано с затратами на топливо, обслуживание и эксплуатацию. Это может стать значительной финансовой нагрузкой для владельца.
2. **Безопасность.** Из соображений безопасности необходимо обеспечить охрану плавучего дома. В городской черте размещение хаусбота затруднительно из-за отсутствия должной инфраструктуры.
3. **Доступ к коммуникациям.** Для жизнеобеспечения хаусбота необходим доступ к наземной электрической станции, а для выхода на берег – к оборудованному пирсу. Это ограничивает передвижения владельца плавучего дома.
4. **Ограниченность инфраструктуры.** Не во всех местах есть возможность обеспечить плавучему дому доступ к необходимой инфраструктуре, такой как государственные и коммерческие услуги, медицинское обслуживание, образование и т.д.
5. **Ограниченность места.** В отличие от обычных домов, размеры плавучих домов ограничены. Это может создать неудобства при размещении большой семьи или группы друзей.

В целом, законодательство в России относительно плавучего жилья находится в стадии развития, и владельцам хаусботов приходится сталкиваться с рядом проблем и ограничений. Однако, в некоторых регионах России уже созданы специальные порты и марины для стоянки и обслуживания плавучих домов, а также принимаются законодательные акты, регулирующие правовой статус таких объектов. Кроме того, плавучие дома могут быть зарегистрированы как суда и получить соответствующий статус, что позволяет владельцам облегчить процесс оформления и получения разрешений на использование такого жилья.

Кроме того, владельцы плавучих домов должны соблюдать нормы безопасности на воде и соблюдать правила судоходства. Они обязаны иметь соответствующие спасательные средства, оборудование и огнетушители на борту. Также необходимо следить за состоянием корпуса и двигателя судна, проводить технический осмотр и поддерживать его в хорошем состоянии. В целом, владение плавучим жильем требует дополнительной ответственности и заботы, но может стать привлекательным вариантом для людей, которые хотят жить на воде и наслаждаться плаванием.

Плавучие дома могут стать перспективным направлением жилищного строительства в будущем. Они могут стать решением для людей, которые ищут уединение и спокойствие, желающих наслаждаться красотами природы и видами на воду. Также плавучие дома могут стать интересным вариантом для туристических компаний, предоставляющих услуги проживания на воде. Вместе с тем, использование таких зданий в качестве жилых домов может снизить давление на земельные ресурсы и решить проблему нехватки жилой площади в городах. В целом, перспективы плавучих домов на воде выглядят перспективными, но требуют серьезного и продуманного подхода при их строительстве и эксплуатации.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В целом, строительство домов на воде представляет собой перспективное направление развития недвижимости, которое может решить проблему нехватки земли для жилищного строительства. Более того, такие дома могут быть экологически чистыми и энергоэффективными, если использовать современные технологии и материалы. Однако, при строительстве таких домов необходимо учитывать особенности плавучих конструкций и соблюдать все санитарные и экологические нормы. В будущем, с учетом увеличения численности населения и нехватки земли для строительства, плавающая недвижимость может стать всё более востребованной и популярной формой жилья.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Рубинов А.В., Ткачев В.Я.* Малые моторные яхты для больших плаваний 3-е издание. – М: «МОРКНИГА», 2020.- 109 с.



2. Трифонов А.В. Голландские плавучие дома. Жизнь на воде. — М.:ТРАНСЛИТ, 2011. - 60 с.
3. Малоэтажная страна [Сайт] / Выставка домов - Электрон.дан. — К., 2023. — Режим доступа: <https://m-strana.ru/articles/dom-na-pontone/>, свободный. - Загл. с экрана.
4. YellowHome [Сайт] / YellowHome - Электрон.дан. — Б.м., 2023. — Режим доступа: <https://yellowhome.ru/>, свободный. - Загл. с экрана.
5. Houseboat [Сайт] / Houseboat - Электрон.дан. — Б.м., 2023. — Режим доступа: <https://houseboat.ru/>, свободный. - Загл. с экрана.
6. Здания высоких технологий [Сайт] / Проектирование инженерных систем - Электрон.дан. — Б.м., 2023. — Режим доступа: <http://zvt.abok.ru/issues/>, свободный. - Загл. с экрана.
7. LSC [Сайт] / Baltic group - Электрон.дан. — Б.м., 2023. — Режим доступа: <http://mettem-lsc.ru/>, свободный. - Загл. с экрана.
8. ГЛАВГОСЭКСПЕРТИЗА [Сайт] / Главное управление государственной экспертизы - Электрон.дан. — Б.м., 2023. — Режим доступа: <https://www.gge.ru/>, свободный. - Загл. с экрана.

# АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОДУЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОМОСТРОЕНИЯ

*Зуева М.К., студентка 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Ким Д.А., старший преподаватель кафедры АСП*

## **Аннотация**

Модульная конструкция представляет собой одну из технологий заводского изготовления, которая становится все более популярной во всем мире. Темой этой статьи является анализ использования модульной конструкции. В этой статье представлен обзор преимуществ и недостатков модульной конструкции. Преимущества перечислены с точки зрения качества, экономии, времени и экологии, а также с точки зрения гибкости конструкции и безопасности работ, как во время производства, так и при монтаже на строительной площадке. Рассматриваются также и недостатки модульной конструкции - сложная транспортировка модулей, требующая координации производства и строительства, дороговизна производства и его типизация.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Как и в других областях, строительная отрасль имеет тенденцию к постоянному развитию. Требования к процессу строительства, касающиеся его скорости, эффективности и минимизации негативного воздействия на окружающую среду постоянно возрастают. Благодаря этому существует растущий спрос на строительство новых зданий методом модульного строительства.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Модульное строительство – это процесс, который включает в себя строительство быстровозводимых зданий на заводах за пределами площадки и транспортировку их на рабочую площадку для монтажа. На заводе модули собираются с использованием конвейерных систем и строительных технологий, что обеспечивает эффективный и стандартный процесс. Использование точного моделирования и конструирования на заводе снижает необходимость в заказах на изменения и корректировках. После сборки модули транспортируются на строительную площадку на бортовых грузовиках и собираются в заданном порядке. Процесс, в котором используются краны для установки модулей на заранее установленный фундамент. После установки модулей специалисты-строители легко соединяют их вместе, создавая единое здание. Получающиеся конструкции часто заканчиваются в два раза быстрее, чем аналогичные здания на традиционных объектах [1].

При строительстве здания обычно используется либо деревянный, либо стальной каркас для конструкции и может включать деревянный или бетонный пол. Есть два типа модульных зданий:

1. Перемещаемые модульные здания. В перемещаемом здании используются конструкции, возводимые на заводе-изготовителе с завершением на 80% или более, включая нанесение внутренней и внешней отделки. Здания спроектированы с полным оборудованием и отделкой. Они предлагают самую быструю форму доставки, возможность перемещения на другие объекты и потенциально выгодные финансовые и налоговые характеристики, связанные с тем, что здание классифицируется как личная собственность. Перемещаемые здания соответствуют требованиям государственных и местных строительных норм, и правил и являются идеальным решением для быстрого решения временных или промежуточных помещений.

2. Постоянное модульное строительство. Экологически устойчивый метод строительства, для изготовления одно- или многоэтажных зданий, которые поставляются в виде модульных секций и крепятся к постоянному фундаменту [2].

Популярность модульного строительства неуклонно растет во всех отраслях благодаря широким возможностям проектирования, так этот тип конструкции можно применять в:

• Медицине. Модульные здания полностью соответствуют строгим санитарным требованиям медицинской отрасли. Эти конструкции могут быть добавлены к существующим зданиям для увеличения вместимости пациентов и могут быть легко установлены в отдаленных районах и развивающихся странах, которые в противном случае могут не иметь доступа к надлежащему уровню медицинской помощи. Это делает модульные здания идеальными для таких мест, как лагеря беженцев, военные базы и центры помощи при стихийных бедствиях.

• Промышленности. Коммерческие и промышленные модульные офисные комплексы могут быть построены с любым типом интерьера или экстерьера, чтобы органично вписаться в существующее здание, или могут существовать как самостоятельная структура. Типичные области применения модульных зданий такого типа включают временные офисы, административные здания, удаленные торговые точки и конференц-залы.

• Образовательных учреждениях. Модульные здания являются идеальным решением для быстрорастущих школьных округов с растущим числом учащихся и ограниченным пространством и могут использоваться в качестве постоянных классных комнат. Сборные конструкции также могут использоваться в качестве временных решений при строительстве постоянных объектов.

• Жилых зданиях. В сельских и пригородных районах модульная конструкция может использоваться для создания домов "под ключ", которые легко соответствуют федеральным, государственным и местным строительным нормам [3].

Модульные здания не только занимают меньше времени на строительство, но и предлагают множество других преимуществ для строительных бригад, владельцев зданий и окружающей среды. Эти преимущества начинаются на заводе и продолжаются на протяжении всего срока службы здания:

1. Уменьшение строительных отходов. При традиционных методах строительства ежегодно образуется около 56 миллионов тонн мусора, в то время как при модульном строительстве используются точные планы и измерения, чтобы снизить риск ошибок и потери материалов.

2. Использует переработанные материалы. В модульных зданиях используются различные экологически чистые материалы, многие из которых перерабатываются.

3. Повышает безопасность работников. Поскольку большая часть строительного процесса происходит в помещении в контролируемой среде, модульная конструкция значительно снижает риск падений и других травм, связанных с работой.

4. Снижает затраты на проект. Более короткие сроки строительства, меньшие транспортные и трудовые затраты и менее дорогие материалы делают модульное строительство более экономичным, чем традиционные методы строительства [4].

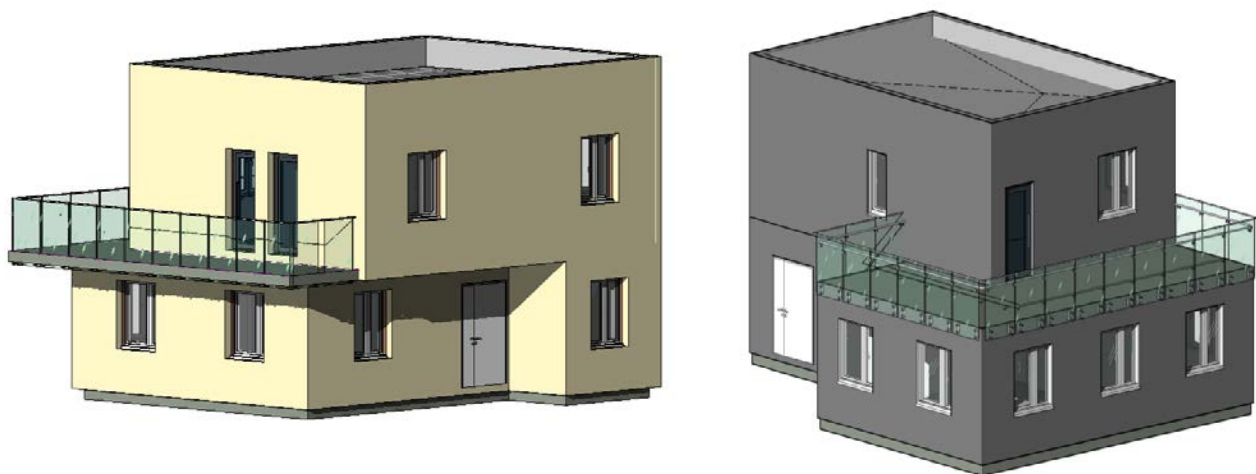
Хотя модульная конструкция предлагает много преимуществ, она не лишена своих недостатков:

1. Риск повреждения при транспортировке. Поскольку модули, а иногда и целые конструкции, возводятся за пределами площадки, существует повышенный риск их повреждения при транспортировке на строительную площадку.

2. Ограниченные возможности проектирования. Модульные здания строятся быстро и эффективно, но у них часто меньше возможностей для вариативного проектирования и создания различных планировок. Создание более уникальных модулей потребовало бы гораздо больше времени, денег и ресурсов, что лишило бы многих преимуществ модульной конструкции.

3. Высокие первоначальные затраты. Модульное строительство сопряжено со многими первоначальными материальными и трудовыми затратами [5].

В этом исследовании рассматривается сравнение количества использованных материалов при постройке здания традиционного и модульного типа, для выявления более перспективного типа здания для быстрого строительства.



**Рис. 1.** Модель кирпичного и модульного дома

**Табл. 1.** Сравнительные технико-экономические показатели зданий

№ п/п	Наименование	Ед. изм	Модульное здание	Традиционное здание
1	Этажность	шт	2	2
2	Общая площадь	м <sup>2</sup>	175,51	173,50
3	В т.ч. площадь террасы	м <sup>2</sup>	39,10	38,55
4	Жилая площадь	м <sup>2</sup>	136,41	134,95
	Объем/площадь стен и перегородок	м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup>		
5	Перегородка из кирпича 120 мм	м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup>	5,77/48,10	15,10/125,85
6	Стена из кирпича 250 мм	м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup>	-	43,65/176,45
7	Вентфасад	м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup>	-	49,29/234,80
8	Стены из ЛСТК	м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup>	52,66/223,75	-
9	Фасадная панель	м <sup>3</sup> / м <sup>2</sup>	10,88/217,55	-

Таким образом, при подсчете стоимости ресурсов можно получить, что строительство традиционного здания в 1,6 раза больше, чем модульного, а расход материала у модульного здания на 30% меньше.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Благодаря растущему спросу в здравоохранении, доступном жилье и многих коммерческих отраслях мировой рынок модульного строительства будет демонстрировать ежегодный рост на 6,4% в течение следующих шести лет. Сборное строительство позволяет ускорить и сделать процесс строительства более экономичным, что может помочь смягчить

нынешний кризис доступного жилья. Эффективность модульного строительства может оказаться необходимой, поскольку строительные площадки адаптируются к изменениям в отрасли после пандемии коронавируса. Технология модульного строительства является мощным средством решения многих проблем, стоящих перед современной строительной отраслью, таких как высокие затраты и нехватка рабочей силы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Эглескалн А.Ю., Потапов И.П.* (ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ»), *Гранев В.В., Стороженко Т.Е., Иванов А.Е.* (АО «ЦНИИПромзданий»). Методическое пособие. Проектирование модульных зданий // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве». Москва 2018. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293728/4293728153.pdf>.
2. Why we need a design code for modular homes [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.architectsjournal.co.uk/opinion/why-we-need-a-design-code-for-modularhomes/10024160.article.html>.
3. *Мушинский А.Н., Зимин С.С.* Строительство быстровозводимых зданий и сооружений. // Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 4 (31). 2015. 182-193. Режим доступа: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/4\(31\)/13\\_mushinsky\\_31.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2015/4(31)/13_mushinsky_31.pdf).
4. Modular construction takes center stage in Wembley [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.buildingconstructiondesign.co.uk/news/modular-construction-takes-centre-stagein-wembley>.
5. *Холодняк В.Д.* Быстровозводимые конструкции. Модульное строительство // Молодой ученый. — 2020. — № 22 (с. 312). — С. 188-190. — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/312/70940/>.

## АНАЛИЗ ГОРОДСКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА

*Старков Н.А., студент 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Лабзенко Н.И., студент 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Ким Д.А., старший преподаватель кафедры АСП*

### **Аннотация**

Остров тепла – это зона, где температура над городом и его отдельными районами выше, чем в других окружающих территориях. Образуется он в результате повышенного выброса тепла в атмосферу, снижения влажности, изменения скорости ветра и излучения. Наблюдаются такие острова в основном в мегаполисах, где температура воздуха больше, чем в окружающих территориях, на протяжении всего года. Центр острова тепла обычно смещен от центра города, в зависимости от того какое направление имеют ветра. Зона повышенных температур еще называемая "Эффектом теплового острова", была известно в 18 веке, но изучение данного эффекта началось только в 1833 году британским ученым Люком Ховардом.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Появления островов тепла зависит от различных факторов:

1) Уменьшение природных районов в городах: парки, водоемы и другие озеленения как правило влияют на охлаждении температуры воздуха, они создают теневое пространство, где происходит испарение влаги из листьев. А что касается твердых городских покрытий как: асфальт, крыши зданий и прочих сооружений, то они, наоборот, не создают никакую тень, тем самым не давая испаряться и влаги и способствуют этим повышению температуры воздуха.

2) Материалы: очень многое зависит от того, из чего изготовлены здания, дороги, кровли крыш и другие сооружения, как правило все эти материалы поглощают тепло от солнца и выделяют большое количества тепла в атмосферу, в отличии от растительности, которая, наоборот, способствует уменьшению выделения такого количества тепла.

3) Деятельность человека: транспорт, различного рода промышленность и прочие человеческие факторы, выделяют немалое количество тепла, что очень сильно способствуют возникновением теплового острова.

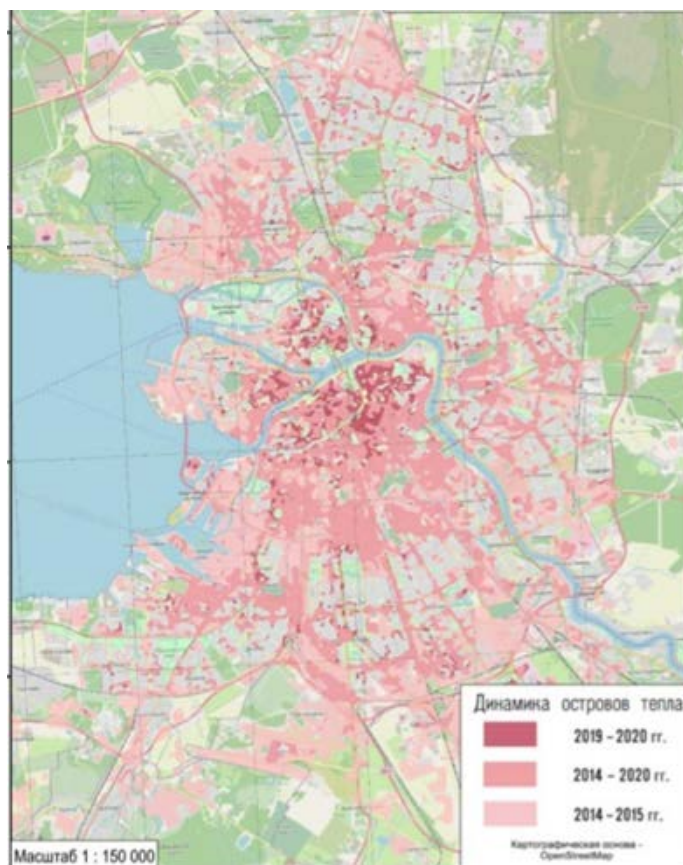
4) Местоположение города тоже может сказываться на возникновении такого острова, например если рядом с городом горы, то они мешают воздушным массам, движущимся на город.

5) Также города, в которых множество маленьких улочек, как в Европе, между большими домами создают некие каньоны, которые мешают движению ветра, который мог бы привести к охлаждению температуры.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Говоря об островах тепла, стоит сказать об образованиях островов тепла в условиях сложного рельефа. Рассмотрим это на примере Санкт-Петербурга. Что касается геологического строения и рельефа, территория расположена в пределах Приневской низменности, на прилегающем к устью реки Невы побережье Невской губы Финского залива и на многочисленных островах Невской дельты. Таким образом, почти вся территория города находится на низкой плоской равнине, изобилующей древними морскими террасами. Рассматривая временной отрезок 2020 – 2022 можно отметить большое распространение островов тепла на ж/д линиях, автодорогах. Повышенные температуры на юге города характерны для территорий «Кировского завода», судостроительного «Северная верфь», аэропорта «Пулково», а также нескольких ТЭЦ. На севере города выделяются промзоны Парнас и Мартыновка. На протяжении всего временного периода острова тепла характерны для территории Центрального района, Выборгской стороны, в частности, территориям

заводов и железнодорожных путей вблизи Финляндского вокзала. В 2019 – 2020 годах острова тепла заметно прогрессируют на в историческом центре города, в то время как на остальных территориях заметно уменьшаются.



**Рис.1.** Динамика островов тепла города Санкт-Петербурга за 2014-2020гг.

На городские острова тепла оказывает влияние альбедо. Альбедо – это способность поверхности отражать солнечный свет. Если поверхность светлая, то ее способность возвращать солнечную энергию обратно в атмосферу большая, это считается высоким альбедо. Когда поверхность темная и она поглощает энергию солнечных лучей, тем самым имея маленькое альбедо. Альбедо оценивается по шкале от 0 до 1, где 0 это слабое или вовсе отсутствует альбедо, а 1 это большое альбедо или еще называют полным отражением. Именно поэтому отражение света от различных поверхностей играет большую роль.

Для снижения уровня альбедо в городе можно провести следующие мероприятия:

- поверхности кровель домов делать более яркими, так как чем они ярче, тем слабее они будут нагреваться, тем самым будет снижаться использование кондиционеров;
- дорожное покрытие предпочтительно должно иметь более темный цвет, потому что альбедо у таких дорог порядка 15 процентов, т.е. происходит поглощение 85 процентов света, в отличии у дорожного полотна из серых плит и тротуаров, где альбедо в диапазоне от 0,2 до 0,4.

Таким образом отражательная способность является преимущественно-влияющей на альбедо и, следовательно, на образование островов тепла.

Отрицательное влияние высоко. Во-первых, городские острова тепла нарушают суточный ход температур, различные воздушные массы перестают циркулировать, следовательно воздух начинает застаиваться. А так как в городах воздух не является кристально чистым и имеет различные примеси - выхлопные газы, ошметки автомобильных шин, микрочастицы асфальта, пыль, промышленные выбросы, следовательно вместе с воздушными массами начинает накапливаться и загрязнения. Всё это становится местами

конденсации влаги, именно поэтому в городах, по статистике в среднем, чаще выпадают осадки – дожди. Вместе с этими осадками на кожу, различную одежду, шерсть домашних животных и любые другие поверхности попадают и эти самые загрязнения. Они накапливаются и конечном счёте могут являться катализатором для различных болезней, например аллергии или других расстройств. Во-вторых, загрязнения попадают и в сточные воды, которую пьют люди, населяющие данный город. В-третьих, городской остров тепла влияет и на среднее значение температур в городе. Например, там, где плотна городская застройка в центре города, температура будет выше, нежели на его окраине, где застройка более разряженная. Это особенно ощутимо в жаркое время года. Здания, дороги и другие темные поверхности действуют как некие конденсаторы тепловой энергии, они крайне сильно нагреваются днем, и практически не остывают за ночь. Районы с плотной застройкой искажают потоки ветра – из-за этого теплые воздушные массы застаиваются и не уходят даже после наступления похолодания. Еще один минус - повышенное потребление энергии, спрос на энергию также выше в городах с островом тепла, поскольку жители в большей степени зависят от кондиционеров и вентиляторов, чтобы сохранять прохладу в летние месяцы. Это, конечно, означает более высокие коммунальные платежи. Это также может означать перебои с подачей электроэнергии, если спрос на электроэнергию становится настолько высоким, что приводит к перегрузке энергосистемы и провоцирует отключение электричества в городе.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Огромное количество усилий по борьбе с островами тепла основано на возвращении различной растительности обратно в городскую среду. Потому что они имитируют «природное» охлаждение, отражают солнечную радиацию. Например, нужно развивать и увеличивать количество парков, зеленых дворов. Делать «зеленые крыши». Создавать Эко-архитектуру, которая будет снижать температуру в помещениях, на улице и самой конструкции здания. Необходимо увеличить площадь отражения солнечных лучей. Окрашивать здания, тротуары в светло-серые оттенки или вовсе – белые. Переходить на менее энергетически затратные электроприборы, чтобы снизить производство электроэнергии, и количество негативных выбросов, переходить на альтернативные источники добычи энергии. По отдельности, казалось бы, все эти меры малоэффективны, однако в совокупности они могут решить проблему островов тепла в городе.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Денисов В.В., Гутенев В.В., Луганская И.А., «Экология». –М.: Вузовская книга, 2002. – 726 с.
2. Григорьев В.А., Огородников И.А. Проблемы экологии городов в мире, России, Сибири – Новосибирск, 2001 г. – 148 с.
3. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В., Промышленно-транспортная экология. – М.: Высшая школа, 2001 г. 273 с.
4. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь // под ред. Бедрицкого, СПб, М., «Летний сад», 2008, Т.І. – 336 с, Т.ІІ. – 312 с, Т.ІІІ. – 216 с.
5. Эколого-экономические проблемы России и её регионов: учебное пособие // Под ред. В.Г. Глушковой. – М.: Московский Лицей, 2003. 303мс.
6. Демин В.И. О роли антропогенных и естественных факторов в оценки городского острова тепла // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. N5. С. 25-33.
7. Матвеев Л.Т., Матвеев Ю.Л. Формирование и особенности острова тепла в большом городе // Доклады Академии наук. 2000. Т.370. N2. С. 249-252.



# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО СЕЧЕНИЯ

*Меликсетян С.Р., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Ву Н.Т., старший преподаватель кафедры АСП, к.т.н.*

## Аннотация

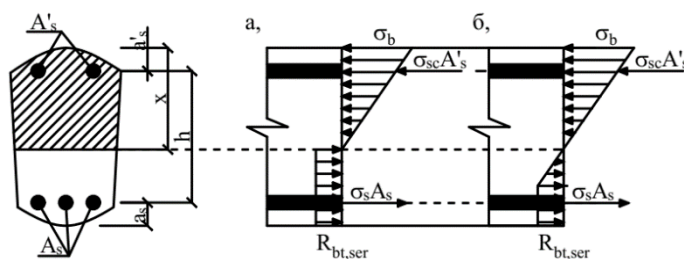
В настоящей статье выявлена нелинейная зависимость напряжений и деформаций согласно теории пластичности, Г.А. Гениева. Приведен расчет момента трещинообразования с учетом нелинейности материала. Проведено сравнение опытных результатов момента трещинообразования с результатами, полученными при расчете по предложенной методике и по методике СП 63.13330.2018.

## ВВЕДЕНИЕ

Железобетонные конструкции очень хорошо себя зарекомендовали практически во всех областях строительства, и интерес в изучении этого упруго-пластичного материала не перестает пропадать. И один из важнейших показателей железобетонных изделий – это усилие, при котором в элементе начинают появляться трещины. Этот показатель важен по той причине, что к некоторым конструкциям, работающим в агрессивных средах, предъявляют ужесточенные требования по сохранности армирующего материала, и определение более точного значения момента трещинообразования всегда будет актуально. Анализируя работы многих ученых, таких как Залесов А.С., Мухамедиев Т.А., Чистяков Е.А. [1], Ерышев В.А., Косков М.Ю. [2] и др., вводим свое представление о моменте трещинообразования, основываясь на теории пластичности Г.А. Гениева.

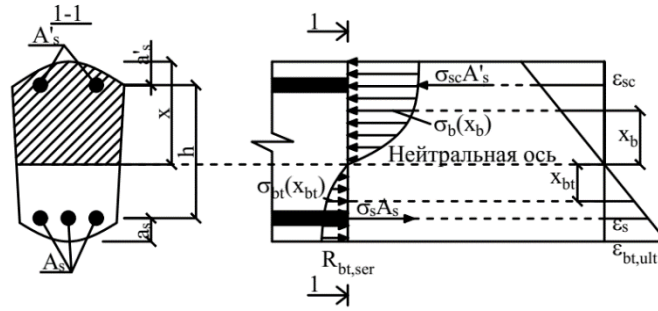
## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Изучая развитие нормативной документации [3-5] в сфере железобетона, выявили прогресс в построении эпюры нормальных напряжений. Ранее в расчетной модели эпюра нормальных напряжений в растянутой зоне имела прямоугольное очертание, в сжатой – треугольное, впоследствии эпюра нормальных напряжений по высоте приняла трапецевидное очертание (Рис. 1). Но характер изменения остался линейным.



**Рис. 1.** а) Расчетная модель эпюр нормальных напряжений: а) по СНиП 2.03.01.84; б) по СП 63.13330.2018

Проанализировав научные труды, связанные с напряженным-деформированным состоянием железобетона, Г. А. Гениева [6,7], определимся с новой расчетной моделью (учтем нелинейный характер изменения нормальных напряжений) (Рис. 2) и выведем нелинейную связь между напряжениями и деформациями.



**Рис. 2.** Расчетная модель с учетом нелинейности нормальных напряжений

Инварианты напряженного и деформированного состояния бетона согласно методу деформирования бетона Гениева определяться по формуле:

$$T = G_0 \cdot \left(1 - \frac{\Gamma}{2 \cdot \Gamma_s}\right) \cdot \Gamma, \quad (1)$$

где  $T$  – интенсивность касательных напряжений;  $G_0$  – начальный модуль сдвига;  $\Gamma$ ,  $\Gamma_s$  – интенсивность деформации сдвига и ее предельное значение, соответственно.

Из формулы (1) можем получить нелинейную связь между деформациями и напряжениями:

$$\sigma_1 = E_b \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_{1,ult}}\right) \cdot \varepsilon_1, \quad (2)$$

где  $\sigma_1$  – главные напряжения;  $\varepsilon_1$  – главные деформации.

Тогда приводя к частному виду (2), получим зависимость напряжений и деформаций для сжатия и растяжения:

$$\sigma_b = E_b \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_{b,ult}}\right) \cdot \varepsilon_b, \quad (3)$$

$$\sigma_{bt} = E_b \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon_{bt}}{\varepsilon_{bt,ult}}\right) \cdot \varepsilon_{bt}, \quad (4)$$

где  $\varepsilon_{b,ult}$  и  $\varepsilon_{bt,ult}$  – предельные деформации при растяжении и сжатии, определяемые согласно СП 63.13330.2018 [3].

Принимая предпосылку о том, что сечения при изгибе остаются плоскими, определим зависимость изменение деформаций по высоте сечения:

$$\varepsilon_b = \frac{x_b}{h - x} \cdot \varepsilon_{bt,ult}, \quad (5)$$

$$\varepsilon_{bt} = \frac{x_{bt}}{h - x} \cdot \varepsilon_{bt,ult}. \quad (6)$$

Тогда подставляя выражения (5), (6) в (3), (4) получим:

$$\sigma_b = \frac{R_{bt,ser} \cdot x_b \cdot [2 \cdot R_{b,ser} \cdot (h - x) - R_{bt,ser} \cdot x_b]}{R_{b,ser} \cdot (h - x)^2}, \quad (7)$$

$$\sigma_{bt} = \frac{R_{bt,ser} \cdot x_{bt} \cdot [2 \cdot (h - x) - x_{bt}]}{(h - x)^2}. \quad (8)$$

Деформации сжатой и растянутой арматуры определяются аналогично:

$$\varepsilon_s = \frac{h - x - a_s}{h - x} \cdot \varepsilon_{bt,ult} = \frac{2 \cdot R_{bt,ser}}{E_b} \cdot \frac{h - x - a_s}{h - x}, \quad (9)$$

$$\varepsilon_{sc} = \frac{x - a'}{h - x} \cdot \varepsilon_{bt,ult} = \frac{2 \cdot R_{bt,ser}}{E_b} \cdot \frac{x - a'}{h - x}. \quad (10)$$

Далее определяем высоту сжатой зоны сечения, для этого воспользуемся уравнением статики: сумма проекций всех сил на выбранную ось будет равна нулю. Получим кубическое уравнение, из которого находим высоту сжатой зоны:

$$\begin{aligned} & \left(1 + \frac{R_{bt,ser}}{R_{b,ser}}\right) \cdot b \cdot x^3 + 3 \cdot \left[2 \cdot \frac{E_s}{E_b} \cdot (A_s + A'_s) + b \cdot h\right] \cdot x^2 + \\ & + 6 \cdot \left[\frac{E_s}{E_b} \cdot (A_s \cdot a_s - A'_s \cdot a'_s) - \frac{E_s}{E_b} \cdot h \cdot (2 \cdot A_s - A'_s) - b \cdot h^2\right] \cdot x + \\ & + 2 \cdot h \cdot \left\{b \cdot h^2 + 3 \cdot \frac{E_s}{E_b} \cdot [A_s \cdot (h - a_s) + A'_s \cdot a'_s]\right\} = 0 \end{aligned} \quad (11)$$

А зная высоту сжатой зоны, не составит труда определить формулу для расчета момента трещинообразования в общем виде (с учетом продольной сжатой и растянутой арматуры):

$$\begin{aligned} M_{crc} = & \frac{2 \cdot \left(\frac{E_s}{E_b}\right) \cdot A_s \cdot (h - x - a_s)^2 \cdot R_{bt,ser}}{h - x} + \frac{5 \cdot \left[b \cdot \frac{(h - x)^2}{2}\right] \cdot R_{bt,ser}}{6} + \\ & + \frac{\left(\frac{R_{bt,ser}}{R_{b,ser}}\right) \cdot \left(\frac{b \cdot x^3}{3}\right) \cdot [8 \cdot R_{b,ser} \cdot (h - x) - 3 \cdot R_{bt,ser} \cdot x]}{4 \cdot (h - x)^2} + \frac{2 \cdot \left(\frac{E_s}{E_b}\right) \cdot A'_s \cdot (h - a'_s)^2 \cdot R_{bt,ser}}{h - x} \end{aligned} \quad (12)$$

Для того чтобы оценить достоверность формулы (12), обратились к [9], где с использованием современных технологий определяли прочностные характеристики железобетонных элементов, из эксперимента подчеркнули значения момента трещинообразования. Так как в [9] фигурировали изгибающие элементы (балки) сечением 100x250 мм, общей длиной 1200 мм, опертых на две опоры и нагруженных сосредоточенными грузками, провели расчет по предложенной методике и по методике СП 63.13330.2018 для балок аналогичного сечения. Результаты расчета приведены в Табл. 1.

**Табл. 1.** Результаты расчета момента трещинообразования в изгибаемых элементах

№ п/п	Бетон	Арматура	Нагрузка образования первой трещины, кг	$M_{crc}^{оп}$		$M_{crc}^{сп}$		$M_{crc}^{предл}$	
				кНм	кНм	$\Delta_{сп}, \%$	кНм	$\Delta_{предл}, \%$	
1	Тяжелый бетон В25: $R_b=23$ МПа	4Ø10A240Rs=380 МПа	2400	4,8	3,6	25,1	3,9	16,8	
2	Тяжелый бетон В25: $R_b=23$ МПа	4Ø10A240Rs=380 МПа	2300	4,6	3,6	20,3	3,9	15,6	
3	<b>Автоклавный ячеистый бетон</b> $R_b=3,5$ МПа	2Ø8A240Rs=300МПа	1150	2,3	1,6	30	1,8	20,1	

Анализируя Табл. 1 получили, что определение момента трещинообразования по предложенной методике на 15,6 – 20,1% разнится с опытными значениями. А по методике расчета СП 63.13330.2018 разница составила 20,3 – 30%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вывели формулу для определения момента трещинообразования (12) железобетонных изгибаемых элементов согласно деформационной теории пластичности Г. А. Гениева. Выявили, что предложенная методика позволяет более точно определить момент образования первой трещины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Залесов А.С., Мухамедиев Т.А., Чистяков Е.А. Расчет трещиностойкости

железобетонных конструкций по новым нормативным документам // Бетон и железобетон. 2002. № 5. С. 15–19.

2. Карпенко Н.И., Радайкин О.В. К совершенствованию диаграмм деформирования бетона для определения момента трещинообразования и разрушающего момента в изгибаемых железобетонных элементах // Строительство и реконструкция. 2012. Т. 41. № 3. С. 10–16.

3. Свод Правил 63.13330.2018 «БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ» // Основные положения СНиП 52-01-2003.

4. Свод Правил 63.13330.2012 «БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ» // Актуализированная редакция СНиП 52-01-2001.

5. Строительные нормы и правила «БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ». СНиП 2.03.01-84.

6. Ерышев В.А., Косков М.Ю. К методике определения момента трещинообразования изгибаемых железобетонных элементов по нелинейной деформационной модели // Вестник НГИЭИ. 2017. Т. 79. № 12. С. 32–42.

7. Гениев Г.А. Вариант деформационной теории пластичности бетона // Бетон и железобетон. 1969. № 2. С. 18–19.

8. Гениев Г.А., Киссюк В.Н., Тюпин Г.А. Теория пластичности бетона и железобетона. М.: Стройиздат, 1974. 316 с.

9. Колчунов В.И., О.И. Аль-Хашими, Протченко М.В. Жесткость железобетонных конструкций при изгибе с поперечной и продольной силами // Строительство и реконструкция. 2021. №6. С. 5-19.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОЛНЦЕЗАЩИТЫ ЖИЛОГО ДОМА В Г. ВОЛГОГРАД

*Курдюков А.С., студент 2 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*  
*Айвазян Д. А., студентка 2 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*  
*Научный руководитель – Умнякова Н. П., профессор кафедры АСП, д.т.н., доцент*

### **Аннотация**

На сегодняшний день тема солнцезащиты является одной из актуальных проблем в строительстве и проектировании. В строительстве существует такой термин, как инсоляция - этот процесс облучения поверхностей солнечным светом (солнечной радиацией) регламентируемый по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [1].

При проектировании, часто нарушают требования инсоляции, от этого страдает внутренняя среда зданий и ничего не подозревающие люди.

Предметом данного исследования является проектирование солнцезащиты жилого дома. Цель данной работы заключается во внесении предложений по улучшению требуемой инсоляции и проектирование солнцезащитных элементов на основе выполнений расчёта продолжительности инсоляции в жилом доме. Задачи - выполнение расчёта продолжительности инсоляции при наличии и отсутствии солнцезащитных устройств, внесение предложений по улучшению инсоляции и солнцезащиты.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Все проектировочные и конструктивные решения здания должны отвечать требованиям сводов правил, ГОСТов и СанПиНов.

Основным регламентирующим документом для инсоляции является СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [1].

Для исследования инсоляции помещений жилого дома, сначала необходимо произвести расчёты продолжительности инсоляции с учетом затеняющей окружающей застройки, а также с учётом архитектурно-конструктивных элементов здания. В данной работе изучается влияние затеняющего воздействия на инсоляцию помещений.

При расчёте продолжительности инсоляции жилого дома применяется специально изготовленный инсоляционный график для города застройки Волгограда.

Инсоляционный график или инсоляционная линейка - это проекция модели видимой траектории движения солнца на горизонтальную плоскость, то есть двухмерная интерпретация трехмерной модели движения солнца относительно расчётной точки.

Расчётная точка инсоляции – это точка на пересечении горизонтальных лучей солнца, определяющая начало и окончание инсоляции в точке, без учёта окружающей застройки.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Солнцезащита является одной из актуальных проблем в строительстве и проектировании зданий. Солнцезащитные устройства препятствуют проникновению солнечных лучей в помещение и защищают их от нагрева.

В строительстве существует такой термин, как инсоляция (от лат. *in* «внутри» и *sōl* «солнце») – который, обозначает процесс облучения поверхности солнечными лучами, поступающими с направления, в котором виден в данный момент центр солнечного диска.

Важным является продолжительность инсоляции, проникающей в помещение через светопрозрачные конструкции.

На продолжительность инсоляции помещений влияют следующие факторы:

1. Расположение здания по сторонам света;
2. Конструктивно – архитектурные решения здания;
3. Территориальная застройка вокруг здания.

В СанПиН 1.2.3685-21 [1] указана нормируемая продолжительность инсоляции, измеряемая часами, в зависимости от нормируемого помещения, географической широты и календарного периода (табл.1).

**Табл. 1.** Нормируемая продолжительность инсоляции для помещений жилых зданий

Нормируемые помещения	Географическая широта местности	Продолжительность инсоляции, не менее	Календарный период
1. Не менее чем в одной комнате 1-2 комнатных квартир; 2. Не менее чем в 2-х комнатах 4-х и более комнатных квартир; 3. Не менее чем в 60% жилых комнат в зданиях общежитий	Северная зона (севернее 58° с.ш.)	2,5 ч	С 22 апреля по 22 августа
	Центральная зона (58° с.ш. - 48° с.ш.)	2 ч	
	Южная зона (севернее 48° с.ш.)	1,5 ч	С 22 февраля по 22 октября
1. В 2-х и 3-х комнатных, где инсолируется не менее 2-х комнат; 2. В многокомнатных квартирах (4 и более комнат), где инсолируется не менее 3-х комнат; 3. При реконструкции жилой застройки, расположенной в центральной, исторической зонах городов, определенных их генеральными планами развития	Северная зона (севернее 58° с.ш.)	2 ч	С 22 апреля по 22 августа
	Центральная зона (58° с.ш. - 48° с.ш.)	1,5 ч	
	Южная зона (севернее 48° с.ш.)	1,5 ч	С 22 февраля по 22 октября

При проектировании зданий, должны учитываться санитарные требования к помещениям, не допускающие заниженных показателей инсоляции.

К примеру, ни однокомнатная, ни двухкомнатная квартира не может выходить всеми окнами на север, поскольку в таком случае в них будет недостаточная продолжительность инсоляции. В окна этих квартир заведомо будет попадать меньше солнечных лучей, чем этого требуют СанПиН 1.2.3685-21 [1].

Солнечный свет является необходимым фактором, влияющим на здоровье человека.

Солнечные лучи оказывают биологическое воздействие на человека.

По воздействию на человека в ультрафиолетовой зоне разделяют [3,4]:

1. Зона А - антирахитная - длина волн 315-400 нм - длинноволновое УФ -излучение (ДУФ);
2. Зона Б - эритемная - длина волн 280-315 нм средневолновое (СУФ);
3. Зона С - бактерицидная - длина волн 200-280 нм коротковолновое (КУФ).

Солнечные лучи оказывают оздоравливающее, антирахитное, бактерицидное воздействие на человека. Однако недостаток и избыток солнечных лучей негативно сказывается на его здоровье. При их недостатке, нарушается выработки витамина D, замедление иммунного ответа, нарушение сна, нарушение обменных процессов, развитие ожирения, повышение риска сердечных заболеваний, диабета, рака.

Последствиями избытка солнечных лучей является: повышенная раздражительность, тревожность, ухудшение зрения, преждевременное старение кожи, угроза образования рака кожи [5].

Немаловажным является и тот факт, что хорошая инсоляция позволяет экономить на электроэнергии и придает жилью более приятный и уютный вид. Поэтому солнечный свет непременно должен присутствовать в жилом помещении.

Для расчёта инсоляции и проектирования солнцезащиты дома, мы решили рассмотреть проект жилого комплекса, расположенного в г. Волгоград, представленный на (рис.1), так как данный проект понравился нам с архитектурной точки зрения и комплекс был сдан в эксплуатацию в конце 2022 г., а значит должен отвечать требованиям современных норм.



**Рис. 1** Фасад жилого дома

Для анализа инсоляции помещения жилого дома, был произведен расчёт с учётом воздействия окружающей застройки, но без учёта влияния балконов, представленный на (рис.2).



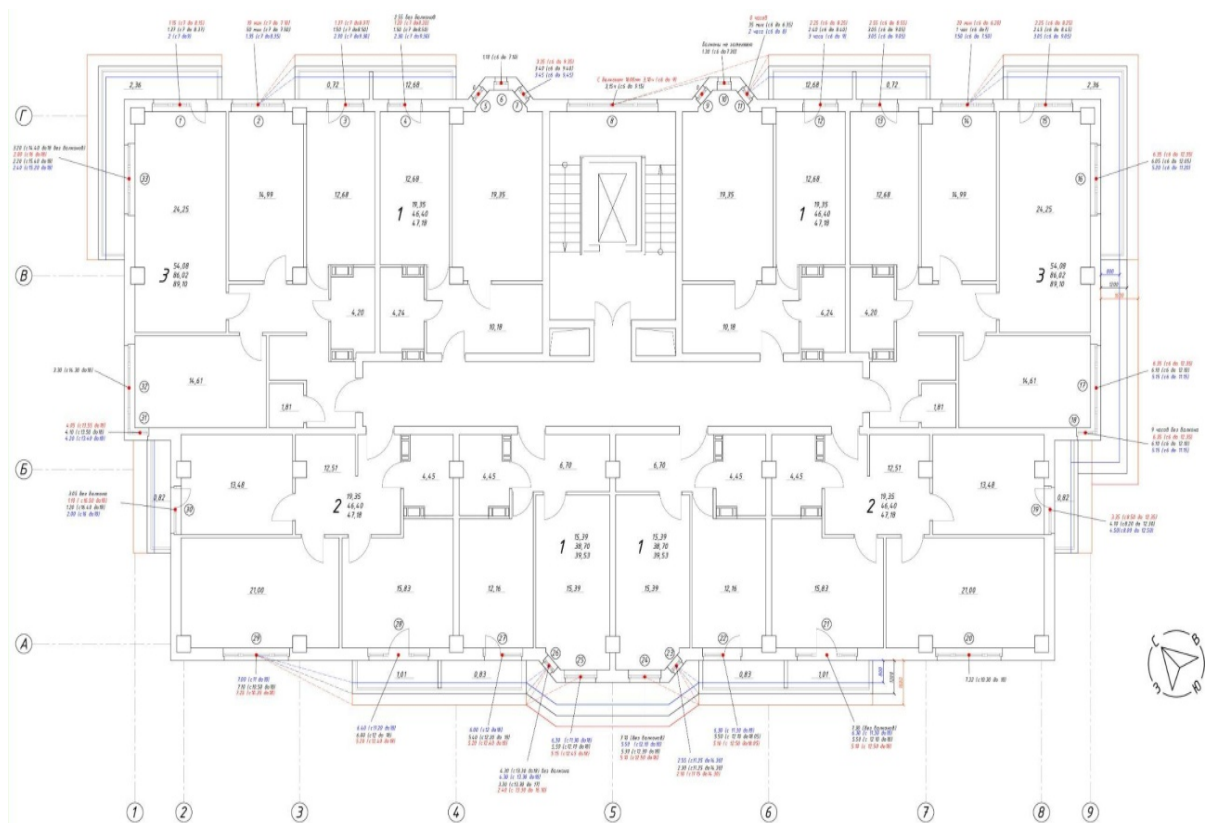
**Рис.2** План территории

На рис.3, 1- исследуемое здание; 2- десятиэтажное здание; 3- пятиэтажное здание; 4- одноэтажные здания.

На продолжительность инсоляции оказывает влияние только десятиэтажное здание.

Проведенный анализ инсоляции без учета балконов жилого дома показал, что продолжительность инсоляции С-В фасада составляет 2-3 часа, Ю-В/Ю-З фасады 7-9 часов, а С-З фасад 3-4 часа. Следует отметить, что с южной стороны наибольшая продолжительность инсоляции приходится на самое активное время солнца с 11 до 17 часов.

На рис.3 при расчете инсоляции с учетом затеняющего воздействия балконов был принят вылет равный 1,2 м согласно проекту. Также были проведены расчеты инсоляции при вылете балконов 0,8 м и 1,6 м. Красная линия – 1,6м, черная – 1,2м, синяя – 0,8м.



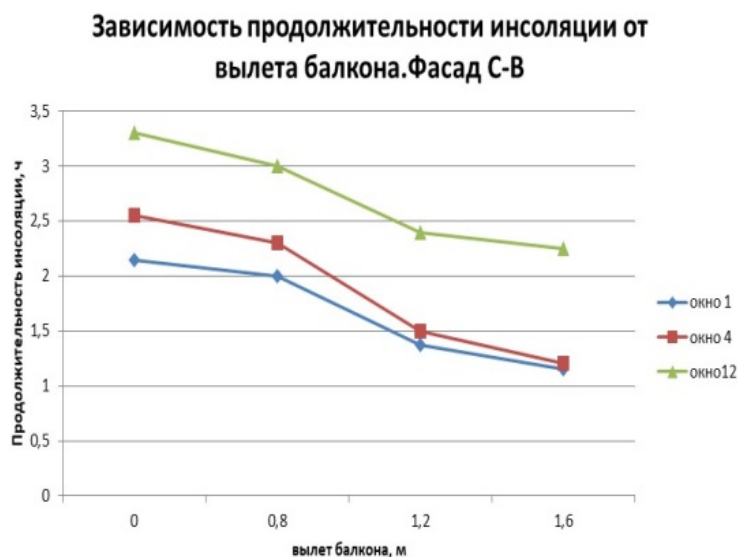
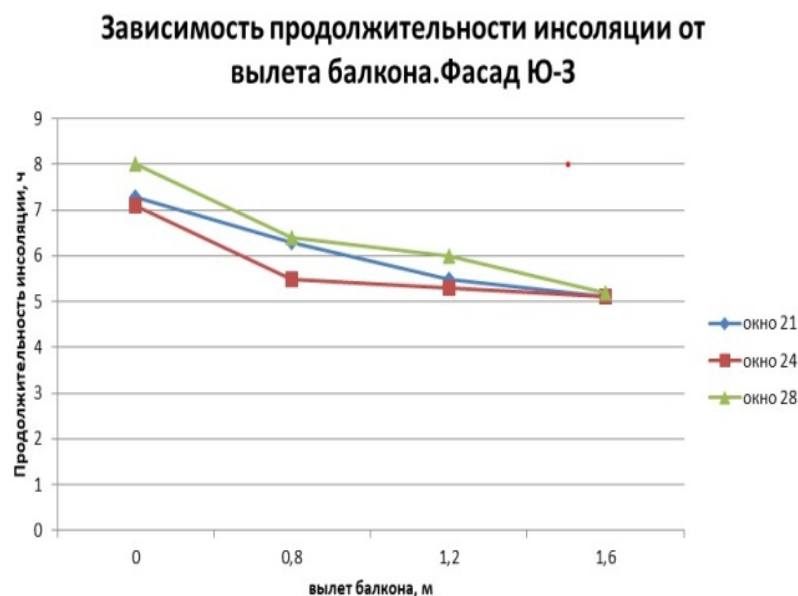
**Рис.3** План типового этажа

Проведенные расчеты показали, что близь стоящее десятиэтажное здание затеняет наше и как оказалось, в результате расчетов вместе с балконами в части северо-восточного фасада значение инсоляции ниже норм СанПиН [1,2]. А на юго-восточном и юго-западном фасадах здания нормативные значения превышены и варьируется от 6 до 8 часов, в самое жаркое время. В окне №18 данного фасада, продолжительность инсоляции доходит до 9 часов (рис.3).

Исходя из расчётов, нами построены графики зависимости продолжительности инсоляции от вылета балконов (рис.4). Были взяты несколько окон на фасадах.

Графики показывают, насколько необходимы балконы не только как конструктивное решение, но и в качестве солнцезащитных устройств.





**Рис. 4** Графики зависимости продолжительности инсоляции помещений от вылета балконов

На основе анализа результатов расчетов разработаны предложения по оптимизации продолжительности инсоляции фасадов:

1) В осях 9 и Б устроить дополнительный балкон (рис.3). При этом продолжительность инсоляции уменьшается с 9 часов, до 6-5 часов с 6 утра до 11 когда солнце не самое жаркое.

2) По оси А (рис.3) устроить дополнительный балкон возле эркера. При этом продолжительность инсоляции уменьшится с 7 часов 20 минут, до 5 часов.

3) Близь расположенное 10-ти этажное здание и балконы с вылетом 1,2м уменьшают продолжительность инсоляции С-В фасада по оси Г (рис.3) до 1 часа 10 минут, что ниже требований СанПиНа. Для обеспечения нормативной продолжительности инсоляции целесообразно уменьшить вылет балкона с 1,2 м до 0,8 м.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Для исследования солнцезащиты жилого дома произведены расчёты продолжительности инсоляции с влиянием территории застройки, а также с учётом архитектурно-конструктивных элементов здания. При расчёте продолжительности

инсоляции жилого дома применялась специально изготовленный инсоляционный график для города застройки Волгограда.

Подводя общие итоги исследования, можно сказать:

1. Балконы выполняют не только архитектурную, но и солнцезащитную функцию, которая влияет на инсоляцию, и может менять её продолжительность в ряде случаев до 4 часов.

2. Увеличение вылета балкона позволяет уменьшить продолжительность инсоляции помещений на 1-2 часа.

В некоторых случаях из-за балконов продолжительность инсоляции оказывается меньше нормы. В этих случаях целесообразно уменьшить вылет балконов.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»." от 28.01.2021 № 62296

2. СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение." от 08.05.2017

3. *Богатина А.Ю.* Инсоляция помещений, зданий и территории. Учебно- методическое пособие для практических занятий по дисциплине «Строительная физика»

4. *В. Н. Куприянов* Инсоляция зданий и территорий. - Учебное пособие изд. - Казань: Изд-во Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2020.-102 с.

5. *Турулов В.А.* Инсоляция и системы солнечного бактерицидного облучения помещений. - Москва: Изд-во Архитектура-С, 2016. - 176 с.

# УСТОЙЧИВОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЗДАНИЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ПЕРЕКРЫТИЙ К ВАНТОВОМУ МЕХАНИЗМУ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ЗАПРОЕКТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

*Панькин Р.В., студент 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Савин С.Ю., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

## **Аннотация**

Ежегодно в мире случаются десятки катастроф связанных с разрушением зданий и сооружений. Связаны они не только с природными и климатическими явлениями, но и превышением эксплуатационных характеристик конструкций и не соблюдением правил эксплуатации. У всего этого есть общая закономерность – потеря устойчивости конструкции. Рассмотрев различные варианты сечения перекрытия здания, возможно, увидеть закономерности последовательности разрушения конструкций. Целью исследования является изучения работы железобетонного каркаса здания при переходе перекрытий к вантовому механизму сопротивления после запроектного воздействия.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Прогрессирующее (лавинообразное) обрушение - это распространение начального локального повреждения в виде цепной реакции от элемента к элементу, которое, в конечном счете, приводит к обрушению всего сооружения или непропорционально большей его части. Опасность такого разрушения в том, что оно происходит быстро и не всегда локализуется. Часто конструкции железобетонного (Ж.Б.) каркаса последовательно начинают терять устойчивость вследствие увеличения действующей на них нагрузки. Предвидеть и рассчитать прогрессирующее разрушение здания – один из наиболее сложных инженерных расчетов. Увидеть работу конструкций каркаса во время потери ими устойчивости возможно в современных программных комплексах. Современные строительные нормы в различных странах мира схожи по методике проверки зданий и сооружений

Чтобы увидеть переход работы перекрытия здания к вантовому механизму, необходимо проверить ж/б каркас на прогрессирующее разрушение с помощью динамического расчета, описанного подробно в СП 385.1325800.2018 «Методы защиты здания от прогрессирующего разрушения. Постановка проводилась в программном комплексе ЛИРА-САПР 2016.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Необходимость проводить проверки, связанные с прогрессирующим разрушением, стали обязательным для некоторых классов зданий вследствие многократно происходящих катастроф в мире. Наиболее показательным случаем в зарубежной истории можно назвать катастрофу 11 сентября 2001 года, произошедшую во время теракта в Нью-Йорке. В здание всемирного торгового центра врезался пассажирский самолет, выключив из работы часть несущих элементов каркаса, а затем произошел пожар. Металлический каркас не выдержал повышенных температур и дополнительных нагрузок на уцелевшую часть конструкций, что вызвало последовательное обрушение здания до основания. 14 февраля 2004 года в Москве произошел случай обрушения Ж.Б. оболочки ТЦ «Трансвааль-Парк». Причиной стало превышение нагрузки на часть конструкции, выключив из работы одну из несущих колонн, что вызвало лавинообразное обрушение. Цепная реакция буквально за несколько минут привела к полному разрушению конструкции [1, 2].

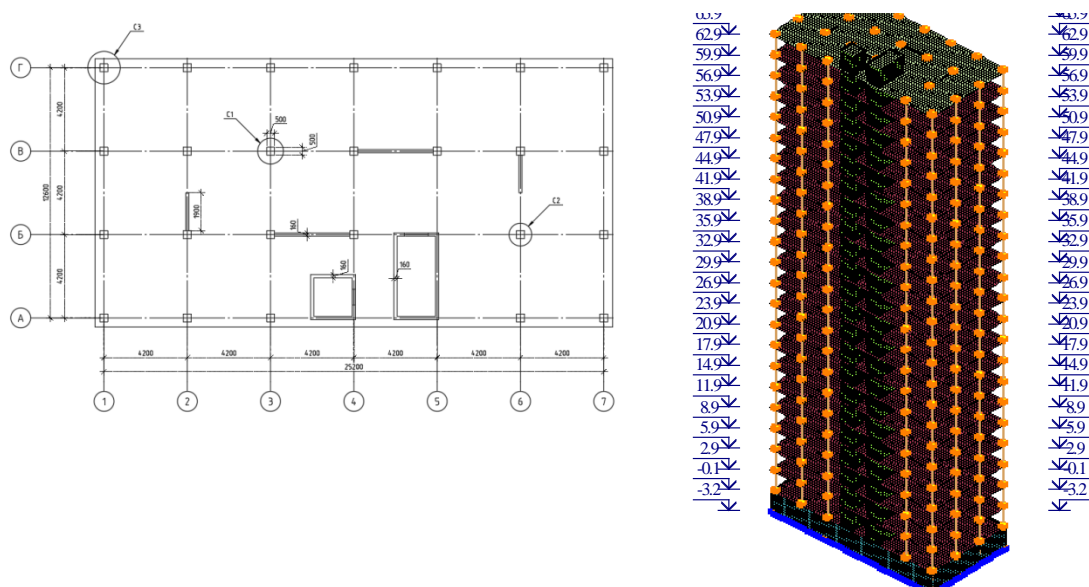
Эти случаи одни из наиболее масштабных катастроф, но ежегодно в мире происходит десятки инцидентов, связанных с ситуациями, появление которых предвидеть крайне сложно.

При реализации прогрессирующего разрушения происходят процессы, связанные с переходом работы горизонтальной монолитной конструкции к вантовому механизму работы. При выключении из работы одного или группы несущих вертикальных элементов здания,

эпюра моментов горизонтальной конструкции, связывающей оставшиеся колонны, при запроектных нагрузках начинает приобретать вид параболы. В некоторых случаях на данном этапе конструкция может и не разрушиться при достаточно большом проценте армирования или локализуется при наличии достаточных горизонтальных связей колонн [3].

Переход работы перекрытия каркаса Ж.Б. здания к вантовому механизму работы при запроектных нагрузках можно увидеть при анализе расчета одной и той же модели здания в программном комплексе, но изменяя толщину её перекрытий. Прослеживается определенная закономерность работы элементов конструкции.

Объектом исследования является 21-этажный жилой дом в городе Москва с планировочным решением серии 1.120.1-1с (Рис.1).



**Рис.1.** Планировочное решение и расчетная модель объекта исследования. С-1, С-2, С-3, - случаи демонтажа колонн

Проверка Ж.Б. каркаса при прогрессирующем разрушении выполнялись в динамической постановке. После построения расчётной модели в ЛИРА-САПР 2016 с помощью встроенного ПО «МОНТАЖ+» создавались стадии монтажа каркаса и демонтажа, рассматриваемой колонн.[4]

Перед удалением, в колонне определились продольные усилия. Затем после демонтажа, в точке перекрытия этажа, где ранее располагалась колонна, прикладывалась сосредоточенная нагрузка с противоположным знаком, равная усилию, создаваемому в удалённой колонне. С помощью динамического нагружения выполнялся модельный анализ, для определения нормальных форм колебаний модели. Таких постановки выполнялось 3 варианта, для анализа различных вариантов прогрессирующего разрушения. Для анализа влияния горизонтальных связей на наличие в системе цепной реакции разрушения всего здания от потери устойчивости одной из рассматриваемых колонн, предлагалось использовать несколько конфигураций толщин перекрытия от 100 мм до 200 мм. Для наиболее справедливого результата, рассматривались колонны, находящиеся вблизи удаляемой и как следствие наиболее смещаемые по осям X и Y. Характерным для этих колонн было увеличение расчётной длины и продольного усилия. [5]

Для наглядного представления работы каркаса, было выполнено построение графиков зависимости продольного напряжения в оставшейся колонне от величины прогиба перекрытия (Рис.2-4). Максимальный прогиб до разрушения вычисляется по формуле (в рассмотренном случае он составляет 140 мм) (1).

$$f = L/30 \quad (1)$$

где  $L$  – величина пролета (расстояние между колоннами)

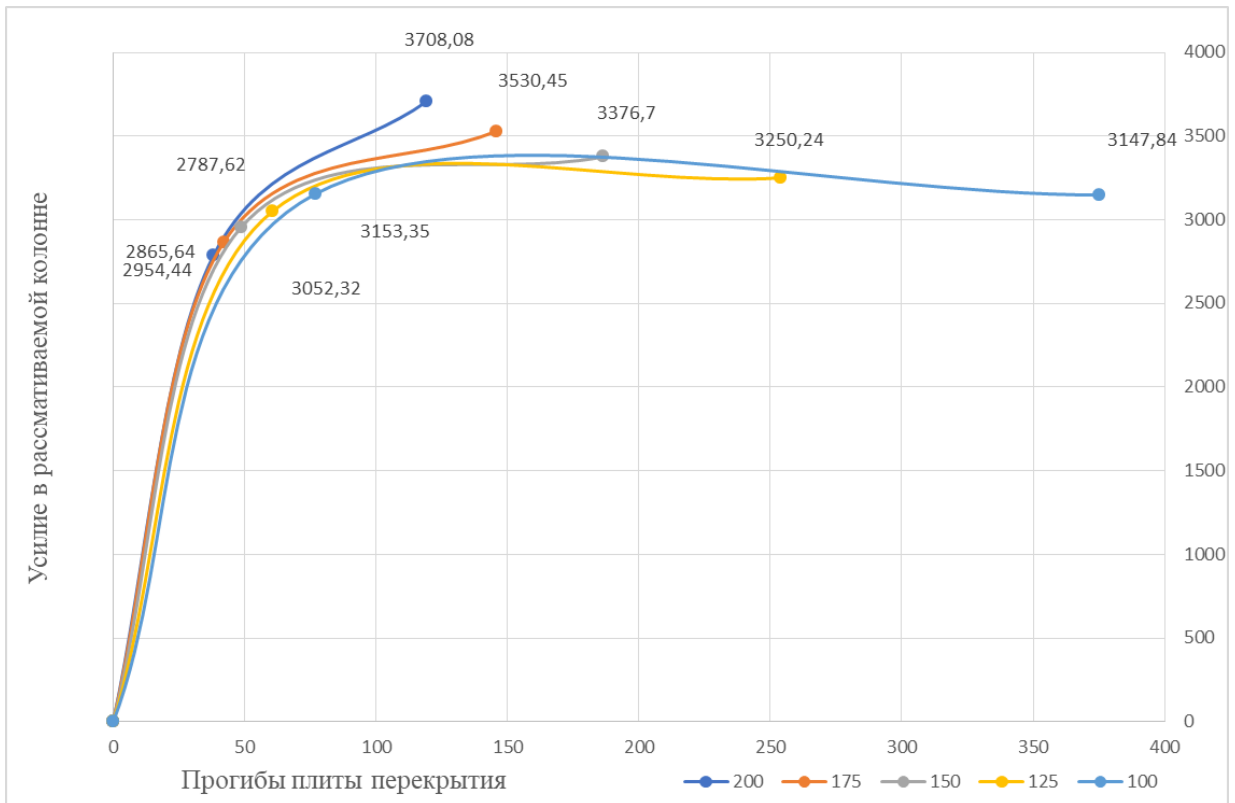


Рис.2. График для С-1, колонна в осях 2/В

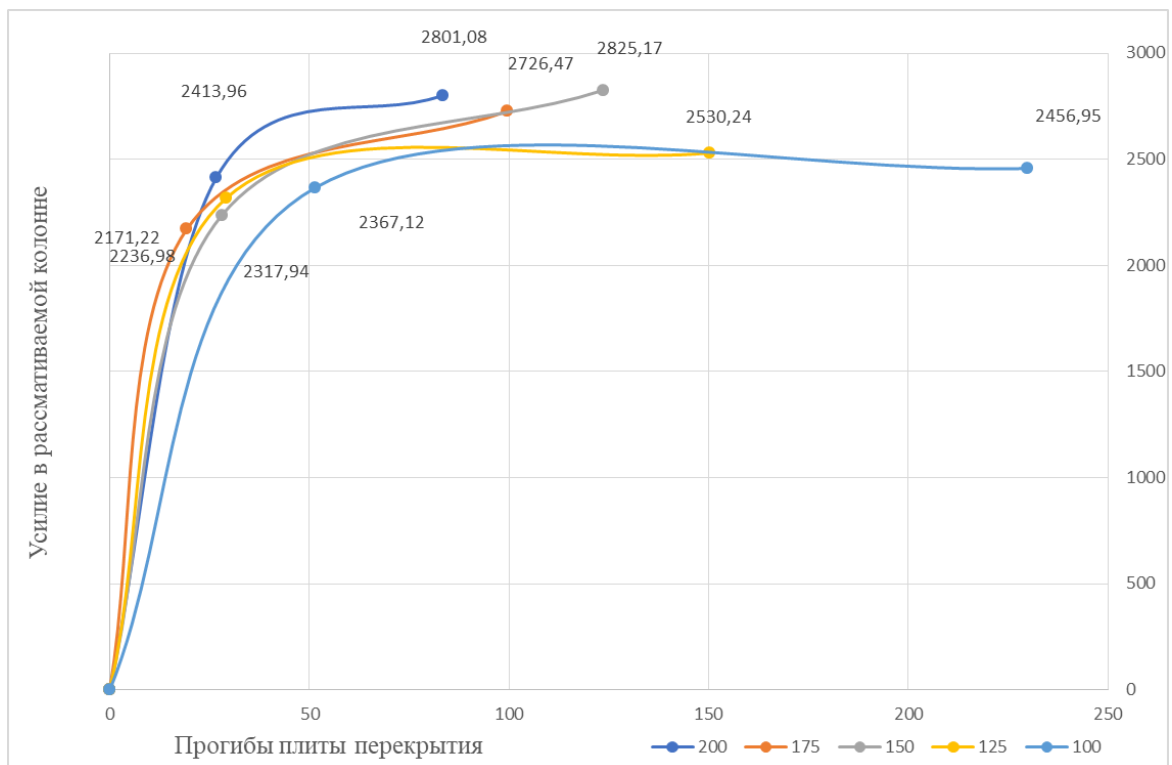
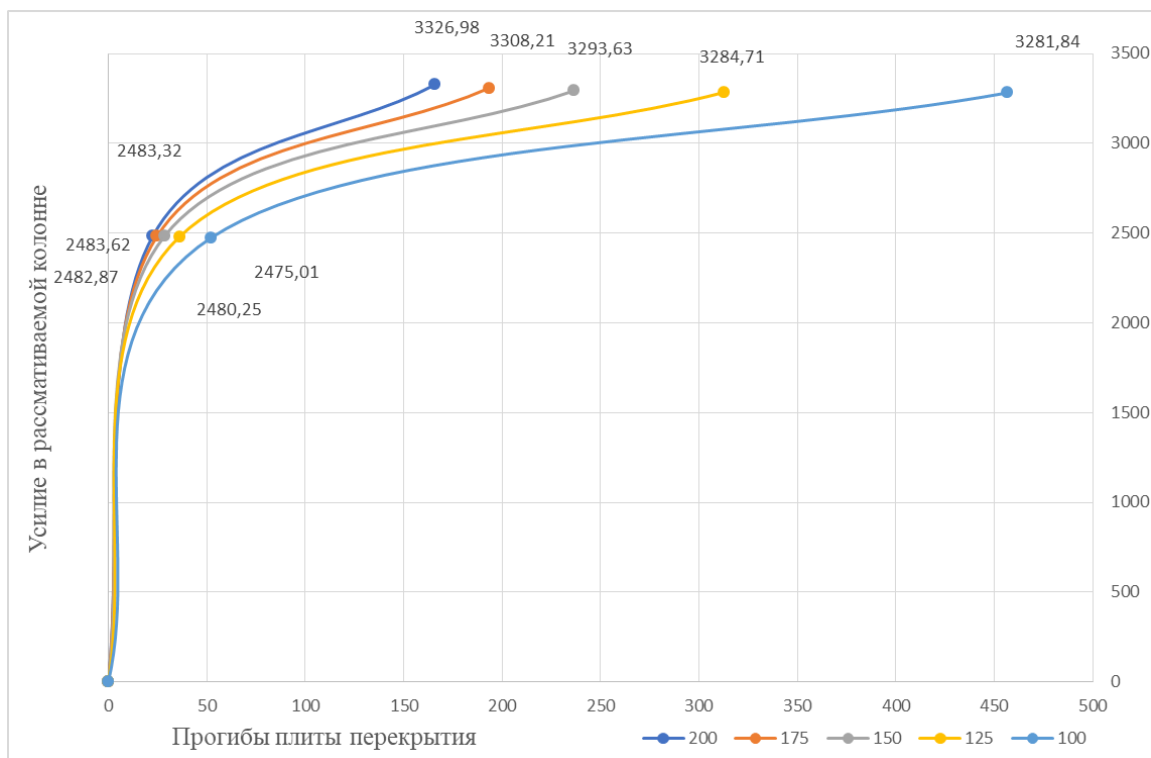


Рис.3. График для С-2, колонна в осях 6/А



**Рис.4.** График для С-3, колонна в осях 1/В

На представленных графиках видно: влияние толщины перекрытия на величину прогиба и влияния вертикальных конструкций ядер жесткости, связывающих колонны.

В первом случае Ж.Б. конструкция перекрытия выполняет роль горизонтальной связи колонн, обеспечивая устойчивость колонн, более удаленных от удаляемой. За счет своей массивности прогиб такого перекрытия будет меньше, что делает его пригодным к ремонту. Но при увеличении сечения также увеличивается общая масса каркаса здания, что может привести к недостаточной прочности предложенных ранее вертикальных конструкций и затратам на проектирования более подходящего фундамента.

Во втором случае увеличения количества несущих стен, приводит к отсутствию вариативности планировочных решений здания. Жилые площади сокращаются и психологически замыкают человека, что порождает дискомфорт нахождения его в подобной среде.[6]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод о работе горизонтальных конструкций различного сечения Ж.Б. каркаса здания. Реализация вантового механизма сопротивления перекрытий в зоне начального локального разрушения (при отказе колонны) для определенных вариантов локализации такого разрушения может привести к резкому увеличению расчетных длин сохранившихся колонн и дополнительной поперечной динамической нагрузке. В связи с этим при расчетном обосновании защиты от прогрессирующего разрушения необходимо выполнять проверку устойчивости колонн при реализации вантового механизма сопротивления перекрытий в зоне начального локального разрушения. Наиболее опасным сценарием аварийной ситуации является отказ колонны, при котором часть из сохранившихся колонн не имеет дополнительных горизонтальных связей в уровне этажа кроме перекрытия над зоной локального разрушения. В этом случае переход перекрытия к вантовому механизму сопротивления может привести к цепочке последовательных отказов конструкций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Закиева Н.И. Гранкина Д.В. Ким К.А. Васильева Д.К.* Процесс прогрессирующего обрушения высотных зданий и анализ решений, противодействующих ему // Инженерный вестник Дона. - 2019. - №3.
2. *Павлов А.С.* Численное моделирование деформирования и разрушения узлов строительных конструкций // Вестник МГСУ. - 2011. - №4.
3. *Колчунов В.И., Бушова О.Б.* Деформирование железобетонных каркасов многоэтажных зданий в предельных состояниях при особых воздействиях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. - 2022. - Т. 18. - №4. - С. 297-306.
4. *Савин С.Ю., Федорова Н.В.* Сопоставление методов расчета несущей системы на внезапный отказ одного из ее элементов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. - 2022. - Т. 18. - №4. - С. 329-340.
5. *Кравченко Г.М. Труфанова Е.В. Кущенко А.К. Быченко И.В.* Особенности расчета на прогрессирующее обрушение каркаса уникального здания многофункционального комплекса // Инженерный вестник Дона. - 2022. - №9.
6. *Домарова Е.В.* Расчетно-конструктивные методы защиты от прогрессирующего разрушения железобетонных монолитных каркасных зданий // iPolytech Journal. - 2015. - №10.

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ КРОВЛИ ЗДАНИЯ ОБЩЕЖИТИЯ

*Крымов И.О., студент 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*  
*Зиновьев К.Г., студент 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*  
*Научные руководители – Федорова Н.В., зав. каф. АСП, д.т.н., профессор;*  
*Губанов В.А. инженер СЭИСИС филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*

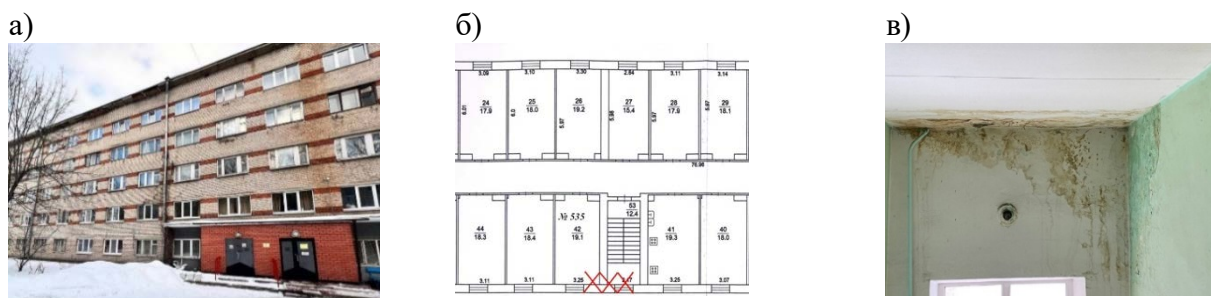
## Аннотация

Проведен анализ причин возникновения дефектов на нижней поверхности плиты чердачного перекрытия и стены, выявленных в ходе проведения планового технического осмотра кровли и чердака здания общежития совместно с инженером службы эксплуатации зданий и сооружений. Рассмотрен процесс нарушения температурно-влажностного режима чердака. Предложены мероприятия по восстановлению эксплуатационной пригодности кровли здания общежития.

## ВВЕДЕНИЕ

Важной задачей службы эксплуатации зданий и сооружений филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи является поддержание конструкций и инженерных сетей учебных, научных корпусов и зданий общежитий, находящихся на территории филиала в работоспособном и исправном состоянии. Регулярно проводится техническое обслуживание кровельного покрытия, при этом, как правило, именно в зимний период времени обнаруживаются дефекты и повреждения с связи с увеличивающимися осадками и снижением наружной температуры воздуха. Эти изменения приводят к определенным физическим процессам и запускают механизм образования сосулек и наледи [1]. Как известно кровельное покрытие и чердак жилого здания защищают все другие конструктивные элементы дома: разрушение крыши рано или поздно приведет к появлению дефектов в других конструкциях.

В настоящей работе приводится анализ состояния кровельного покрытия и конструкций чердачного перекрытия по результатам планового технического осмотра здания общежития, получившего повреждения (рис.1), а также некоторые рекомендации по восстановлению эксплуатационной пригодности кровли.

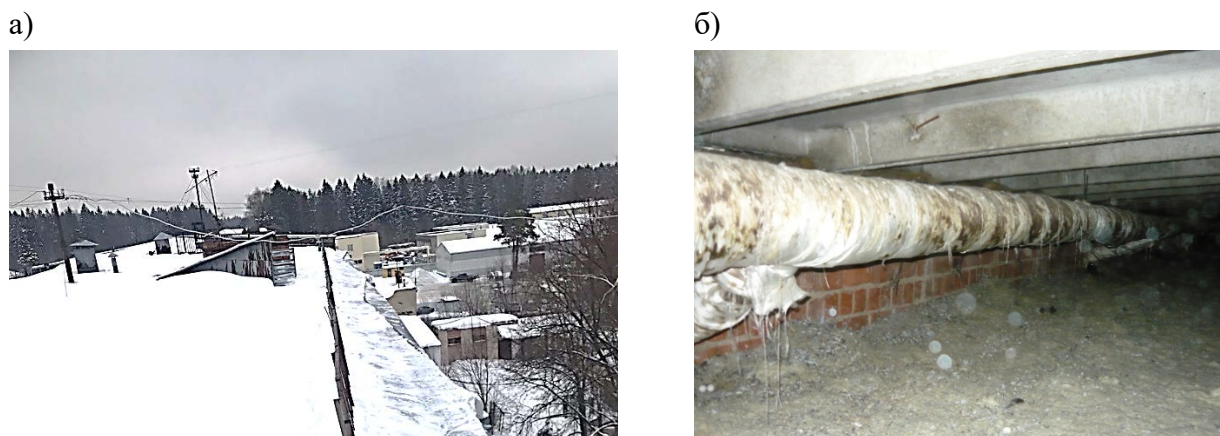


**Рис. 1.** Обследуемое здание: а – общий вид, б – зона выявленных дефектов, в – общий вид повреждений

Рассматриваемое здание общежития было построено в 1966 году. Здание отдельно стоящее, пятиэтажное, прямоугольной формы с планировкой коридорного типа. Чердачное пространство является неотапливаемым (холодным). Кровля в здании – рулонная, конструкция покрытия – из железобетонных плит (без теплоизоляции) покрытия, утепленным чердачным перекрытием и достаточным воздухообменом помещения чердака (рис. 2). При проведении осмотра проверялось техническое состояние конструкций кровли как снаружи, так и со стороны чердака. В ходе проведения обследования рекомендуется



выполнять необходимые обмеры, визуально выявлять нарушения, определять их влияние на техническое состояние строительных конструкций [2].

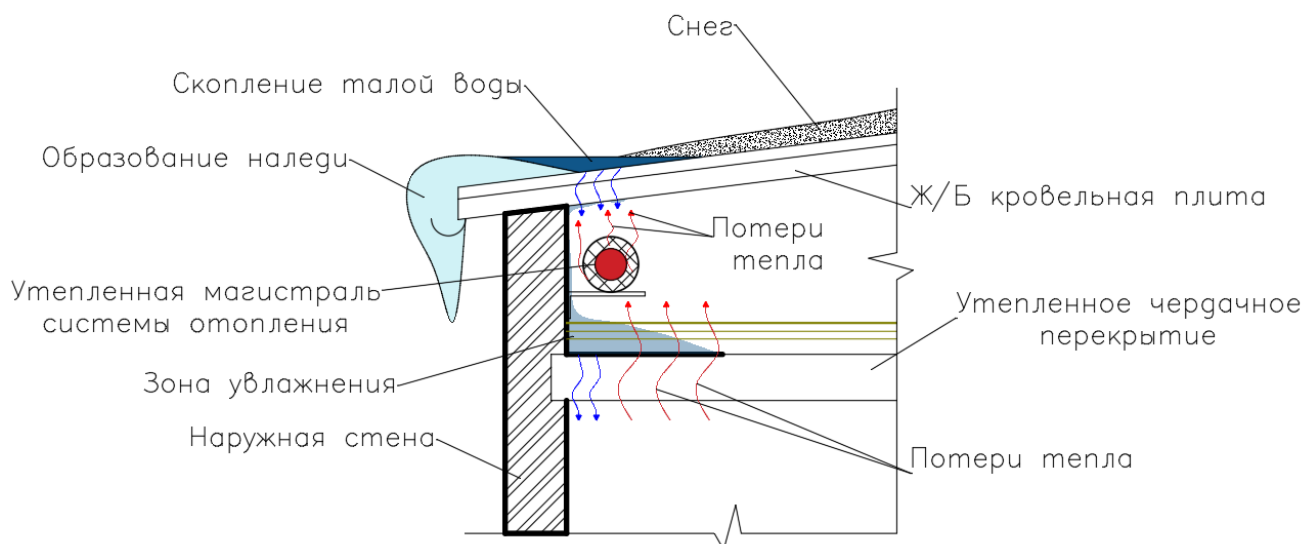


**Рис. 2.** Общий вид кровли (а), и холодного чердака (б) здания общежития

При осмотре чердака были обнаружены места увлажнения на поверхности железобетонных плит кровельного покрытия. Влага постепенно стекает на перекрытие, на поверхности которого расположен утеплитель. В месте сопряжения перекрытия с внутренней стеной конденсат постепенно проникает на нижележащие конструкции стен верхнего этажа.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Согласно опубликованным исследованиям последних лет [3,4] и результатам тепловизионных и визуальных обследований зданий и сооружений выявлено, что главной причиной образования наледей и сосулек на ограждающих конструкциях зданий являются теплотехнические дефекты. Здание имеет малый уклон скатов крыши, что вероятность задержания снега на скатах и образования наледи (рис. 3). В зимний период, при возникновении устойчивых отрицательных температур наружного воздуха для нормальной эксплуатации крыши с холодным чердаком требуется сохранение разницы между температурой наружного воздуха и температурой воздуха чердака, не превышающей 2 – 4 °С. Износ слоя теплоизоляции ограждающих конструкций и изоляции трубопроводов, снижение плотности слоев изоляции перекрытия и другие факторы привели к повышению температуры воздуха на чердаке. Скапливаясь в уровне конька, а также в местах пропуска инженерных каналов теплый воздух приводит к таянию нижних слоев снегового мешка на крыше здания, образуемого, как уже отмечалось, в следствие малого уклона кровли. Скопление свободной воды в порах и пустотах материала кровли приводит к протечкам, а сконденсированная влага - к постепенному разрушению изоляционного материала. К примеру, утеплитель, уложенный на перекрытии холодного чердака, постепенно увлажняется, промерзает и в конце концов полностью теряет свое функциональное назначение.



**Рис. 3.** Схема механизма проникновения влаги на верхний этаж

По результатам анализа ситуации были рассмотрены варианты ремонта кровельного покрытия и способы восстановления эксплуатационной пригодности кровли. На сегодняшний день предотвращение образования наледей и сосулек на кровле здания может быть устранено посредством уменьшения накопления снега на основной плоскости крыш зданий, водостоков и др. через уменьшение массы снега, скапливающегося на мало уклонной кровле. На замену малоэффективного механического удаления сосулек и наледи, которое зачастую приводит к повреждению поверхности покрытия, современным решением может стать применение системы антиобледенения [5]. Такая система, включающая в себя нагревательный кабель, блок управления, кабели и монтажные элементы, сравнительно проста в монтаже и последующем обслуживании. Для крыш с холодным чердаком мощность ее может быть минимальной, а ее использование позволит обеспечить долговечность кровли и, как следствие, другие несущие и ограждающие элементы здания.

Следующим шагом восстановления эксплуатационной пригодности кровли могут стать мероприятия, снижающие собственное тепловыделение кровли. Очевидно, что источником теплоты в данном конкретном случае является нарушенный теплоизоляционный ковер на перекрытии чердака. Замена увлажненных участков теплоизоляции, а также проклейка стыков полотен пароизоляции позволит ликвидировать возникшие дефекты конструкции кровли.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Предлагаемые мероприятия при условии их качественного выполнения приведет к снижению образования наледи на скатах крыши здания общежития, восстановить температурно-влажностный режим и уменьшить разницу между температурой наружного воздуха и температурой холодного чердака.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. П. В. Дружинин, Е. Ю. Юрчик. Механизм образования наледей и сосулек на крышах домов // технико-технологические проблемы сервиса №1(19) 2012. – С.66-71.
2. Фролова И.Г., Сеницин Д.А. Диагностика технического состояния зданий перед проведением капитального ремонта // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство: сб.ст. Самара: Самарский государственный технический университет, 2019. С. 802–808.
3. Л.М. Колчеданцев, А.П. Васин. Причины образования наледей на крышах зданий и их последствия // Жилищное строительство. - 2011. - № 5. - С. 18-23.

4. *Р. А. Горшков, И. А. Войлоков.* Условия образования наледей на скатных крышах зданий с холодным чердаком// Вестник МГСУ Том 17. Выпуск 1. – 2022. – С.60-71
5. *М. В. Долженкова.* Конструкция антиобледенительной системы и ее влияние на долговечность кровли// Вестник ТГТУ. Том 19. № 4. – 2013. – С.871-874.

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

*Потехин Н.И., студент 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*  
*Панькин Р.В., студент 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*  
*Научный руководитель – Серегин Н.Г., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

## Аннотация

Представлены проекты масштабных деревянных зданий и сооружений. Проанализированы проекты зданий и сооружений, возведенных с использованием древесины. Рассмотрены основные конструктивные решения на основе деревянных конструкций, применяемые в масштабных проектах. Описаны наиболее востребованные для уникального строительства технологии производства деревянных конструкций. Основываясь на анализе проектов зданий и сооружений, был сделан вывод о перспективах строительства уникальных зданий и сооружений из древесины.

## ВВЕДЕНИЕ

Уникальные здания и сооружения должны обладать хотя бы одной характеристикой, приведенной в таблице 1.

**Табл.1.** Характеристики уникальных зданий и сооружений

/п	Наименование характеристики	Величина характеристики
	Высота	Более 100 м.
	Заглубление подземной части	Более 15 м.
	Строительный объём	Более 100 тыс. м <sup>3</sup> .
	Одновременное пребывание посетителей	Более 500 человек
	Величина пролёта	Более 100 м.
	Наличие консоли	Более 20 м.

Что же касается проектирования и строительства уникальных зданий и сооружений из древесины, то до недавнего времени деревянные конструкции реализовались в основном в проектах малоэтажных зданий.

Но с развитием технологий преимущества древесины перед железобетоном и металлом растут, что позволяет задуматься об использовании этого материала в качестве основного в строительстве уникальных зданий и сооружений.

Основными преимуществами деревянных конструкций перед железобетонными и металлическими являются:

- малая плотность материала, а, следовательно, меньший вес конструкций, что позволяет снизить затраты на устройство фундаментов;
- относительная дешевизна строительства;
- высокая несущая способность конструкций;
- возможность замены отдельных конструктивных элементов без больших финансовых и трудовых затрат;
- высокая огнестойкость конструкций.

Благодаря специальным пропиткам, конструкции из древесины способны 2,5–3 часа сохранять прочность вплоть до обрушения.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – оценка перспектив применения деревянных конструкций в строительстве уникальных зданий и сооружений на примере нереализованных и реализованных проектов.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Предпосылками создания постоянного моста через реку Нева стал факт существования единственного Исаакиевского плашкоутного моста, который в периоды ледохода и ледостава разводился на несколько недель. Жители были вынуждены переходить реку по льду или на лодках во время ледохода, что представляло большую опасность. Тогда Кулибина посетила идея: создать одноарочный деревянный мост длиной около 300 метров [1].

За время работы над проектом Иван Петрович Кулибин последовательно разработал три варианта моста, пока не пришел к окончательному варианту. Окончательный вариант представлял из себя сооружение, в котором основными несущими конструкциями были спаренные деревянные арки с ромбической решеткой по обеим сторонам проезжей части, ширина которой была равна 8,52 метрам.



**Рис.1.** Визуальное представление одноарочного моста И.П. Кулибина

Академия наук и все научное сообщество отнеслось к данному проекту с должным скептицизмом. Тогда Кулибин решил провести испытания уменьшенной модели моста в масштабе 1:10. Модель выдержала нагрузку равную 63,5 тоннам при этом простояв 28 суток. Академия наук единогласно признала правильность расчетов и подтвердила возможность строительства моста.

Однако проекту так и не суждено было увидеть свет по ряду причин, а именно:

- Так как мост был деревянным, его срок службы ограничивался 20-30-ю годами, что не окупало бы затрат на его постройку, к тому же ремонт колоссально осложнялся отсутствием промежуточных опор;

- Серьезным обстоятельством также стали соображения эстетического характера. Возведение столь огромного сооружения (около 40 метров от зеркала воды) привело бы к потере масштабности соседних сооружений, таких как дворец Меншикова, Двенадцать коллегий и др. К тому же, массивные деревянные въезды испортили бы вид набережной Невы и Сенатской площади.

В современной истории строительства также имеется немало количество масштабных проектов, реализованных с использованием деревянных конструкций.

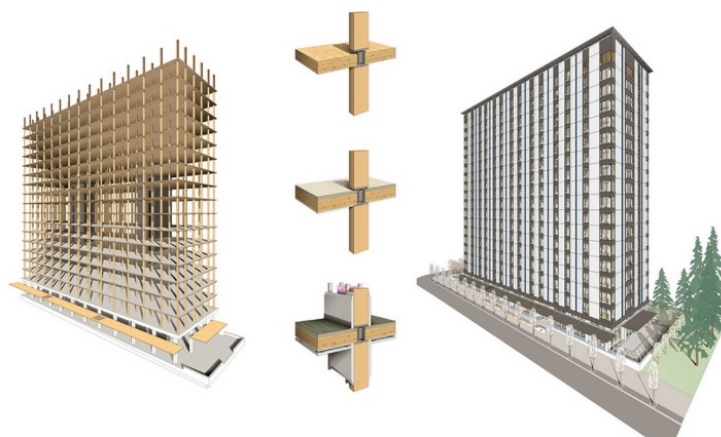
Одним из таких проектов является студенческое общежитие Brock Commons в Канаде.

Данный проект имеет несколько особенностей. Во-первых, это не элитная жилая и коммерческая недвижимость, а университетское общежитие, что ставило задачу сделать проект не слишком дорогостоящим. Поэтому, во-вторых, решение пало на проект с гибридной конструкцией: конструкции нулевого цикла и цокольный этаж – железобетонные; каркас, межэтажные перекрытия 17-ти этажей – деревянный клееный брус и CLT панели; каркас крыши и кровля выполнены из металла [2-4].

Каркас общежития формируется деревянными колоннами из клееного бруса с предусмотренными узлами быстрого соединения. Перекрытия выполнены из CLT панели (пятислойной перекрестно клееной древесины) с габаритами 2,85x4,0 м. Такая конструкция позволяет надежно выдерживать и распределять нагрузку от вышележащих этажей и передавать ее на железобетонные конструкции нулевого цикла [5].

Стены здания образуются из готовых монтажных элементов – фасадных панелей с установленными на заводе изготовителе окнами.

Перед возведением самого здания общежития, для отработки процесса монтажа и проверки элементов конструкции, был построен двухэтажный полномасштабный макет с установкой нескольких фасадных панелей. Использование готовых к монтажу элементов позволило добиться высокого темпа строительства – один этаж в неделю. Здание отличается высокой энергоэффективностью. Средняя экономия энергии составляет около 25% по сравнению с подобными зданиями, выполненными по массовым технологиям (из железобетона и металла). Также, здание имеет большую пользу для окружающей среды, так как позволило снизить выбросы углекислого газа в атмосферу на 500 тонн за счет использования древесины вместо железобетона и металла.



**Рис.2.** Конструкции общежития Brock Commons и его общий вид

Обладателем титула самого высокого на Земле деревянного здания, на данный момент, является многофункциональное здание «Мьёсторнет». Имея высоту в 85,4 метра, оно сместило предыдущего обладателя титула, упомянутое выше общежитие Brock Commons.

Мьёсторнет имеет 18 этажей в высоту и еще один подземный. На площади 11300 м<sup>2</sup> располагаются жилые помещения, отель, офисы, рестораны, терраса на крыше и иные общественные пространства.

Строительство здания заняло полтора года и велось блоками: собирались 4 этажа на земле и поднимались краном на проектную отметку. Здание имеет каркасно-ствольную конструктивную систему. Центральное ядро, лестницы и междуэтажные перекрытия выполнены из CLT древесины, о которой подробно было рассказано выше. Массивные несущие колонны, балки и раскосы выполнены из крупногабаритного клееного бруса. Конструкция стен представляет из себя каркас, обшитый древесиной, с утеплителем внутри. В конструкции перекрытий также использовался бетон. До 12-го этажа перекрытие покрывались ламинированным шпоном и 5 сантиметрами бетона для обеспечения лучшей акустики и снижения вибраций. С 12 – го по 18 – й этажи использовались исключительно бетонные плиты, что обеспечило поддержание необходимой высоты, а также устойчивость к ветровым нагрузкам.



**Рис.3.** Общий вид и конструкции башни Мьёсторнет

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате данного исследования были проанализированы масштабные проекты зданий и сооружений, выполненных преимущественно с применением деревянных конструкций, изготовленных по современным технологиям.

В проекте моста Кулибина, как самом старом из представленных, деревянные конструкции в уменьшенной его модели смогли продемонстрировать впечатляющие результаты.

Канадское общежитие Brock Commons, являющееся относительно новым сооружением, положило начало революции в использовании древесины в качестве основного материала в строительстве масштабных зданий и сооружений. Оно стало уникальным в своем роде объектом на время его возведение и уже тогда многие инженеры стали задумываться о применении древесины в своих проектах. Следующим в степени так называемого «возрождения» деревянных конструкций стала башня Мьес, которая и по сей день носит звание самого высокого деревянного сооружения в мире, достигая высоты в 85,4 м.

Рассмотрев данные примеры, можно смело говорить о больших перспективах деревянных конструкций в уникальном строительстве. Благодаря развитию технологий обработки и изготовления, древесина теряет все больше своих недостатков и набирает преимущества перед железобетоном и металлом.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Гиясов Б.И.* Конструкции из древесины и пластмасс: учебник // *Гиясов Б.И., Запруднов В.И., Стриженко В.В., Серегин Н.Г.* — М.: Издательство АСВ, 2017 — 582 с.
2. *Запруднов В.И., Стриженко В.В.*, Механика деревянных строительных элементов и соединений конструкций: учебник. — М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. — 344 с.
3. *Запруднов В.И., Стриженко В.В.* Конструкции деревянных зданий: учебник. — М.: Инфра-М, 2013. — 304 с.

4. *Ашихина А.А., Исакова В.В., Никитина А.В.* Защитная обработка деревянных конструкций. // Глобальные вызовы развития естественных и технических наук. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2018 Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Агентство перспективных научных исследований» (Белгород). 132-135 с.

5. *Серегин Н.Г., Гиясов Б.И.* Методика расчета производства клееного оконного бруса для строительных конструкций. Вестник МГСУ. Том 12. Выпуск 2 (101). 2016. 157-164 с.



## РЕСТАВРАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА-ПОСЕЛЕНИЯ БУЛГАРЫ НА БЕРЕГУ РЕКИ ВОЛГА (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН)

*Камерилова А.Р., студентка 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи.  
Научный руководитель – Б.С. Стригин, доцент кафедры АСП, к.т.н.*

### **Аннотация**

В данной статье рассмотрены различные аспекты реставрации исторического комплекса, влияние реконструкции на дальнейшее благоустройство и развитие территории.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Современные тенденции в строительстве ставят задачи по обеспечению быстровозводимых, перемещаемых и адаптивных зданий и сооружений (рис.1-2). Среди многих типов конструкций особое место занимают – тентовые конструкции, которые я буду рассматривать в данной статье.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Производство тентовых конструкций является на сегодняшний день актуальным и быстроразвивающимся направлением строительной промышленности. Продукция находит свое применение по всему миру.

Реставрация комплекса шатровых тентовых сооружений в поселке Булгары (Российская Федерация, Татарстан) выполнена сотрудниками НИУ МГСУ, в том числе главным инженером проекта реконструкции – к.т.н., доцентом Б.С. Стригиным.



**Рис.1.** Пример использования тентовых покрытий над площадью (Япония)



**Рис.2.** Пример использования тентового покрытия в здании аэровокзала (Саудовская Аравия, г. Джидда)

В 1992 году под руководством д.т.н., профессора Блинова Ю.И. был разработан проект по реконструкции тентовых сооружений в поселке Булгары. Главным инженером проекта выступил к.т.н., доцент Стригин Борис Сергеевич. Были предложены различные варианты объемно-планировочных и конструктивных решений. К.т.н., доцент НИУ МГСУ Стригин Б.С. и д.т.н. Блинов Ю.И. разработали тентовый материал. Несущие конструкции были выполнены стальными и были изготовлены на заводах г.Москвы.

Весь комплекс представляет из себя 22 шатровых архитектурных объекта. Главный шатер габаритами 20х20 м. Колосник закрепляет тентовую конструкцию в верхней точке. По всему периметру тентовая конструкция крепится к стойкам и уравнивается тросами-оттяжками. Талперы регулируют тросы-оттяжки.

Три шатра представляют собой квадрат в плане 8х8 метров. конструкция и система стабилизации идентична главному шатру. Восемнадцать шатров, 4х4 метра в плане имеют конструкцию из четырех опорных вертикальных трубчатых стальных стоек, на верхней части которых с помощью стальных петель и коушей крепится тентовое полотно. Стабилизация оболочки тента осуществляется трансформирующейся центральной растяжкой, которая внизу опирается на перекрестия, расположенные по диагонали между стойками анкерных стяжек, а сверху - в стальную тарельчатую накладку.



**Рис. 3.** Ансамбль из 22-х шатров



**Рис.4.** Главный шатер с автором к.т.н., доцентом Б.С. Стригиным

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе нашего обзора можно проследить уникальную работу по реставрации историко-культурного центра в посёлке Булгары (Татарстан). Автором разработки в том числе, является к.т.н., доцент Стригин Б.С. Его разработки намного опередили свое время и являются новаторскими. Они дали своего рода толчок к развитию тентового конструирования в Российской Федерации и в мире.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Майдар Д., Пюрвеев Д.Б. От кочевой до мобильной архитектуры. - М.: Стройиздат, 1980. - 215 с., 2 л. ил.: ил.; 30 см. - Библиогр.: с. 213-215
2. Архитектура СССР: ежемесячный журнал. - Москва, 1933 - 1992(май) 1977г. N 6 (Коллекция Красноярского Дома архитектора)

## АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПОЗИЦИИ ВЫСТАВОЧНОГО ЦЕНТРА «ЛОТОС» В ГОРОДЕ ЧАНЧЖОУ (КИТАЙ)

*Козлов Е.С., студент 1 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи,  
Научный руководитель – Погосова Е.Б., преподаватель кафедры АСП*

### **Аннотация**

На сегодняшний день существует немало зданий и сооружений, которые можно назвать шедеврами инженерной мысли. Одним из таких уникальных сооружений является выставочный центр «Лотос», находящийся в Китае, о котором далее и пойдет речь. Целью данной работы является анализ архитектурно-пространственной композиции данного сооружения.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Народный парк и здание "Лотос" находятся в Вуджине, растущем районе Чанчжоу, провинция Цзянсу, Китай. Studio505 спроектировала их как гражданские достопримечательности и символ амбиций местного правительства (Рис.1).



**Рис. 1.** Народный парк и здание "Лотос"

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Здание "Лотос" стало дополнением к муниципальному учреждению, расположенному под искусственным озером. В нем разместились различные подразделения бюро планирования, а также конференц-залы, конференц-центры и выставочные залы.

Эта достопримечательность призвана привнести глубину и долговечность в жизнь общества и установить новый стандарт архитектурных достижений в этом районе. Физическая форма здания способствует его уникальному присутствию. Цель проекта - создать сообщество, которое будет участвовать в его развитии. Дизайн также направлен на то, чтобы побудить жителей остаться и процветать.

Здание представляет собой скульптурную форму, возникшую из озера. Посетители входят в здание снизу и попадают в пространство, напоминающее собор. Яркие цвета и свет внутренней среды создают атмосферу, поднимающую настроение. Сочетание градиентных и переходных цветов нанесено на боковые стороны лепестков, создавая доминирующий оттенок на краю структуры. Получившиеся мозаичные плитки выложены вручную и имеют разнообразную отделку белого, бежевого цвета и цвета нержавеющей стали.

Проект направлен на минимизацию потребления энергии за счет использования более 2500 геотермальных свай, вбитых в основание озера. Водная масса озера и окружающий грунт используются для охлаждения и обогрева лотоса и его двухэтажного здания летом и зимой. Проект также имеет смешанный режим, в котором используется как естественная вентиляция, так и испарительное охлаждение для приведения в движение тепловой трубы в центральной цветочной капсуле.

Народный парк и здание Lotus Building являются одними из самых выдающихся достопримечательностей в Вуджине. Дизайн Studio505 для парка и прилегающих территорий создает оживленную общественную среду. Особенно красиво The Lotus Building выглядит в ночное время. Благодаря оригинальной разноцветной подсветке, цвета в которой сменяются каждые 10 секунд. Длительность режима 20 секунд.

Lotus Building был задуман как обитаемая скульптурная форма, посетитель входит снизу, и его встречает соборное откровение пространства. Цвет и свет сочетаются и освещают, создавая яркую и бодрящую атмосферу внутри, независимо от погоды. Переходный и градированный цвет нанесен на боковые стороны лепестковых ребер, создавая глубокий оттенок только у края структуры. Уложенные вручную и разнообразные белые, бежевые и шестигранные мозаичные плитки из нержавеющей стали покрывают все внешние и внутренние поверхности; они плавно сливаются, создавая непрерывную форму с изготовленной на заказ люстрой studio505 высотой 7 м на вершине, становясь центром внимания как внутри, так и снаружи. Специальная конструкция здания позволяет опускать и поднимать люстру при необходимости (Рис. 2).



**Рис. 2.** Внутреннее решение комплекса

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Центр "Лотос" и Народный парк стали одной из самых популярных достопримечательностей города Вуджин и вносит постоянный вклад в социальную и культурную жизнь города, а также показывает значимость природы и является интересным примером современного экологического дизайна.

## **ЛИТЕРАТУРА**

3. Журнал «Строительство и архитектура», том 4, Номер 10, стр. 52
4. Журнал «Строительство и архитектура», том 3, Номер 8, стр. 43
5. Метафорическая форма лотоса в дизайне общественных зданий, *Нунех А., Макарова Т.Л.*

# ПРИМЕНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ПАРКИНГОВ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

*Антоненко М.О., студент 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи,  
Научный руководитель – Егоров Е.А., старший преподаватель кафедры АСП*

## Аннотация

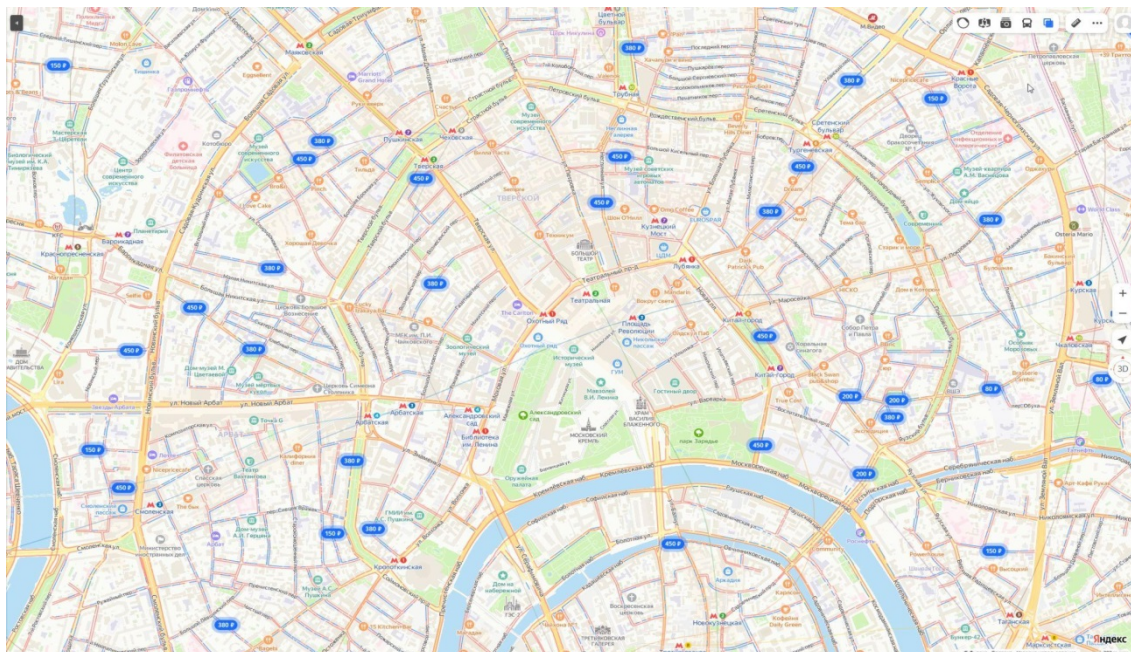
Одна из наиболее основных проблем в центре Москвы – это отсутствие парковочных мест для такого огромного количества автомобилей. Недостаток пространства представляет собой существенную проблему при развитии градообразующей инфраструктуры, особенно при условиях строительства в "старых" городских районах и при оптимизации промышленных зон. Для решения этой проблемы можно воспользоваться подземными автоматическими паркингами и автоматизированными гаражными комплексами, способными парковать автомобили без участия людей.

Цель: Решение проблемы нехватки парковочных мест в городах с высокой плотностью застройки, исследовав возможность использования автоматизированного подземного паркинга.

Задачи: рассмотреть и изучить преимущества, технику устройства и различные виды автоматизированных подземных паркингов.

## ВВЕДЕНИЕ

В Москве почти 15 тысяч парковок, или около 500 тысяч машино-мест. Специалисты столичного департамента транспорта подсчитали сколько в Москве автомобилей. По данным аналитиков сегодня количество автомобилей в мегаполисе достигает 4,7 млн. экземпляров. При этом постоянно в городе живут порядка 12,5 миллионов человек. Наибольшую инвестиционную привлекательность имеют объекты, расположенные ближе к центру города и находящиеся в условиях плотной городской застройки. При таких условиях город буквально заполнен автомобилями, что создает проблемы для других участников дорожного движения, а также мешает проезду спецтранспорта во дворах.



**Рис. 1.** Доступность парковочных мест в городе Москва в вечернее время суток

Виды автоматизированных парковочных систем:

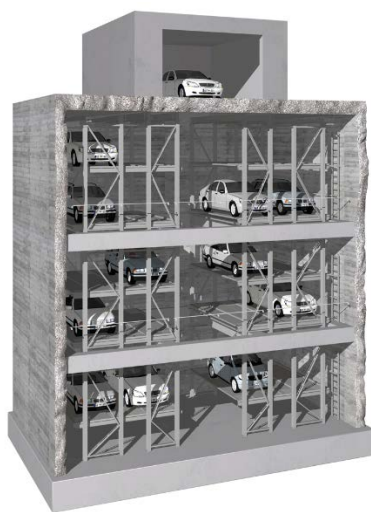
Все оборудование автоматизированных парковочных систем и парковочных комплексов делится на четыре группы.



**Рис. 2.** Компактный паркинг



**Рис. 3.** Пазловый паркинг



**Рис. 4.** Башенный паркинг



**Рис. 5.** Стеллажный паркинг

Преимущества автоматизированных парковок:

Одно из основных преимуществ технологий автоматической парковки – увеличение в несколько раз парковочных мест при неизменной площади объекта. Обычный многоярусный паркинг способен разместить 300-400 машин. В то же время, использование технологии автоматизированной парковки позволяет разместить до двух тысяч автомобилей. Такие результаты достигаются в следствии применения компактных подъемно-транспортных механизмов, размещающих автомобили на нескольких ярусах, автоматически без присутствия водителя в автомобиле.

Мероприятия по снижению деформаций:

- Закрепление грунтов методом струйной цементации;
- Усиление фундаментов существующих домов буроинъекционными сваями;
- Строительство с применением технологии «top-down».
- Устройство подземных автоматизированных паркингов под существующими зданиями:

Для создания подземных парковок под уже существующими зданиями (Рис. 6) необходимо усиление прочности уже существующих фундаментов с помощью дополнительных несущих и технологических свай, затем подвести стены и создать силовое перекрытие парковки. В случае, если несущие стены парковки не совпадают со стенами текущего здания, создаются силовые балочные перекрытия парковки, которые позволяют распределить нагрузку от текущих стен здания на несущие конструкции парковки. Во время выполнения работ по разработке грунта устанавливаются перекрытия паркинга, чтобы компенсировать горизонтальные давления окружающего грунтового массива. Автомобили въезжают на парковку из двора и с использованием транспортера перемещаются к месту хранения.



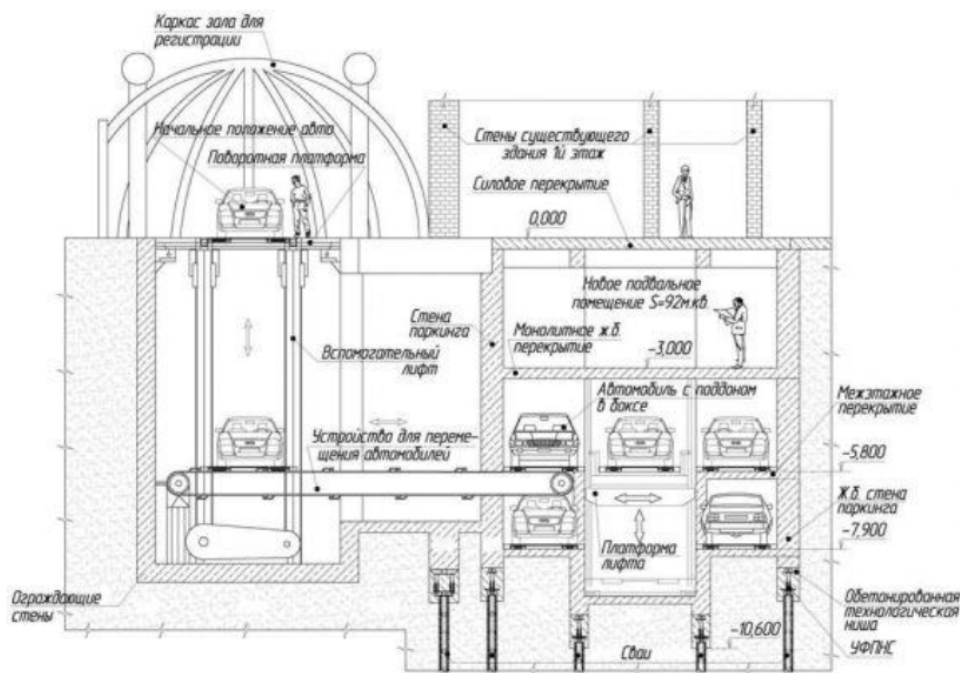


Рис. 6. Поперечный разрез паркинга под существующим зданием

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматизированные парковочные системы и автоматизированные парковочные комплексы возможно применять практически везде, где существует нехватка парковочных мест. В ряде случаев строительство такой парковки является единственным возможным решением. Например, в центральных, деловых и других районах города, где присутствует плотная застройка, зачастую совершенно негде парковаться, поэтому организация парковки посредством автоматизированного подземного комплекса является единственно возможным решением.

Введение таких технологий поможет устранить проблему пространственной нехватки, снизить загруженность дорожного движения и уменьшить количество аварий на дорогах. Их использование не только решит проблему парковки, но и позволит освободить уличное пространство для пешеходов и велосипедистов, уменьшить загрязнение городской среды и снизить затраты на дальнейшее расширение дорожной инфраструктуры. Кроме того, это будет стимулировать использование общественного транспорта и прогрессивных технологий в городской среде, что является важной стратегической целью развития современных мегаполисов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Департамент городского имущества города Москвы: <https://dgi.mos.ru>
2. Единый информационный инвестиционный портал города Москвы: <http://investmoscow.ru/>
3. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы: <http://stroimsk.ru/>
4. ООО «Автомобильные парковочные комплексы» (NEOPARK): <http://www.neo-park.ru/>
5. Конюхов Д.С. Использование подземного пространства. Учеб. пособие для вузов. М., 2004.
6. Ивахнюк В.А. Строительство и проектирование подземных и заглубленных сооружений. М., 1999.

# УЧЕТ ПОДАТЛИВОСТИ СОПРЯЖЕНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

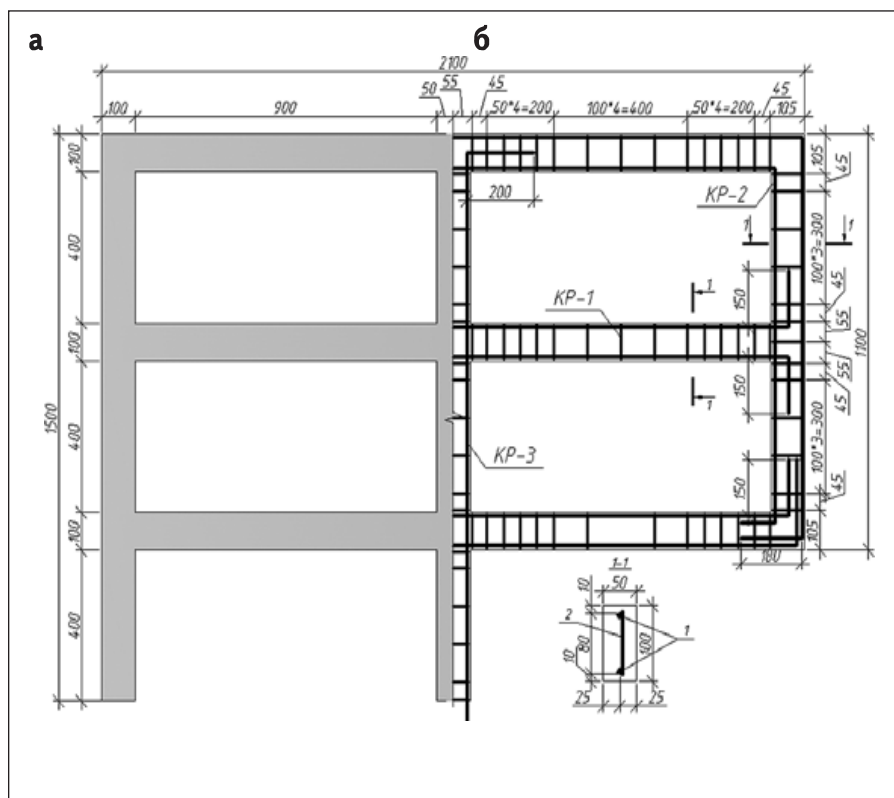
*Баталов М.А., студент 3 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи,  
Научный руководитель – Кореньков П.А., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все чаще встречается необходимость проектирования железобетонных конструкций, подвергающимся динамическим воздействиям. Вероятность возникновения и воздействия на здания и сооружения случайных динамических нагрузок аварийного характера становится все более реальной. Такие нагрузки часто вызывают значительные повреждения конструкций, и даже их частичное или полное разрушение, которое может привести к трагическим последствиям. Поэтому решение проблемы податливости сопряжения стержневых элементов железобетонных конструкций при динамических воздействиях имеет важное научное, экономическое и социальное значение.

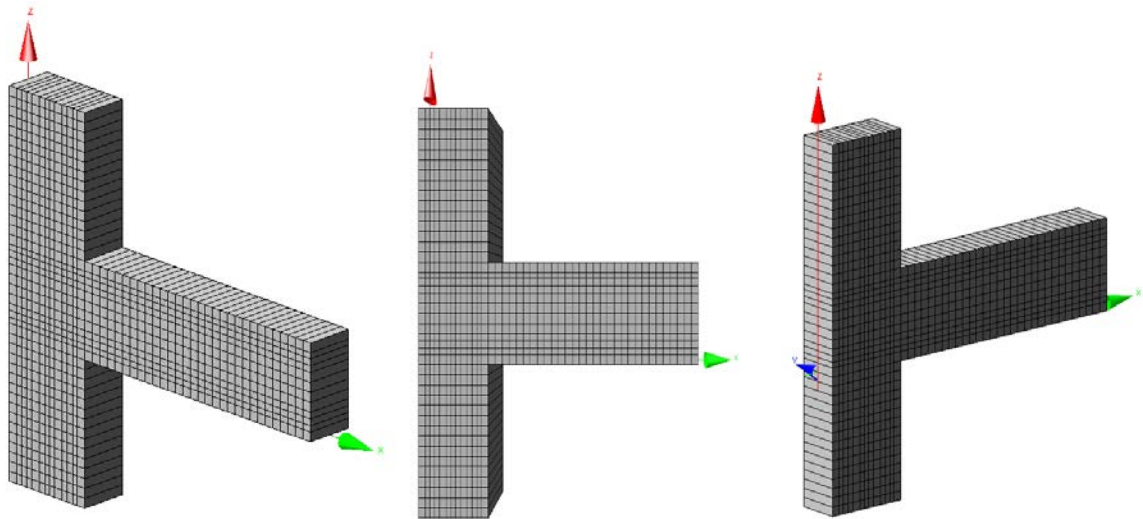
## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

За основу объекта исследования был взят узел из конструкции рамы, приведенной в публикации [1].



**Рис. 1.** Схема конструкции железобетонной рамы: а – опалубка; б – армирование

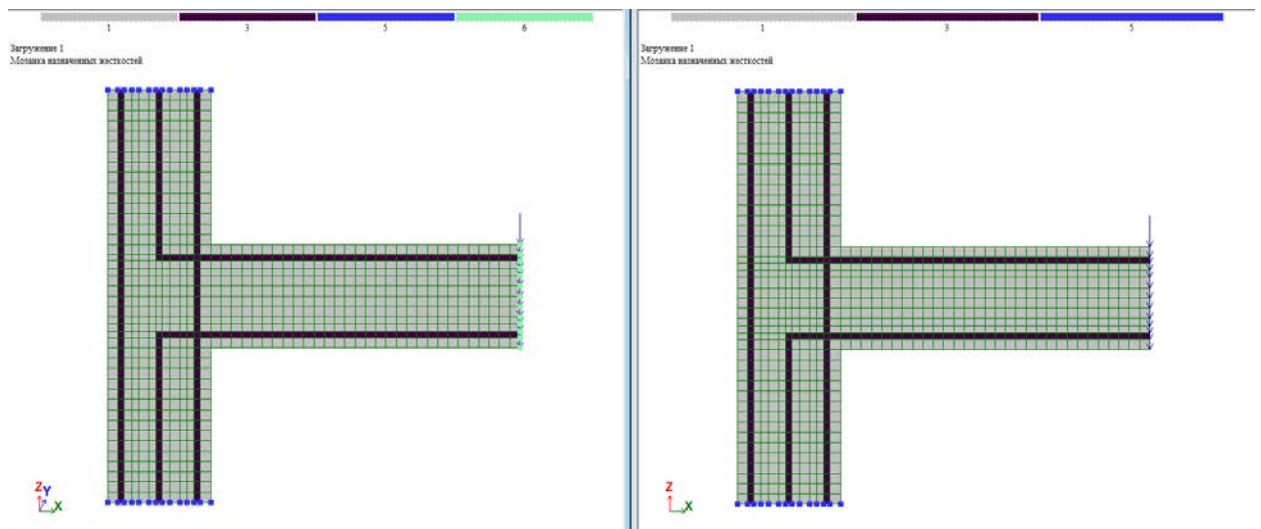
В качестве инструмента исследования был использован программный комплекс LiraSapR 2021. Благодаря ему, с помощью схемы общего вида, был смоделирован узел.



**Рис. 2.** Смоделированный узел

С помощью СП 63.13330.2018 был произведен расчет прочностных характеристик колонны и ригеля, представленные в данном узле, а именно: предельно допустимый момент, поперечную и продольную силу. Но перед этим, были также определены геометрические характеристики узла из публикации [1]. Была определена несущая способность сечения для ригеля и колонны из источника [3] и [4].

Смоделировав узел в программе, а также ссылаясь на публикацию [5], было принято решение представить его в двух вариантах. В первом случае, используя конечные элементы КЭ 55, приложив их на концы колонны и ригеля узел был жестко зашцеplен. Во втором случае узел сделали не жестко зашцеplенный узел, добавив КЭ 55 только на концы колонны.



**Рис. 3.** Мозаика назначенных жесткостей

Благодаря расчету через программный комплекс мы можем наблюдать как деформировался узел, а также разницу в перемещениях и в усилиях. Далее была дана оценка результатам опыта из публикации [2].

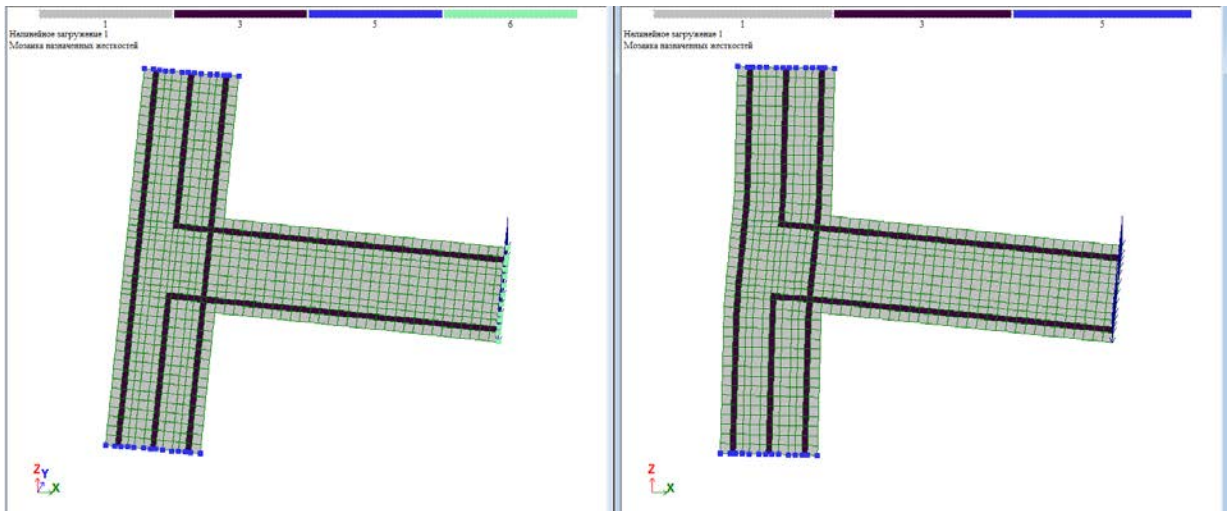


Рис. 4. Мозаика назначенных жесткостей после деформирования узла

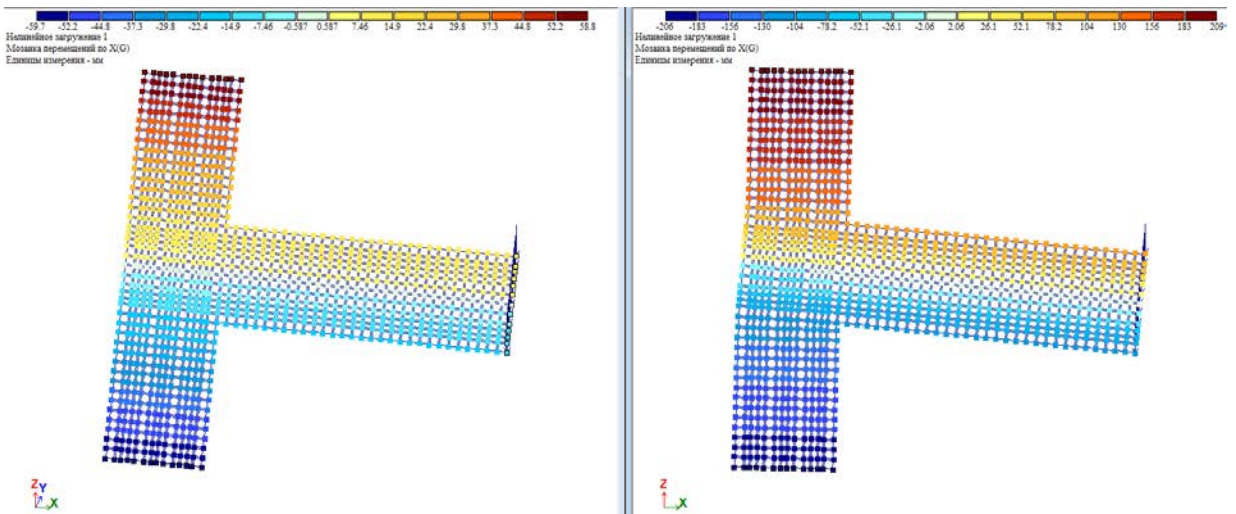


Рис. 5. Мозаика перемещений по оси X

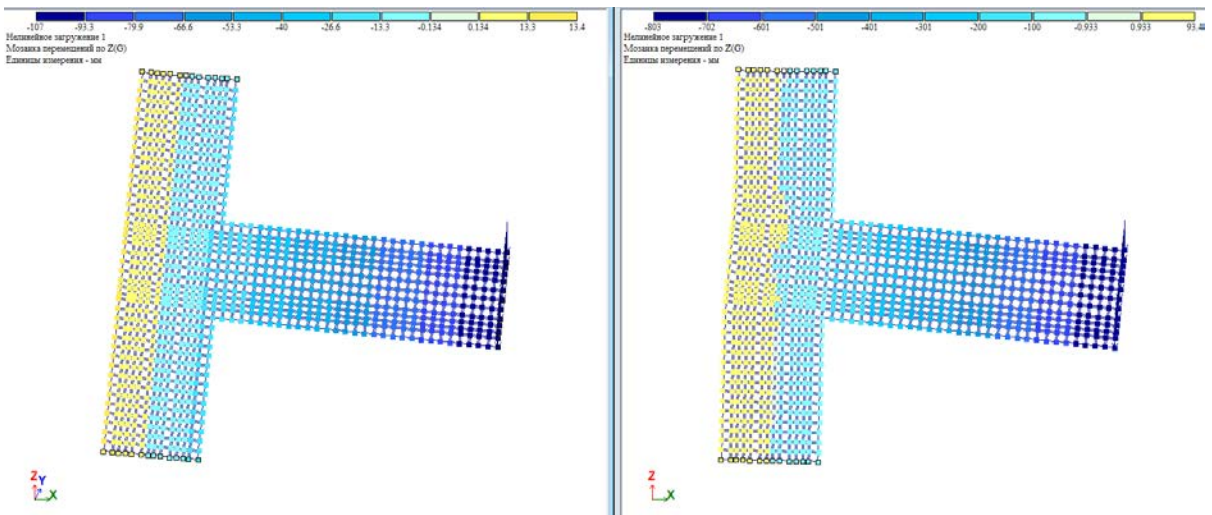


Рис. 6. Мозаика перемещений по оси Z

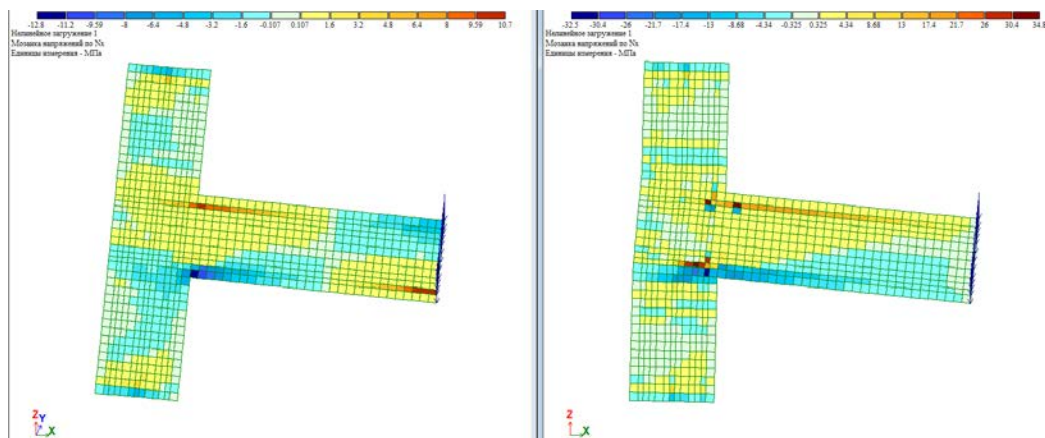


Рис. 7. Мозаика напряжений по  $N_x$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования удалось выявить разницу между жестко защемленным и не жестко защемленным узлом в перемещениях и в усилиях. Разница в перемещении узла по оси  $X$  составляет 28%, разница в перемещении узла по оси  $Z$  составляет 13%, разница в узлах между продольными усилиями составляет 39%

Таким образом, было выявлено, как ведет себя конструкция, когда она жестко закреплена и как она ведет себя с учетом податливости. С помощью программы LiraSapг 2021 можно смоделировать узел жестко защемленным, а можно назначив связи. Разница между жестко защемленным и не жестко защемленным различается в перемещениях и в усилиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Клюева, Н. В. Методика экспериментального определения параметров живучести железобетонных рамно-стержневых конструктивных систем / Н. В. Клюева, П. А. Кореньков // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 2. – С. 44-48. – EDN VKRIZN.
2. Соколов, Б. С. Оценка сдвиговой податливости штепсельных стыков первого типа, замоноличенных полимерраствором с применением энергетического метода / Б. С. Соколов, Н. С. Абдрахимова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 4(34). – С. 171-177. – EDN UXWJEB.
3. СП 63.13330.2018. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции: актуализированная редакция СНиП 52-01-2003: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 19.12.2018 г. № 832/пр и введен в действие с 20.06.2019. – Москва: Стандартинформ 2019. – 119 с.
4. Агапов, В. П. Учет геометрической нелинейности при расчете железобетонных колонн прямоугольного сечения методом конечных элементов / В. П. Агапов, А. В. Васильев // Вестник МГСУ. – 2014. – № 4. – С. 37-43. – EDN SATGSD.
5. Луценко, А. И. Исследование работы узлового сопряжения ригелей и колонн в сборно-монолитном железобетонном каркасе с применением системы автоматизированного проектирования / А. И. Луценко, М. В. Арискин // Современное строительство и архитектура. – 2022. – № 7(31). – С. 8-25. – DOI 10.18454/mca.2022.28.8.002. – EDN MOJFVD.

# ДЕФОРМАТИВНОСТЬ УЗЛОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, УСИЛЕННЫХ КОСВЕННЫМ АРМИРОВАНИЕМ

*Макаров В.В., студент 3 курса 4 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи,  
Научный руководитель – Кореньков П.А., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

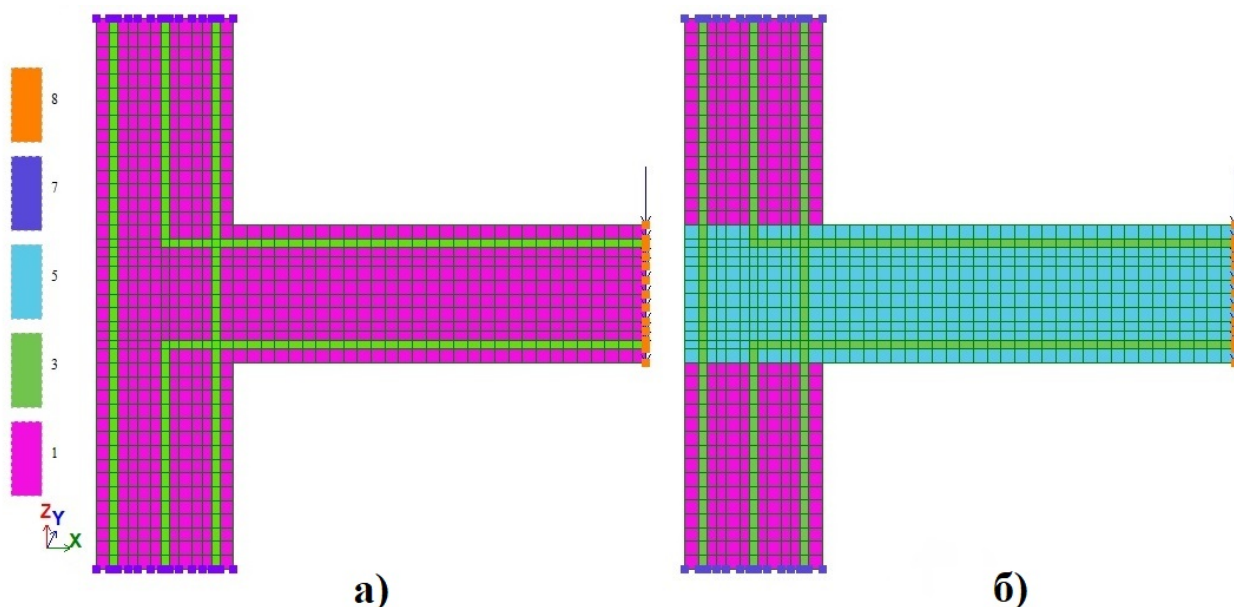
## Аннотация

Актуальным вопросом проектирования железобетонных конструкций зданий и сооружений нашего времени является защита от прогрессирующего обрушения. Одним из вариантов решения данной проблемы является подбор наиболее эффективных вариантов армирования конструктивных элементов. На основании экспериментальных результатов был рассмотрен вариант косвенного армирования узла примыкания железобетонного ригеля к колонне, смоделированный в расчетном комплексе с последующим его сравнением с аналогичным элементом без косвенного армирования. В ходе исследования были отмечены наиболее явные изменения поведения конструкции под заданной нагрузкой. Цель работы заключается в сравнении характеристик узлов соединения ригеля с колонной нагруженных расчетной нагрузкой, приложенной к ригелю. В задачи данной работы входили анализ экспериментальных данных двух образцов железобетонных элементов, последующий расчет узлов на основании испытаний в программном комплексе и сравнительная оценка внутренних усилий и деформаций на основании расчета.

## ВВЕДЕНИЕ

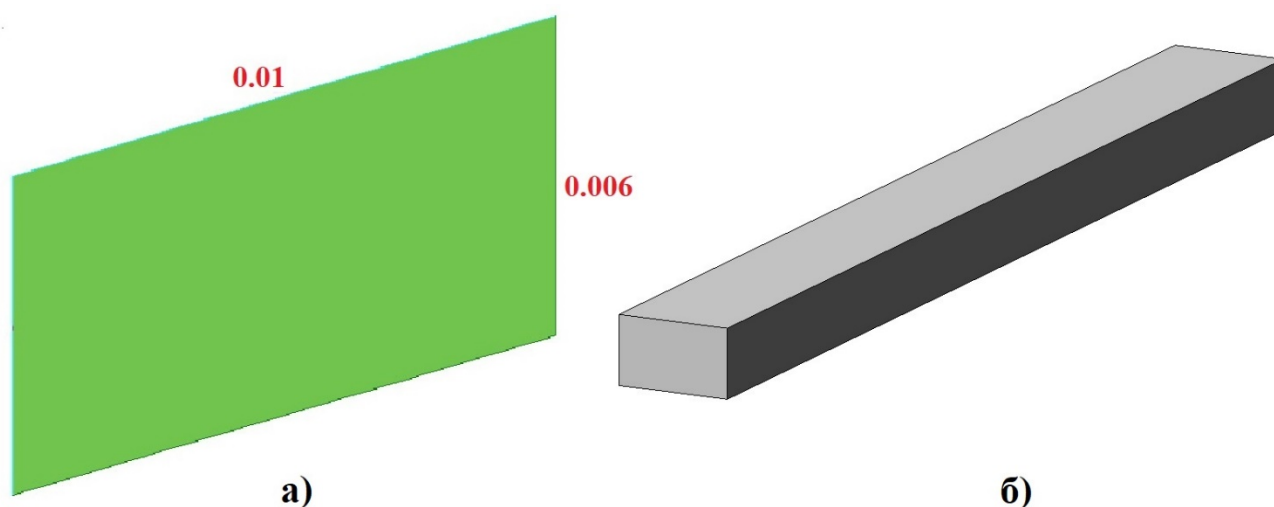
На основании изучения трудов В.И. Колчунова и Ф.Д. Гуока [1] в области железобетонных элементов, усиленных косвенным армированием, было разработано исследование изучения косвенно армированного узла ригель-колонна входящего в рамы каркасов зданий [4].

В начале работы было произведено моделирование примыканий железобетонных ригелей к колоннам с применением косвенного армирование и без них (Рис.1.), размеры сечений ригеля и колонны составили 100мм×100мм. Класс бетона по прочности – В15, продольная арматура класса А240 диаметром 6 мм.



**Рис. 1.** а) узел с обычным бетоном; б) узел, усиленный сетками косвенного армирования

Эквивалент стержневой арматуры элемента узла размерами 6мм×100мм×100мм (Рис.2.) составляет  $N_x=9,43\%$ .



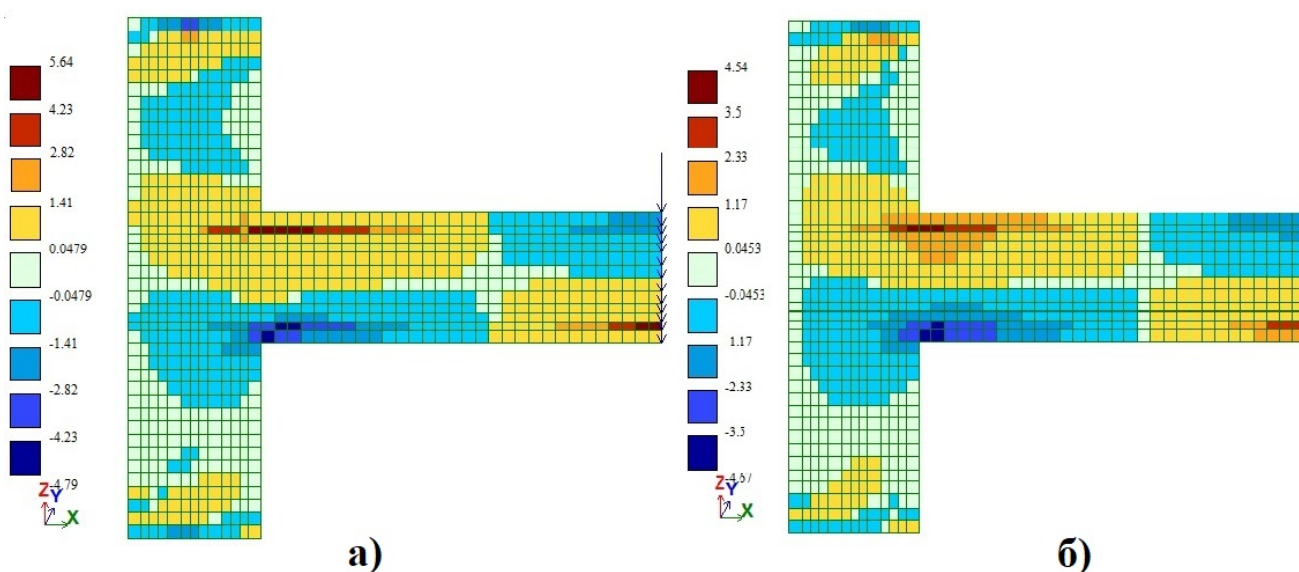
**Рис. 2.** Фрагмент железобетонного элемента ригеля размерами 6мм×100мм×100мм: а) в мозаичном виде; б) в виде трехмерного элемента конструкции

$$\frac{A_s}{b \times h} = \frac{0,283\text{см}^2 \times 2}{10\text{см} \times 0,6\text{см}} = 0,0943 = 9,43\%$$

Расчетная нагрузка, приложенная к ригелю –  $P=0,259$  Кн.

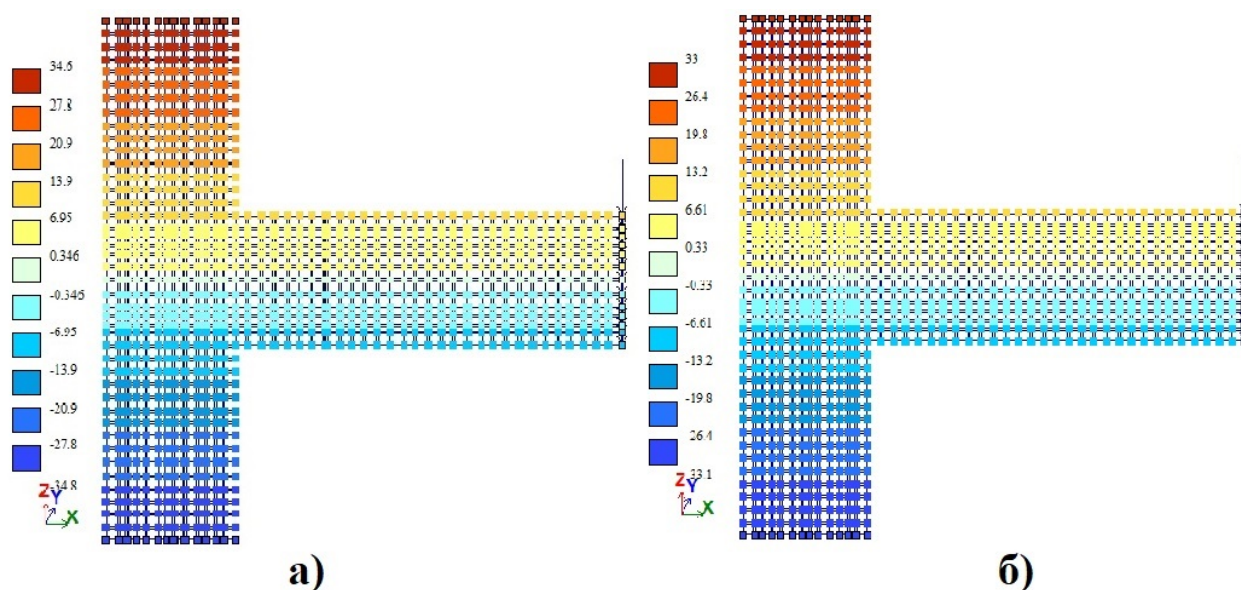
### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Следующим этапом исследования был расчет под заданной нагрузкой до разрушения элемента на основании экспоненциального закона деформирования железобетонного элемента. Был зафиксирован момент проявления понижения деформаций в узле после применения косвенного армирования (Рис.3.). Максимальные напряжения по оси X уменьшились на 24%. На модели можно увидеть, наибольшие напряжения были отмечены в области рабочей арматуры ригеля.



**Рис. 3.** Напряжения по оси X: а) узел с обычным бетоном; б) узел, усиленный сетками косвенного армирования

При этом в расчете было замечено относительно малое уменьшение деформаций по оси X (Рис.4) – на 4,5%.



**Рис. 4.** Перемещения по оси X(мм): а) узел с обычным бетоном; б) узел, усиленный сетками косвенного армирования.

## ВЫВОД

На основании исследования было произведено заключение, что косвенное армирование значительно повлияло на уменьшение продольных усилий в ригеле рассматриваемого узла, а именно продольные усилия уменьшились на 24% по сравнению с аналогичным элементом без косвенного армирования. Данное наблюдение позволяет отметить определенную эффективность применения косвенного армирования в представленном конструктивном элементе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колчунов В.И. Особое предельное состояние в железобетонных каркасах с узлами, усиленными косвенным армированием при аварийных воздействиях / В.И. Колчунов, П.А. Кореньков, Ф.Д. Гуок // Вестник МГСУ. – 2021. – Т. 16. – № 11. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.11.1462-1472.;
2. Федорова Н.В. Экспериментальные исследования живучести железобетонных рам с ригелями, усиленными косвенным армированием / Н.В. Федорова, Д.Г. Фан, Т.Ч. Нгуен // Строительство и реконструкция. – 2020. – № 1. DOI: 10.33979/2073-7416-2020-87-1-92-100.;
3. Федорова Н.В. Анализ деформирования и трещинообразования многоэтажных железобетонных рамно-стержневых конструктивных систем зданий в предельных и запредельных состояниях / Н.В. Федорова, П.А. Кореньков // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 11.;
4. Фан Динь Гуок. Силовое сопротивление железобетонных каркасов многоэтажных зданий с косвенным армированием в запредельных состояниях / Д.Г. Фан, Т.А. Ильющенко, М.А. Амелина // Строительство и реконструкция № 3 (2022). С.87-97. DOI: 10.33979/2073-7416-2022-101-3-87-97.;
5. Мохамед, К. О. Влияние косвенного армирования на несущую способность стыковых соединений арматуры железобетонных конструкций: специальность 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мохамед Кассем Омар. – Москва, 1993. – 16 с. – EDN ZIVGTF.



# МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ УЗЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЕРЕАРМИРОВАННЫХ СЕЧЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Меликсетян С.Р., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Кореньков П.А., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

## Аннотация

Настоящая статья посвящена корректному моделированию железобетонных узловых элементов в ПК ЛИРА САПР. Осуществлен расчет узлового соединения железобетонной конструкции с учетом податливости системы и жесткого закрепления. Также проведен расчет по определению несущей способности элемента аналитическим методом.

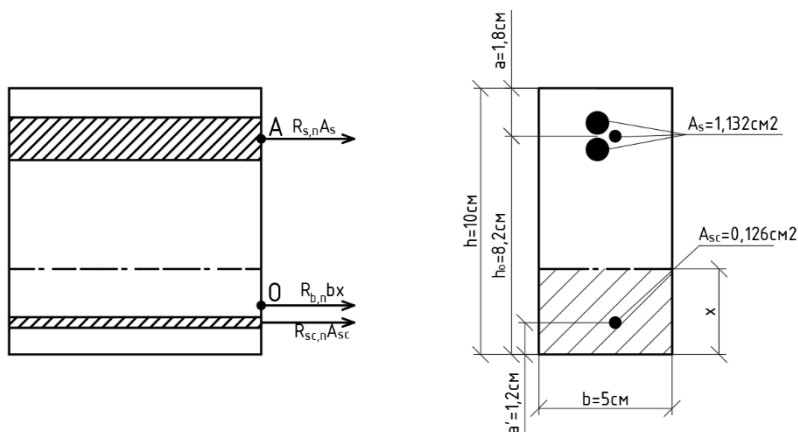
## ВВЕДЕНИЕ

При проектировании узла ригеля с колонной из основных положений конструирования знаем, что сопряжение может быть шарнирным, жестким и с частичным защемлением. Когда конструируется монолитное железобетонное здание, для расчетов в основном принимают жесткое сопряжение, и расчеты производят как для жесткого узла. Но такое представление расчета некорректно, так как мы не учитываем податливость системы в целом. На основе работы многих ученых, таких как Иванова, Н. В [1], Агапов, В. П [2] и другие, выявили интерес к моделированию узла в ПК с учетом податливости системы.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Представим, что нам необходимо оценить напряженно-деформированное состояние узла сопряжения колонны с ригелем. Колонна: сечение 50x100 мм; высота колонны 400 мм; бетон В40; армирование симметричное Ø8A500. Ригель: сечение 50x100 мм; длина ригеля 300 мм; бетон В40; сечение переармировано, в растянутой зоне – 2Ø8A500, в сжатой – Ø4A500; защитный слой принимаем 10 мм.

Наиболее интересное для анализа сечение будет в опорной зоне ригеля. Для дальнейших расчетов необходимо определить несущую способность выбранного сечения. (Это нужно для того, чтобы в дальнейшем приложить нагрузку нужной величины, если нагрузка будет больше, то в теории ригель сломается, и программа будет показывать некорректные значения). Сконструировав данное сечение и задав жесткостные характеристики материалов, находим максимальный момент, который может воспринять сечение аналитическим методом согласно [3] (Рис. 1).



**Рис. 1.** Определению несущей способности ригеля аналитически

Сумма проекций всех сил на ось X:

$$R_{s,n} \cdot A_s = b \cdot x \cdot R_{b,n} + R_{sc,n} \cdot A_{sc}.$$

1)

Отсюда находим высоту сжатой зоны:

$$x = \frac{R_{s,n} \cdot A_s - R_{sc,n} \cdot A_{sc}}{R_{b,n} \cdot b} = \frac{50 \cdot 1,132 - 50 \cdot 0,126}{2,9 \cdot 5} = 3,47 \text{ см.} \quad 2)$$

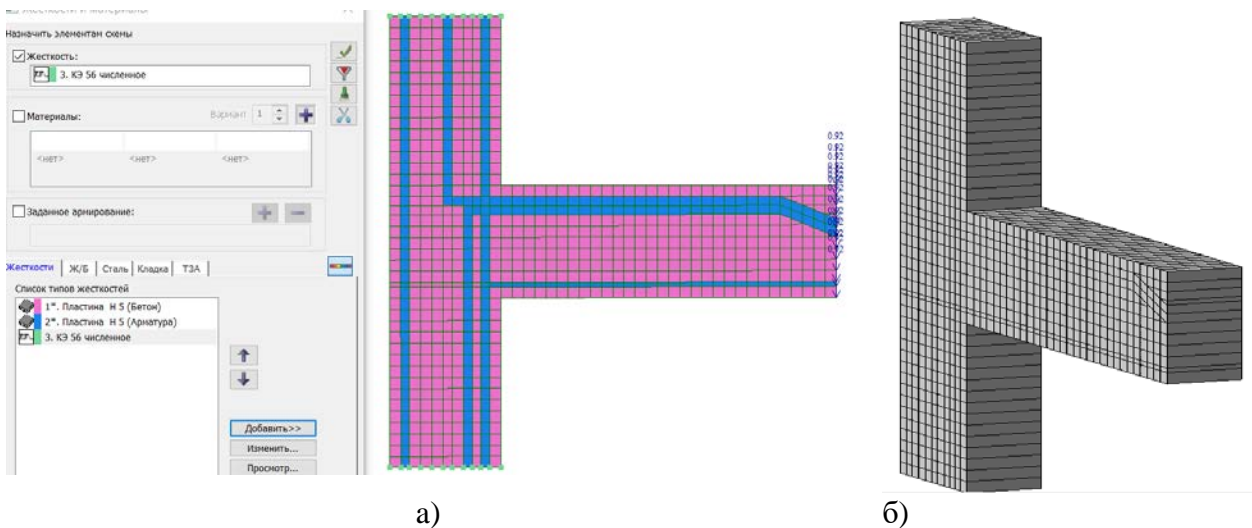
Сумма моментов всех сил из центра тяжести растянутой арматуры (точка А):

$$M_{ult} = b \cdot x \cdot R_{b,n} \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc,n} \cdot A_{sc} \cdot (h_0 - a') = 5 \cdot 3,47 \cdot 2,9 \cdot (8,2 - 0,5 \cdot 3,47) + 50 \cdot 0,126 \cdot (8,2 - 1,2) = 369,39 \text{ кН} \cdot \text{см} = 3,69 \text{ кН} \cdot \text{м.} \quad 3)$$

Для дальнейших расчетов принимаем  $M_{ult} = 3,69 \text{ кНм}$ .

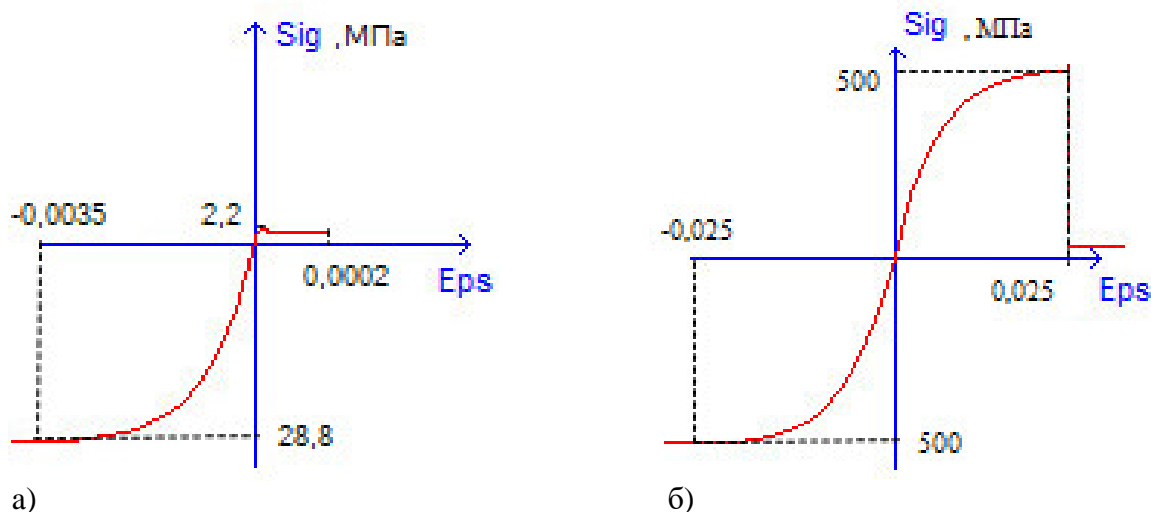
Строим очертания будущего узла, задавая конечно-элементную сетку.

Определившись с максимальным изгибающим моментом, который может воспринять интересующее сечение, задаем нагрузку в виде сосредоточенной силы, расположенной на конце ригеля. Так как длина ригеля 0,3 м, то сосредоточенная сила определяется как  $3,7/0,3 = 12,33 \text{ кН}$ . Получили суммарную силу, которую необходимо приложить к концу ригеля, для достижения нужных внутренних усилий в опорном сечении ригеля. Разложим эту силу по всей высоте ригеля (Рис.3,а).



**Рис. 3.** а) Модель узла сопряжения ригеля с колонной в ПК; б) Модель в пространстве

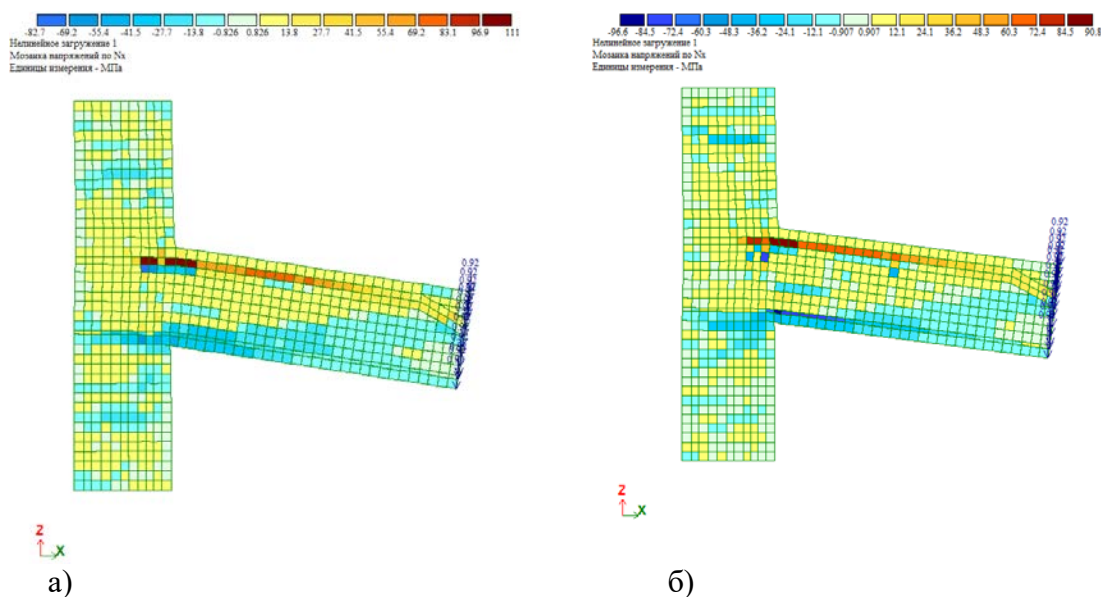
Задаем жесткости элементов (Рис. 3, а). Жесткостные характеристики бетона и арматуры задаются с учетом нелинейного закона деформирования (экспоненциальный закон) (Рис. 4, а). Армирование учтено при помощи процента армирования при задании жесткостных характеристик бетона.



**Рис. 4.** а) график экспоненциального закона деформирования бетона; б) график экспоненциального закона деформирования арматуры

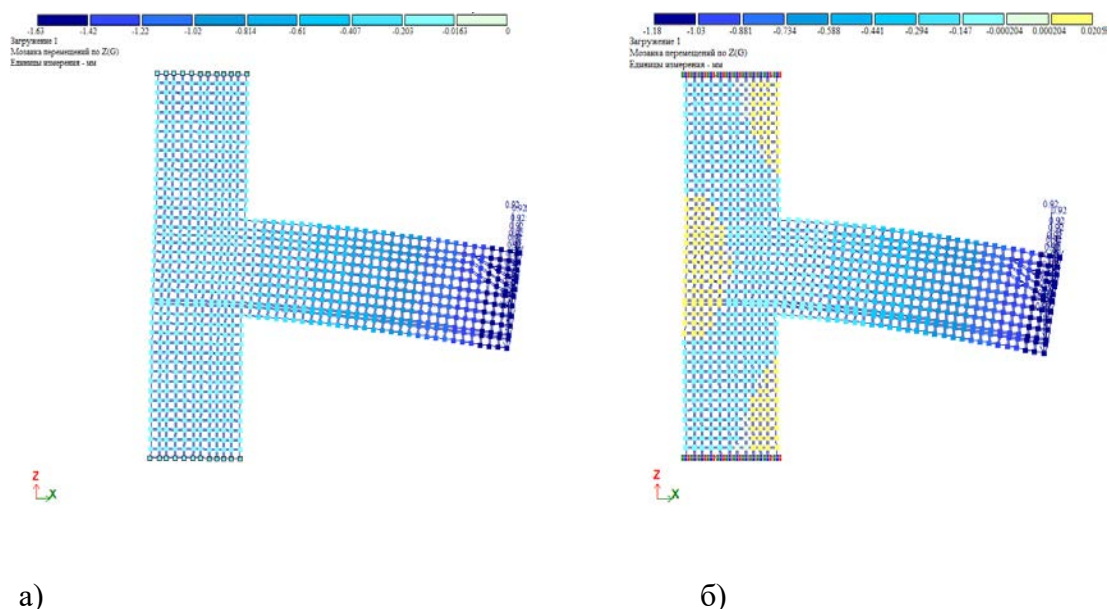
Для завершения конструирования необходимо задать закрепления верхней и нижней части колонны. Для задания жесткого закрепления выделяем нижние и верхние узлы, и запрещаем все смещения. Для податливого – задаем специальный конечный элемент 56 на месте узлов закрепления и указываем его характеристики.

Рассматривая мозаику нормальных напряжений (Рис. 5), получаем, что максимальные напряжения при жестком закреплении равны 90,8 МПа, а при податливом – 111 МПа, что на 22,2% больше. Минимальные напряжения при жестком закреплении равны 96,6 МПа, а при податливом – 82,7 МПа, что на 16,8% меньше.



**Рис. 5.** а) мозаика нормальные напряжения при податливом закреплении; б) мозаика нормальные напряжения при жестком закреплении

Анализируя перемещения вдоль оси Z (Рис. 6), максимальное перемещение, как не странно, оказалось в конце ригеля, где и прикладывалась нагрузка, и оно составило 1,18 мм для жесткого закрепления и 1,63 мм для податливого, что на 38,2% больше.



**Рис. 6.** а) мозаика перемещений вдоль оси Z при податливом закреплении; б) мозаика перемещений вдоль оси Z при податливом закреплении

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При расчете узловых соединений учет податливости конструкции позволяет более точно определить напряжения и перемещения в конструкциях. Для данного запроектированного железобетонного узла максимальные нормальные напряжения увеличились на 22,2%, минимальные уменьшились на 16,8%, а перемещения увеличились на 38,2%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванова, Н. В.* Использование средств САПР при расчете поперечной рамы железобетонного каркаса / *Н. В. Иванова, А. Г. Николаева* // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы развития : Сборник материалов X Международной научно-практической конференции, Чебоксары, 21 мая 2018 года / Редколлегия: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2018. – С. 177-180.
2. *Агапов, В. П.* Учет геометрической нелинейности при расчете железобетонных колонн прямоугольного сечения методом конечных элементов / *В. П. Агапов, А. В. Васильев* // Вестник МГСУ. – 2014. – № 4. – С. 37-43.
3. СП 63.13330.2018. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции: актуализированная редакция СНиП 52-01-2003: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 19.12.2018 г. № 832/пр и введен в действие с 20.06.2019. – Москва: Стандартинформ 2019. – 119 с.
4. *Луценко, А. И.* Исследование работы узлового сопряжения ригелей и колонн в сборно-монолитном железобетонном каркасе с применением системы автоматизированного проектирования / *А. И. Луценко, М. В. Аriskин* // Современное строительство и архитектура. – 2022. – № 7(31). – С. 8-25. – DOI 10.18454/mca.2022.28.8.002.
5. *Соколов, Б. С.* Оценка сдвиговой податливости штепсельных стыков первого типа, замоноличенных полимерраствором с применением энергетического метода / *Б. С. Соколов, Н. С. Абдрахимова* // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 4(34). – С. 171-177.

## ОБЗОР ДИАГОНАЛЬНО-СЕТЧАТОЙ ОБОЛОЧКИ - СИСТЕМЫ DIAGRID

*Парамонова Н.В., студентка 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Кореньков П.А., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

### Аннотация

В статье рассматривается система Diagrid, представляющая собой диагонально-сетчатую оболочку, используемую в современном строительстве. Описаны ее особенности, сущность формирования. Приведены примеры из мировой практики. Сделан обзор на используемые материалы конструкций. Возникший интерес к системе обусловлен следующим. Благодаря использованию системы можно придумывать разнообразные архитектурные формы, сделать внешний вид сооружения интересным и необычным. Компоненты данной системы можно использовать как с вертикальными нагрузками, так и горизонтальными, что в ряде случаев дает возможность исключить массивную жесткость ядер и построения дополнительных вертикальных элементов. Эффективность функционирования сооружения достигается за счет строения узлов и передачи основной части нагрузки через узлы между этажами.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время актуален поиск легких, но устойчивых к вертикальным и горизонтальным нагрузкам строительных систем. Такой интерес обусловлен сложившимися тенденциями в сфере строительства, необходимостью поиска новых архитектурных форм и дизайна здания, увеличением высоты сооружений, а также освоением местностей с сейсмической зоной. В качестве такой системы выступает Diagrid, которая совмещает в себе простоту, красоту, устойчивость и прочность архитектурного сооружения.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Началом развития системы Diagrid можно считать 1896 г. Тогда Всероссийская промышленная и художественная выставка была выполнена по проекту русского инженера В.Г. Шухова [5]. По его замыслу были сконструированы покрытия павильонов и часть экспонатов. Также на этой выставке фигурировала новейшая конструкция, представляющая собой сетчатую гиперболоидную водонапорную башню. Эта башня до сих пор находится в селе Полибино (рис. 1).



Рис. 1. Башня Шухова в Полибино

Другой пример знаменитой конструкции – башня Шухова. Ее возведение было завершено в 1922 г. высота конструкции составляет 160 м, элементы изготовлены из металла. Система Diagrid на протяжении 40 лет использовалась для водонапорных башен, линий электропередач, покрытия, но не пользовалась популярностью в строительстве гражданских объектов [3].

Первое гражданское здание, построенное в 1963 г. с использованием системы Diagrid – это офисное здание компании International Business Machines, IBM (USA, Pittsburgh). Высота здания 58 м, состоит из 13 этажей. Один ромб соответствует одному этажу. Строители использовали 3 класса закаленной стали, а для маркировки применяли разные окрасы элементов. Потом, вплоть до 2000-х гг. большого интереса к данной системе не возникало.

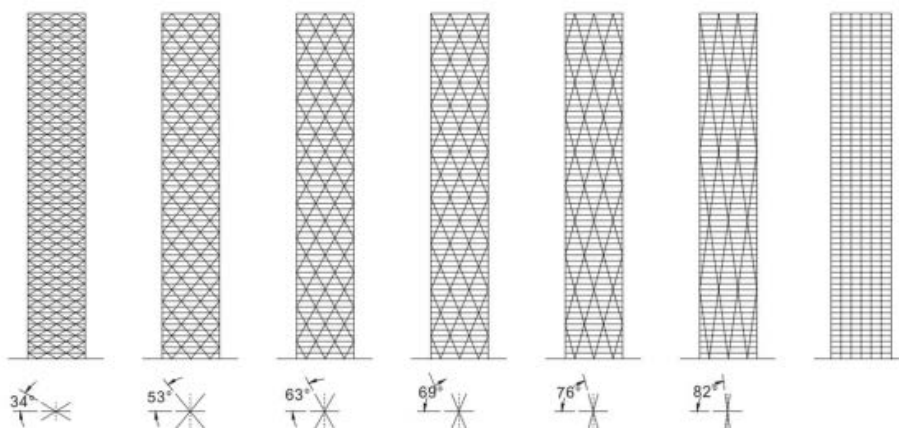
С 2000-х гг. интерес к системе Diagrid повышается, ее активно используют в гражданских объектах. Один из ярких представителей современности – здание Swiss Re, которое было построено в 2003 г. Оно включало в себя 40 этажей, высота которых составила 180 м.

Сетчатые структуры системы считаются самыми прогрессивными и адаптируемыми к проектированию сооружений. Их используют не только на высоких зданиях, но и в разработке стальных проектов средней высоты [2].

На данный момент система Diagrid представляет собой элементы, которые пересекаются по периметру, при этом они способны выдерживать внешние боковые нагрузки. Благодаря диагонально размещенным элементам система приобретает жесткость.

В мировой практике используется железобетон, сталебетон, который отлично себя зарекомендовал в силу того, что бетон, размещенный в замкнутом контуре, отличается высоким сопротивлением сжатию за счет эффекта обжатия. Кроме того, компоненты, выполненные из сталебетона, устойчивы к короблению. Но все же чаще применяют металлические конструкции, что объясняется хорошим сопротивлением материала в отношении сжатия и растяжения. Благодаря этому материалу полностью исключены мокрые процессы на стройплощадке [1].

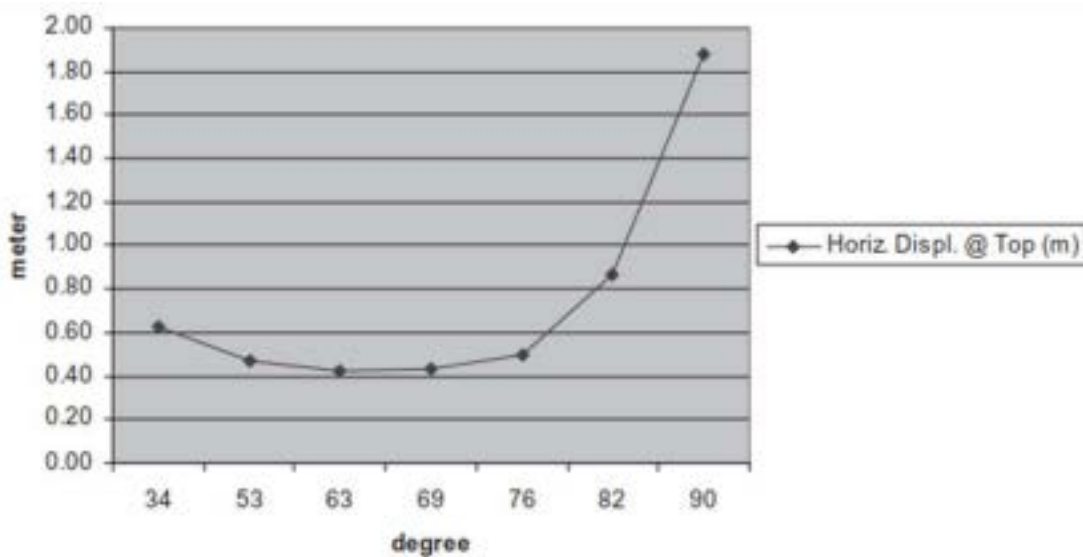
Ключевая переменная, которая влияет на поведение несущего каркаса из системы Diagrid — это угол наклона элементов к горизонтальной оси перекрытия. При его исчислении получают другие показатели перемещений и жесткости, а также принципиально другой внешний облик при условии, что система не находится за фасадом (рис. 2).



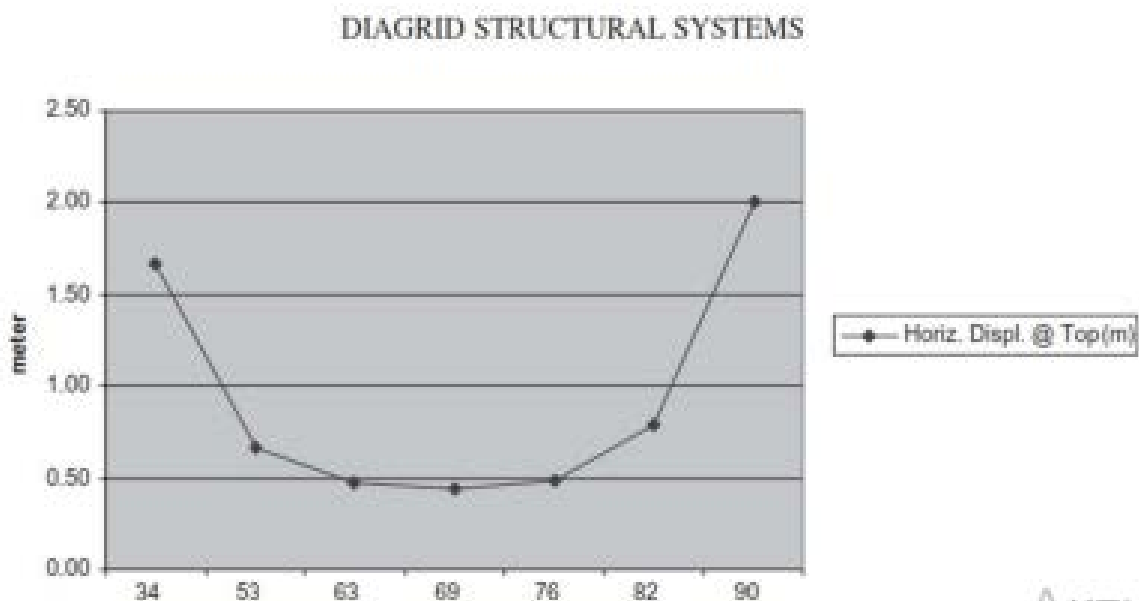
**Рис. 2.** Пример изменения угла наклона и внешнего вида здания

В статье Kyoung-sun M., Jerome J. Connor, John E. Fernandez., Diagrid structural systems for tall buildings: characteristics and methodology for preliminary design [6] указаны зависимости горизонтального перемещения показателя угла наклона элементов для 60-этажного

сооружения, изображенного на рис. 2., с угловыми колоннами и без них. Результаты показаны на рис. 3 и 4.



**Рис. 3.** График изменения горизонтального перемещения в зависимости от угла наклона для сооружения с угловыми колоннами



**Рис. 4.** График изменения горизонтального перемещения в зависимости от угла наклона для зданий без угловых колонн

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, на основании изучения особенностей диагонально-сетчатой системы Diagrid можно заключить, что данная система как несущая конструкция, дает возможность придумывать свободные архитектурные формы с большими площадями свободного места внутри сооружения. При этом здание остается механически безопасным [6].

Система отличается отличной стойкостью к боковым нагрузкам, а также она переживает прогрессирующее обрушение. Система отлично встраивается в сооружения, которые требуют повышенной жесткости на воздействие боковой нагрузки, что объясняется ее легкостью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Петренко Ф.И.* Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовской кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности М.: дис. ... канд. техн. наук, 2017. – 188с.
2. *Анохин Н.Н.* Строительная механика в примерах и задачах. Часть 1. 4-е изд. М: Издательство АСВ, 2016 - 790 с.
3. *Трастьян Н.А., Линьков Н.В.* Разработка рамных узлов стальных конструкций с учетом пластических деформаций // Инженерный вестник Дона, 2019, №1. URL: [http://hhttp.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_183\\_Trastyan\\_Linkov.pdf\\_bf20a01bfe.pdf](http://hhttp.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_183_Trastyan_Linkov.pdf_bf20a01bfe.pdf) (дата обращения 03.02.2023).
4. *Boake T.M.* DIAGRID STRUCTURES system / connections / details, 2014.- 184 с
5. *Boake T.M.* The emergence of the Diagrid - IT's all about the node. International journal of high-rise Buildings, 2016. - 456 с.
6. *Kyoung-sun M., Jerome J. Connor, John E. Fernandez.,* Diagrid structural systems for tall buildings: characteristics and methodology for preliminary design, 2007. – 390 с.



## **ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ГОРОДА МАРИУПОЛЯ**

*Нечепоренко В.А., студентка 5 курса группы С-22-М, ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь  
Научный руководитель – Сорочан Е.Н., заведующая кафедрой САД, к.т.н., доцент*

### **Аннотация**

Геодезические работы - важная часть строительства, они предшествуют строительно-монтажным работам и сопровождают процессы строительства. На протяжении всего периода подготовки к строительству геодезисты проводят ряд работ по созданию крупномасштабных топографических планов. Изыскания выполняются с целью получения топографо - географической информации о ситуации и рельефе местности. Основная цель проекта - создать инженерный топографический план масштаба 1:500, имеющий высоту среза рельефа 0.5 м и нанести наземные коммуникации для разработки проектной документации под строительство объекта. Задача, поставленная для достижения цели: сбор и анализ материалов геодезических съемок прошлых лет для уточнения видов и объемов выполняемых работ; создание опорной и съемочной геодезических сетей на объекте; выполнение съемки подземных инженерных коммуникаций масштаба 1:500 с высотой сечения рельефа 0,5 м.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В процессе землеустройства большое значение имеет геодезическая работа. Чтобы проводить земельные работы, необходимы планы, карты и профили, полученные в результате выполнения геодезических работ. В процессе составления землеустроительных проектов используют геодезические приборы и методы, которые позволяют определить границы участка. В завершение геодезические методы работы позволяют перенести границы спроектированных объектов землеустройства (участки, поля и другие объекты).

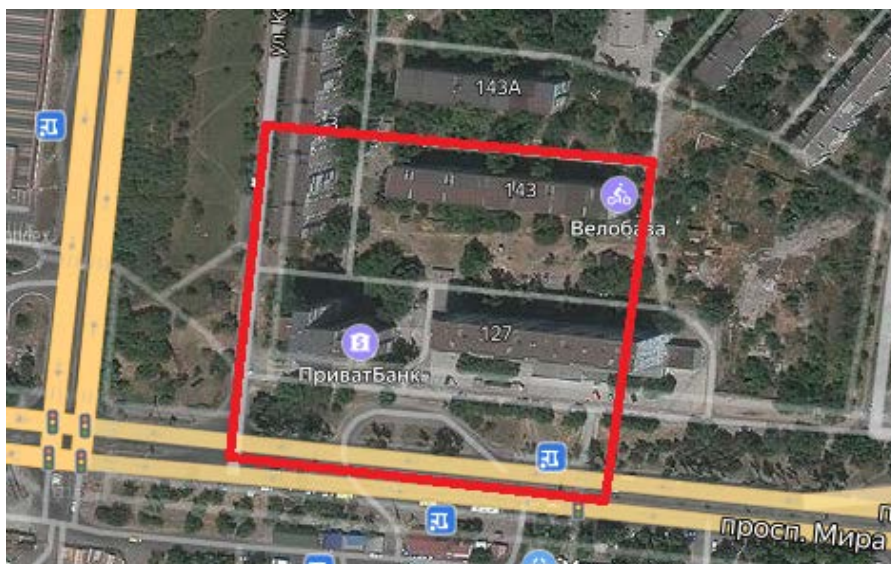
Планирование территории возможно только с учетом топографо-геодезических исследований. Создание проекта, то есть перенос его на местность также невозможно без геодезических измерений, обеспечивающих соблюдение геометрических форм всех сооружений и их элементов как в отношении расположения на местности, так и внешней конфигурации.

С помощью геодезии и землеустройства можно провести ряд мероприятий, связанных с измерениями на местности. Геодезические работы – это неотъемлемая часть строительного процесса. Благодаря геодезическим работам, проект здания или сооружения переносится с бумаги в натуру и рассчитывается объем материала. Также ведется контроль за соблюдением геометрических параметров конструкций и многое другое.

Землеустроительные мероприятия начинаются и завершаются геодезическими работами.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

При организации работ выполнен сбор, изучение, систематизация и анализ существующих геодезических, картографических и других исходных материалов по объекту работ. Анализ заключался в оценке качества и достоверности картографического материала, сохранности пунктов государственной геодезической сети, определении трудоемкости работ (Рис.1). Анализ материалов и местных условий выполнения полевых работ позволил определить силы и средства, основное оборудование для основных видов деятельности.



**Рис. 1.** Место расположения участка работ

В качестве создания плано-высотной опорной геодезической сети на территории объекта для выполнения топографической съемки М 1:500 были заложены три пункта.

Опорная геодезическая сеть создана с целью обеспечения производства инженерных изысканий, согласно требованиям СП-47.13330, СП-11-104-97. Местоположение пунктов ОГС обеспечивает удобство их использования в процессе производства инженерных изысканий. Тип пункта ОГС представляет собой металлический дюбель.

Определение координат и высот пунктов ОГС производилось с исходных пунктов ГГС методом «статика», при котором наблюдения на пунктах выполнены одним приемом, продолжительностью не менее 1 часа.

В наблюдениях на пунктах использовались приемники и антенны способные принимать сигналы от систем GPS и ГЛОНАСС. Измерения выполнялись с дискретностью 5сек. Совместное время измерений между пунктами каркасной сети составило 1 час, на остальных векторах не менее 40 мин. Маска по углу возвышения - 10°. Наблюдения выполнены в рамках одного сеанса.

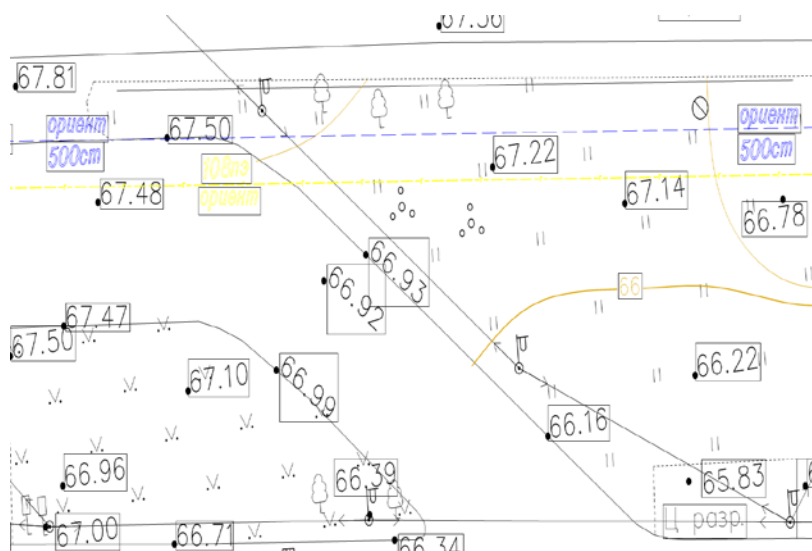
Антенна располагалась над пунктом на штативе. Центрирование выполнено с помощью трегеров и адаптеров с оптическим центриром. Высота измерялась рулеткой с точностью 1мм дважды (до начала измерений и по окончании). В течение сеанса наблюдений высота не изменялась, центрировка оставалась в пределах первой окружности поля зрения центрира.

Вычисление векторов проведено в специализированном программном продукте «Trimble Business Center». Выбор программного продукта определен его возможностью проводить обработку GPS и ГЛОНАСС наблюдений, подгружать точные эфемериды, подгружать используемые при наблюдениях типы антенн.

На основе данных, собранных в проекте, были импортированы файлы наблюдений формата RINEX. Импорт проводился блоками. По одному сеансу. При проверке каждого импортированного файла проверялось название пункта, тип антенны и время старта и остановки наблюдений. Затем, после проверки импортированных файлов, они блоками направлялись в модуль обработки векторов.

Плано-высотное съемочное обоснование было развито тахеометрическими ходами от пунктов ОГС. Развитие ПВСО выполнялось при помощи тахеометра Leica TS02.

Точки съемочной геодезической сети закреплены временными знаками с выполнением условия оптической видимости между смежными точками и сохранности в период проведения полевых работ. Схема ПВСО представлена на Рис. 2.



**Рис. 2.** Фрагмент схемы плано-высотного съемочного обоснования

Высоты пунктов ПВСО были определены тригонометрическим нивелированием посредством проложения тахеометрических ходов.

Измерение углов в тахеометрических ходах произведено одним приемом. Измерение длин линий в тахеометрических ходах производилось электронным тахеометром в прямом и обратном направлении.

Накопленные данные передавались с электронного тахеометра на персональный компьютер. Далее файл измерений импортировался в программу КРЕДО, где производилась обработка и уравнивание теодолитных ходов.

Полученные невязки измерений в ходах не превышают допустимых невязок согласно СП 11-104-97: угловые –  $1,0' \sqrt{n}$ , относительная погрешность –  $1/2000$ , высотные –  $50\sqrt{L}$ , где  $n$  – число углов в ходе,  $L$  – длина хода, км.. Ведомость обследования физического состояния геодезических пунктов представлена в Таблице 1.

**Табл. 1.** Ведомость обследования физического состояния геодезических пунктов

№ п.п.	Название (номер) пункта, класс (разряд), тип центра, наружный знак	Состояние центра и наружного знака	Причина уничтожения	Дата инвентаризации
1	Пункт триангуляции «Город»	Марка находится в хорошем состоянии	-	Январь 2023г.
2	Пункт триангуляции «пп 964»	Марка находится в хорошем состоянии	-	Январь 2023г.
3	Пункт триангуляции «пп 918»	Марка находится в хорошем состоянии	-	Январь 2023г.
4	Пункт триангуляции «пп 54»	Марка находится в хорошем состоянии	-	Январь 2023г.

С целью выполнения инженерно-геодезических изысканий была проведена тахеометрическая съемка, с использованием электронного датчика Leica TS02 в масштабе 1:500. Высота сечения рельефа горизонталями через 0,5 м. Согласно требованиям нормативной документации, тахеометрическая съемка в масштабе 500 выполнена согласно требованиям ГОСТа.

На завершающем этапе полевых работ, камеральная обработка производилась непосредственно исполнителями.

В процессе производства съёмки подземных коммуникаций использовалась плановая высотная геодезическая основа (ПВСО), созданная при выполнении топографической съёмки объекта. Проведение работ включает в себя сбор и анализ имеющихся материалов о подземных сооружениях, рекогносцировочное обследование (нахождение на местности подземного сооружения по внешним признакам), поиск или съёмка скрытых объектов и составление плана подземных сооружений (Рис. 3).

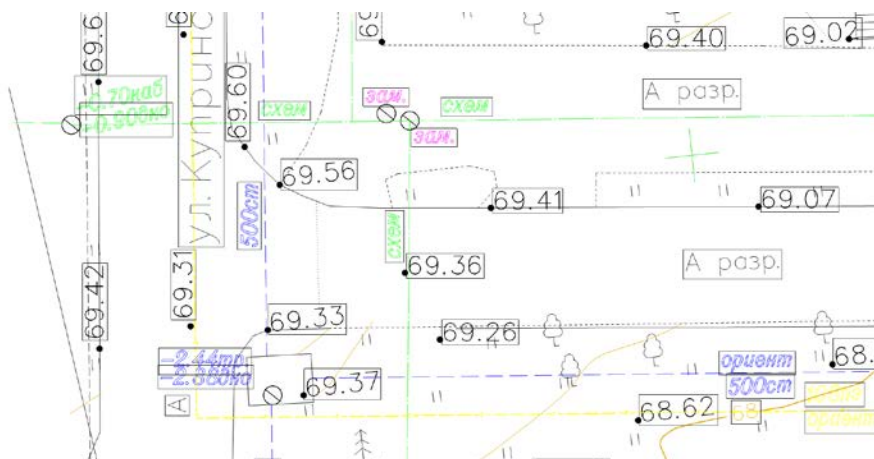


Рис. 3. Фрагмент плана подземных сооружений

Камеральная обработка геодезических измерений.

Этап камеральной обработки материалов изысканий был выполнен в два этапа.

Первая часть была проведена в полевых условиях, во время предварительной обработки материалов топографо-геодезических работ.

После этого на втором этапе была проведена обработка и оформление отчетов, составление топопланов и т.д.

Данные, полученные в ходе камеральной обработки полевых наблюдений, были переданы в программу ZWCAD. За счет использования программы топографический план создан с помощью точечных, линейных и площадных объектов. Выполнение топографических планов проходило согласно требованиям условных знаков для масштаба 1:500 и правил цифровой обработки картографии (Рис. 4).

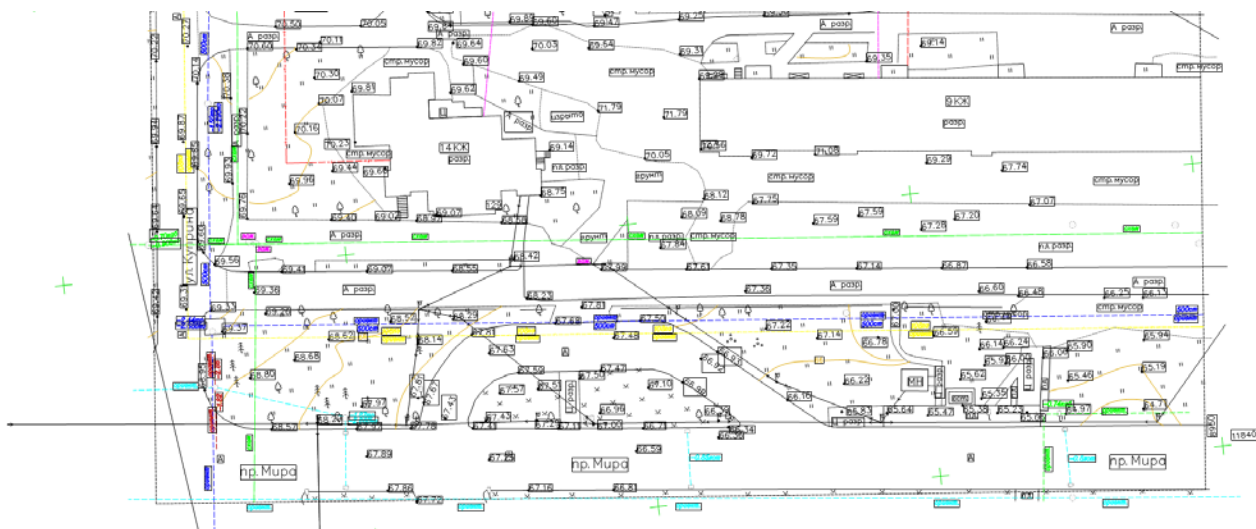


Рис. 4. Фрагмент топографического плана объекта

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Создана цифровая модель местности (ЦММ), совмещенная с планами подземных инженерных коммуникаций с точностью составления, соответствующей требованиям СП 47.13330-2016, п.5.1.1.16, 5.1.1.17. ЦММ использована как основа для составления топографических планов масштаба 1:500 с высотой сечения рельефа 0.5м, планов подземных коммуникаций. Материалы выполнены в СК г. Мариуполь, и Балтийской системе высот.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Основные положения о государственной геодезической сети РФ. ГКИНП (ГНТА) – 01-006-03;
2. Свод правил СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства» ГОССТРОЙ РФ. М, 1997;
3. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1: 500 ГКИНП-02-033-82 (по состоянию на 07.10.2006);
4. Основные положения по созданию топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКИНП-118). М., 1970;
5. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКИНП-02-049-86). М., Недра, 1989;
6. СП 47. 13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства»
7. СП 317. 1325800.2017 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства»

# СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

## ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ

*Григорян Г.А., студент 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Гиясова И.В., доцент каф. ТОУС, к.э.н., доцент*

### **Аннотация**

В данной статье рассматривается влияние сложившейся геополитической ситуации и экономических санкций на организацию строительства в России. Санкции, ограничивающие импорт в Россию машин, механизмов, инструментов и материалов, формирующих основные производственные фонды любого строительства, требуют принятия особых мер в организации строительства и в корректировке существующей нормативной документации, являющейся основой для разработки «Проекта организации строительства».

### **ВВЕДЕНИЕ**

Одним из важнейших показателей экономического благополучия любой страны являются объемы и качество реализованных строительных проектов. Строительство гражданских и промышленных объектов неотъемлемая составляющая для обеспечения экономического роста и создания необходимых объективных условий в обеспечении суверенности государства. Для обеспечения необходимых темпов строительства, необходима оптимизация организации строительства под существующие основные производственные фонды с учетом дефицита определенных позиций, являющегося результатом наложенных санкций [1]. В статье рассматривается влияние социально-экономических процессов на организацию строительства и меры по её оптимизации.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Санкции и перспективы ухода с рынка основных иностранных поставщиков, формирующих немалую долю производственного фонда строительства в России, ведут к увеличению сроков строительства и росту прямых и косвенных затрат на его реализацию. Данные факторы негативно влияют на рентабельность строительства и увеличивают срок окупаемости инвестиционно-строительного проекта (рис.1) [2].

Полностью остановить негативное влияние санкций на строительство в России невозможно из-за полупериферийности нашей экономики и, в следствии этого, отсутствия полной производственной базы способной обеспечить бесперебойное производство конечной высокотехнологической продукции без использования иностранных компонентов и производственного оборудования [3]. Также остро стоит вопрос о ремонте и обслуживании уже закупленного оборудования. Поиски рынков для параллельного импорта или закупка аналогов у стран не наложивших на Россию санкции, также неизбежно приводят к подорожанию производственных фондов в связи с необходимостью налаживания новых путей для поставок и частичного переобучения рабочих для использования новой техники.

Последствия наложенных санкций будут влиять на строительство в России ближайшие десятилетия, и необходимо проводить структурные преобразования в строительной отрасли и отраслях её снабжающих для того, чтобы не только остановить негативное влияние, но и извлечь пользу из сложившихся обстоятельств.

На первом этапе необходимо создание государственного реестра с отечественными производителями, обеспечивающими строительство (компании выпускающие строительную технику, материалы, инструменты и прочие элементы необходимые для производства строительных работ). Субсидирование производств для постепенного улучшения качества

выпускаемой продукции и увеличения ассортимента с постепенным переходом на полностью отечественные компоненты, используемые при сборке финального продукта.



**Рис. 1.** Факторы ограничивающие производственную деятельность строительных организаций

Для обеспечения спроса на выпускаемую продукцию необходимо вносить корректировки в нормативную документацию, используемую при разработке «Проекта организации строительства», в которой будут рекомендоваться для использования при производстве работ машины и материалы отечественного производства (при условии наличия отечественного аналога со схожими техническими характеристиками, вне зависимости от разницы в цене). Одним из способов стимуляции соблюдения рекомендаций приведенных в разделе ПОС проекта, может служить обложение застройщика дополнительным налогом, который в дальнейшем и будет направляться на субсидирование отечественных компаний. Также могут вводиться налоговые послабления за соблюдение рекомендацией по выбору поставщиков производственного фонда. Данные меры помогут перейти на закупку, отечественных машин, механизмов и материалов субподрядным

организациям, которые занимаются сдачей техники в аренду или владеют большими рынками строительных материалов.

Переход на полностью отечественные производственные фонды на ранней стадии неизбежно приведёт к росту продолжительности сроков строительства и его удорожанию, также как и параллельный импорт и поиск аналогов, но в длительной перспективе сделает строительную отрасль в России полностью самостоятельной [4].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Мировые экономические кризисы неизбежны и лишь страны, обладающие большим ресурсным и производственным потенциалом и умеющие этот потенциал реализовать, могут проходить эти кризисы. Строительство является одним из ключевых двигателей экономики и само максимально зависит от мировой экономической ситуации, в сложные периоды эта зависимость может приводить к катастрофическим потерям в количестве и качестве реализуемых строительных проектов. Для минимизации потерь необходим повышенный уровень государственного контроля в отрасли и помощь отечественным производителям строительной техники и материалов, также организация строительства рациональным способом с искусственно созданными условиями, в которых выбор производственных фондов будет нацелен не только на извлечение максимальной прибыли, но и будет нацелен на развитие Российских предприятий.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Цона Н.В., Халилов А.Э.* Ресурсное обеспечение инвестиционно-строительных проектов//Экономика строительства и природопользования. 2022. № 3. С. 23-29.
2. *Разаханова Ф. М.* Особенности импортозамещения строительных материалов на рынке строительной продукции // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017. № 2. С. 223.
3. *Лясковская Е.А., Халилова Г.Р.* Циркулярная экономика и экосбалансированные методы строительства в управлении устойчивым развитием региона // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2022. № 4. С. 43.
4. *Черняк В.З., Эриаишвили Н.Д.* Проблемы строительства и экономики//Вестник экономической безопасности. 2022. № 5. С. 218-228.
5. *Паньковский А.А.* Тенденции изменений в экономике строительства // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2022. № 12. С. 103-106.
6. *Кенчадзе Д.Д.* Строительство в России 2022. Статистический сборник. 2022.



## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ВИЗУАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ**

*Дудаль А.И., студентка 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Кореньков П.А., и.о. зав. каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

### **Аннотация**

Развитие цифровых технологий служит важным инструментом для решения актуальных задач, в сфере строительства новых и реконструкции существующих объектов недвижимости. Повсеместное внедрение в практику современных программных комплексов, реализующих BIM-технологии, позволяет избегать ошибок при создании расчетных моделей зданий и сооружений. В настоящей статье рассматриваются способы формирования расчетной модели здания. Установлено, что использование BIM-технологий, включая графический редактор алгоритмов для создания расчетной схемы здания с помощью программного комплекса «САПФИР-3D», даёт нам возможность сократить срок выполнения проектных работ, что приводит к уменьшению времени, затрачиваемого на подготовку соответствующей документации.

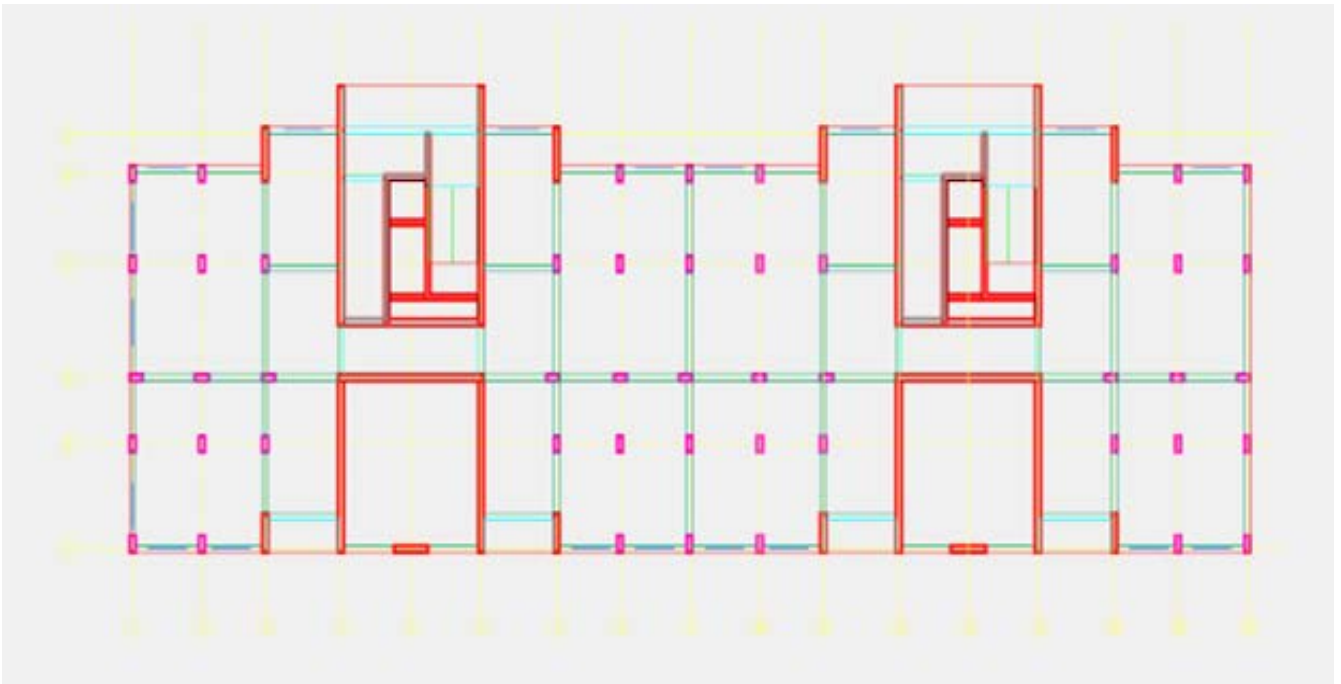
### **ВВЕДЕНИЕ**

BIM – это комплексный подход к проектированию, строительству и эксплуатации объектов недвижимости, основанный на использовании цифровых технологий. BIM-технологии позволяют создавать трехмерные модели зданий, содержащие всю нужную информацию об объекте – от геометрических параметров до характеристик материалов и оборудования. Одним из главных преимуществ BIM-технологий является возможность совместной работы всех участников проекта – от архитекторов и инженеров до заказчиков и подрядчиков. Это позволяет избежать ошибок и несоответствий в процессе проектирования и строительства, а также ускорить процесс принятия решений. Кроме того, BIM-технологии позволяют проводить различные расчеты и анализы, например, оптимизировать энергопотребление здания, оценить влияние изменений на стоимость проекта и т.д.

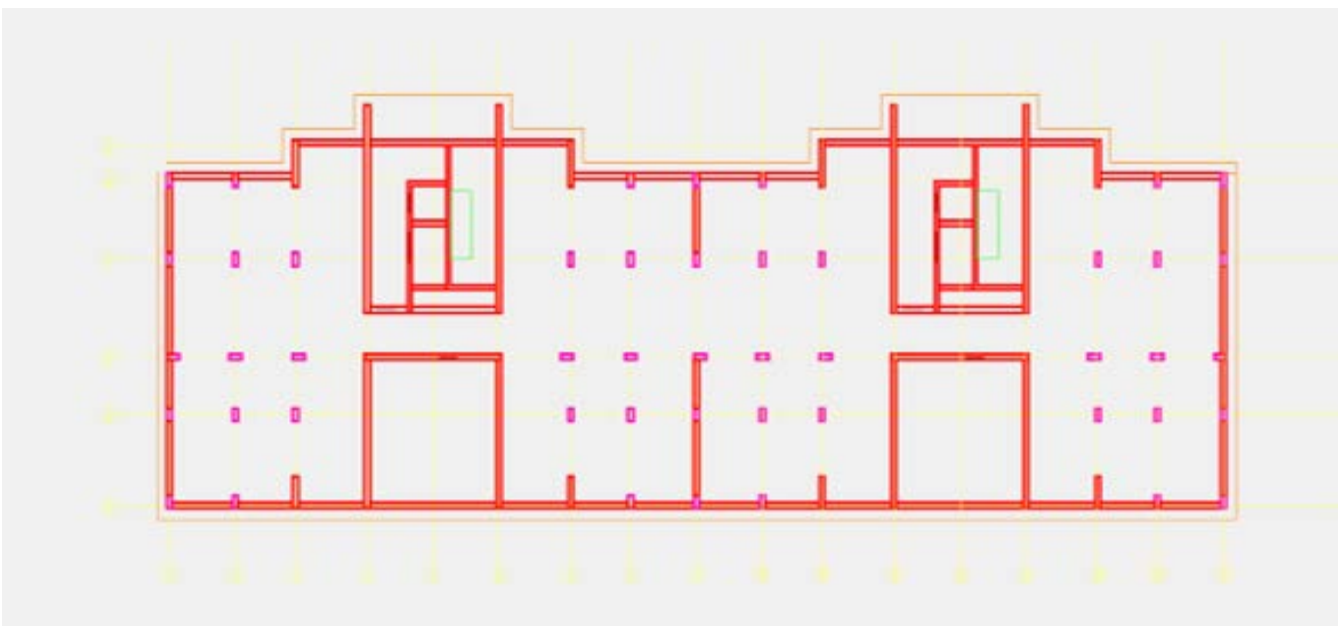
### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Большинство существующих зданий не имеют информационной модели (BIM), поэтому начальная работа заключается в изучении проектной документации и уточнении ее соответствия фактическому исполнению. Для разработки информационной модели здания используется система визуального программирования, которая позволяет параметрически моделировать здания и сооружения произвольной формы. Для создания информационной модели здания используется генератор, который формирует 3D модель из базовых объектов, таких как колонны, балки, стены, плиты, сваи, фермы и другие элементы. Это позволяет осуществлять точный параметрический контроль над моделью и экспортировать ее в ПК «ЛИРА-САПР» для проведения расчетного анализа. [1,4].

Первым шагом необходимо создать геометрическую модель в виде геометрических примитивов в формате \*.dxf (линии, полилинии, точки, контуры). Схема подложек технического и типового этажа представлена на рисунки 1, 2. Так как у нас здание многоэтажное, необходимо сделать привязку всех планов относительно начало координат (0;0). Для правильного отображения каждого элемента конструктивной системы, его необходимо привязать к соответствующему слою на чертеже, например, несущая стена-на слой “несущая стена”, колонна- на слой “колонна”, фундамент на слой “фундамент”.



**Рис.1.** Подложка в формате dxf -технический этаж

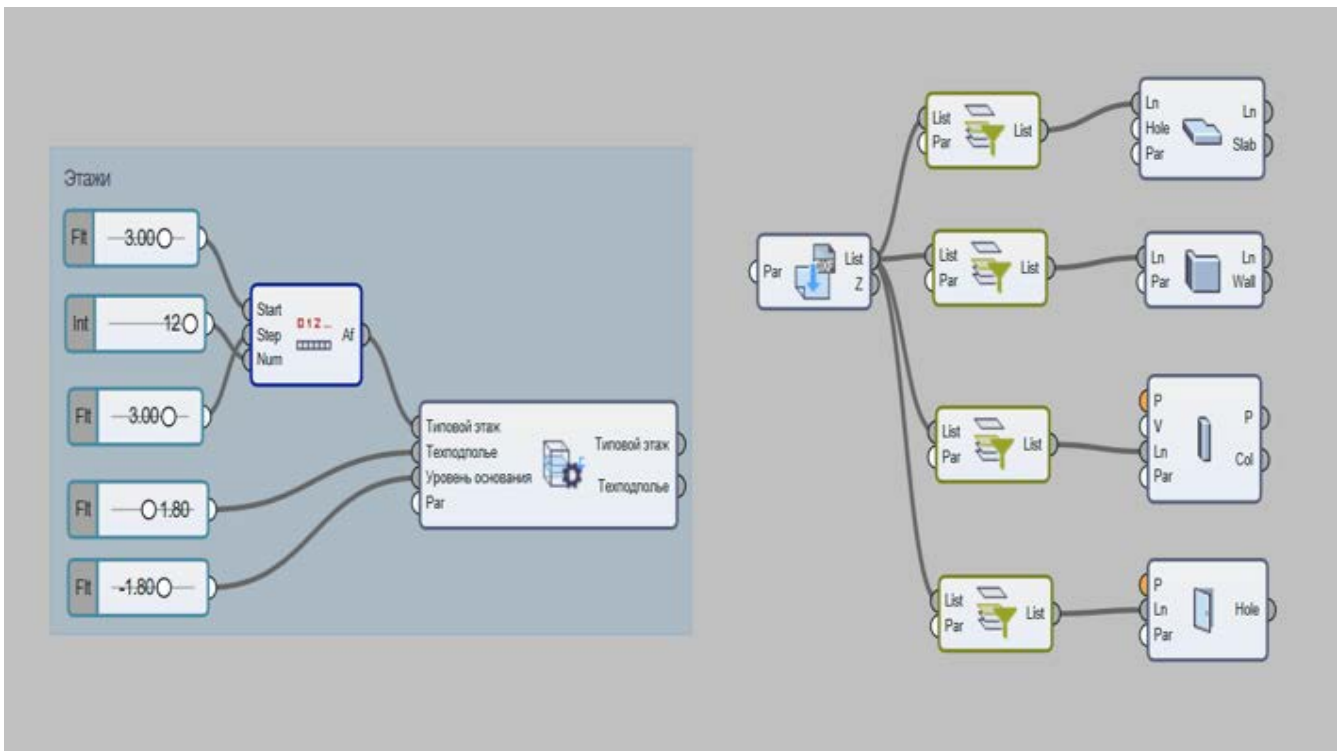


**Рис.2.** Подложка в формате dxf –типовой этаж

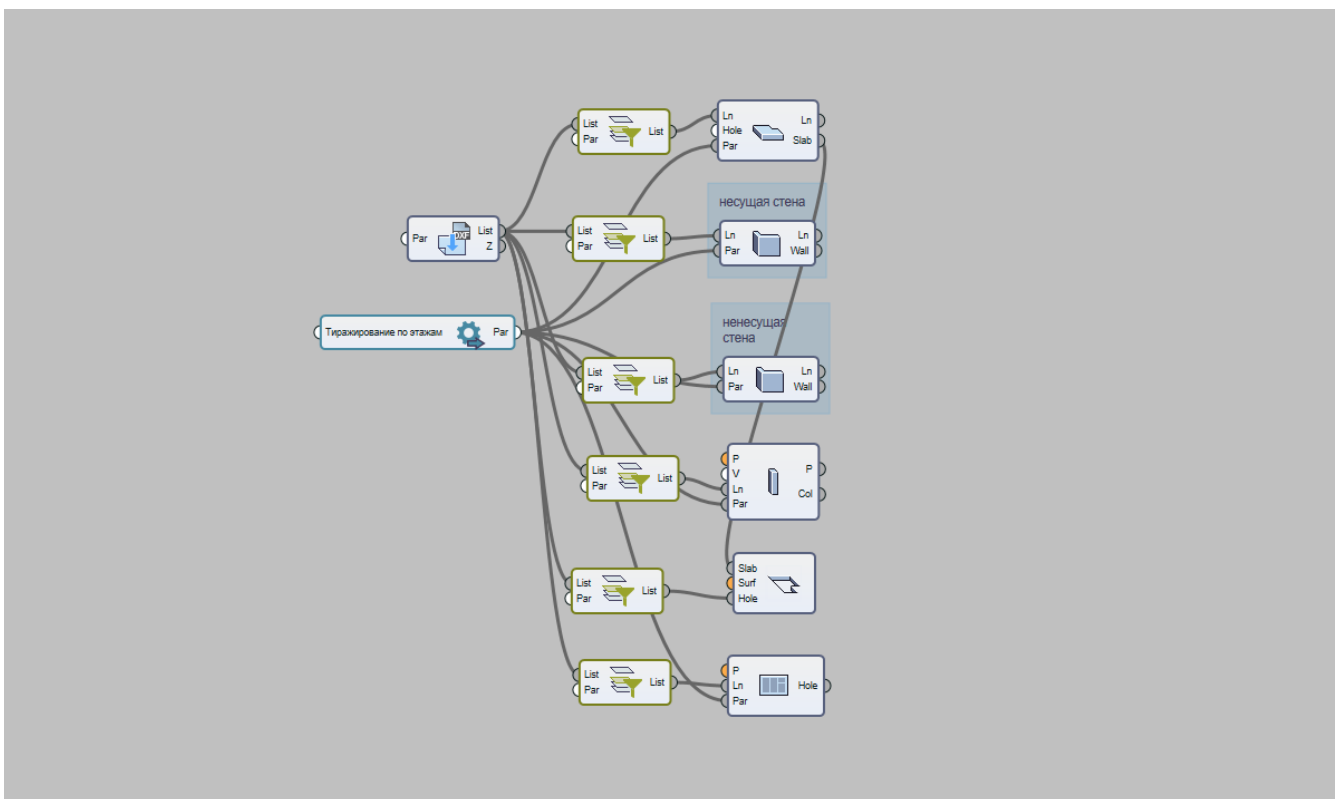
На рисунке 3 изображен графический алгоритм создания модели системы, который использует НОДы для задания высотных характеристик, таких как количество этажей и их геометрические параметры[3]. В данном случае, несущая конструкция для технического этажа и типового различаются, поэтому для разработки расчетной модели здания необходимо использовать несколько групп НОДов с определенными параметрами для каждого этажа. Также предусмотрена возможность группировки НОДов по группам, что существенно облегчает работу пользователя.

Чтобы создать модель необходимо начать установку активности текущего этажа и выбрать файл при помощи НОДа «Импорт подложки из файла». Следующим этапом следует произвести генерацию параметров несущих конструкций здания и нагрузочных параметров с их геометрической привязкой при помощи НОДа «Фильтровать элементы заданного слоя». В результате получается физическая модель здания, которая включает в себя заданные

свойства материалов конструкций, а также граничные условия взаимодействия с грунтовым основанием[2,5].



**Рис.3.** Система графического редактора алгоритмов, использованная для формирования расчетной модели типового этажа многоэтажного здания.



**Рис.4.** Система графического редактора алгоритмов, использованная для формирования расчетной модели типового этажа многоэтажного здания.



**Рис.5.** Физическая модель здания

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Применение BIM технологий позволяет значительно увеличить эффективность процесса проектирования и строительства, сократить время и затраты на реализацию проекта, повысить качество и безопасность строительства. Кроме того, BIM технологии позволяют проводить виртуальное моделирование и тестирование различных вариантов проекта, что позволяет предотвратить ошибки и недочеты еще на этапе проектирования.

Сегодня BIM технологии активно используются во всем мире, в том числе и в России. Они являются необходимым инструментом для современного строительства, который позволяет повысить его эффективность, качество и безопасность.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1.Обоснование необходимости использования BIM-технологий с целью повышения эффективности проектной деятельности предприятия / В. П. Грахов, О. Л. Симченко, Н. С. Русинова [и др.] // Социально-экономическое управление: теория и практика. – 2019. – № 2(37). – С. 103-106.

2.Предпосылки развития системы управления рисками, возникающими при внедрении BIM-технологий в проектные организации Удмуртской Республики / М. А. Привалова, Н. С. Корепанова, А. Л. Кузнецов, И. В. Симченко // Интеллектуальные системы в производстве. – 2020. – Т. 18. – № 2. – С. 96-105. – DOI 10.22213/2410-9304-2020-2-96-105.

3.Жук, Ю. Н. Особенности проектирования крупнопанельных зданий с применением программных платформ для информационного моделирования (BIM) и программных комплексов расчета конструкций / Ю. Н. Жук, В. В. Курнавин, Ю. В. Панасенко // Жилищное строительство. – 2017. – № 5. – С. 20-25.

4.Филина, Ф. Н. BIM-Технологии в проектировании зданий / Ф. Н. Филина // Наука и промышленность России. 2016.- № 3. - С. - 330 -361.

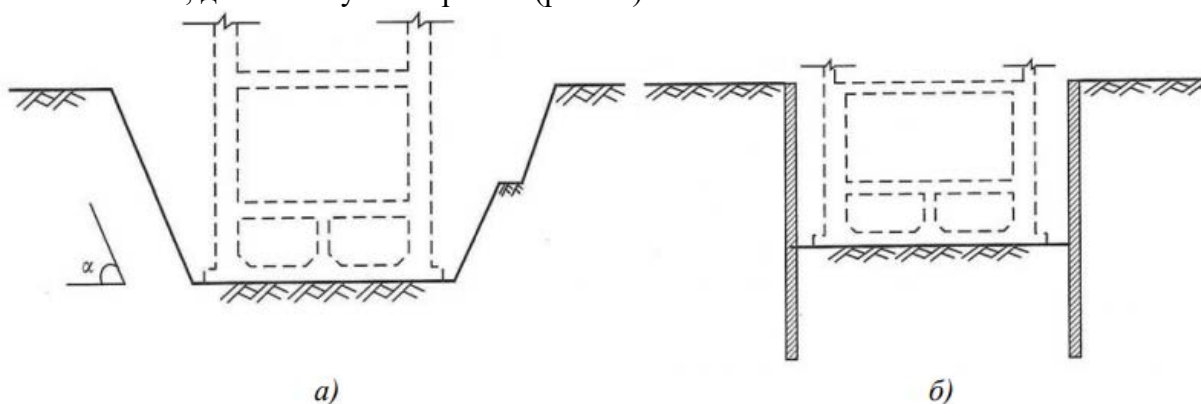
5.Фролова, Е. В. Информационное моделирование строительного объекта (BIM) / Е. В. Фролова // Инновации. - 2017. - №4. - С. 109 - 123.

## РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ И ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ШПУНТОВЫХ ОГРАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СТЕСНЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ

*Иванов В.Ю., студент 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель - Кореньков П.А. и.о. зав.каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

### Аннотация

В наше время ведется активная городская застройка, будь то жилые, производственные здания или прокладка коммунальных сетей, зачастую в стесненных условиях города. Поэтому возникает ряд трудностей с обустройством котлованов, ведь борта сформированные естественным откосом грунта хоть и являются простым и экономичным решением, но при увеличении глубины, требуется устройство более пологих откосов грунта, тем самым возрастает площадь котлована, которая и так ограничена (рис.1а), следовательно данный способ является нецелесообразным или же невозможным при плотной городской застройке. Помогают решить данную проблему шпунтовые ограждения которые надежно отделяют грунт от котлована, для всех нужных работ. (рис.1б).



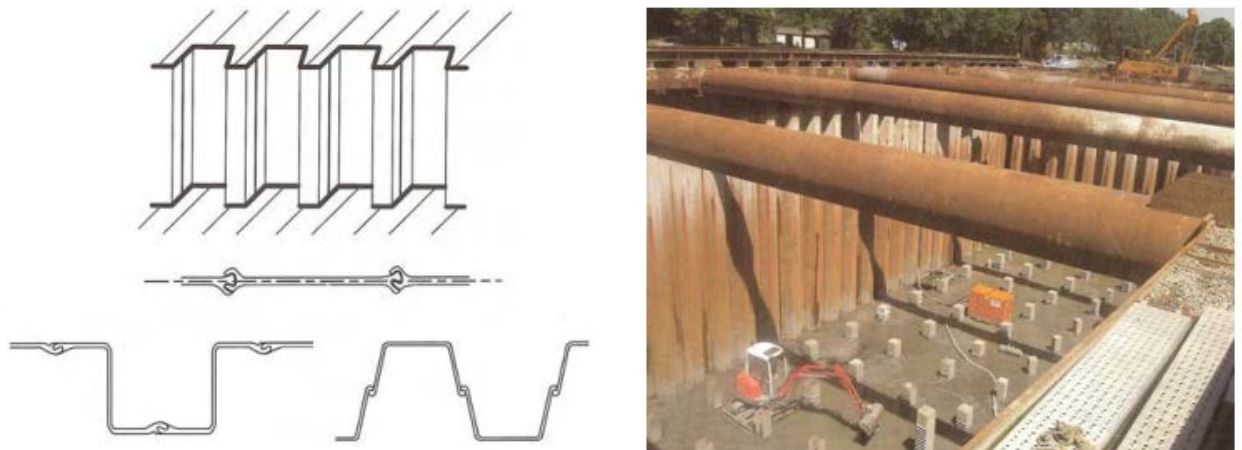
**Рис.1.** Схема строительства в котловане а) с откосами б) с ограждением

### ВВЕДЕНИЕ

Шпунтовые ограждения служат для укрепления стенок котлованов, инженерных и гидротехнических сооружений, они предотвращают осыпание грунта, решая проблему глубокого строительства, проникновение грунтовых вод в котлован. Данные стены способны выдерживать не только давление грунта, но гидростатическое давление, что дает возможность использования данного ограждения не только в городской застройке, но и в мостостроении, возле различных акваторий для предотвращения подтопления строений.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Шпунтовые элементы стен представляют собой в основном U, Z - образные профили (рис.2.) и плоские со специальными захватами, которые фиксируют элементы в вертикальном положении. Наибольшее распространение получили металлические ограждения, однако существуют также деревянные и железобетонные шпунтовые элементы.



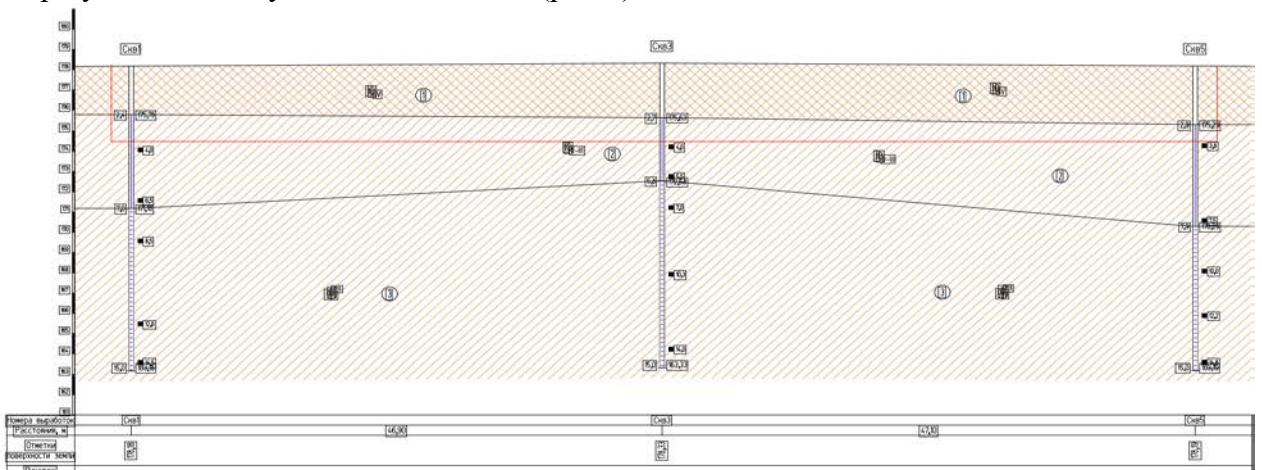
**Рис.2.** Виды сечений шпунтовых ограждений.

Устанавливают ограждение несколькими способами:

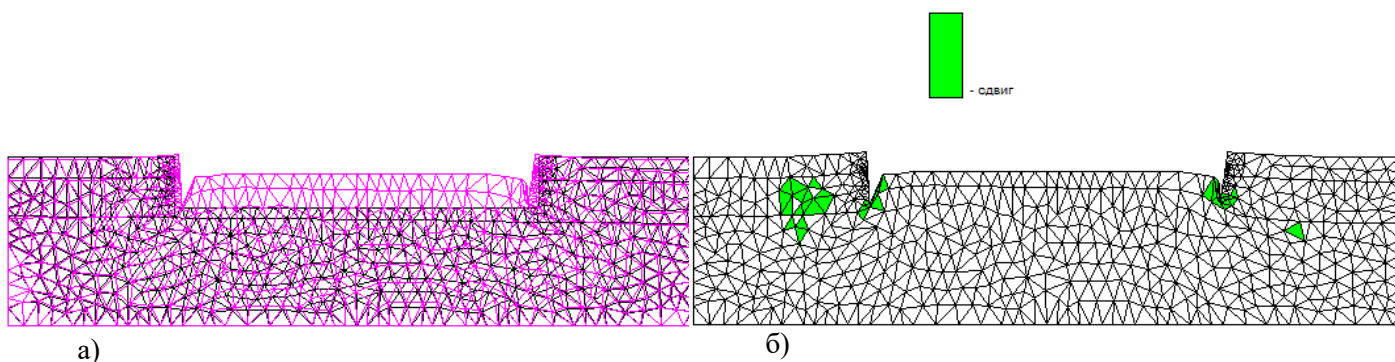
- Вибропогружение, это самый часто встречающийся способ за счет своей эффективности. погружение происходит за счет действий специальных виброустановок, которые крепятся на краны либо же на экскаваторы.
- Статическое вдавливание, метод наиболее подходящий для городских застроек, так как является самым тихим и не разрушительным для близлежащих фундаментов зданий и сооружений. Вдавливание происходит таким же методом, что и установка свай.
- Забивка гидромолотом, метод который используется если нет требований к уровню шума и вблизи отсутствуют строения которые могут быть повреждены.

Первый шаг к установки шпунтовых ограждений, несомненно является расчет, который в свою очередь начинается с бурения скважин и в последствии создания инженерно-геологического разреза (рис.3), на основании которого, появляется возможность узнать наличие грунтовых вод, состав грунта, его плотность, удельный вес и другие важные для расчета характеристики. После чего по результатам геологических исследований, производится расчет и подбор подходящего шпунтового ограждения, способного уверенно выдержать требуемый грунт и обезопасить котлован.

Сам расчет показывает какие разрушения, деформации и смещения будут происходить в грунте при установке шпунтовых элементов (рис.4).



**Рис.3.** Инженерно-геологический разрез.



**Рис.4.** Результаты расчета а) деформация грунта б) разрушение грунта.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что шпунтовое ограждение хоть и является более сложным способом обустройства котлована, по сравнению с естественными откосами грунта, но в тоже время необходимо, так как открывает множество возможностей по обустройству труднодоступных мест строительства.

Тем самым давая проектировщику возможность огромного выбора разработки подземных коммуникаций различного назначения.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Ренгач В.Н. Шпунтовые стенки. Расчет и проектирование.
2. Пестряков А.Н. Расчет шпунтового ограждения : метод. указания // А. Н. Пестряков. – Екатеринбург : УрГУПС, 2010. – 24 с.
3. Петрухин В.П., Колыбин И.В., Разводовский Д.Е. (НИИОСП) Ограждающие конструкции котлованов, методы строительства подземных и заглубленных сооружений.
4. МГСН 2.07-01. Основания, фундаменты и подземные сооружения. – М.: Москомархитектура, 2003 - 108 с.
5. СП 446.1325800.2019 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

## УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА

*Крылов В.Д., студент 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель - Гиясова И.В., доцент каф. ТОУС, к.э.н., доцент*

### Аннотация

Среди проблем, стоящих перед обществом на современном этапе, есть такие, которые можно отнести и к отраслевым проблемам, с одной стороны, и к общечеловеческим с другой - настолько они глобальны. Проблема утилизации и переработки строительных отходов одна из них. Способы решения ее задач лежат в области системного и комплексного подхода, направленного как на минимизацию образования строительных отходов, так и на разработку эффективных методов переработки.

### ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день во всем мире остро стоит проблема управления отходами строительства и сноса. Основные способы обработки строительного мусора: складирование на свалках, сжигание, вторичная переработка. Благодаря экологическому просвещению населения и руководству правительств, применение продуктов переработки будет иметь широкий рынок. Природные ресурсы ограничены, в то время как переработка строительного мусора и сноса может дать бесконечное количество сырья.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Продолжительное время в России не уделялось соответствующего внимания анализу агрессивного воздействия отходов на экологию, не учитывали ресурсосберегающие технологии при проектировании и строительстве. Должным образом не работало нормативное регулирование в сфере образования, распределения и утилизации отходов строительства и сноса [1]. Все это привело к тому, что на территориях предприятий, очистных сооружениях, на мусорных полигонах, как действующих, так и уже забытых, были накоплены десятки миллионов тонн разнообразных отходов, загрязняющих окружающую среду.



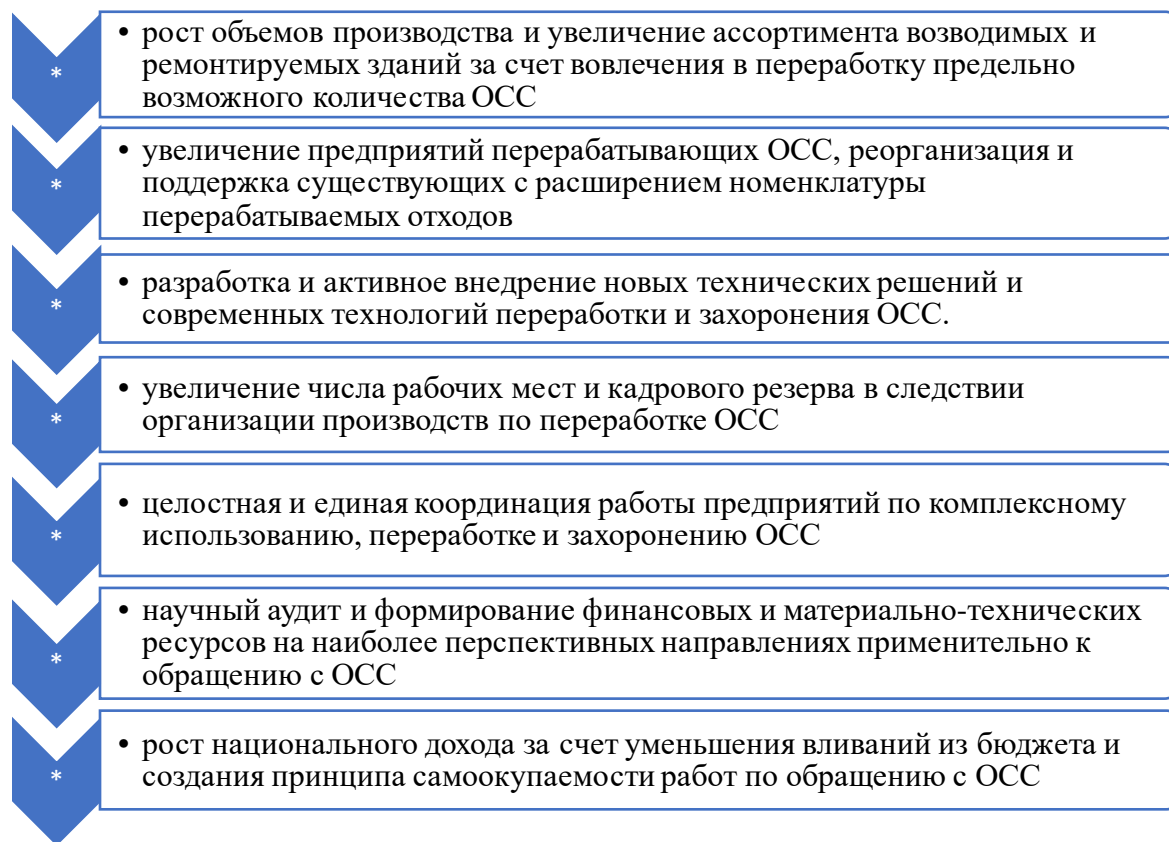
**Рис.1.** Гистограмма объема строительного мусора в мире [2]

С начала процесса реформирования с природоохранной точки зрения отечественная экономика оказалась не готова к нему, как по своей структуре, так и по эффективности [3]. След негативного воздействия на окружающую среду невозможно приуменьшить, так в расчёте на единицу производимой продукции в России, по сравнению с передовыми в технологическом отношении странами, значительно выше показатель производства отходов. Современным требованиям экологии не отвечали ключевые производственные мощности России, – в том числе и в сфере обращения с отходами строительства и сноса (ОСС).

В настоящий время государство начало уделять внимание этой многоцелевой проблеме, прежде всего разрабатывая нормативную базу ее регулирования. Решение



проблемы связано прежде всего с уменьшением физических объемов образования строительных отходов и с их рециклингом. Задача образования, хранения и переработки ОСС решается не только как санитарно-гигиеническая, но и как экологическая и экономическая задача ориентированная на сохранение окружающей среды [4].



**Рис. 2.** Основные задачи оптимизации обращения с ОСС

Увеличение объемов реконструкции, капитального ремонта и реновации, а также удорожание строительных материалов приводит к популяризации идеи рециклинга строительных ресурсов [5]. Так, в России и в других странах большое распространение получила практика выплавки черных и цветных металлов из вторичных строительных ресурсов (далее – ВСР). Так, по оценкам экспертов, производство металлопроката стальных конструкций до 15 раз, а для меди и алюминиевых сплавов в 4 раза экономически выгоднее, если сравнивать с получением его из руды. При этом энергетических ресурсов потребляется на до 85% меньше, чем при использовании первичных природных ресурсов.

Большая доля бетонных и железобетонных видов ВСР раздробливается. Таким путем получается до 87% вторичного щебня, 10% отсева и 3% металлического лома. Первые два вида ВСР нашли применение в производстве материалов для отделки, строительстве линейных сооружений (дорог, тротуаров и т.д.), устройстве отмосток и фундаментов. Это делает возможным до 40% снизить долю затрат на бетонные работы, за счет поставки более дешевого сырья.

В мае 2022 года приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии утверждена новая серия национальных стандартов «Отходы строительных материалов, образуемые при сносе зданий». Туда вошли правила сортировки и транспортирования, требования к сортируемым отходам и их дроблению, классификация отходов, правила подготовки к дроблению. Первый стандарт «Правила сортировки и транспортирования» начал действовать с ноября 2022 года, другие стандарты вступают в силу с февраля этого года [6].

Глобальная траектория и опыт отдельных стран, собранный за последние годы, показали хорошую статистику в области обращения с ОСС, образуемых в следствии утилизации некоторых видов отходов, таких как отходы бетона, железобетона, кирпича, стекла. Конечно, методы и нормативная база в случае каждой страны индивидуальны, но общим подходом представляется требование базового извлечения наибольшей пользы из образовавшихся отходов, уменьшить тем самым их количество, направляемое на захоронение, при невозможности сократить отходообразование.

С точки зрения административного обеспечения процесса переработки и утилизации, государство стремится сделать его удобным для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Так весь документооборот в сфере ОСС на территории города Москвы осуществляется с применением цифровых технологий, в частности, применяется автоматизированная информационная система «ОССиГ» - отходы строительства, сноса и грунта [7]. Пользователи портала делятся на три категории: отходопроизводители, отходоперевозчики и отходополучатели. Они загружают в систему информацию о фирме, адрес объектов приема и отправки ОСС, отрасль производства, и, что очень важно, информацию и о транспортном средстве и спутниковой навигации. Данная структура обеспечивает максимальную прозрачность процесса отправки-приемки ОСС, что сокращает риск их несанкционированного перемещения, а в следствии образование нелегальных свалок на территории Москвы и Московской области.

Изменения в законодательстве в целом, говорят, что на проблему обратили внимание. Государство взяло под аудит данную сферу и за ненадлежащее исполнение требований придет ответственность для лиц, занимающихся распределением ОСС. Это не только введет управление за сферой переработки, но и приведет к сокращению правовых и экономических издержек при отпуске переработанной продукции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опираясь на результаты выполненного анализа существующей системы управления отходами строительства и сноса, возможно сделать вывод, что ситуация с управлением строительными отходами выправляется. Граждане, коммерческие фирмы и государство осознали значимость данной проблемы. Пока что механизм управления лишь формируется, многие нормативно-правовые документы предстоит только разработать и принять, но общая динамика демонстрирует положительную траекторию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Розина В.Е., Дагбаева Ю.Б. Управление системой переработки строительных отходов // *Universum: Технические науки : электрон. научн. журн.* 2019. № 6(63). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/7430>
2. Li G., Liu J., Giordano A. Robust optimization of construction waste disposal facility location considering uncertain factors // *Journal of Cleaner Production.* 2022 – 353 volume.
3. Олейник С.П., Чулков В.О. Управление обращением с отходами строительства и сноса // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №1. 2016. URL: <http://resources.today/PDF/03RRO116.pdf>
4. Гловацкий Л.В., Гасенов П.Г., Васильев С.В. Управление отходами: вчера, сегодня, завтра // *Федеральный строительный рынок №70 [Электронный ресурс].* URL: <http://fsr-stroy.ru/archive/9317> (дата обращения: 25.02.2023).
5. Лунев Г.Г., Прохоцкий Ю.М. рециклинг вторичных строительных ресурсов. Проблемы и перспективы отрасли на примере г. Москвы // *ЭКО.* №4. 2020. С.166-192.
6. Сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> (дата обращения: 25.02.2023).
7. Сайт комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы <https://stroj.mos.ru/oss> (дата обращения: 25.02.2023)

## **ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ**

*Панькин Р.В., студент 4 курса I группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Гиясова И.В., доцент каф. ТОУС, к.э.н., доцент*

### **Аннотация**

Строительная сфера характеризуется наиболее трудоемкими процессами. Объемы работ колоссальны в связи с необходимостью возводить здания с разным предназначением и соблюдением всех норм безопасности и комфорта при эксплуатации. Исходя из этого можно сделать вывод, что стройка – это длительный рабочий процесс, даже если не учитывать время, затраченное на проектирование, подготовку и урегулирования всех желаний заказчика с возможностями подрядчика. Также немаловажен вопрос освоения новых территорий и их развитие, а также увеличение количество необходимой инфраструктуры в уже существующих городах регионов. Следовательно, в настоящее время строительный процесс должен быть быстрым и объемным для удовлетворения потребностей человечества. Ежегодно разрабатываются и дорабатываются технологии строительных процессов, способные удовлетворить эти потребности. В данной статье будет обзор на возможности и варианты решения вопроса скорости строительства в РФ.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время совершеннолетнее население РФ ежегодно увеличивается, несмотря на высокий уровень смертности и не столь глобальное увеличение рождаемости. Но потенциально, через 10 лет население России благодаря молодым семьям может снова начать расти. Этому, как правило, способствует наличие благоприятных условий для проживания молодых людей совместно и обеспечение новой ячейки общества возможностью достойно развивать потомство.

Вторым вопросом РФ по населению является его неравномерное распределение. Основное сосредоточение людей находится в федеральных центрах и крупных транспортных узлах, плотность населения там значительно выше, чем в других, менее развитых округах нашей страны.

Исходя из двух этих условий можно сделать вывод о необходимости развития инфраструктуры регионов, увеличении количества жилых и общественных зданий в кратчайшие сроки, как это было сделано после Великой Отечественной войны.

Также немаловажно обратить внимание на экологию. Эта тема является проблемой для всего мира, т.к. согласно исследованиям, на строительную отрасль приходится 39% глобальных выбросов парниковых газов и 36% мирового потребления энергии. Было доказано, что широкое применение сборного строительства значительно снижает количество углеродных выбросов [1].

Исследователи из Китая и США изучают влияние сборного строительства на мировую экономику и экологию, что делает тему развития новых технологий строительства сборных сооружений актуальной в настоящее время и необходимой для сохранения целостности экосистемы в будущем, а также обеспечения населения земли доступным жильем [2].

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Решение данной проблемы выступает применение технологий строительства, обеспечивающих минимальные затраты времени на постройку здания, т.е. применение вместо столь популярного монолитного строительства технологий быстровозводимых зданий.

Быстровозводимые здания – это сооружения в строительстве, у которых отсутствуют или практически не выполняются «мокрые» процессы, т.е. процессы бетонирования. Как правило, все конструкции скрепляются между собой болтовыми соединениями или сваркой, что позволяет продолжать работы в любое время года и в любых погодных условиях.

Все такие применяемые технологии строительства объединяет то, что все части здания создаются из сборных элементов. Применимые конструкции производят на заводах, а затем отправляют на строительную площадку, где происходит установка их в проектное положение и закрепление.

Различают несколько видов технологий строительства:

1. Из сборных Ж.Б. элементов
2. Из металлических элементов
3. Из гибкой оболочки
4. Из СИП-панелей и теплоблоков

Технология строительства быстровозводимых зданий из железобетона была популярна еще в советские годы. Часто это были многоэтажные жилые здания или производственные цеха. Применялось 3 основных способа строительства: из элементов каркаса, из Ж.Б. панелей, из отдельных модулей-комнат. Все эти технологии сохранили актуальность, разве что усовершенствовались материалы и возможности формирования более проработанных модулей и конструкций. Главным достоинством перед монолитным домостроением является 95% обеспеченность заявленных прочностей конструкций, т.к. все элементы здания создаются в практически идеальных условиях для набора прочности бетоном и удобство транспортировки строительных конструкций до объекта строительства. Доля объектов из сборного Ж.Б. в РФ составляет 35%, что на 15% больше чем объектов из монолита. Чаще всего в настоящее время из сборных Ж.Б. элементов строят жилые многоквартирные здания и промышленные здания с вредными производственными процессами, т.к. считается, что железобетон более устойчив к температурным и вредным воздействиям[3]. Мировые лидеры строительства также развивают эту технологию. Так, например, Vcore CTS – инновационная технология строительства многоэтажных зданий за сутки.

Плита CTS (Core Tubular Stainless) представляет из себя прочный строительный материал, состоящий из двух панелей, скрепленных стержневыми трубами. Материал в 10 раз легче бетона, а его антикоррозийные свойства в 100 раз эффективнее, чем у углеродистой стали. Это обеспечивает долговечность материала и устойчивость к землетрясениям.

На сегодняшний день BSB поставило производство CTS-плит на поток. В 2018 году компания смогла построить 4-этажное жилое здание всего за ночь. Позднее компания возвела 57-этажный дом за 19 дней. На данный момент BSB занимается строительством башни Sky City в китайском городе Чанша, которая должна стать самым высоким зданием в мире [4].



**Рис. 1.** Строительство многоквартирного дома из железобетонных модулей

Технология строительства быстровозводимых зданий из металлических элементов, в частности, из легких стальных конструкций (ЛСТК) – инновационная технология строительства, получившая большое распространения в европейских странах, странах Востока и США. Преимущество этой технологии заключается в том, что сборные элементы из стали лёгкие, и, как правило, скрепляются болтами, что позволяет осуществлять их монтаж вручную, без применения кранов с большой грузоподъемностью. Из ЛСТК, в основном, строят общественные и

производственные здания, в которых отсутствуют вредные процессы. Скорость строительства невероятно большая, что являлось неоспоримым преимуществом при строительстве многофункциональных центров во время эпидемии COVID-19 в 2020 году.

Здания из ЛСТК показывают себя наиболее успешными при строительстве в климатически холодных или сейсмически активных зонах. К сожалению, на данный момент времени доля подобных зданий в РФ составляет лишь 0,65%, а в Европе 16%. Связано это с отсутствием в России норм для проектирования подобных зданий, что увеличивает затраты на проектирование. В основном из ЛСТК строят частные проекты малоэтажных зданий, складские здания, школы, детские сады и маленькие торгово-развлекательные центры. Недостатком зданий из стали являются: недопустимость ошибок во время эксплуатации и соблюдение всех правил монтажа конструкций, чтобы не нарушать нормальную работу всех элементов здания [5].



**Рис.2.** Общественное здания из ЛСТК.  
Стадия строительства

Технология строительства быстровозводимых зданий из гибкой оболочки – это технология, основанная на формировании под пространством оболочки избыточного давления. Такие сооружения называют воздухоопорными. Преимуществом таких зданий является возможность покрытия больших площадей и создания под оболочкой благоприятных условий. Как правило, воздухоопорные сооружения используются как общественные пространства и производства для реализации процесса растениеводства.

Технология популярна в северных и южных районах страны, но не массово используется [6].

XXI веке, современное малоэтажное строительство получило большое развитие, благодаря увеличению количества частной собственности в мире. К сожалению, не всё население земли способно обеспечить себя земельным участком и домом из кирпича или дерева. Поэтому, используя опыт строительства каркасных и стеновых малоэтажных систем, человечество придумало как снизить затраты на материалы и повысить технологичность строительства. Были разработаны СИП-панели и теплоблоки.



**Рис. 3.** Воздухоопорное сооружение

СИП-панели – это панели, которые выступают ограждающей конструкцией в каркасном малоэтажном здании. Из них собирают как стены, так и кровлю, и, в некоторых случаях, чердачные перекрытия. Состоят такие панели из 2-х ориентировочно-стружечных плит и пенополистирола. Такая конструкция обеспечивает надежную теплоизоляцию в западной и южной частях РФ. К сожалению, звукоизоляционные свойства СИП-панелей нельзя назвать наилучшими и их прочность несравнимо меньше классических каменных

и деревянных конструкций. К недостаткам также можно отнести малую воздухо- и паропроницаемость таких панелей [7].

Теплоблоки – это инновационный строительный материал, который способен заменить каменные конструкции из кирпича или газоблока. Применение данной технологии способно исключить при строительстве необходимость выполнять внешнюю отделку фасадов, а при соблюдении технологий монтажа и внутренней отделку. Состоят теплоблоки из несущего слоя бетона, теплоизоляционного слоя пенополистирола и отделочного слоя. Частично данная технология заимствована у советской технологии панельного домостроения. Скрепляются теплоблоки специальным клеевым составом, правильное его нанесение

обеспечивает надежный и прочный стык блоков. Недостатком этой технологии строительства можно назвать большой вес конструкции, что увеличит затраты на подземную часть здания, и потребность в высококвалифицированных кадрах для монтажа, т.к. при не соблюдении геометрии, энергоэффективность и биостойкость может быть нарушена [8].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что в современной России остаются актуальны и массово используются технологии, разработанные еще в СССР. Многолетний опыт показал их надежность и качество. Современные зарубежные технологии также применяются, совершенствуются и актуализируются для потребностей строительной отрасли России. Каждый год действующие нормы корректируются и создаются новые, адаптируя самые перспективные мировые тенденции в строительстве. Применение рассмотренных технологий строительства в течении 10 лет не только даст возможность покупки доступного жилья молодым семьям, но и улучшит инфраструктуру в регионах примерно на 20-30%. Важно понимать степень необходимости применения подобных решений при проектировании желаемых зданий. Сборные железобетонные конструкции актуальны для многоэтажного жилого строительства и производственных зданий с особыми условиями эксплуатации, ЛСТК применимы для частных домов и общественных зданий, а воздухоопорные сооружения предназначены для проведения массовых мероприятий. СИП-панели и теплоблоки значительно снижают стоимость малоэтажного строительства, но требуют повышенного внимания при монтаже и эксплуатации.

К 2050 году, применение технологий модульного и сборного строительства должно снизить объемы выбросов на 30-40%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Du Q., Pang Q., Bao T, Guo X., Deng Y.* Critical factors influencing carbon emissions of prefabricated building supply chains in China // Journal of Cleaner Production. - 2021. - №Volume 280, Part 2.

2. *Mapston M., Westbrook C.* Prefabricated building units and modern methods of construction (MMC) // Materials for Energy Efficiency and Thermal Comfort in Buildings. - 2010. - A volume in Woodhead Publishing Series in Energy. - С. 427-454.

3. *Асаул А. Н., Казаков Ю. Н., Быков В. Л., Князев И. П., Ерофеев.* Теория и практика использования быстровозводимых зданий — Санкт-Петербург, «Гуманистика», 2004. – 472 с.

4. *Ананина М.В., Береснева Н.А., Шуровкина Л.Л.* Влияние коррозии на легкие стальные тонкостенные конструкции // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 7(22). С. 54-70.

5. *Кудасова А.С., Тютина А.Д., Баширов Э.Б., Турянская В.А., Нуриев В.Э.* К вопросу применения воздухоопорных конструкций // ИВД. 2019. №4 (55).

6. Топ инновационных строительных технологий Китая | РАСПП // Русско-Азиатский союз промышленников и предпринимателей. Режим доступа: [https://raspp.ru/business\\_news/top-chinese-technologies](https://raspp.ru/business_news/top-chinese-technologies). Дата обращения: 21.02.2023.

7. Сэндвич-дом: что нужно знать о СИП-панелях до начала строительства // РБК.Режим доступа:<https://realty.rbc.ru/news/61a0e8369a79471a00f7e529>. Дата обращения: 21.02.2023.

8. Готовый дом за две недели, или почему мы заинтересовались теплоблоками // Чебоксарский стройкомбинат.Режим доступа:<https://skb21.ru/lenta/blog/pochemu-teplobloki/>. Дата обращения: 21.02.2023.

# ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ЗДАНИЙ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*Потехин Н.И., студент 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Гиясова И.В., доцент каф. ТОУС, к.э.н., доцент*

## **Аннотация**

В строительной отрасли в настоящее время возникает необходимость замены устаревшего жилищного фонда с целью повышения комфортности проживания, а также увеличения количества жилья. Производится замена может путем сноса жилья и возведения нового с использованием новых материалов, технологий и прочего. Иногда отсутствует острая необходимость сноса здания, в таком случае прибегают к реконструкции. Реконструкция в большей степени относится к зданиям общественного и производственного назначения. В обоих случаях в условиях сложившейся окружающей застройки, организационно-технологические процессы возведения зданий и сооружений, а также их реконструкции, значительно усложняются. Для компенсации возникающих трудностей устанавливается наличие стесненных условий строительства. В современных реалиях цифровизации строительной отрасли технологии информационного моделирования могут предложить значительное упрощение организационно-технологического проектирования и процессов возведения зданий и сооружений в стесненных условиях.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время в Российских городах эксплуатируются огромные по значению площади жилья, которые в той или иной степени доживают свой срок. Моральный, технологический, механический износ, недостаточное количество жилья, необходимость повышения комфортности проживания и множество других факторов вынуждают проводить глобальную перестройку.

Например, в Москве с 2017 года стартовала «Программа реновации жилищного фонда», которая направлена на снос ветхого малоэтажного жилого фонда, построенного в 1957-1968 годах, с целью улучшения жилищных условий, а также на освоение и застройку освободившихся территорий.

В большинстве случаев, объекты, возводимые по программе реновации, строятся в непосредственной близости с существующими и функционирующими жилыми зданиями, что вызывает сложности при проектировании и строительстве. Также проблем добавляет наличие разветвленных инженерных сетей, транспортных сетей и пешеходов.

Но, не все здания и сооружения целесообразно сносить и отстраивать заново. В таких случаях прибегают к их реконструкции. Реконструкция – процесс изменения параметров объекта строительства, его частей, в т.ч. инженерно-технического обеспечения, с целью их улучшения. В качестве таких объектов чаще всего выступают здания и сооружения большой масштабы, либо, имеющие культурную значимость.

Строительство по программе реновации жилищного фонда и реконструкция зданий и сооружения объединяет одно – стесненные условия строительства.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Согласно приказу от 4 августа 2020 г. №421/пр стесненность условий производства работ признается при наличии одного или нескольких из представленных ниже пунктов:

- интенсивное движение городского транспорта и пешеходов в непосредственной близости (в пределах 50 м) от зоны производства работ;
- сети подземных коммуникаций, подлежащие перекладке или подвеске;
- расположение объектов капитального строительства и сохраняемых зеленых насаждений в непосредственной близости (в пределах 50 м) от зоны производства работ;
- стесненные условия или невозможность складирования материалов;

- ограничение поворота стрелы грузоподъемного крана в соответствии с данными проекта организации строительства.

Установление «Стесненности условий» строительства происходит при прохождении проектом Государственной экспертизы. При положительном решении экспертизы по данному вопросу к ценам на строительные-монтажные работы (СМР) применяют повышающий коэффициент, равный 1,15, что позволяет увеличить общий бюджет при подсчете сметной стоимости строительства [1].



**Рис.1.** Пример строительной площадки со стесненными условиями производства работ

Для зданий и сооружений, возводимых или реконструируемых в стесненных условиях проект организации строительства, помимо организационно-технологических мероприятий, предусматривает мероприятия по снижению различного рода рисков, связанных с СМР, а также по обеспечению сохранности существующих объектов.

Стесненность условий строительной площадки определяет необходимость перевалки материальных и технических ресурсов, уменьшение объема поставляемых партий, а также создание промежуточных складов для их хранения.

При строительстве зданий и сооружений в стесненных условиях ограничивается ведение строительные-монтажных и ремонтных работ в несколько смен (две или три смены), так как это может создавать дискомфорт для людей, живущих поблизости от строительной площадки.

При реконструкции зданий и сооружений в качестве основного метода организации строительные-монтажных и ремонтных работ выступает специализированный поток. Этот факт вызван спецификой объекта, в частности разнообразием его архитектурных, конструктивных и объемно-планировочных показателей. Эффективность и долговременность организации специализированного потока зависит от числа зданий и сооружений, находящихся в реконструкции.

При применении грузоподъемных кранов в стесненных условиях строительства или реконструкции возникают определенные риски, так как в опасные зоны действия кранов могут попадать существующие здания и сооружения находящиеся в эксплуатации. Для того чтобы обезопасить пребывание в них людей необходимо выполнять определенные требования[2]:

- производят вынос транспортных сетей, а также перенос входов и выходов в находящиеся в непосредственной близости здания и сооружения;
- в соседних эксплуатируемых зданиях и сооружениях на оконные и дверные проемы устанавливают специальные защитные ограждения;



- если конструкции зданий не могут гарантировать безопасность находящихся в них людей при случайном падении груза, необходимо обеспечить их отсутствие на время монтажа или выполнить специальные защитные мероприятия;

- для зданий с возможностью одновременного пребывания большого количества людей необходимо обеспечить их удаление на время проведения строительно-монтажных работ.

Стесненные условия существующей городской застройки значительно усложняют выполнение работ по новому строительству или реконструкции зданий. В этой связи осуществление работ должно выполняться в строгом соответствии с организационно-технологической документацией. Например, строительный генеральный план разрабатывается не только на различные стадии производства работ, но и на отдельные работы [3].

Технологии информационного моделирования (ТИМ) позволяют создавать цифровую модель здания или сооружения. Цифровая информационная модель (далее ЦИМ) представляет из себя модель здания или сооружения в формате БД[4].

БД проектирование представляет из себя:

- 3D модель;
- 3D + временные показатели (4D);
- 4D + стоимостные показатели (5D);
- 5D + эксплуатационная информация и управление (6D).

В рамках строительства (реконструкции) зданий и сооружений при наличии стесненности условий ТИМ помогает решить ряд задач.

Важной задачей на этапе проектирования объектов такой сложности является учет всех показателей стесненности, качественная и эффективная организация движения техники, своевременной доставки материалов и конструкций, логически правильно выстроенная последовательность проведения работ.

Программные комплексы помогают решить эти задачи.

За счет автоматизации процессов проектирования и постоянной проверки на коллизии информационной модели практически исключается фактор возникновения ошибок. Это дает возможность сосредоточиться на разработке правильных и обоснованных организационно-технологических решений для объекта строительства [5].

Так как ЦИМ содержит в себе большой объем информации об объекте, а также за счет возможности наглядной визуализации принятых решений упрощается вариантное проектирование. Возможно детально провести анализ вариантов организационно-технологических решений и выбрать наиболее эффективный и менее трудо- и материально затратный.

В нынешних условиях Российские вендоры программного обеспечения стали стремительно развиваться и выводить на рынок свою продукцию.

В рамках создания ЦИМ отечественный рынок предлагает программный комплекс RENGA от компании RengaSoftware. Он позволяет создавать наиболее полную ЦИМ и избавляться от рутинных операций при проектировании. Создав модель один раз, по ней можно выводить чертежи, спецификации, строить разрезы и все это с минимальными ручными операциями. В Renga можно создать аналитическую организационно-технологическую модель здания или сооружения для получения необходимой информации и визуализации принятых решений.

Для непосредственного организационно-технологического проектирования предложен модуль «NanoCAD Стройплощадка».

Модуль nanoCAD Стройплощадка позволяет:

- обеспечивать сбор информации из нескольких файлов одновременно, объединять и четко выстраивать по ней иерархию работ, что позволит организовать максимально эффективный процесс строительства.

- благодаря встроенным базам нормативной документации, автоматически загружается информация о сроках выполнения работ, их объемах, единицах измерения и необходимых трудозатратах;
- возможность назначения техники на работы с возможностью ее последующей замены во всем проекте;
- возможность назначения материалов и конструкций, необходимых для выполнения работы.
- вышеперечисленные функции позволяют рационально организовать процесс строительства и перестраивать его на этапе проектирования, следуя всем нормативам РФ.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Имея качественно выполненную информационную модель здания, возможно оптимизировать процесс выполнения СМР при любых условиях строительства. Вносимая в модель информация позволяет учесть все нюансы конкретного объекта и в последующем наглядно представить процесс выполнения работ; проверить отсутствие ошибок в выбранном сценарии проведения СМР; выстроить наиболее эффективно работу на всех зонах строительной площадки; своевременно обнаруживать и устранять пространственно-временные коллизии на стадии проекта; автоматизировано разработать план поставки материально-технических ресурсов с привязкой ко времени; рассмотреть все возможные варианты монтажа конструкций и проведения работ, организации движения рабочих, а также машин и механизмов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Чередниченко Т.Ф., Тухарели В.Д., Снегирев Д.П.* Направленность современного строительства - застройка городов в стесненных условиях // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1 (48). С. 145.
2. *Жабасова Р.В., Эрзяйкина А.О., Кузнецова Е.В.* Проблема строительства в стесненных условиях. Применение инновационных технологий // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы IX Национальной конференции с международным участием. Под ред. Ф.К. Абдразаков. 2019. С. 101-106.
3. *Поляков В.Г., Чебанова С.А., Бусуркин С.К., Федорова Д.Н.* Анализ организационно-технологических решений строительства в стесненных городских условиях // Инженерный вестник Дона. 2019. № 4 (55). С. 58.
4. *Гинзбург А.В.* Технологии информационного моделирования жизненного цикла объекта капитального строительства // В сборнике: Актуальные проблемы строительной отрасли и образования. Сборник докладов Первой Национальной конференции. 2020. С. 936-939.
5. *Кузнецов И.М.* Технологические аспекты процесса проектирования объектов строительства на основе информационного моделирования (bim-технология) // В сборнике: ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А.. 2020. С. 222-225.

## **ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ**

*Родькин А.С., студент 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – и.о. зав. каф. ТОУС, к.т.н., доцент П.А. Кореньков*

### **Аннотация**

Особые природные и экономические условия в районах с обширной вечной мерзлотой определяют специальные требования к проектированию, строительству и эксплуатации сооружений. Строительство в условиях экстремальных температур является сложным и ответственным процессом. Одной из самых важных частей при возведении любого здания является возведение фундамента. Он должен быть прочным и надежным, чтобы выдерживать вес здания и нагрузки на него. Однако, при строительстве в условиях экстремальных температур, возведение фундаментов становится еще более сложным и требует особого внимания. Одной из основных проблем является нестабильность грунта. Вечная мерзлота может быть очень чувствительна к изменениям температуры и влажности, и строительство на ней может привести к ее оттаиванию и дестабилизации. Это может привести к оседанию, вздутию и даже обрушению конструкций. Поэтому здания в районах вечной мерзлоты должны проектироваться со специальными фундаментами, способными выдержать неустойчивый грунт.

### **ВВЕДЕНИ**

Вечная мерзлота - это слой почвы или горных пород, который остается замороженным не менее двух лет подряд. Он встречается в регионах с экстремально низкими температурами, таких как Арктика и субарктические регионы. Строительство в районах вечной мерзлоты связано с рядом проблем из-за уникальных свойств мерзлого грунта.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Еще одной проблемой является необходимость изоляции. Мерзлый грунт действует как естественный изолятор, но строительство поверх него может нарушить эту изоляцию и вызвать потери тепла. Это может привести к увеличению потребления энергии и расходов на отопление. Поэтому здания в районах вечной мерзлоты должны проектироваться с высоким уровнем изоляции, чтобы свести к минимуму потери тепла. Кроме того, строительные материалы должны быть тщательно подобраны, чтобы выдерживать экстремальные температуры и уровни влажности в районах вечной мерзлоты. Следует избегать материалов, склонных к замерзанию или оттаиванию, таких как дерево. Вместо этого предпочтительны прочные и устойчивые к влаге материалы, такие как бетон и сталь. Наконец, необходимо тщательно управлять эксплуатацией сооружений в районах вечной мерзлоты, чтобы свести к минимуму воздействие на окружающую среду. Например, системы очистки сточных вод должны быть спроектированы таким образом, чтобы предотвратить загрязнение вечной мерзлоты и окружающих экосистем.

В холодные периоды года основной проблемой при возведении фундамента является замерзание грунта. Если грунт замерзает, то это может привести к деформации фундамента и его разрушению. Для того чтобы избежать этого, необходимо учитывать следующие особенности:

1. Установка опалубки. Опалубка должна быть установлена таким образом, чтобы избежать попадания снега и льда на поверхность фундамента. Для этого можно использовать специальные защитные козырьки.

2. Использование утеплителя. В холодные периоды года необходимо использовать утеплитель для предотвращения замерзания грунта под фундаментом.

3. Использование арматуры. Арматура должна быть установлена таким образом, чтобы избежать ее коррозии в результате воздействия солей и химических реагентов, которые используются для очистки дорог в зимний период.

Основные типы фундаментов, которые используют для вечномерзлых грунтов:

буроопускные – сваи, которые свободно погружаются в скважины с диаметром не менее, чем на 5 см превышающим размер поперечного сечения сваи, свободное пространство заполняется раствором.

- опускные – сваи, которые свободно или с пригрузом погружаются в предварительно оттаянный грунт.

- бурозабивные (забивные) – сваи, погружаемых забивкой в лидерные скважины (созданные для последующего погружения забивной железобетонной сваи) с диаметром меньшим наибольшего поперечного сечения сваи.

- бурообсадные – полые сваи и сваи-оболочки, которые погружаются в грунт путем его разбуривания в забое через полость сваи с периодическим осаживанием погружаемой сваи.

- винтовые – полые сваи с винтом или одной или несколькими лопастями, которые погружаются завинчиванием в лидерные скважины.

Проектирование фундаментов в районах с вечной мерзлотой требует учета процессов, происходящих в деятельном и вечномерзлом слоях. Неправильный подход к этой задаче может привести к деформациям зданий и сооружений, а иногда и к их полному разрушению. В деятельном слое грунта, который ежегодно промерзает и оттаивает в зависимости от климатических условий, происходят различные процессы. Также необходимо учитывать процессы, происходящие в слое вечной мерзлоты.

1. Для проектирования фундаментов в районах с вечной мерзлотой необходимо учитывать процессы, происходящие в деятельном и вечномерзлом слоях грунта. В деятельном слое происходят ежегодные процессы промерзания и оттаивания в зависимости от климатических условий. Также необходимо учитывать изменения температуры в пределах толщины активного и вечномерзлого слоев, которые могут быть измерены на определенной глубине в скважине. Верхний слой подвергается наибольшим изменениям, а ниже границы нулевой амплитуды сезонного изменения температуры температура практически не меняется. Неправильный подход к проектированию фундаментов может привести к деформациям и разрушению зданий и сооружений.

2. Замерзание и оттаивание почвы выше уровня глубинного замерзания зависит от того, находится ли деятельный слой в слиянии с вечной мерзлотой или нет. В первом случае замерзание происходит снизу-вверх, а во втором - сверху вниз, при этом между вечной мерзлотой и верхним слоем мерзлой почвы находится слой незамерзшей почвы. Оттаивание всегда происходит сверху вниз.

3. Кроме того, морозные пучения могут привести к разрушению дорожных покрытий, зданий и сооружений, а также к повреждению корневой системы растений. Для предотвращения негативных последствий морозных пучений необходимо правильно выбирать материалы для строительства и укладки дорожных покрытий, проводить дренажные работы и обеспечивать хорошую вентиляцию грунта. Также важно следить за состоянием почвы и своевременно проводить ее увлажнение или осушение в зависимости от климатических условий.

4. При наличии уклона местности, мерзлотные воды могут скапливаться между слоями мерзлоты, увеличивая давление в оттаивающем слое почвы. Это может привести к разрыву мерзлого слоя и образованию грунтового льда, через который вытекает вода.

5. Из-за понижения температуры мерзлый грунт может сокращаться и вызывать появление трещин пучения. Это приводит к опусканию поверхности и возникновению растягивающих сил, которые могут сжимать грунт. Это может повредить подземные коммуникации и другие объекты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возведение фундаментов в экстремальных температурных условиях требует особого внимания и подхода. Необходимо учитывать все особенности климата и правильно выбирать материалы и технологии для строительства. Только так можно создать прочный и надежный фундамент, который выдержит любые нагрузки и условия эксплуатации здания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Барышников А.А.* Специфика возведения зданий и сооружений в районах Крайнего Севера и приравненных к ним территориях [Электронный ресурс] / А. А. Барышников // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство. Самара, 2016.
2. *Казаков М.С.* Применение мирового опыта возведения зданий и сооружений в экстремальных условиях Севера, Новый Уренгой [Электронный ресурс] / М. С. Казаков // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Градостроительство. Самара, 2016. С. 195,196.
3. Гриб, С.И. Основания и фундаменты зданий и сооружений на вечномёрзлых грунтах / С.И. Гриб, - Красноярск, 2005
- 4 СП 25.13330.2012 (Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах)
5. Проектирование зданий в особых условиях строительства и эксплуатации В. М. Антонов, В. В. Леденев, В. И. Скрылев. Тамбов, издательство ТГТУ, 2002 г., 240с.

# ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ ИЗ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ПЕРЕМЫЧЕК

*Рудзис А.В., студент 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Кореньков П.А., и.о. зав. кафедрой. ТОУС, к.т.н., доцент*

## **Аннотация**

С недавнего времени для армирования перемычек и создания армпоясов, начали использовать несъёмную опалубку в виде U-образных блоков из газобетона. В своем исследовании я проанализирую их экономическую целесообразность. Объектом моего исследования станет «Трехэтажный жилой дом блокированной застройки на условном земельном участке в Дальневосточном федеральном округе Российской Федерации, г. Владивосток» который используется для моего ВКР. Предметом являются параметры армирования перемычных и поясных элементов. Целью моего исследования разработка архитектурно-планировочных и конструктивных решений для строительства трехэтажного жилого дома блокированной застройки на условном земельном участке.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В области жилищного строительства расширяется номенклатура применяемых стройматериалов. Пользуются популярностью U-блоки из газобетона, изготавливаемые из легкого ячеистого бетона с удельным весом до 0,45 т/м<sup>3</sup>. С помощью профильных изделий несложно изготовить прочные перемычки, соорудить опалубку стационарного типа, а также сформировать прочный силовой контур. В зависимости от сложности выполняемых задач используется продукция с различными габаритами. Рассмотрим детально газобетонный блок U-образной конфигурации, оценим достоинства.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Во время строительных работ возникает необходимость в использовании дополнительных конструктивных элементов, предназначенных для замыкания верхних участков проемов и для сборки усиленного армпояса в верхней части постройки (прочное основание для мауэрлата, под стропильную систему). При строительстве из обычных материалов используются специализированные элементы — бетонные блоки, но, для газобетона этот вариант не годится. Обычный бетон обладает высокой теплопроводностью и не может использоваться в кладке из газобетонных блоков. Однако, существуют специализированные конструкции, предназначенные для выполнения этих функций — U-блоки. Рассмотрим их внимательнее.



**Рис. 1.** Пример использования u-образных блоков



**Рис. 2.** Пример использования u-образных блоков

Такая несъемная опалубка будет применяться для объекта моего ВКР в виде перемычек для замены классического ж/б варианта. U-образные блоки являются более экономичной технологией, к тому же, монтируются гораздо быстрее, чем монолитная ж/б перемычка. С помощью ГЭСН-2001 в редакции 2009 года, с ценами 2000 года и индексов пересчета, был рассчитана стоимость монтажных работ для двух вариантов перемычек.

Расходы на устройство перемычек из ЖБ (1м3)					
	Стоимость	Индекс	Всего за (1м3)	Объем	Всего
Трудовые затраты	606,16	39,19	23755,41	3,04	72216,45
Расход материалов	5784,53	9,27	53622,59	3,04	163012,68
Эксплуатация машин и механизмов	549,7	12,17	6689,85	3,04	20337,14
				Итого (руб.)	255566,27

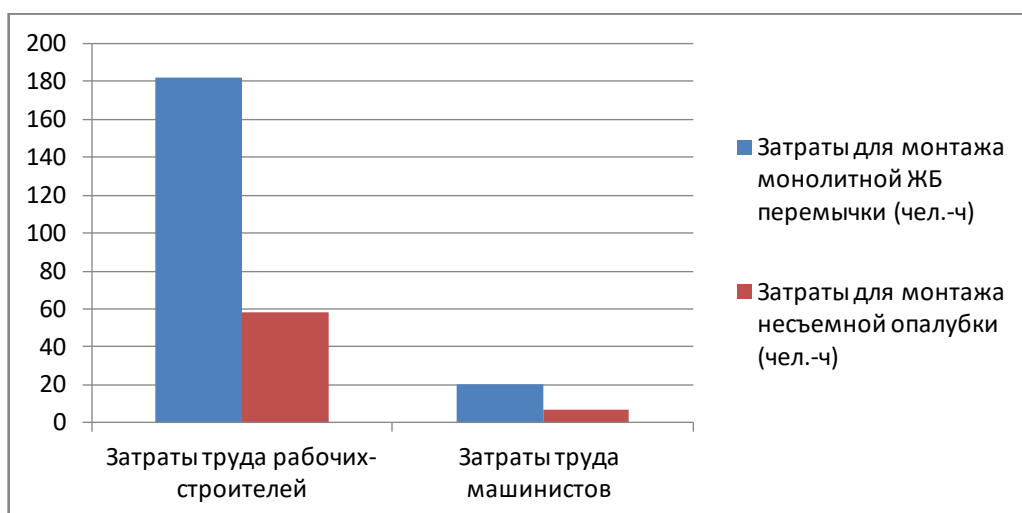
**Табл. 1.** Расходы для монтажа монолитных ЖБ перемычек для объекта ВКР.

Расходы на кладку стен из блоков (1м3)					
	Стоимость	Индекс	Всего за (1м3)	Объем	Всего
Трудовые затраты	33,12	32,31	1070,11	1,73	1851,29
Расход материалов	6497,49	8,78	57047,96	1,73	98692,97
Эксплуатация машин и механизмов	12,52	12,04	150,74	1,73	260,78
				Итого (руб.)	100805,04
Расходы на устройство опалубки снизу (100м2)					
	Стоимость	Индекс	Всего за (100м2)	Объем	Всего
Трудовые затраты	810,52	39,19	31764,28	0,1215	3859,35987
Расход материалов	1300,68	9,27	12057,30	0,1215	1464,96
Эксплуатация машин и механизмов	40,85	12,17	497,14	0,1215	60,40
				Итого (руб.)	5384,73

Армирование и бетонирование несъемной опалубки(1м3)					
	Стоимость	Индекс	Всего за (100м2)	Объем	Всего
Трудовые затраты	303,08	39,19	11877,71	1,3	15441,0168
Расход материалов	4539,7	9,27	42083,02	1,3	54707,92
Эксплуатация машин и механизмов	541,09	12,17	6585,07	1,3	8560,58
				Итого (руб.)	78709,53
				Итого общий (руб.)	184899,29

**Табл. 2.** Расходы для монтажа перемычек с помощью несъемной опалубки для объекта ВКР.

Помимо стоимости были подсчитаны трудозатраты для каждого из представленных вариантов.



**Рис. 3.** Диаграмма трудозатрат для двух вариантов конструкций.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя результаты можно сказать, что используя профильные изделия из газобетона можно сократить продолжительность строительных работ и сэкономить часть средств на монтаж конструкции.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы (ГЭСН) – ред. 2009 г.
2. Письмо Министра России от 10.03.2023 № 12381-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2023 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительного-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ»
3. Федеральные единичные расценки на строительные работы (ФЕР) – ред. 2020г.



# СНОС И ДЕМОНТАЖ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ

*Шабаев Ю.Р., студент 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Гиясова И.В., доцент каф. ТОУС, к.э.н., доцент*

## Аннотация

В статье рассмотрен заключительный этап жизненного цикла зданий и сооружений - снос и демонтаж. Их особенности, виды и различия. Рассмотрены такие способы сноса, как ручной, полумеханизированный, механизированный, взрывной, электрогидравлический, термический и комбинированный. Рассмотрены варианты применения в различных условиях. Отмечено влияние внедрения BIM-технологий в процесс сноса и демонтажа.

## ВВЕДЕНИЕ

Здания и сооружения имеют определенный период эксплуатации. В конце которого принимается решение о реконструкции, сносе или демонтаже. При производстве работ по сносу и демонтажу в плотной застройке накладываются дополнительные условия, такие как близость других зданий, близость инженерных сетей, утилизация отходов. Для решения сложных технических задач по сносу и демонтажу разрабатывают новые технологии или улучшают имеющиеся.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Снос – разрушение зданий и сооружений путем его обрушения. Демонтаж – разборка зданий и сооружений с сохранением части конструкций. Рассмотрим классификацию по видам и способам сноса [1-3].

Виды сноса: полный и частичный (совмещен с демонтажем). Зависит от конструктивного решения объекта строительства и от технического задания.

Способы сноса: ручной, полумеханизированный, механизированный, взрывной, электрогидравлический, термический и комбинированный. Рассмотрим и проанализируем каждый (рис.1).



**Рис.1.** Способы сноса

*Ручной.* При этом способе, используются ручные инструменты. Самый трудоемкий, но позволяет сохранить большую часть конструкций зданий и сооружений, примерно от 50%-90%. В основном применяют в совокупности с другими способами при реставрации и реконструкции, также при небольших габаритах объекта. Данный метод хоть и трудоемок, но при сносе в условиях близкой застройки, позволяет минимизировать пыль и шум, не требует развитых транспортных путей, что делает его перспективным для сноса в плотной застройке.

*Механизированный.* При этом способе используется спецтехника. Процесс менее трудоемкий чем ручной и требует меньше затрат по времени, но не позволяет в полной мере сохранить конструкции, более пыльный и требует место для размещения спецтехники. Более безопасный, чем взрывной и способен применяться в любое время года.

*Полумеханизированный.* Представляет собой ручной метод сноса с использованием электрических и пневматических инструментов, что ускоряет и облегчает снос, но ведет к

возникновению большего мусора и шума. При плотной застройке и ограничении по времени перспективнее, чем ручной способ сноса.

*Взрывной.* Требуется высококвалифицированных специалистов, точные расчеты и знание взрывчатых веществ. Также при таком методе создается вибрация и поднимается много пыли. Экономный, один из самых быстрых способов сноса. Применение в городах не рекомендуется из-за ряда ограничений.

*Электрогидравлический.* Конструкции разрушаются за счет создания локального давления в 10 тыс. атмосфер и температуры до 5 тыс. градусов по Цельсию. Такой метод создает меньше вибраций, шума, пыли и разлета осколков, что позволяет безопаснее применять в городах.

*Термический.* Используется специальное оборудование: кислородные копы и резаки. Подходит для сноса большинства конструкций, но требует защиты от газовой выделений, разлета искр и частиц. Часто применяется в совокупности с другими способами.

Рассмотрим применение модернизированных способов сноса на примере технологии "Срезать и отпустить" и системы "Тесореп".

*Технология "Срезать и отпустить"* (рис. 2). У сносимого объекта убираются несущие конструкции первого этажа и на их место ставят гидравлические домкраты. Так здание разбирается этаж за этажом.



Рис. 2. Технология "Срезать и отпустить"

Демонтаж небоскреба сверху вниз по системе "Тесореп" (Taisei Ecological Reproduction System) - схожий с технологией "Срезать и отпустить", отличается направлением демонтажа сверху вниз (рис. 3). На верхнем этаже создают специальные несущие металлоконструкции, которые выступают в роли домкратов и несущих опор. Демонтажные работы проводятся под крышей здания, которое как бы "съезжает", уменьшаясь на

верхний этаж.



Рис. 3. Демонтаж небоскреба сверху вниз по системе Тесореп

Одним из важных направлений стало внедрение BIM-технологий в процесс сноса и демонтажа [4,5]. Использование программных комплексов позволяет моделировать снос, следить за развитием разрушений, влиянием на окружающие строения, а также облегчать вывоз строительных отходов. Например, с помощью программы Extreme Loading for Structures разработанная Applied Science International.

После сноса остаётся большое количество строительного мусора. Утилизацию можно разделить на переработку и захоронение. Захоронения вредят экологии и менее эффективны. Для решения этих проблем с 2018 года утверждена “Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года” планируемый рост переработки с 10%-15% до 85%. Переработку выполняют как на стройплощадке, так и в специализированных комплексах, что повышает качество.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снос и демонтаж важная часть жизненного цикла здания. Развитие этого этапа направлено на более безопасный снос, оптимизацию процесса и возможность интегрировать в модель объекта, а также применение новых способов утилизации и переработки **строительного мусора**.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кужин М.Ф., Паршуков А.И.* Изучение организационно-технологических особенностей строительного производства при сносе зданий в условиях реновации // Системные технологии. 2021. №3 (40). - С. 27-30.
2. *Giglio F.* Controlling environmental impacts in the dismantling phase. Design for deconstruction and materials reuse // Proc. of the CIB task group 39 - Deconstruction Meeting. Vol. 272. Karlsruhe, 2002. URL: [iip.kit.edu/downloads/CIB\\_Publication\\_272.pdf](http://iip.kit.edu/downloads/CIB_Publication_272.pdf)
3. *Kibert C. J.* Deconstruction’s role in ecology of construction. Design for deconstruction and materials reuse. Proc. of the CIB task group 39 – Deconstruction Meeting. Karlsruhe, 2002, V.272 URL: [iip.kit.edu/downloads/CIB\\_Publication\\_272.pdf](http://iip.kit.edu/downloads/CIB_Publication_272.pdf).
4. *Гинзбург А.В.* BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. № 5. С. 28-31.
5. *Akinade O.O., Oyedele L.O., Bilal M., Ajayi S.O., Owolabi H.A., Alaka H.A., Bello S.A.* Waste minimisation through deconstruction: a BIM based Deconstructability Assessment Score (BIM-DAS) // Resources, Conservation and Recycling. 2015. Vol. 105. <https://core.ac.uk/download/pdf/145637637.pdf>

# НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦИФРОВОГО КОНТРОЛЯ ЗА ОБРАЩЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*Зуева М.К., студентка 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель –Александр А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

## **Аннотация**

Ежегодно образуется около 450-500 миллионов тонн отходов. Отходы строительства и сноса составляют более трети всех образующихся отходов. Они включают в себя целый спектр разнообразных материалов: бетон, кирпич, дерево, стекло, металлы, пластик, опасные материалы, такие как асбест. Хорошо зарекомендовала себя технология разделения и утилизации отходов строительства и сноса, однако процент переработки строительных отходов по прежнему невысок. Надлежащий контроль за обращением строительных отходов и переработанных материалов может быть установлен за счет внедрения современных цифровых технологий, что позволит реализовать положения концепции устойчивого развития.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Строительные отходы образуются в результате строительных и демонтажных работ. Представляют собой смешанный объем материалов, образующихся в результате расчистки территории, земляных работ, строительства, реконструкции, ремонта, сноса зданий и сооружений, дорожных работ. Строительный мусор включает в себя материалы с разными качественными характеристиками, которые не всегда могут быть полностью переработаны.

В течение долгих лет различные отрасли промышленности не осознавали ответственности за применение неэкологичных технологий в процессе своей производственной деятельности. На сегодняшний день увеличивается процент использования устойчивых (экологичных) технологий в различных сферах деятельности человека. Устойчивое развитие означает удовлетворение потребностей общества без ущерба для способности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Для строительной отрасли крайне актуальны вопросы экологии - по данным Всемирного совета по экологическому строительству (WGBC), строительство является одним из крупнейших виновников изменения климата, причем данные, полученные до пандемии, свидетельствуют о том, что ее вклад в общий объем глобальных выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с энергетикой, составляет 38%.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Одним из способов уменьшения пагубного влияния строительной отрасли на окружающую среду является внедрение инструментов цифровых технологий, которые оптимизируют процессы, улучшат контроль, сократят количество исправлений и объемы образования отходов. Потенциал развития этих технологий довольно обширный: от модернизации существующих объектов, чтобы сделать их более углеродно-нейтральными, до определения возможностей получения вторичных строительных материалов собственного производства и экономии на импорте их из-за рубежа.

Для внедрения информационных технологий необходимо актуализировать существующую нормативную базу. Так, Правительство Москвы разработало постановление от 26 августа 2020 года № 1386-ПП «Порядок обращения с отходами строительства и сноса в городе Москве». В постановлении указаны основные правила в сфере обращения с отходами строительства и сноса в столице. Исходя из статистических данных Росприроднадзора можно сделать вывод, что объемы переработки строительных отходов были далеки от необходимого уровня, не существовало общей методики утилизации и мониторинга, что делало процедуру обращения еще более сложной. Разработка единого стандарта переработки, обращения и транспортировки строительных отходов для Москвы и

Московской области улучшило межведомственное взаимодействие и показатели переработки. Количество нелегальных свалок к 1 сентября 2021 года сократилось на 61%, более шести миллионов тонн отходов ежегодно отправляется на переработку. Также было запущено приложение «Мобильный КППС» для фиксации вывоза грунта и мусора на стройплощадках. Система отслеживает путь спецтехники со строймусором от строительной площадки до места утилизации и дает возможность контролировать перемещение отходов строительного производства на легальные полигоны, а не на стихийные свалки. Разрешение на транспортировку отходов можно получить только на портале мэра и правительства Москвы. На данном примере можно убедиться, что создание единой нормативной базы, на основе которой работают приложения, электронные порталы и заводы по переработке, приводит к успешной утилизации отходов, уменьшению количества нелегальных свалок, улучшению экологии города [1-4].

В регионах системы регулирования и информационного контроля более несовершенны, а также отсутствует современная инфраструктура по переработке. Однако, ситуация постепенно исправляется, разработан ГОСТ Р 57678-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов», который устанавливает состав, правила и порядок разработки и применения норм строительных отходов [5]. В Архангельской области в 2022 году было запущено производство, занимающееся переработкой бетонных изделий с целью использования материала для выпуска свай и бетонных конструкций. При изготовлении будут использовать 5-10 процентов переработанных материалов (в последствии возможно увеличение до 30 процентов), что способствует удешевлению новых бетонных элементов.

Решение многих вопросов, связанных с образованием и обращением строительных отходов, возможно за счет использования цифрового двойника зданий – активной BIM-модели, пополняемой данными об эксплуатации реального объекта, его состоянии и взаимодействии с окружающей средой. Цифровой двойник позволяет оценить стоимость здания или сооружения, количество затраченного времени на выполнение работ, за счет постоянной синхронизации данных пользователь может сравнить варианты технологических процессов и выбрать наиболее оптимальный. Концепция цифрового двойника способствует автоматизированному отслеживанию строительных отходов. Застройщик уже на ранней стадии сможет определить объем отходов, а также компанию для их последующей утилизации.

## **ВЫВОД**

Строительство и демонтаж зданий являются регулярными источниками загрязнения окружающей среды. Отходы строительства и сноса следует признать ценным ресурсом, поскольку их большая часть может быть либо переработана, либо использована повторно. Достаточно трудно получить актуальные данные об уровне переработки строительных отходов в различных регионах РФ и зарубежных странах. Развитие нормативной базы с уклоном на использование цифровых технологий позволяет упорядочить процесс контроля за образованием и дальнейшим использованием отходов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Цифровые решения в сфере обращения со строительными отходами дают хорошие результаты // Режим доступа : <https://mep.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/17-09-2021-12-39-40-tsifrovye-resheniya-v-sfere-obrashcheniya-so-stroi>. Дата обращения: 06.02.2023.
2. Цифровой контроль за процессом обращения отходов строительства и сноса// Режим доступа: <https://stroi.mos.ru/oss>. Дата обращения: 07.02.2023.
3. Цифровой контроль за процессом обращения отходов строительства и сноса (ОСС) // Режим доступа: <https://stroi.mos.ru/oss?from=cl>. Дата обращения: 10.02.2023.

4. Постановление Правительства Москвы от 26.08.2020 N 1386-ПП (ред. от 12.05.2021) "Об утверждении Порядка обращения с отходами строительства и сноса в городе Москве" // Режим доступа: <https://stroim.mos.ru/uploads/media/file/0002/36/e1b49d841035485a8b195546694f558499961e05.pdf>. Дата обращения: 10.02.2023.
5. ГОСТ Р 57678-2017 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Ликвидация строительных отходов». // Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200146986>. Дата обращения: 10.02.2023.

## ЦИФРОВОЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

*Кищенко Д.П., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель –Александр А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

### Аннотация

Строительство является одной из самых важных отраслей экономики, которая вносит значительный вклад в развитие социальной и экономической инфраструктуры государств. При этом строительные работы часто связаны с большим количеством рисков и ошибок, которые могут привести к серьезным последствиям, включая потерю жизней и материальных средств. Для сокращения рисков и повышения качества строительных работ в последнее время стали активно использоваться современные цифровые технологии, которые включают в себя цифровой контроль качества.

### ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии не только во многом упрощают жизнь рядовым людям, но и позволяют решать задачи масштабного уровня. Одна из таких задач - строительство и контроль качества строительных работ. Несмотря на то, что стройка - это практически механические процессы, которые можно измерять и проверять при помощи обычных приборов, человеческий фактор часто непредсказуем. Это может привести к ошибкам и затруднениям в исполнении строительных работ, которые в конечном итоге влекут за собой дополнительные затраты на исправления и переделки. Именно поэтому в последнее время все большее внимание уделяется цифровому контролю качества строительных работ [1,2].

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Цифровой контроль качества строительных работ – это процесс, который осуществляется при помощи цифровых технологий и программных средств. Он включает в себя контроль всех этапов строительства, начиная с проектирования и заканчивая приемкой готового объекта в эксплуатацию.

Преимущества использования цифрового контроля качества строительных работ включают [6]:

- Повышение точности и надежности контроля. Цифровые технологии позволяют автоматизировать процесс контроля и установки параметров, что снижает возможность ошибок и повышает точность результата.

- Уменьшение времени и затрат на контроль. Автоматизация процесса контроля позволяет экономить время и снижать затраты на проведение контрольных мероприятий.

- Улучшение качества и безопасности строительных работ. Цифровой контроль качества обеспечивает более эффективную работу по выявлению и устранению недостатков, что приводит к повышению качества и безопасности работ.

- Увеличение скорости и точности регистрации данных по объекту строительства. Цифровые технологии позволяют проводить регистрацию и учет всех изменений и параметров объекта строительства в реальном времени, что способствует более легкому и быстрому управлению проектом.

- Повышение степени доверия заказчика к исполнителю. Использование цифрового контроля качества строительных работ позволяет заказчику убедиться в качестве работы и проверить ее соответствие техническим требованиям.

Цифровой контроль качества строительных работ включает в себя такие элементы, как цифровая модель объекта строительства, системы контроля и учета энергопотребления, системы мониторинга инженерных коммуникаций и окружающей среды, системы контроля качества материалов и строительных конструкций и т.д. Одной из ключевых составляющих цифрового контроля качества является создание цифровой модели объекта строительства [3]. Цифровая модель является виртуальным аналогом реального объекта строительства и

включает в себя информацию обо всех его элементах и системах. Создание цифровой модели позволяет лучше управлять процессом строительства и повысить качество результата. Благодаря инновационным технологиям, таким как дроны, 3D-моделирование и инженерные программы, ситуация на объекте стройки может быть описана до мельчайших деталей [5]. Это позволяет в режиме реального времени контролировать ход строительства, выявлять возможные ошибки, а также своевременно принимать меры, чтобы устранить их.

Важную роль в цифровом контроле качества строительных работ играют системы мониторинга энергопотребления и экологической обстановки. Они позволяют контролировать использование ресурсов и уменьшать негативное воздействие на окружающую среду.

Помимо этого, цифровой контроль качества включает системы контроля качества материалов и конструкций. Эти системы позволяют точно определять качество материалов и обнаруживать дефекты в конструкциях на ранних этапах.

Еще одной важной ролью в цифровом контроле качества строительных работ являются также процессы анализа больших данных. Они могут использоваться для создания алгоритмов и моделей машинного обучения, которые будут помогать быстрее и точнее определять проблемы в процессе стройки и выдавать рекомендации по способам их решения.

Более того, некоторые компании уже используют технологии распознавания изображений и анализа данных для проверки качества материалов, которые используются в строительстве. Например, с помощью беспилотных аппаратов можно снимать фото- и видеоматериалы, а затем отправлять их на базу данных для сравнения с изображениями, которые идеально описывают стандартное качество строительных изделий. Таким образом, можно оперативно выявлять некачественные материалы, а затем заменять их на более качественные.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Цифровой контроль качества строительных работ - это процесс, который в настоящее время активно развивается и улучшается. Использование цифровых технологий и программных средств в процессе строительства позволяет повысить качество и безопасность работ, сократить время и затраты на выполнение строительства. Цифровой контроль качества строительных работ включает системы контроля качества материалов и конструкций, системы мониторинга использования ресурсов и экологической обстановки, позволяет повысить точность оценки качества работ, сократить время на исправление ошибок и улучшить управление строительным процессом, что приводит к более эффективному использованию ресурсов и повышению экономических показателей проектов строительства, а также создание цифровой модели объекта строительства. Внедрение цифрового контроля качества является важным шагом на пути к повышению качества и безопасности строительства [4].

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Свод правил СП 471.1325800.2019 "Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства строительных работ". Режим доступа: <https://www.sskural.ru/bim/docs/%D0%A1%D0%9F%20471.1325800.2019.pdf>. Дата обращения: 25.03.23.

2. Интернет ресурс: <https://www.planradar.com/ru/kontrol-stroitelnyh-rabot/>. Дата обращения: 25.03.23.

3. *Тускаева З.Р., Албегов З.В.* Осуществление строительного контроля с применением технологий информационного моделирования зданий и виртуальной реальности. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/osuschestvlenie-stroitel'nogo-kontrolya-s-primeneniem-tehnologiy-informatsionnogo-modelirovaniya-zdaniy-i-virtualnoy-realnosti/viewer>. Дата обращения: 25.03.23.



4. *Бачурина С.С., Голосова Т.С.* Инвестиционная составляющая в проектах внедрения BIM-технологий // Вестник МГСУ; ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова». 2016. № 2. С. 126–134. Дата обращения: 25.03.23.

5. *Четвериков Н.П.* Поэтапное внедрение технологий информационного моделирования (BIM) в строительной сфере // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 5(18). С. 33–36. Дата обращения: 25.03.23.

6. *Скакалов В.А., Топчий Д.В.* Разработка организационно-технологической модели осуществления строительного контроля при возведении многоэтажных жилых зданий // Научное обозрение. 2017. № 11. С. 97–100. Дата обращения: 25.03.23.

## **ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛИДЕРНОГО БУРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ УСТРОЙСТВА ЗАБИВНЫХ СВАЙ**

*Макаров В.В., студент 3 курса 4 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель –Алексанин А.В., доцент кафедры ТОУС, к.т.н., доцент*

### **Аннотация**

В современном строительстве актуален и востребован метод устройства фундамента на забивных сваях. Данный способ возведения конструкций требует серьезного подхода и применения современных технологий для эффективной работы конструкции и выполнения последующих работ по возведению сооружения. Для более эффективной забивки свайных фундаментов применяются вспомогательные технологические процессы, требующие серьезного внимания. В данной работе рассматривается процесс применения технологии лидерного бурения при возведении фундамента на забивных железобетонных сваях. Цель исследования заключается в практическом и теоретическом изучении применения технологии лидерного бурения. Задачами исследования являются определение основных параметров лидерного бурения на практике, а также выявление положительных особенностей данного метода.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Лидерное бурение- это процесс, с помощью которого пробуривают скважину необходимого диаметра на расчетную глубину под сваи определенного размера, после чего производится погружение свай различными способами. В рамках выполнения исследования были рассмотрены научные публикации, посвященные вопросам технологии устройства свайного фундамента и применения лидерного бурения [1-5]. В работе рассматривается случай применения метода забивки при устройстве свайного фундамента секций №1 и №2 подпорной стены ПСТ1 на подходе к эстакаде.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

На первом этапе работы был произведен анализ проектного решения с геологическими условиями под устройство забивного свайного фундамента (Рис.1, Рис.2, Рис.3). Далее выполнен расчет отказа сваи от удара и выбор копрового оборудования для забивки свай- JUNTAN НК-7А. Расчеты производились согласно указаний Приложения Д к СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».

Всего было рассмотрено 2 свайных поля под каждую секцию подпорной стены. Следующим шагом было осуществление пробной забивки свай без лидерного бурения под сваи каждой подпорной стенки- производилась забивка первой и последней свай секций. Расчетный отказ от удара составил 12 мм на подпорной стенке №1 и 9,6 мм на подпорной стенке №2.

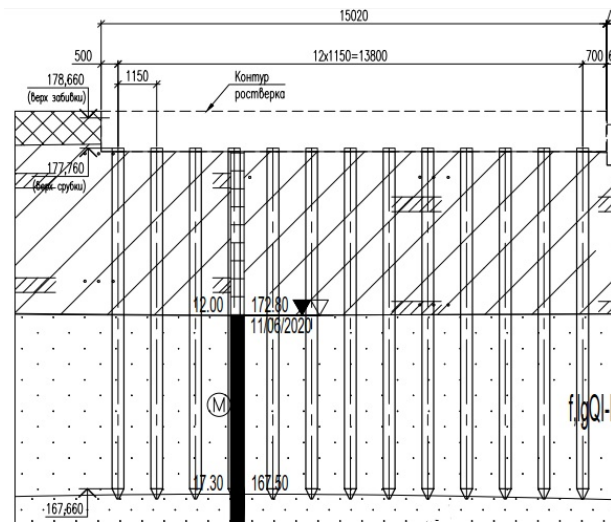
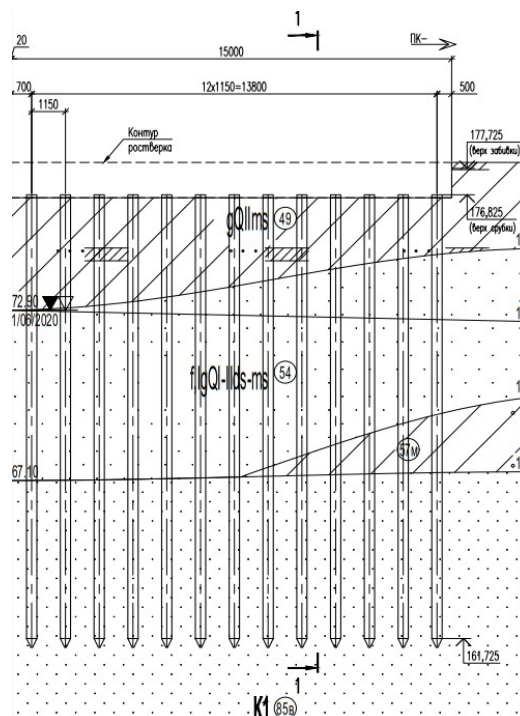


Рис. 1. Схема свайного поля под подпорную стенку №1 в разрезе грунтовых слоев.



### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ










 Асфальт t-QV	 Суслинок красновато-коричневый, полутвердый, с прослоями суслинка тугоплат., с прослоями песка, с вкл. до 10% дресвы и щебня, gQI/ms
 Бетон t-QV	 Песок мелкий коричневый, водоносный, средней плотности, однородный, f.lgQI-lids-ms
 Техногенный грунт – суслинок коричневый, полутвердый, с вкл. до 30% щебня, мусора строительного, t-QV	 Суслинок коричневый, мажлопастичный, с прослоями водоносного песка, f.lgQI-lids-ms
 Техногенный грунт – песок средней крупности средней степени водонасыщения, ниже УГВ – водоносный, средней плотности, с прослоями суслинка, с вкл. до 10% щебня, мусора строительного, t-QV	 Песок пылеватый темно-серый, черный, водоносный, плотный, однородный, слудистый, K1
 Техногенный щебенчатый грунт t-QV	

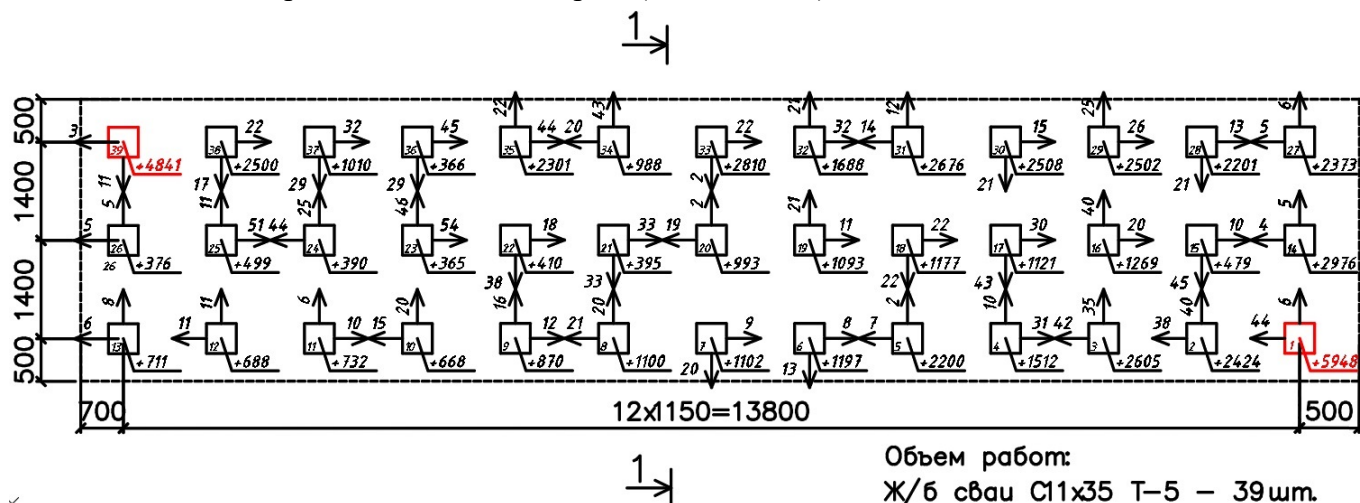
Рис. 2. Схема свайного поля под подпорную стенку №2 в разрезе грунтовых слоев. Условные обозначения по геологическим слоям.

В следующей части исследования было выполнено фиксирование пробной забивки свай, в результате удалось зафиксировать отказ, отличный от расчетного, и малую высоту погружения свай. Фактический средний отказ от удара составил 7,2 мм на подпорной стенке №1 и 5,3 мм на подпорной стенке №2.

На основании данных параметров было принято решение выполнить лидерное бурение скважин предварительно перед погружением свай в соответствии с СП45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты». Бурение осуществлялось шнеком диаметром 300мм.

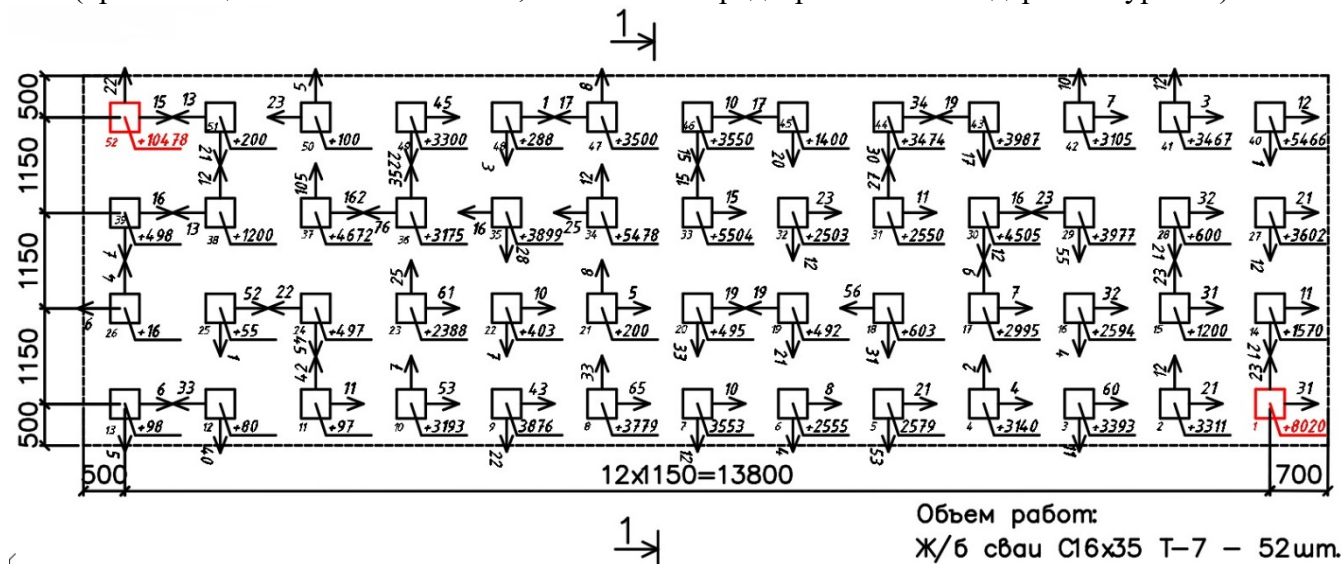
После данного технологического процесса была проведена забивка всех свай на двух секциях.

На основании данных работ были составлены исполнительные схемы с приведенными отклонениями, измеренными в миллиметрах. (Рис.3, Рис.4.)



**Рис. 3.** Исполнительная схема забивки свайного поля №1.

(красным цветом отмечены сваи, забитые без предварительного лидерного бурения)



**Рис. 4.** Исполнительная схема забивки свайного поля №2.

(Красным цветом отмечены сваи забитые без предварительного лидерного бурения)

На основании снятых показаний, указанных в схемах, можно отметить, что ни одна свая, забитая без применения лидерного бурения, не достигла более глубокой отметки по сравнению со сваями, забитыми с применением лидерного бурения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что данная технология позволяет более эффективно забить сваи до проектных отметок, при этом экономя время и сокращая дальнейшие финансовые затраты при строительстве, что напрямую указывает на высокую эффективность применения технологии лидерного бурения при забивке свай.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Москвина Ю.Н.* Обоснование применения метода лидерного бурения / Ю. Н. Москвина, Ю. В. Балябина // Строительство и землеустройство: проблемы и перспективы развития : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Тверь, 13 апреля 2022 года / Под редакцией А.А. Артемьева. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2022. – С. 129-133;
2. Патент № 2117099 С1 Российская Федерация, МПК E02D 7/06. копровое устройство : № 96117071/03 : заявл. 20.08.1996 : опубл. 10.08.1998 / П. П. Супрун, В. Н. Ли ; заявитель Дальневосточный государственный университет путей сообщения;
3. *Кочерженко В.В.* Методы возведения свайных фундаментов / В. В. Кочерженко, В. М. Рудчук // Наука и инновации в строительстве : Сборник докладов III Международной научно-практической конференции к 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 18 апреля 2019 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. – С. 203-207;
4. *Кахаров З.В.* Современные технологии свайного фундаментостроения / З. В. Кахаров, А. Ю. Хамроев // Инновационные научные исследования. – 2022. – № 10(22). – С. 32-39. – DOI 10.5281/zenodo.7236486;
5. *Казиханов М.И.* Инженерно-геологические изыскания на объекте / М. И. Казиханов // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ науки и ОБРАЗОВАНИЯ : сборник статей XII Международной научно-практической конференции. В 2 ч., Пенза, 27 июля 2021 года. Том 1. – Пенза: Наука и Просвещение, 2021. – С. 43-45.

## **РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ**

*Есин А.А., студент 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Сызранцев Г.А., доцент каф. ТОУС, к.э.н.*

### **Аннотация**

В современных условиях хозяйствования эффективное использование ресурсов для инвестора играет значимую роль. В качестве инвестора на равне с физическими и юридическими лицами выступает государство. Использование технологии информационного моделирования обеспечивают значительный экономический эффект в строительной отрасли. Многие страны уже давно руководствуются приоритетом BIM технологии. Переход на ТИМ в Европе начался значительно раньше, так, например Финляндия, Швеция, Дания, Норвегия, Великобритания и многие другие страны активно используют BIM технологии на государственном уровне. В США более 70% проектных организаций применяют ТИМ.

### **ВВЕДЕНИЕ**

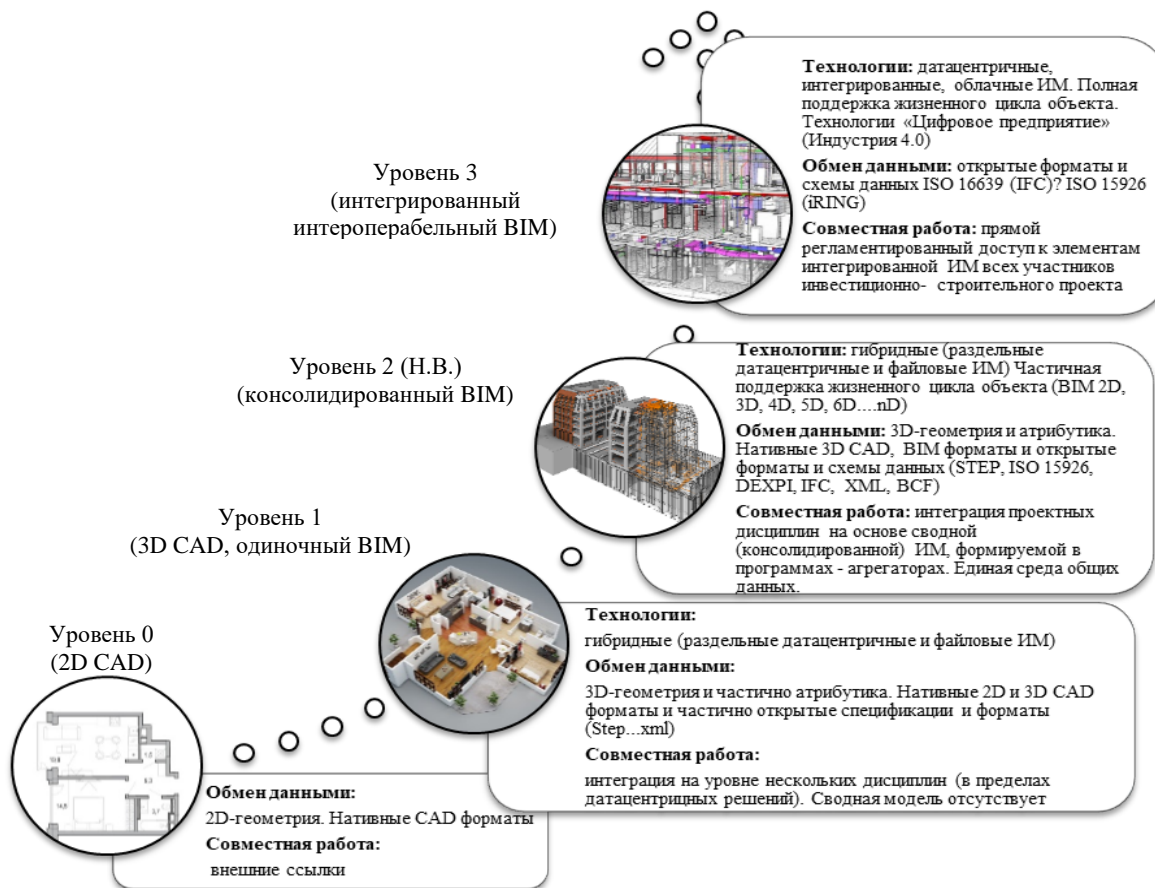
Технология информационного моделирования (ТИМ) стремительно развивается во всем мире. Проникновение ТИМ в строительную отрасль неизбежно, наша страна не исключение. Россия гораздо позже начала внедрять BIM технологии, в отличие от других стран. BIM-технологии в России внедряются очень медленно, поэтому есть определенные проблемы. BIM позволит строительной отрасли уже в ближайшем будущем выйти на новый, более совершенный уровень реализации проектов.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Эффективное использование ресурсов отвечает интересам каждого инвестора, но особенно государства, которое традиционно является важным заказчиком и потребителем на рынке во многих странах. В таких странах, как Великобритания и Сингапур, переход на информационное моделирование был серьезно поддержан государством. Безусловным основанием стало требование реализации проектов госзакупок с использованием технологий информационного моделирования, что привело к значительным результатам, связанным как с уровнем внедрения этих технологий в компаниях отрасли, так и с экономическим эффектом, получаемым в результате их использования. Также, в числе стран, реализующих разработанные и утвержденные на уровне государства планы внедрения ТИМ относятся Нидерланды и Швеция, Германия, Ирландия, Казахстан, Канада, Италия, Испания, Франция и др.

В марте 2020 Михаил Мишустин подписал постановление, согласно которому все бюджетные объекты должны создаваться при помощи BIM. При этом зрелость процессов информационного моделирования в российских компаниях, внедривших BIM, на конец 2021 года оставалась крайне низкой. Низкие темпы распространения BIM обусловлены, прежде всего, общим технологическим отставанием от развитых стран, достаточно высокой стоимостью внедрения, отсутствием активного профессионального сообщества и запоздалым запросом со стороны властей и бизнеса.

В настоящее время Россия находится между 1 и 2 этапами по диаграмме уровней BIM Мервина Ричардса.



**Рис.1.** Диаграмма уровней развития BIM Мервина Ричардса

Приоритетные шаги развития для использования ТИМ в России.

Первый шаг – создание собственного универсального открытого формата представления данных.

Второй шаг – формирование системы управления требованиями, обновление уже созданных нормативно-технических документов, сводов правил и т.д.

Третий шаг – развитие программного обеспечения.

Выделим и основные препятствия развития ТИМ в России.

Отсутствие должного уровня поддержки со стороны Инвесторов. Основная причина – высокие первоначальные инвестиции.

Высокая стоимость внедрения ТИМ. Основная причина – высокие затраты на закупку оборудования, программного обеспечения и т.д.

Отсутствие образования и навыков для работы с ТИМ. Основная причина – низкая квалификация сотрудников организации, дефицит квалифицированных кадров на рынке труда.

Медленная адаптация сотрудников всех уровней к работе с ТИМ. Основная причина – работа с ТИМ предусматривает большой ресурс времени на наработку навыков и организацию, что приводит к высокой загруженности персонала.

Временное снижение производительности труда. Основная причина – сотрудникам во время обучения приходится делать двойную работу совмещая обучение с повседневной трудовой деятельностью.

Отсутствие государственной поддержки и прямой мотивации к внедрению со стороны государства. Основная причина – в сложившейся ситуации на 2023 г., все операции с ТИМ приостановлены на неопределенный срок.

Проблема функциональной совместимости и фрагментарности частей информационной модели. Основная причина – разное программное обеспечение, использованное при разработке той или иной информационной модели.

Отсутствие нормативов, стандартов и инструментов внедрения ТИМ. Основная причина – правовые, нормативные и процессуальные вопросы.

Сопротивление изменениям в организациях. Основная причина – неготовность как сотрудников, так и глав организации к стремительным изменениям, так как традиционная модель приносит прибыль.

Отсутствие стандартов использования ТИМ и четких методических рекомендации по внедрению в организации. Основная причина – в каждой организации особенный случай внедрения.

Выше перечисленные препятствия относятся не только к России, но и к другим развивающимся странам.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Развитие технологий информационного моделирования в России идет медленно, но в верном направлении. Если оптимизировать затраты, повысить информативность и значимость ТИМ для строительных организаций на законодательном уровне, добиться полного внедрения ТИМ в строительную отрасль, перейти от традиционного метода проектирования к инновационному, то в ближайшем будущем это принесет значительный экономический эффект. Что позволит нам взглянуть на строительную отрасль в новом формате.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Талапов В.В.* Технология BIM: Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий
2. *Бачурина С.С.* Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству.
3. *Кирколуп Е.Р.* Информационное моделирование объектов строительства.
4. *Горшков А.М., Железнов С.А., Лемешко Р.А., Пойда С.В.* Внедрение BIM технологии в строительство.
5. *Талапов В.В.* Основы BIM: Введение в информационное моделирование зданий.



# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ «ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ» В АСПЕКТЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

*Мацулевич Д.А., студент 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Сызранцев Г.А., доцент каф. ТОУС, доцент*

## **Аннотация**

Сегодня информационные технологии активно развиваются во всех сферах человеческой деятельности. С каждым днем увеличивается количество мобильных инструментов, которые являются важной составляющей в процессе строительства, для которого требуется подобрать соответствующие программы с нужными характеристиками, позволяющими получить необходимый результат. В данном исследовании будут описаны возможности использования «Интернета вещей» на строительной площадке и в жилищно-коммунальном хозяйстве. Целью данной работы является проведение функционального анализа использования этих программ на строительной площадке..

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время люди глубоко интегрировали в свою деятельность возможности компьютеров. Уже созданы программы, с возможностью запоминания лиц и использованием их как паролей. Имеются возможности приобретения товаров из любой точки света, просто достав телефон из широких штанин. Но мир не стоит на месте. Люди постоянно стараются упростить свою жизнь с помощью разных новых программ и систем обеспечения. Поэтому уже сейчас существует такое понятие как «интернет вещей» или IoT (Internet of Things). Эти программные комплексы уже не выглядят как какие-то сказки, а становятся неотъемлемой частью многих крупных компаний.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

**IoT (Internet of Things)** – концепция сети передачи данных между физическими объектами, оснащёнными встроенными средствами и технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. Если говорить простым языком, то это система взаимосвязанных вычислительных устройств, которые могут собирать и передавать данные по беспроводной сети без вмешательства человека. Интернет вещей интересен своей простотой и универсальностью. Эта технология успешно снижает непредвиденные расходы и контролирует рабочее время. Это помогает следить за ходом строительства, предотвращать несчастные случаи, улучшать рабочий процесс и контролировать количество и специализацию сотрудников. Например, датчики и камеры ежеминутно отправляют тысячи сигналов на сервер, где они тут же обрабатываются, благодаря чему менеджеры в режиме реального времени следят за работой людей и оборудования. Технологии IoT значительно снижают стоимость строительных объектов и предотвращают создание новых статей расходов из-за поломок оборудования, нехватки материалов или исправления ошибок. Также решают вопросы дисциплины и контроля персонала на стройках.

Строительство занимает второе место среди самых травмоопасных отраслей. Наиболее частыми причинами несчастных случаев являются неправильная организация труда и нарушение графика работы сотрудников. Защитить людей от различных видов травм и помочь им в кратчайшие сроки оказать первую помощь - именно для этого и предназначены новые технологии. Например, смарт-часы и удостоверения личности распознают сотрудника по биометрическим данным, предоставляют информацию о его точном местонахождении и, если с ним что-то случится, немедленно отправляют сигнал SOS руководителю. Акселерометр определяет положение человека относительно земли и фиксирует резкое ускорение - верный признак падения; или внезапные и нетипичные человеческие движения.

Строительство подчиняется тем же законам о бизнесе, что и любое другое производство. Задача каждого менеджера - повысить прибыльность проекта и уложиться в бюджет, а еще лучше - снизить затраты. Управление деятельностью и потребностями всех участников строительной площадки, как правило, является чрезвычайно сложным и плохо поддающийся эффективной координации процесс. В этой ситуации Интернет вещей выступает в роли строгого прораба: гаджеты собирают всю поступающую информацию (сколько человек находится на стройке, на каких объектах они находятся, как продвигается каждый этап, какие замечания строительного контроля и исправлены ли они) и отправляет их в единую информационную систему, где уже создаются отчеты. Благодаря этому хорошо видна реальная картина строительной площадки и есть возможность реагировать на возникающие проблемы с самого начала.

Какие же существуют реальные случаи использования «интернета вещей»? К примеру, IP-камеры контролируют этапы строительства внутри объекта. Через них в режиме онлайн отправляется информация о том, вышли ли люди на смену, работает ли там техника и в каком количестве, насколько активно ведется строительство. Также, самые обычные карты-пропуски, которые экономят время рабочих, позволяя им не ходить отмечаться у своих работодателей, а сразу приступать к работе. Программа всё делает за них. Для разовых съемок привлекаются операторы дронов и самолетов, которые приезжают на строительный объект и снимают необходимый периметр. Благодаря этому можно визуально определить то, на сколько завершён процесс строительства.

Информационные технологии в сфере жилищно-коммунального хозяйства в настоящее время развиваются в трех направлениях. Первое направление представляет собой внедрение государственных информационных систем жилищно-коммунального хозяйства (АСУПР, ЕИРЦ, ЕДЦ, ГЛОНАС, ИИУСНО). Второе направление представляет собой внедрение электронных приборов учета с дистанционной системой подачи информации о потреблении ресурсов. Третье направление включает в себя внедрение решений для предприятий, автоматизирующих бизнес-процессы, таких как: «КУБ: Управление жилыми домами», «СТЭК-ЖКХ», «ВИРЦ – ЖКХ», «Domosite.ru», «07.ЖКХ».

Как же данная технология развита в России? Технологии IoT находятся в начале своего развития. Этому способствуют многие факторы, основные из которых:

1) многие девелоперы не стремятся внедрять новые технологии в основные бизнес-процессы, доверяя старым;

2) на российском рынке практически нет поставщиков комплексных решений IoT и ИИ. Системы разрабатываются на месте, поэтому подрядчики просто приобретают и устанавливают нужное оборудование..

Решение этих проблем достаточно простое: девелоперы могут закупать уже готовые системы за границей. Это затратно, но результат будет оправдан экономией времени и средств, повысится безопасность работников и система оказания помощи в случае несчастных случаев. Также благодаря заграничным технологиям мы сможем повысить квалификацию своих сотрудников, которые занимаются разработкой новых систем.

IoT в жилищно-коммунальном хозяйстве развит гораздо лучше из-за возраста внедрения. Инвестиции в технологии быстро окупаются, так как позволяют снизить затраты на устранение неполадок, избежать неправильного выставления счетов, быстро выявлять мошенничество и кражу энергии.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основании исследования можно сделать вывод, что технологии стремительно развиваются, совершенствуются и становятся полезными во все большем количестве областей. Сегодня при реализации таких проектов вполне можно просчитать их экономическую эффективность. Эти технологии пока не нашли широкого применения в строительной отрасли, но уже в ближайшем будущем они дадут возможность

проектировщикам, строителям и покупателям сделать гораздо больше. Благодаря описанным преимуществам IoT в ближайшем будущем будет все больше использоваться в строительной отрасли.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Афанасьев И.К. Интернет вещей в строительстве. 2020 [<https://rb.ru/opinion/iot-building-how-to-begin/>]
2. Каган П.Б., Рыбакова А.О. Применение концепции «Интернет вещей» в строительном производстве. 2020 [<https://elibrary.ru/item.asp?id=44556408>]
3. Цыплов А.И. Интернет вещей в ЖКХ. 2020 [<https://www.itweek.ru/iot/article/detail.php?ID=219396>]
4. Шевлягина О.Н. «IoT в ЖКХ 2021»: роль властей и IT-компаний в цифровизации отрасли. 2021 [<https://roskvartal.ru/tehnologii-v-zhkh/12593-iot-v-zhkh-2021-rol-vlastey-i-it-kompaniy-v-cifrovizacii-otrasli>]
5. Носов Н.С. ЖКХ как арена внедрения интернета вещей. 2020 [<https://www.iksmedia.ru/articles/5669547-ZhKX-kak-arena-vnedreniya-interneta.html>]

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

*Федорова К.И., студентка 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Сызранцев Г.А., доцент кафедры ТОУС, к.э.н*

### **Аннотация**

В результате технологического прогресса с появлением персональных компьютеров и программы AutoCAD автоматизированное проектирование получило широкое распространение в массах. Кроме того, что в последствии применения упрощалась возможность создания чертежей и процесс управления ими, компания Autodesk предложила своим пользователям трехмерное моделирование. Такое улучшение позволило пользователям получить перспективный вид сооружений и конструкций с любого ракурса.

В дальнейшем САД-программы предоставляли дополнительные библиотеки и приложения. В связи с чем стало возможным проектировать вентиляцию, электрические сети, каркасы зданий и интерьер. По итогу проектирование вышло на новый уровень, с помощью которого дальнейший прогресс стал реальнее. Например, реализации чего-то большего, чем просто 3D-модель, а именно полноценная цифровая модель, включающая в себя всю информацию по каждому элементу здания или сооружения от материалов и оборудования до взаимосвязи между ними и стоимости. Все это приобрело название BIM моделирование.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время BIM технологии приобретают огромный спрос из-за своей практичности в виду того, что их легко обновлять, изменять и собирать требуемую информации по объекту. Таким образом информационное моделирование облегчает и ускоряет процесс проектирования. И не только, она будет помогать в планировании, в выборе технологий и качественных характеристик параметров зданий и сооружений, с минимальным расходом ресурсов, которые понадобятся в процессе строительства, от качества которых будет зависеть величина затрат на их эксплуатацию. В связи с чем использование ресурсно-технологической модели основано на реальных и объектных данных о ценовых характеристиках производственных факторов объекта.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Ресурсно-технологическая модель – представляет собой стандартизированный набор строительных ресурсов, составленный на основе информационной базы объектов аналогов. Эти строительные ресурсы могут быть адаптированы в случае изменения сметно-нормативной базы, норм пожарной безопасности, санитарно-эпидемиологических требований, норм проектирования и других обязательных требований, предъявляемых к определенному типу зданий и сооружений.. [2]

РТМ изготавливается как комплекс ценообразующих строительных ресурсов, (т.е. изделий, конструкций и оборудования, материалов, машин и механизмов, затрат труда работников в строительстве), объединенных по общим дифференцированным признакам на основании классификатора строительных ресурсов. В этом систематизированном перечне каждый товар имеет свой присвоенный код, согласованный с Общероссийским классификатором товаров по видам экономической деятельности (ОКПД2). КСР включается в состав объекта капитального строительства и выбирается из перечня объектов капитального строительства, близких по назначению и проектной мощности, по принципу наиболее полного соответствия заданному комплексу условий, установленных для данного вида капитального строительства. средство. (далее репрезентативный объект)

При расчете показателей изменения сметной стоимости, исчисленной для использования в целом по объекту капитального строительства, допускается использовать РТМ, созданную для расчета укрупненных нормативов цен на строительство. [1]

В качестве исходных данных для формирования РТМ используются:

- Территориальные сметные нормы (ТСН);
- Классификатор строительных ресурсов (КСР);
- Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2).

Цель разработки ресурсно-технологической модели — это расчет индексов по типам объектов. Во-первых, будет выбран репрезентативный объект; затем будет создан список ресурсов объекта; кроме того, на его основе осуществляется анализ и обобщение номенклатуры строительных ресурсов. Следующим шагом является создание блока ресурсов РТМ, он будет содержать номенклатуру цен на строительные ресурсы и потребление строительных ресурсов. И на основании предыдущего пункта формируется блок затрат с использованием данных о затратах строительных активов.

Преимущества ресурсно-технологической модели:

- Сортировка и значительная обработка проектно-сметной документации;
- Выборка, типизация и укрупнение объектов моделирования;
- Конкретизация начальных, промежуточных и выходных отчетных данных;
- Создание и ввод алгоритмов организационно-технологических решений;
- Создание математических моделей и ввод автоматизированных систем расчетов и баз данных;
- Объектами моделирования представляют как основные конструктивные элементы зданий и сооружений, так и непосредственно сам продукт инвестиционно-строительной деятельности - объекта капитального строительства. [3]

Информационная модель — это цифровой эквивалент чертежам из AutoCAD, nanoCAD и другим аналогичным программам. Каждая часть этой модели несет в себе определенные сведения по конструктивной, архитектурной, технологической и экономическим разделам здания или сооружения, доступ к которым имеют все причастные лица. Такая модель проходит все стадии жизненного цикла объекта, от его создания до демонтажа или реконструкции, при этом насыщена разной информацией. Например, имеет геометрическую привязку; модель полностью согласована, увязана и скоординирована; так же отвечает всем требованиям для расчета и анализа. [4]

Непосредственно конечную модель или процесс ее построения можно рассматривать как информационное моделирование здания, а именно BIM от английского Building



Рис 1. Схема развития информационно-ресурсной модели оценки стоимости проекта.

Information Modeling. Такой процесс разработки проекта будет очень удобен с точки зрения экономики. Потому что сметчик будет понимать «картина целиком», он в режиме реального времени будет видеть все геометрические размеры конструкций, объем работы, материалы и их характеристики. В последствии все эти данные будут использоваться при составлении сметной документации.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Применение ресурсно-технологической модели при строительстве зданий и сооружений позволяет нам: собрать все данные по объекту на одном источнике; корректировать трудозатраты – повысить индустриализацию; снизить или исключить затраты на корректировку исправлений неточностей; создание ведомости объёма работ для всей модели; регулирование каждого этапа создания модели; правка информации в режиме онлайн для всех участников проекта; и создание в полном объеме проработанной сметной документации.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Приказ Минстроя России от 5 июня 2019г. №326/пр. (ред. от 20.02.2021) Об утверждении Методики расчета индексов изменения сметной стоимости строительства.
2. Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 09.02.2017 №84/пр. Об утверждении Методических рекомендаций по разработке индексов изменений сметной стоимости строительства.
3. *Журавлев П.А., Сборщиков С.Б.* Ресурсно-технологическое моделирование при формировании инвестиционных программ//научный журнал «Вестник» Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ispolzovaniya-resursno-tehnologicheskogo-modelirovaniya-pri-formirovani-investitsionnyh-programm>.
4. *Е.В. Игнатьева, Л.А. Шилова, А.Е. Давыдов* Технологии информационного моделирования зданий//Учебно-методическое пособие. 2019. С 6-9.

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕШЕНИЕ ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ**

*Хабирова Э.Р., студентка 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Сызранцев Г.А., доцент, к.э.н.*

### **Аннотация**

В статье рассматривается применение информационного моделирования при реализации инвестиционно-строительных проектов. Подчеркивается, что использование этого метода позволяет оптимизировать процесс проектирования и строительства, уменьшить затраты на материалы и ресурсы, а также улучшить качество и безопасность работ. Кроме того, информационное моделирование необходимо использовать на этапах управления и эксплуатации объекта для анализа эффективности использования ресурсов, контроля выполнения графика работ, управления затратами и рисками. В целом, использование информационного моделирования и современных информационных технологий позволяет повысить эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов и уменьшить риски для инвесторов и заказчиков.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Инвестиционно-строительные проекты являются важной составляющей развития экономики и обеспечения потребностей общества в жилье, транспорте, энергетике и других сферах. Однако, реализация таких проектов часто связана с большими затратами и рисками. Для повышения эффективности и уменьшения рисков необходимо использовать современные методы управления и информационные технологии.

Одним из таких методов является информационное моделирование, которое позволяет создать виртуальную модель объекта строительства и провести анализ его характеристик и параметров. Это позволяет оптимизировать процесс проектирования и строительства, уменьшить затраты на материалы и ресурсы, а также улучшить качество и безопасность работ.

Однако, информационное моделирование необходимо использовать не только на этапе проектирования, но и на этапах управления и эксплуатации объекта. Это позволяет проводить анализ эффективности использования ресурсов, контролировать выполнение графика работ, управлять затратами и рисками.

Таким образом, использование информационного моделирования и современных информационных технологий позволяет повысить эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов и уменьшить риски для инвесторов и заказчиков.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Информационная модель объекта капитального строительства (ИМ ОКС) представляет собой совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов по субъекту капитальных вложений, генерируемые электронным способом на этапах проектирования изыскания, выполнение архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкция, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса здания.

Цифровая информационная модель (ЦИМ) - электронный документ в составе информационной модели объекта капитального строительства, представленный в цифровом объектно-пространственном формате, может включать цифровую информационную модель объекта капитального строительства (ЦИМ ОКС), которая представляет собой совокупность взаимосвязанных инженерно-технических и инженерно-технологических данных об объекте

капитального строительства, представленных в цифровом объектно-пространственном формате.

Используемые технологии информационного моделирования в строительстве по сути являются совокупностью современных методов управления инвестиционным проектом на всех стадиях его жизненного цикла, при которых основой такого управления становится создание информационной модели объекта строительства.

Для успешной реализации инвестиционно-строительного проекта, в непосредственно которой используется информационное моделирование, заказчику нужно определить конкретные цели, задачи и требования к модели, также принимая решение о реализации данного метода и определения задач, должен определить, как эта технология может принести пользу для проекта. И как показывает практика традиционное моделирование уступает информационному.

Основные задачи, которые можно решить при помощи цифрового моделирования:

1. Визуализация процесса строительства – процесс, в котором используются специализированные программные средства для интеграции данных модели и плана строительства.

2. Управление строительным производством, в частности:

а) разработка адаптированного комплексного интегрированного сетевого плана-графика и графика работы;

б) координация, оперативное планирование и контроль выполнения строительномонтажных и пусконаладочных работ;

в) оптимизация численного и профессионально-квалификационного состава на строительной площадке;

г) анализ текущего состояния реализации строительного проекта.

3. Геодезическая разбивка – процесс, в котором ЦИМ используется для разбивки проектных решений, в том числе с применением роботизированных геодезических приборов и систем автоматического управления машинами.

4. Геодезический контроль при строительстве - процесс, при котором данные геодезических методов обеспечения строительства объединяются с ЦИМ с целью определения отклонения фактического положения объектов от проектных характеристик.

5. Контроль техники безопасности и охраны труда на строительной площадке - процесс, при котором с помощью ЦИМ/ИЦММ оптимально располагаются и затем контролируются элементы, обеспечивающие безопасность на строительной площадке.

Использование информационного моделирования в строительстве позволяет решать экономико-управленческие задачи при реализации инвестиционно-строительных проектов. Среди основных достоинств можно выделить:

1. Улучшение качества проекта. Использование информационного моделирования позволяет более точно и детально спроектировать объект, и повысить качество проекта.

2. Оптимизация затрат. Информационное моделирование позволяет более точно рассчитать затраты на строительство и эксплуатацию объекта, что позволяет оптимизировать бюджет проекта.

3. Ускорение процесса строительства. Использование информационного моделирования позволяет сократить время на проектирование и строительство объекта, а также позволяет сократить сроки реализации проекта.

4. Уменьшение количества ошибок. Информационное моделирование позволяет более точно и детально спроектировать объект, что снижает вероятность ошибок при строительстве и эксплуатации объекта.



5. Увеличение прозрачности проекта. Использование информационного моделирования позволяет более наглядно представить проект заказчику и заинтересованным сторонам, что повышает прозрачность проекта.

6. Возможность внесения изменений. Информационное моделирование позволяет быстро вносить изменения в проект, что позволяет учитывать изменения требований заказчика и сокращает время на переработку проекта.

Таким образом, использование информационного моделирования позволяет решать экономико-управленческие задачи при реализации инвестиционно-строительных проектов и повышать эффективность и качество проекта.

Однако, как и у всех технологий информационное моделирование имеет ряд недостатков одним из основных является необходимость высокой квалификации специалистов, которые могут работать с такими программами и технологиями. Это может привести к дополнительным затратам на обучение персонала или на аутсорсинг услуг проектирования и моделирования.

Кроме того, информационное моделирование может быть связано с высокими затратами на программное обеспечение и оборудование, что может увеличить стоимость проекта в целом.

Еще одним недостатком является возможность ошибок при создании модели, которые могут привести к неправильному расчету затрат и времени выполнения работ. Это может привести к задержкам в проекте и увеличению его стоимости.

Также информационное моделирование не может полностью заменить человеческий фактор, и важно учитывать опыт и знания специалистов при принятии решений на различных этапах проекта.

Наконец, использование информационного моделирования может быть ограничено законодательством, особенно в области защиты персональных данных и конфиденциальности информации. Это может привести к ограничениям в использовании некоторых программ и технологий.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В современных условиях реализация инвестиционно-строительных проектов требует применения новых технологий и методов управления. Одним из таких методов является информационное моделирование, которое позволяет оптимизировать процесс проектирования и строительства, уменьшить затраты на материалы и ресурсы, а также улучшить качество и безопасность работ. Кроме того, информационное моделирование необходимо использовать на этапах управления и эксплуатации объекта для анализа эффективности использования ресурсов, контроля выполнения графика работ, управления затратами и рисками.

Использование информационного моделирования и современных информационных технологий позволяет повысить эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов и уменьшить риски для инвесторов и заказчиков. Это особенно важно в условиях турбулентной экономической обстановке и растущей борьбе за потребителя на рынке строительных услуг. Поэтому использование информационного моделирования должно стать обязательным элементом планирования и реализации инвестиционно-строительных проектов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Тимошенко, Т. А. Обзор российских систем автоматизации проектных работ (САПР), использующих разработки технологий информационной моделирования (ТИМ),

заменяющих зарубежные аналоги / Т. А. Тимошенко, К. М. Клинг // Университетская наука. – 2022. – № 1(13). – С. 88-90. – EDN BBYTOJ.

2. *Дорожкина, Е. А.* Аналитический обзор применения программного обеспечения информационного моделирования для разработки проектной документации / Е. А. Дорожкина // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 2. – С. 171-174. – EDN PNBVYN.

3. *Султанова, А. Д.* Особенности технологии информационного моделирования зданий (BIM-технологии) / А. Д. Султанова // . – 2019. – № 3. – С. 389-391. – EDN VYDLHW.

4. *Софин, В. С.* Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) / В. С. Софин, Н. Г. Уразова // Перспективы развития технологии переработки углеводородных и минеральных ресурсов : Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 22–24 апреля 2020 года. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020. – С. 282-285. – EDN IPRHBM.

5. *Дорохов, Д. С.* Взаимодействие технологий информационного моделирования с возможностями виртуальной и дополненной реальности / Д. С. Дорохов, И. И. Овчинников // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14, № 3. – EDN FJTESY.

## СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МОНТАЖА ВАНТОВЫХ ПОКРЫТИЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ

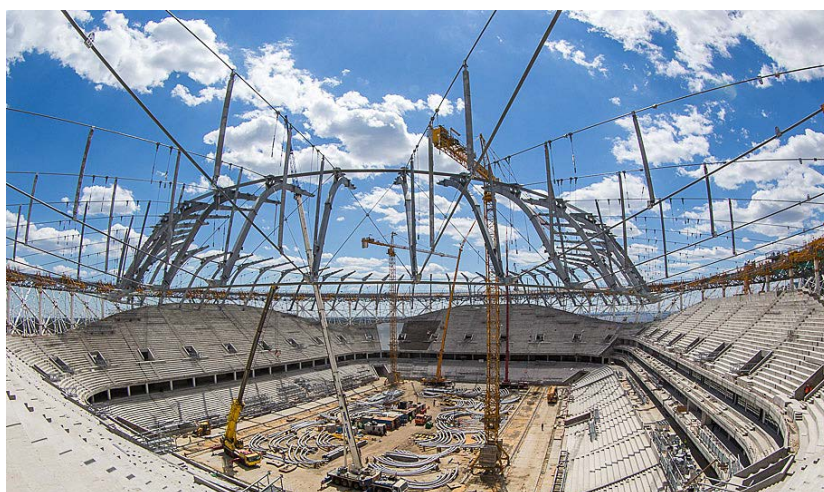
*Судницын О.Е., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

### Аннотация

Современная архитектура должна перейти на новый уровень развития, используя последние достижения инженерной мысли, и создать безопасные, удобные и просторные пространства для жизни человека. Важно, чтобы эти пространства были защищены от внешних воздействий, освещены естественным светом и обеспечивали максимальный комфорт. Руководствуясь подобными требованиями, инженеры изобретают множество интересных конструктивных решений. Одними из таковых являются вантовые покрытия. Предметом исследования является анализ современных научных и литературных данных и разработок в области вантовых покрытий большепролетных зданий, сравнение технологий их монтажа.

### ВВЕДЕНИЕ

Начиная с середины двадцатого века, стальные ванты использовались в первую очередь для большепролетных мостовых конструкций, в настоящее время вантовые системы являются инновационными конструктивными решениями, позволяющими создавать необычные геометрические формы и эффективно перекрывать большие пролеты (рис. 1). Одним из преимуществ вантовых покрытий является их экономическая составляющая, низкая материалоемкость и возможности для решения сложных архитектурно-планировочных и конструктивно-технических задач. Благодаря своей прочности и долговечности, они являются одним из наиболее популярных конструктивных решений для надежной и эффективной опоры крупных строительных объектов. Существует несколько способов монтажа вантовых покрытий, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.



**Рис.1.** Монтаж вантовой конструкции покрытия стадиона в г. Волгограде.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В конструкции вантовых покрытий можно выделить три основных составляющих: несущую конструкцию, состоящую из растянутых вант, покрытие в виде плит, которые защищают конструкцию, и опорный контур, который играет ключевую роль в передаче нагрузок от пролетных конструкций. Ванты, являющиеся несущими элементами

стержневого типа, работают главным образом на растяжение. Опорный контур же является структурным элементом, который прямо закрепляет пролетные конструкции и может быть гибким или жестким в зависимости от их устойчивости при сжатии, изгибе или кручении.

В первую очередь производится установка опорного контура вдоль периметра строения. Канаты, которые могут достигать длины до 100 метров, поставляются вместе с бухтами или барабанами, общим весом до 30 тонн для дальнейшей установки. Вытягивание каната производится с применением гидравлического устройства или вытягивающей лебедки. Для этого используется вращающийся стол или барабан, оснащенный тормозной системой. Радиус изгиба каната должен быть  $R > 15d$ , где  $d$  - диаметр каната. После чего канаты медленно и безопасно опускаются на землю без раскачивания (рис. 2).



**Рис.2.** Предварительная раскладка вантовых канатов.

Для сборки вантовых покрытий используются краны вместе с временными опорами и другими приспособлениями. После монтажа вант их предварительно натягивают, далее производят геодезический контроль формы покрытия. Предельные отклонения и местоположение контрольных точек указаны в проекте, но нужно также учитывать возможные перемещения элементов в процессе строительства. На каждом этапе важно обеспечить устойчивость не только конструкции в целом, но и отдельных элементов. После проверки покрытия монтируют элементы кровли.

Существуют различные виды вантовых покрытий, каждый из которых требует особых приемов монтажа. Например, монтаж однопоясных вантовых покрытий начинается с раскладки канатов на земле и затягивания их в анкерные отверстия при помощи гидравлических домкратов или электрических лебедок. Подъем канатов осуществляется с обоих концов одновременно, после чего укладываются железобетонные плиты ограждения. Для включения плит в общую работу покрытия их предварительно натягивают различными способами, включая:

- замоноличивание стыков плит после загрузки покрытия временным грузом, которое выполняют после загрузки двух соседних отсеков между вантами;
- натяжение домкратами канатов, которое производят после замоноличивания стыков;
- замоноличивание швов при помощи бетона на расширяющемся цементе, после того как произойдет усадка плит.

Для достижения симметрии в распределении усилий предварительного напряжения в покрытии на круглом плане, выполняют загрузку балласта (или натяжение тросов домкратами) в несколько этапов в симметричных секторах.

При монтаже двухпоясных вантовых покрытий применяется последовательность действий, приведенная далее:

- установка временной опоры и монтаж центрального барабана;

- изготовление, подъем и установка вантовой полуфермы попарно с диаметрально противоположных сторон. Данный процесс наиболее оптимально проводить при помощи башенного крана, который перемещается по кольцевым путям, проложенным вокруг здания;

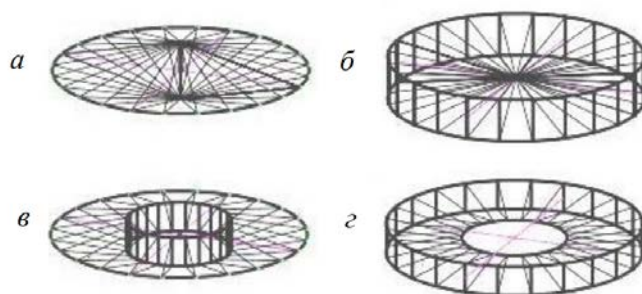
- натяжение вантовой системы путем вытяжки напряженного каната с помощью последовательного попарного натяжения противоположных вант. Предварительное натяжение каждой пары вант осуществляют раздвижкой соответствующих колец центрального барабана;

- демонтаж временной опоры.

Данная последовательность действий позволяет максимально эффективно и безопасно осуществить монтаж двухпоясных вантовых покрытий.

В процессе монтажа вантовых сетей осуществляется следующая последовательность действий: сначала канат поднимается в заданное положение при помощи лебедки или крана с применением траверсы, затем затягивается в анкерное устройство и закрепляется в опорном элементе. После этого производится геодезическая проверка положения точек вантовой сети для установки всех несущих канатов одного направления. Если понадобится, то положение канатов корректируется подтяжкой их натяжными ключами или домкратами. Производится также установка стабилизирующих канатов, которые временно закрепляются в местах их пересечения. Следующим этапом является поэтапное предварительное натяжение вантовой сети в соответствии с расчетом, которое выполняется с применением винтовых стяжек, механических или гидравлических домкратов. Величина предварительного натяжения также контролируется. Если нужно переставлять домкраты, то они должны быть портативными для удобства переноски. Окончательное закрепление выполняется после монтажа и предварительного напряжения всей системы. Для малых размеров сетей допускается собирать всю конструкцию на уровне земли, закреплять на контурных элементах, а затем поднимать всю конструкцию краном. Вантовые сети могут натягиваться как на жесткий, так и на гибкий контур. Одним из преимуществ такой конструкции является возможность регулирования усилий в вантах.

Монтаж вантового покрытия типа «велосипедное колесо» (рис. 3) производится следующим образом. Первоначально осуществляется сборка наружного контура на заданной высоте, затем собирается внутреннее кольцо на временных опорах на уровне земли. После этого, элементы радиальных вант размещаются на направляющих мостках и сжимы крепятся на верхних и нижних радиальных канатах. Затем соединяют радиальные ванты с внешним и внутренним контурами, устанавливают другие элементы вантовой конструкции и все фермы радиальных вант одновременно поднимают вверх. После этого, осуществляется синхронное предварительное натяжение гидравлическими домкратами на внешнем контуре, начиная с несущих радиальных тросов, с учетом податливости опорных колец и ограничивая отклонения от проектных усилий в канатах на 5-10%. После предварительного натяжения производят установку ограждающих конструкций на крыше.



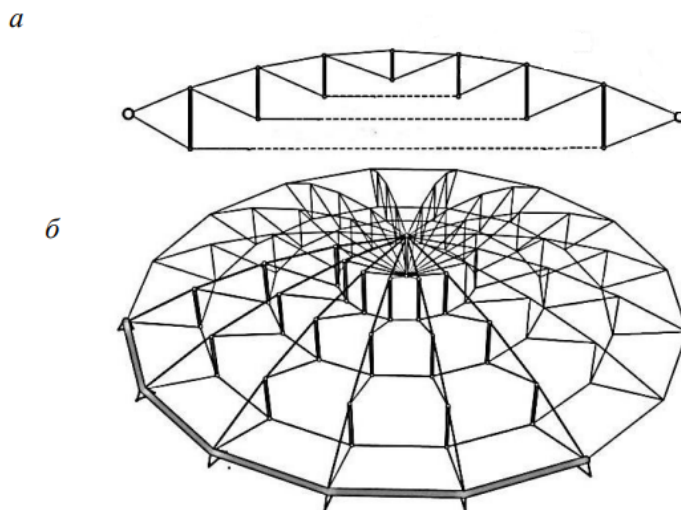
**Рис.3.** Варианты конструкций покрытий типа «велосипедное колесо» (а, б – для крытых арен; в, г. – для покрытий с центральным проемом).

Чтобы смонтировать купола по принципу "тенсегрити" (рис. 4), необходимо выполнить точное производство элементов, их предварительное напряжение и правильную последовательность соединения. Есть несколько вариантов монтажа:

1) верхние радиальные элементы поднимают и закрепляют к ним ряды вертикальных стоек, затем натягивают диагональные элементы, начиная с внешнего контура и заканчивая основанием распорок внешнего ряда. Затем элементы собираются по кольцам от периметра к центру с предварительным напряжением элементов.

2) элементы монтируют на уровне земли и затем поднимают в проектное положение.

3) монтаж предусматривает соединение элементов от центра к наружному контуру. После сборки система дополнительно натягивается для переноса внешних нагрузок, согласно проекту.



**Рис.4.** «Тенсегрити» купол Гейгера (а – поперечное сечение; б – общий вид)

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что монтаж вантовых покрытий - это сложный процесс, который требует профессиональных знаний и навыков, а также использования специализированного оборудования. Однако, если все правильно сделано, такая система может обеспечить долгую и надежную службу, что является главной целью любой конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Е.Ю. Агеева, А.И. Спиридонова: Особенности применения вантовых конструкций в зрелищных зданиях. – 2015.*
2. Федорцев И. В. Технология возведения конструкций покрытия большепролетных зданий: Учебное пособие / И. В. Федорцев, Е. А. Султанова. // Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. С. 176.
3. Покровский Л.Н. Определение частот колебаний прямоугольной в плане пологой вантовой сетки// Известия вузов. Строительство и архитектура. 1972.
4. Машаров В.В. Рекомендации по назначению параметров и величины предварительного напряжения висячих тросовых покрытий двухпоясными системами и седловидными сетками с замкнутым опорным контуром. М.: МИСИ, 1982.
5. Пособие по проектированию висячих (вантовых) конструкций // АО «НИЦ «Строительство» – ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. 2020
6. СП 494.1325800.2020 Конструкции покрытий пространственные металлические. Правила проектирования

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Мезенцев Д.А., Помараев А.С., студенты 2 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*

*Научный руководитель – Агарков А.М., старший преподаватель каф. ТОУС, к.т.н.*

### **Аннотация**

Технология строительства зданий в последнее время подвергается инновациям. Предметом исследования являются инновационные решения, которые внедряются в строительной отрасли. Целью данной работы является анализ новых подходов в строительстве зданий и сооружений. На сегодняшний день в строительную отрасль внедрены различные новшества, чтобы обеспечить и удешевить строительство, сократить сроки, повысить качество и комфорт.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из наиболее значимых тенденций, существенно повлиявших на развитие строительной отрасли, является ускоренное внедрение и интеграция компьютерного моделирования на всех этапах строительства. На раннем этапе внедрения в строительную отрасль использование данных моделей не считалось проектировщиками необходимым и служило рекламной составляющей для привлечения потенциальных клиентов.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Сегодня сложное компьютерное моделирование является повседневной практикой, игнорирование которой может привести к значительным убыткам: по некоторым оценкам, эффективное использование этого программного обеспечения экономит в среднем 20-30% общих затрат на строительство.

Рассмотрим некоторые из наиболее перспективных нововведений на сегодняшний день:

#### **1) BIM-модели**

В последние годы в строительной отрасли произошли серьезные изменения, особенно масштабное внедрение инновационных технологий. Сама BIM-система изначально была разработана в середине 1990-х годов, но строительные подрядчики, проектировщики и архитекторы стали активно использовать предоставляемые ею универсальные возможности только в последние годы [1, 2, 4, 10, 11].

Сегодня модели BIM активно внедряются в повседневную практику.

#### **2) Облачное управление проектами**

По данным ведущих исследовательских компаний, в среднем неэффективное использования времени строительного процесса составляет около 50%. В связи с чем необходимо сокращать сроки строительства. Для этого данные о проекте должны постоянно быть актуальными у всех участников проекта.

С помощью облачного управления проектами все участники процесса интегрированы в единое информационное пространство. Из него можно управлять строительным проектом и контролировать каждого участника процесса самостоятельно.

#### **3) Цифровое производство**

Меняются средства производства, а также программное обеспечение. Важно автоматизировать производство строительных конструкций для оцифровки и контроля производственного пути с самого начала и до конечного продукта.

Создается информационная модель строительной конструкции, после чего она загружается в оборудование для создания. Благодаря этому сборка объектов и конструкций на строительной площадке осуществляется безошибочной.

#### **4) Префабрикация**

Префабрикация – это технология, при которой изготавливаются модули, которые затем собираются непосредственно на строительной площадке в качестве конструктора.

Предполагается, что эта технология сможет значительно повлиять на повышение эффективности строительных объектов. Проблемы задержки сдачи строительных объектов (до 30%) решаются при работе с технологиями сборных конструкций и BIM-моделями.

#### 5) Каркасное строительство

Данный вид строительства позволяет в короткие сроки возвести деревянный каркасный дом, по свойствам, не уступающим зданиям, построенным из других строительных материалов [3, 5-9]. Строительство осуществляется с высокой скоростью, проверенное годами качество, солидная надежность и долговечность, доступная цена и экологичное проживание.

#### б) 3D-панели

Данная технология в строительной отрасли России пока малоизвестна и доступна застройщикам. Данная технология является новой, что объясняет ее низкую осведомленность. Строительство с использованием 3D-панелей – это модифицированный вариант каркасного строительства домов.

Панели изготавливаются в промышленных условиях, это не какой-то сборный панельный элемент, а монолит из пенополистирольной плиты, дополнительно армированный с двух сторон армирующими сетчатыми конструкциями. Такие системы соединяются между собой металлическими арматурными стержнями, проходящими через всю конструкцию, что не только сохраняет постоянство всей формы, но и обеспечивает достаточную прочность и устойчивость к любым внешним воздействиям. При этом сохраняется крайне малый вес конструкции, а сборка не вызывает затруднений.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными преимуществами вышеперечисленных нововведений являются высокое качество конечного продукта, скорость строительства, хорошая энергоэффективность, малый вес, сейсмостойкость и высокая прочность, что снижает затраты на строительство.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бредихин В.В., Кулаков К.Ю., Учнина Т.В., Пышина А.С.* Сравнительный анализ типовых и энергоэффективных решений малоэтажного жилого здания на основе BIM-модели // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2022. Т. 26. – № 1. – С. 20-42.
2. *Гигаури Т.Т.* Внедрение BIM моделей на строительный объект // Colloquium-Journal. – 2020. – № 2-2 (54). – С. 205-207.
3. *Калугина Ю.Е., Бабанов В.В.* Современная технология строительства домов с применением 3D-панелей // Современные инновации. – 2019. – № 2 (30). – С. 21-26.
4. *Мясников А.Г.* Особенности использования BIM-моделей в строительных процессах // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2020. – № 3-2. – С. 73-77.
5. *Назаров Р.Г.* Эффективность внедрения каркасного строительства // Вектор экономики. – 2018. – № 5 (23). – С. 58.
6. *Османов С.Г., Манойленко А.Ю., Литовка В.В.* Выбор вариантов механизации бетонных работ в монолитно-каркасном строительстве // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1 (52). – С. 124.
7. *Ребриков С.А.* 3D панели в строительстве // Академическая публицистика. – 2023. – № 1-1. – С. 54-56.
8. *Тышкевич Е.Н., Нигорожина Е.С.* Некоторые перспективные направления в развитии технологии каркасного строительства // Университетская наука. – 2021. – № 1 (11). – С. 83-86.



9. *Фатullaев Р.С.* Строительство малоэтажного жилого фонда по каркасной технологии. Анализ и оценка использования каркасного метода строительства // Перспективы науки. – 2022. – № 1 (148). – С. 43-46.

10. *Хахук Б.А., Кушу А.А., Ахметов А.М.А., Мелитонян А.А.* Методология создания BIM моделей // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2018. – № 2. – С. 356-366.

11. *Шеверова А.О., Зеньков Е.В., Чжан Лю, Чэнь Пэньюй* Организация процедур хранения, администрирования BIM-моделей и сервисов для совместной работы над BIM-проектами // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2022. Т. 12. – № 4. – С. 788-793.

## РОЛЬ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Маматова Л.Ш., студентка 5 курса группы С-22-М, ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь  
Научный руководитель – Сорочан Е.Н., заведующая каф. САД, к.т.н., доцент*

### **Аннотация**

Управление строительным предприятием на протяжении всех времен является важным элементом развития общества. Запросы целевой аудитории меняются, государство требует от организаций соответствия стандартам, а непредвиденные природные и геополитические события ставят задачи, требующие немедленного реагирования и усовершенствования производственных и сопутствующих бизнес-процессов. Цель данной статьи – является определение роли инструментов цифровой экономики в эффективности строительной отрасли государства. Для этого в статье был проведен анализ перспективных направлений развития инструментов цифровой экономики и взаимосвязь ИКТ с отраслями строительства и управления недвижимостью. При помощи матричного метода были определены задачи предприятия для каждого возможного варианта использования информационных технологий в производстве и конкурентная позиция, занятая на рынке в данных условиях.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Современные условия требуют от промышленных предприятий высокого уровня конкурентоспособности. Процессы и технологии производства, которые буквально еще несколько лет назад позволяли предприятиям строительной отрасли быть лидерами, быстрыми темпами устаревают и нуждаются либо в их усовершенствовании, либо в реинжиниринге. Так, в своих исследованиях Конобеева А. Б. [1], Вакуленко Д. В. и Кравец А. Г. [2] доказывают стратегическую необходимость реинжиниринга бизнес-процессов в условиях высокой динамичности и неопределенности внешней и внутренней среды для эффективного и ответственного управления предприятием. Актуальность и необходимость внедрения цифровой экономики во все сферы деятельности государства подтверждается деятельностью Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ, в т.ч. реализацией национальной программы «Цифровая экономика» [3]. Таким образом, реинжиниринг бизнес-процессов строительной отрасли, учитывающий перспективы развития цифровой экономики способствует повышению уровня конкурентоспособности предприятия и эффективности использования национальных ресурсов.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

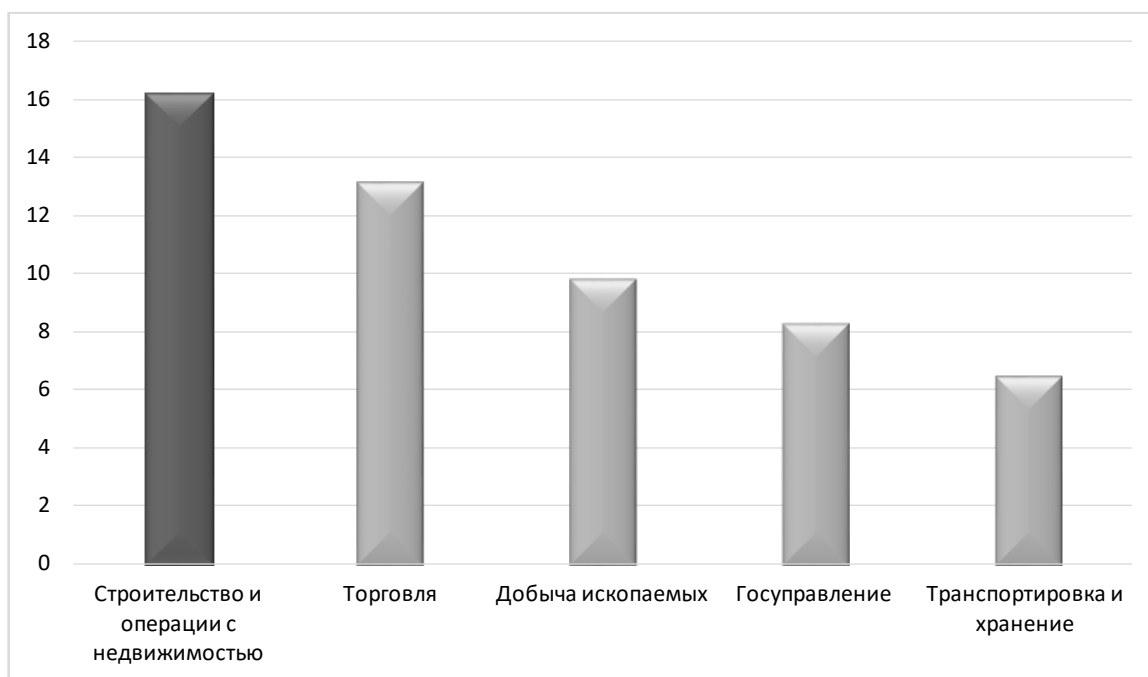
Цифровизация сейчас является комплексной перестройкой бизнес-процессов и эффективного использования цифровых технологий для создания инновационных продуктов и технологий. Преимуществом цифровизации является реализация и масштабирование возможности эффективного автоматического управления экономикой на микро- и макроуровнях [4].

Появление новой технологической реальности вынуждает соответствовать остальные системы правового регулирования, и способность права упорядочить отношения в цифровой экономике, а соответственно адаптацию традиционной правовой системы к новым цифровым условия общества [5].

Принятые в 2017 году документы стратегического планирования предусматривают направления в стимулировании и развитии цифровых технологий во всех секторах экономики. Данным планом предусмотрено распространение и использование цифровых технологий в социально-экономической сфере общества и бизнеса, государственном управлении, также рассмотрены основные причины низкого уровня цифровизации или полного его отсутствия, включая дефицит кадров, недостаточный уровень специалистов.

Строительство, как и другие ключевые отрасли экономики, проводят активную цифровизацию всех процессов для достижения «цифровой зрелости» — в соответствии с национальной целью «Цифровая трансформация». Основные проекты, составляющие этот процесс, перечислены в распоряжении Правительства РФ 3883-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года».

По данным министерства цифрового развития более 15% от ВВП было вложено в процесс внедрения продуктов ИКТ в сферу строительства и операций с недвижимостью. Таким образом сфера строительства и операций с недвижимостью занимают ведущую позицию при апробации и реализации цифровых продуктов, что подтверждает значимость цифровизации данного сектора экономики (рис. 1).



**Рис. 1.** Рейтинг отраслей экономики по показателю «затраты на внедрение в % от ВВП» (построено автором на основании [3])

На данный момент, строительная отрасль представляет собой сложный комплекс процессов по различным направлениям деятельности от процессов создания проектов объектов до реализации и постпродажного обслуживания. Инструменты цифровой экономики, которые на данный момент уже может быть использовано в процессах строительства и управления объектами недвижимости распределяется на три большие категории: непосредственно процессы строительства, управления и эксплуатация объектами строительства, продажа и аренда (рис.2).

Внедрение ИКТ на всех стадиях производственного процесса и сервисного обслуживания позволяет менеджменту компании оперативно выявлять и решать проблемы, возникающие в текущих процессах. Оперативное выявление и решение проблем, возникающих в процессе производства является одной из основополагающих задач для удержания конкурентоспособных позиций предприятия.

На рисунке 2 мы видим, что практически третья часть от цифровых продуктов, которые создаются для сферы строительства и недвижимости занимает программного обеспечения для осуществления маркетинговых функций. Соответственно, для эффективного функционирования строительного предприятия менеджменту необходимо уделять значительные усилия для проведения маркетинговых исследований целевой аудитории. Важно при этом помнить и о тенденциях социально-ответственного маркетинга, которые в

последнее время набирают обороты и синхронизируются с перспективными технологиями экологически безопасного производства строительных материалов и использования вторичного сырья. Таким, образом, наблюдается зависимость разработки и внедрения цифровых технологий от запросов рынка.



**Рис. 2.** Тематические категории цифровых продуктов для использования в сфере строительства (сгруппировано автором на основании [7])

Так как, основной задачей предприятия на рынке является постоянное самосовершенствование процессов производства и выпускаемой продукции для сохранения своих рыночных позиций, в данной статье рекомендуется обратить внимание на методику изучения позиций предприятия на рынке, разработанную Бостонской Консалтинговой Группой. В нашем случае представим обратную зависимость: возможную позицию строительного предприятия на рынке в зависимости от уровня использования цифровых инструментов (рис.3).

На рисунке 3, приведены примеры технологий в зависимости от влияния на рыночные позиции компании. Так, если бы на современном этапе развития информационных технологий мы бы использовали технологии XIX века, то абсолютно гарантированно предприятие несло бы убытки и было на очень низкой рыночной позиции. При этом, внедрение инструментов цифровой экономики в бизнес-процессы строительного

предприятия способствует повышению уровня лояльности клиентов и государства к компании.

Темпы роста	высокие	<p>Технологии, которые разрабатываются, требуют капитальных вложений и при благоприятных условиях выводят предприятие на лидирующие позиции. Задача: проведение НИОКР и осуществление капитальных вложений.</p>	<p>Внедрение разработанных технологий на ряду с уже работающими на предприятии. Стабильный рост конкурентных позиций предприятия. Задача: текущий мониторинг бизнес-процессов.</p>
		<p>Проектирование при помощи BIM-технологий. Применение технологий виртуальной реальности и использования нейросетей. Формирование совместных (бизнес и государство) нового платформенного образа “отрасль/рынок”: — цифровые прокачки регионов и ЕАЭС; — Digital ISO (стандарты цифровой зрелости); — PLATFORM-A (акселерация цифровых платформ); — AI отрасли (новые бизнес модели и методы решения задач для отраслей и госорганов на базе ИИ-решений); — ML-place (маркетплейс дата-сетов и ML-моделей); — экспериментально-правовые режимы. Сопровождение запуска пилотных платформенных проектов, в т.ч. на конкурсной основе.</p>	<p>Использование в строительстве следующих технологий: - 3D-принтеров для печати конструктивных элементов и зданий в целом; - производства систем со сниженным энергопотреблением; - повторного использования материалов.</p>
	низкие	<p>Использование устаревших технологий, которые приносят убытки и снижают уровень КСП предприятия. Задача: срочный реинжиниринг бизнес-процессов.</p>	<p>Переход перспективных технологий в разряд устаревающих. Стабильные рыночные позиции. Необходимость в финансировании НИОКР. Задача: поиск новых идей, оценка перспектив развития отрасли.</p>
		<p>Генезис процессов в строительстве. — Механизация строительства (конец XX века). — Появление новых смесей и материалов. — Проект «Индустриального города» Т. Гарнье. — Послевоенный период – быстрое и относительно дешевое строительство. — Строительство домов по принципу конструктора (панельное строительство). — Индустриальное домостроение (середина XX века). — Развитие высотного строительства. — Внедрение технологий внешнего каркаса (70е гг. XX века, Б. Грэм).</p>	<p>Использование: - экономичных материалов, среди которых: древесина; кирпич; керамзитобетон и газобетон; пеноблок и газоблок; SIP-панели; - пенополистирольные блоки; - программного обеспечения предыдущих этапов развития ИКТ.</p>
		высокая	низкая
Доля на рынке			

Рис. 3. Матрица зависимости уровня конкурентоспособности (разработано автором).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровая трансформация строительства приведет к унификации в цифровую систему экономики обязательных мероприятий в этой отрасли, внедрению информационного

моделирования, созданию сервиса «Цифровое строительство», взаимодействию населения, предприятий и государства в единой цифровой среде и соответственно формированию вертикали цифровой отрасли. В свою очередь цифровизация экономики в данной отрасли приведет к сокращению финансовых затрат на капитальное строительство и сроков возведения объектов, и соответственно оптимизация бизнес-процессов в информационные системы в рамках цифровых инициатив.

Цифровые технологии стали инструментом достижения стратегических задач, увеличивает эффективность на всех этапах строительного цикла. На сегодняшний день цифровизация затрагивает все сферы деятельности экономики от корпоративной культуры, системы подготовки кадров, IT-архитектуры, информационной безопасности до операционной деятельности. Внедрение цифровых трансформаций в экономику и социальную сферу создаст условия в повышении качества жизни, и развития предпринимательства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конобеева А. Б. Реинжиниринг бизнес-процессов как метод повышения эффективности управления организацией //Маркетинг и логистика. 2020. № 3. С. 29.
2. Вакуленко Д. В., Кравец А. Г. Реинжиниринг бизнес-процессов агропромышленных предприятий в условиях сквозной цифровой трансформации //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 3. С. 115-125.
3. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций [Электронный ресурс] : [Офиц.сайт].2023. URL: <https://digital.gov.ru/ru/ministry/common/>
4. Васильева Н. В., Бачуринская И. А. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 7. С. 39–46.
5. Трансформация права в цифровую эпоху : монография / Министерство науки и высшего образования РФ, Алтайский государственный университет ; под ред. А. А. Васильева. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2020.
6. От кирпича к железобетону: как изменилось строительство за 100 лет? [Электронный ресурс] // Авахо Медиа <https://avaho.ru/articles/ns/ot-kirpicha-k-zhelezobetonu-kak-izmenilos-stroitelstvo-za-100-let.html>
7. 70 сервисов для цифровизации девелопмента [Электронный ресурс] // Profitbase: блог о цифровизации девелопмента. 2023. URL: <https://blog.profitbase.ru/70-siervisov-dlia-tsifrovizatsii-dievelopmienta/>

## ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Помараев А.С., Мезенцев Д.А., студенты 2 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*

*Научный руководитель – Агарков А.М., старший преподаватель каф. ТОУС, к.т.н.*

### **Аннотация**

Существующее сегодня оборудование для 3-D печати строительных объектов отличаются конструкцией и способами выполнения процесса. Наиболее распространены 3D-принтеры порталной, двухопорной и четырехопорной конструкций, в виде руки-манипулятора. Устройство позволяет возводить небольшие архитектурные строения и конструктивные элементы для их последующей сборки на месте или позволяет печатать всю конструкцию на месте. Геометрические параметры создаваемого объекта зависят от технических характеристик 3D-принтера.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В последнее время большое внимание уделяется 3D-печати строительных объектов, и в последние годы здания созданные по технологии 3D-печати появляются в разных странах мира - в США, Саудовской Аравии, Мексике, Франции, России, Объединенных Арабских Эмиратах и других странах.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

2014 Китай. Китайская компания «Shanghai WinSun Decoration Design Engineering Co» построила дома с помощью 3D-принтеров в китайской провинции Цзянсу. Всего было построено десять домов. В последующим технология 3D-печати строительных объектов была усовершенствована, и компания построила для выставки несколько различных типов зданий (рис. 1).



**Рис.1.** Здание, построенное при помощи 3D-принтера.

2014 США. Компания «Totalkustom» Андрея Руденко напечатала замок. В общей сложности печать заняла 2 месяца. Производительность при печати составила 50 см за 8 часов. Размеры здания составили 3 м x 5 м и высотой 3,5 м. Основная часть была напечатана как единое целое, а башни затем были напечатаны отдельно.

2015 Китай. Китайская компания «Zhuoda» построила двухэтажный дом за очень короткие сроки. Модульное здание, состоящее из шести напечатанных на 3D-принтере модулей, был смонтирован на объекте менее чем за 3 часа. Примерно 90% работ было выполнено в мастерских компании и собрано на месте всего в одном здании.

2015 Китай. В городе Сучжоу китайская компания «WinSun» представила сразу два здания, построенных с помощью структурной 3D-печати. Традиционная отделка зданий придает дому классический вид. 3D-принтер работал почти непрерывно.

2015 Филиппины. «Totalkustom» Андрей Руденко построил апартаменты на территории отеля на Филиппинах. Размеры объекта составили 10,5 м x 12,5 м и высота 3 м. Здание было построено из местных материалов, таких как песок и вулканический пепел (рис. 2).



**Рис. 2.** Здание, построенное при помощи 3D-принтера

2016 Китай. Инженеры компании представили китайские террасные виллы, напечатанные на 3D-принтере. При строительстве этих зданий дизайнеры вдохновлялись древними садами Сучжоу, которые включены в список наследия ЮНЕСКО, а также являются одной из достопримечательностей Китая.

2016 ОАЭ. Реализован первый в мире проект офисного здания, распечатанный на 3D-принтере. Новостройка находится на территории комплекса Emirates Towers. На сборку и завершение ушло чуть более 2 недель (рис. 3).



**Рис. 3.** Офисное здание, созданное с помощью 3D-принтера

2017 Россия. Компания «Спецавиа» в Ярославле презентовала первый в Европе и СНГ жилой дом, созданный с помощью 3D-принтера. Объект начали возводить в 2015 году. Элементы каркаса дома были напечатаны отдельно на порталном принтере, а затем смонтированы на фундаменте здания за декабрь 2015 года. В 2017 году летом завершён монтаж крыши, а также выполнены внутренние отделочные работы (рис. 4).



**Рис. 4.** Офисное задание, созданное с помощью 3D-принтера



2017 Китай. Проект создан другой компанией из Китая, Tengda, которая является прямым конкурентом WinSun. Главное отличие заключалось в том, что инженеры Tengda построили здание на месте, а не на собственном производстве. Это событие превратилось в настоящее шоу – 45 дней строительства виллы транслировались в прямом эфире.

2017 Россия. Aris Cor представила первое здание площадью 37 м<sup>2</sup>, полностью напечатанное на строительной площадке. Печатный дом имел необычную округлую форму.

Кроме того, темпы строительства домов с использованием 3D-печати увеличиваются (табл. 1.)

**Табл. 1.** Возведение зданий 3D-принтером.

Год	Страна	Компания	Площадь, м <sup>2</sup>	Тип принтера/печати
2018	Франция	«Yhnova»	95	Большой манипулятор, на конце которого закреплен экструдер
2018	США	«Icon»	32	Портальный тип 3D-принтер
2018	Испания	«Be More 3D»	24	Двухопорный 3D-принтер
2018	Дания	«3D Printhuset»	50	3D-принтер портального типа
2018	Италия	«Crane Wasp»	26	Трехопорный строительный 3D-принтер
2018	Италия	«Agup»	100	Сегментами с последующей сборкой на строительной площадке
2019	США	«S-Squared 3D Printers» (SQ3D)	46	3D-принтер двухопорной конструкции

2019 Объединенные Арабские Эмираты. Компания «Aris Cor» закончила строительство крупнейшего в мире здания площадь которого составила 650 м<sup>2</sup>. Оно расположено в Дубае, высота составила здания 9,5 метров и вошло в Книгу рекордов Гиннеса как самое большое здание, напечатанное непосредственно на строительной площадке (рис. 5)



**Рис. 5.** Здание, построенное при помощи 3D-принтера

Начиная с 2019 г. строительство домов при помощи 3D-принтеров носит массовый характер. При создании объектов используются различные технологии и материалы для возведения.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Опыт других стран показал, что прогресс в области строительной 3D-печати не стоит на месте. Постоянно внедряются новые методики возведения объектов, создаются новые строительные материалы, в том числе из вторичного сырья, внедряется высокотехнологичное оборудование. В последнее время этим заинтересовались многие предприятия по разработке оборудования, модифицированных строительных смесей, библиотек конструктивных решений для проектирования зданий для 3D-печати, а также подготовкой законодательной, нормативной базы.

Есть все основания полагать, что в будущем можно будет полностью автоматизировать весь процесс строительства без участия человека, причем не только при возведении фундаментов и стен, но и при печати потолков и крыш, автоматизированном монтаже инженерных коммуникаций, дверей и окон. Также возможно, что в скором времени мы не будем ограничиваться 2-3-х этажными объектами строительства, а сможем перейти к многоэтажному строительству.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 10 зданий, напечатанных на 3D-принтере [Электронный ресурс] // Новости о 3D-технологиях. URL: <https://www.3dpulse.ru/news/stroitelstvo> (дата обращения: 12.02.2023)
2. 17 реальных зданий, напечатанных на 3D-принтере [Электронный ресурс] / Н. В. Жеребцов // Интернет-издание о бизнесе, стартапах, инновациях, маркетинге и технологиях. URL: <https://vc.ru/future/101777> (дата обращения: 12.02.2023)
3. *Абрамян С.Г., Илиев А.Б.* Современные строительные аддитивные технологии. Часть 1 // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 1 (48). – С. 158.
4. *Абрамян С.Г., Илиев А.Б., Липатова С.И.* Современные строительные аддитивные технологии. Часть 2 // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 1 (48). – С. 159.
5. Аддитивные технологии в строительстве [Электронный ресурс] // Сайт о строительстве и производстве. URL: <http://www.3dpulse.ru/> (дата обращения: 12.02.2023)
6. *Легезина А.С., Пашкова Л.А.* 3D-принтер в строительстве современного жилья // Вестник Науки и Творчества. – 2018. – № 11 (35). – С. 17-19.
7. *Мустафин Н.Ш., Барышников А.А.* Новейшие технологии в строительстве. 3D принтер // Региональное развитие. – 2015. – № 8(12). – С. 13.
7. Применение 3D-печати в строительстве [Электронный ресурс] // Все самое интересное про 3D-печать и 3D-принтеры. URL: <https://make-3d.ru/articles> (дата обращения: 12.02.2023)
8. Строительные 3D-принтеры [Электронный ресурс] // Сайт об опыте работы со строительными принтерами. URL: <http://3dtoday.ru> (дата обращения: 12.02.2023)
9. Строительство частных домов по новым технологиям [Электронный ресурс] // Экспертное сообщество по строительству и ремонту домов. URL: <https://kakpostroitdomic.ru> (дата обращения: 12.02.2023)

# СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

## НЕЛИНЕЙНЫЕ ДИАГРАММЫ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА

*Ахметова А.И., студентка 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Ву Н.Т., ст. преподаватель кафедры ФО, к.т.н.*

### Аннотация

В строительстве мы часто встречаемся с нормативными документами, которые регламентируют расчёты, необходимые для проектирования зданий и сооружений. Как мы знаем, бетонные и железобетонные конструкции очень распространены вследствие того, что при затвердевании приобретают свойства конгломерата при правильном соотношении составляющих его компонентов и различных добавок. Для того, чтобы рассчитать поведение бетона используют нелинейные диаграммы деформирования бетона. Их сходство с реальной работой бетона напрямую зависит от точности предложенной зависимости. В данной работе мы рассмотрим различные модели деформирования бетона и зависимости, которые применяют в строительных расчётах, отметим их сходства и различия, сделаем выводы об их точности и скорости получения расчётных данных.

### ВВЕДЕНИЕ

Бетон является одним из основных строительных материалов в настоящее время. Его используют как снаружи здания, так и внутри. То есть бетон подвергается силовым и несиловым воздействиям различной интенсивности. Это обуславливает необходимость сбора и анализа опытных данных для создания моделей напряженно-деформированного состояния (НДС) бетона. С их помощью появляется возможность осуществлять расчёты с различной степенью точности, учитывая номенклатуру бетона и его поведение при заданных параметрах нагрузок минуя большое количество эмпирических данных. Именно поэтому мы используем диаграммный метод для описания деформирования бетона.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В данной работе мы в основном затронем поведение бетона при сжатии, нежели при растяжении. Воспользуемся зависимостями между компонентами напряжений и компонентами деформаций, которые приведены в различных научных публикациях [1-3] нормативных документах.

В расчётах конструкций необходимо учитывать зависимость деформаций материала от прикладываемой нагрузки, она является основной характеристикой. Поскольку эту зависимость получают экспериментально, основной задачей экспериментатора является обеспечение достоверности полученных данных и последующее построение диаграммы  $\sigma \sim \varepsilon$ . Модель деформаций присутствует в различных нормативных документах, основу которых составляют диаграммы деформирования бетона и арматуры.

Рассмотрим двух- и трёхлинейные зависимости сжимающих напряжений бетона  $\sigma_b$  от относительных деформаций  $\varepsilon_b$ :

1) При трёхлинейной диаграмме (рис. 1):

$$\sigma_b = \begin{cases} E_b \times \varepsilon_b, & 0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1}, \\ \left[ \left( 1 - \frac{\sigma_{b1}}{R_b} \right) \times \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b0} - \varepsilon_{b1}} + \frac{\sigma_{b1}}{R_b} \right] \times R_b, & \varepsilon_{b1} < \varepsilon_b < \varepsilon_{b0}, \\ R_b, & \varepsilon_{b0} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2}. \end{cases}$$

Напряжениям  $\sigma_{b1}$  задают значения  $\sigma_{b1} = 0.6 \times R_b$ , а относительные деформации  $\varepsilon_{b1}$  вычисляются по формуле  $\varepsilon_{b1} = \frac{\sigma_{b1}}{E_b}$ . Значения относительных деформаций  $\varepsilon_{b2}$  принимают в зависимости от классификации бетона и продолжительности действия нагрузки.

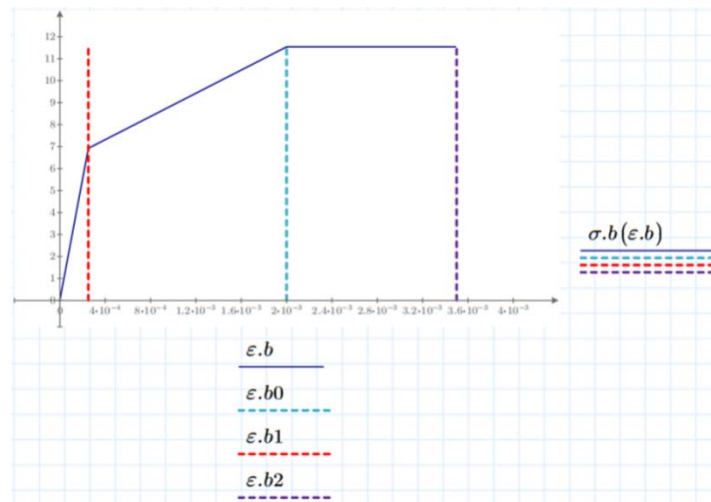


Рис. 1. Трёхлинейная диаграмма

2) При двухлинейной диаграмме

$$\sigma_b = \begin{cases} E_{b,red} \times \varepsilon_b; 0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1}, \\ R_b; \varepsilon_{b1} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2}, \end{cases}$$

где  $\varepsilon_{b1} = \frac{R_b}{E_{b,red}}$  и  $E_{b,red} = \frac{R_b}{\varepsilon_{b1,red}}$ . Значения относительных деформаций  $\varepsilon_{b1,red}$  определяются в зависимости от классификации бетона и продолжительности действия нагрузки.

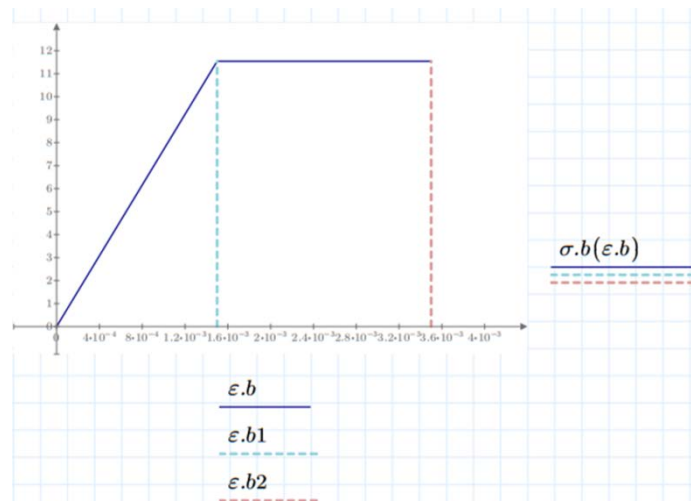


Рис. 2. Двухлинейная диаграмма

Проанализировав полученные диаграммы для бетона класса В20, можем сделать вывод, что обе диаграммы некорректно описывают зависимость между напряжениями и деформациями, упрощают исходные данные, так как диаграмма деформирования бетона криволинейна с самого начала. Для ЭВМ и экспертов, занимающихся проверкой расчётов это безусловно упрощает работу с вычислениями, тем самым скорость получения расчётных

данных увеличивается и процесс проектирования «убыстрятся» [4-5]. Но тем самым мы отсекаем часть данных, полученных опытным путём.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

На основе проведённого исследования можно сделать вывод, что каждая из моделей напряженно-деформированного состояния бетона находит своё применение в строительных расчётах. Методы построения зависимости между напряжениями и деформациями корректируются и уточняются до сих пор. Возможно в будущем нам удастся найти удобный с точки зрения расчёта и наиболее достоверный с точки зрения реальной работы бетона график зависимости. Исследовательская работа в данной области продолжается.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Панфилов Д.А., Пищулев А.А., Гимадетдинов К.И.* Обзор существующих диаграмм деформирования бетона при сжатии в отечественных и зарубежных нормативных документах // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 3. – С. 80-84.
2. *Римишин В.И., Кришан А.Л., Мухаметзянов А.И.* Построение диаграммы деформирования одноосно сжатого бетона // Вестник МГСУ. – 2015. – № 6. – С. 23-31.
3. *Мурашкин В.Г.* К вопросу применения моделей деформирования бетона при реконструкции // Эксперт теория и практика. – 2022. – Т. 4. – № 19. – С. 41-44.
4. *Трещев А.А., Захарова И.А., Судакова И.А.* О вариантах выбора диаграмм деформирования композитных материалов и не только // Эксперт теория и практика. – 2022. Т. 2. – № 17. – С. 81-90.
5. *Колчунов В.И., Колчунов В.И., Федорова Н.В.* Деформационные модели железобетона при особых воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. – 2018. – № 8. – С. 54-60.

## АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ОМСКОЕ МЕТРО

*Готовчиков Я.С., студент 1 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Хайруллин Р.З., профессор кафедры ФО, д.ф.-м.н., с.н.с.*

### **Аннотация**

В статье представлен вариант решения транспортной проблемы г. Омска, рассмотрены другие методы решения данной проблемы. Кратко описан процесс строительства метрополитена в г. Омск.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Ключевые позиции в транспортном движении города Омска занимают 2 моста, соединяющие два берега Иртыша (Ленинградский и Метромост), а также несколько главных дорог (Проспект Карла Маркса, ул. Герцена, ул. Богдана хмельницкого, ул. Масленникова, 3-Енисейская, Перекрёсток 70 лет Октября и Конева, Красный путь и Проспект мира, Юбилейный мост и Новокирпичная.)

Все эти дороги являются наиболее загруженными. Загружены они из-за того, что через них проходят подавляющее большинство транспортных маршрутов. Опишу ситуацию: город Омск разделён на части 2 реками и сетью железнодорожных путей. И мосты, соединяющие части города принимают всю транспортную нагрузку на себя, также эту нагрузку принимают дороги, ведущие к этим мостам.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Мост на Новокирпичной улице соединяет 2 части города, между которыми протекает множество маршрутов общественного транспорта, вместе с предыдущим предложением нужно ещё учитывать, что только проехав этот мост ты можешь попасть с южных районов города в его центральную часть, то есть это значит, что, будучи человеком, имеющим личный автотранспорт, ты не можешь объехать этот мост, поскольку тот южный островок города Омска, с которого ты хочешь попасть в центр, чуть ли не окружён железной дорогой, а переезд через неё один-единственный. Эта ситуация аналогична и с другими мостами и главными дорогами, указанными выше, так как в некоторых районах города объезд невозможен из-за плотной застройки. Ситуации ежедневны, и являются причиной необходимости решения данной проблемы. По мере изучения которой я обнаружил рейтинг, где Омск занимал в 2020 году 50 место по загруженности дорог, это позиция между Лондоном и Сальвадором.

Следующим подтверждением транспортной проблемы в городе, является частое отсутствие общественного транспорта, соединяющего нужные точки «А» и «Б». Так, если я живу на 5 Ленинградской, то у меня не будет прямого транспорта, к примеру, до Омгту. Следовательно, мне нужно будет делать пересадку. Если посчитать потраченное время на дорогу, то получится так, что на саму поездку уйдёт 1,5 часа. Но не стоит забывать, что мы тратим время на то, чтобы дойти до остановки или от неё до пункта назначения, мы ждём транспорт, который далеко не всегда придерживается установленного графика и существуют пробки, всё это – время. В итоге на всю дорогу до университета и обратно каждый день студент вынужден терять около 4 часов своей жизни. Для такого города как Омск такие затраты времени являются слишком высокими.

Решением может показаться перенос железнодорожных путей на юге города за черту города. Но стоит помнить, что, перенося ж/д пути придётся перенаправлять грузовые и пассажирские поезда на другие пути. При этом это не разгрузит магистрали на севере города и мосты через реки. Таким образом, данное решение почти не повлияет на транспортную ситуацию в городе.

Ещё один вариант – метротрам. Метротрам немного отличающаяся система, которая кажется дешевле, это мысль объединить старые омские трамвайные пути и подземные

недоработки. Я думаю, что объединить пути в некоторых местах будет проблематично, к примеру, в центральной части Омска, где очень плотная застройка. Возможно, этих районов несколько. Также для метротрама понадобится также строительство дополнительных мостов, а место, где пути пересекают проезжую часть, придётся регулировать, что может также способствовать мелким пробкам, либо придётся переносить пути над, или под дорогами. Также, при создании данного проекта, от метро придётся отказаться возможно навсегда. А из-за перестройки старых путей следует полное изменение транспортного каркаса города, по затратам это соизмеримо с окончанием первого пускового комплекса метро.

Дело в том, что изначально в Омске и планировали построить метротрам, на подобие метротрама, построенного в г. Волгоград. Но после того, как численность населения города превысила 1млн. человек, метротрам посчитали ненужным, так как пассажиров он перевозит меньше, чем поезд в метро.

В настоящее время метрополитен занимает ключевое значение в системе городского транспорта. Изначально линии метро строились для разгрузки автомобильных дорог, но теперь метрополитены стали основным структурообразующим элементом современного города, на основе которого строится политика обеспечения мобильности для населения. А также метрополитен является самым эффективным видом городского пассажирского транспорта и с точки зрения потребления энергии и занимаемых площадей.

Само строительство Омского метро началось в 1992 году, и полностью закончилось в 2014 году, метрополитен так и не достроили. По плану метрополитен охватывал не все округа и районы города, так как раньше меньше было застроенной площади.

Сейчас же город растёт, увеличилась занимаемая площадь, а также уровень автомобилизации превысил 300 автомобилей на тысячу жителей, когда инфраструктура рассчитана на 150 автомобилей на тысячу жителей. Ситуация ухудшается, а добавление новых маршрутов общественного автотранспорта ещё больше загрузит дороги, (хотя на данный момент большинство маршрутов удаляется, из-за чего автобусы забиты как консервные банки, а люди чаще делают пересадки). Отсюда следует что нужно метро, охватывающее больший процент заселённых территорий. Следовательно – старая схема метро не актуальна.

Создание метро начинается с выбора места расположения. На выбор местоположения самой станции влияет несколько факторов: загруженность дорог (ближайших), сколько человек проживает в районе, сколько жилья будет построено в будущем, есть ли промышленные предприятия, бизнес-кластеры, офисные центры, а также заселённость соседних районов. Производятся изыскания (геодезические, геологические, экологические и другие (при необходимости)).

Под магистралями проходит обычно метро мелкого заложения (до 20 метров). Если же есть опасность того, что провалятся здания, то приходится копать глубже. При глубоком заложении в строительстве участвуют тоннелепроходческие щиты. Если существуют помехи в виде грунтовых вод или плывунов (смеси глины, песка и воды), используют заморозку грунта.

Как минимум требуется построить 3 ветки (зелёная, жёлтая, синяя, рис. 1). Эти ветки позволят разгрузить 80% магистралей, то есть проблема пробок будет решена. Проблему отсутствия прямого общественного транспорта, соединяющего 2 конца города, решат вспомогательные 3 ветки (рис. 1), соединяющие концы основных веток, они также разгрузят соседние районы, у которых расстояние до ближайших станций первых 3-х веток является от 2-х километров. При строительстве вспомогательных 3-х веток возникает проблема преодоления Иртыша, его средняя глубина от 6 до 15 метров, придётся очень глубоко копать (аналогично станциям из Петербурга), если же информация о почве не позволит прорыть тоннель из-за обилия грунтовых вод, то решением проблемы будет постройка мостов через реку. Река Омь в данном случае слишком мелкая, чтобы брать её во внимание.





## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ФОРМАЛЬДЕГИДА

*Громова Е.А., студентка 1 курса 4 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Стёпина И.В., доцент кафедры ФО, к.т.н., доцент*

### Аннотация

На основе формальдегида производят полимерные фенолформальдегидные смолы, которые широко используются в качестве связующих при создании полимерных композитных строительных материалов. В ходе работы были проанализированы различные способы производства формальдегида с целью выявления их достоинств и недостатков. В результате анализа был установлен оптимальный способ производства формальдегида.

### ВВЕДЕНИЕ

Формальдегид широко используется в производстве термореактивных полимеров, например таких как феноло-, карбамидо-, меламино- и амидоформальдегидные смолы, которые в свою очередь находят применение в составе древесностружечных и древесноволокнистых плит, фенопластов и аминопластов (напр. стеклопластиков) и др. композиционных материалов, клеящих веществ, лакокрасочных покрытий и т.д.. На рисунке 1 изображены некоторые материалы, в состав которых входят формальдегидные смолы.



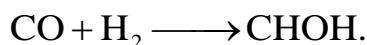
**Рис.1.** Материалы, в состав которых входят формальдегидные смолы

Фенолформальдегидные смолы являются основой для производства пластмасс на их основе, которые называются фенопласты, например, текстолит. Любое оборудование, имеющее в своем составе микросхему, содержит текстолит. Он используется в авиа-, машино-, приборо- и ракетостроении, в строительстве. Материал волокнит также относится к фенопластам. Его получают методом прессования рубленого целлюлозного волокна в смеси с фенолформальдегидной смолой. Применяют волокнит в производстве корпусов и крышек приборов, втулок, шестерен и др. Путем взаимодействия карболовой кислоты с формалином в кислой среде получают карболит, в состав которого дополнительно вводят наполнители, обеспечивающие влагостойкость и электроизоляционные свойства.

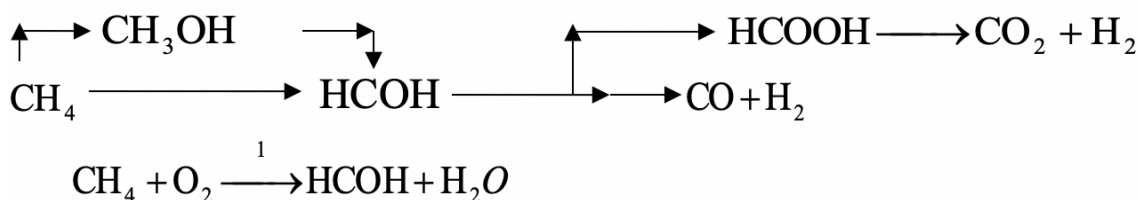
Как правило полимерные композитные материалы включают в свой состав различные наполнители (красители, пластификаторы и др.), обеспечивающие заданный набор эксплуатационных свойств. Наиболее распространенным способом производства является метод прессования. Пресс-порошки производят на основе как новолачных, так и резольных смол.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время существуют несколько способов производства формальдегида в промышленности. Наиболее простым и дешевым является восстановление оксида углерода (II). Если использовать медно-алюминиевый катализатор, то синтез будет проходить при диапазоне температур равным 282-487 °С и давлении 117-410 атм [1, 2].



При производстве формальдегида из метана процесс ведут на основе регулируемой реакции окисления метана воздухом или кислородом. Особенностью этого метода является то, что процесс необходимо резко оборвать путем охлаждения отходящих газов – продуктов реакции с последующей конденсацией их паров. Схему синтеза можно представить следующим образом.



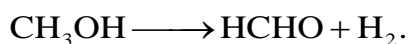
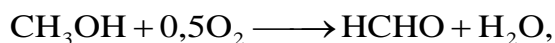
Катализатором процесса является фосфат аммония. Температура должна составлять не ниже 450 °С, давление – 1-2 Мпа. Недостатки метода: большое время контакта, небольшой выход формальдегида и конверсии метана, образование побочных продуктов [3].

Наиболее распространенным методом производства формальдегида является синтез из метанола. Это основной метод промышленного получения формальдегида. Суть метода можно коротко описать следующим образом. Смесь метанола и воздуха пропускают над нагретым твердым катализатором. Давление при этом должно быть равно атмосферному, а температура достигает высоких значений. Отходящие газы поглощаются водой, в результате чего образуется формальдегид [4].

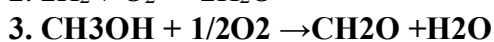
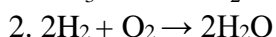
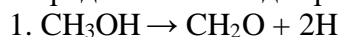
Существует несколько способов получения формальдегида из метанола [5, 6]:

1) Окислением избытком воздуха в присутствии катализатора на основе оксидов железа, молибдена и ванадия при 250-400 °.

**Окислительное дегидрирование метанола описывается двумя основными реакциями:**



Окисление метанола в формальдегид проводится с использованием серебряного катализатора при температуре 650-720 °С и атмосферном давлении. Это хорошо освоенный технологический процесс, и 80 % формальдегида получается именно по этому методу. Его можно представить в виде трёх параллельных реакций:



2) Окислительное дегидрирование метанола на медном или серебряном катализаторе. В качестве катализаторов используют медь или серебро на пемзе или на алюмосиликате при температуре 500-650 °С, большой скорости и времени контакта. Выход формальдегида достигает 80-85 % при степени конверсии метанола 85-90 %. Так же в качестве используется

железо-молибденовый катализатор с присадками (добавками) других металлов. Достоинства метода: отсутствие большого количества примесей, высокий выход формальдегида. Недостатки: большой расход энергии и воздуха.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выбор оптимального способа производства того или иного химического соединения определяется различными факторами. В первую очередь, это направление его дальнейшего использования. От этого зависят требования к чистоте получаемого продукта, его практическому выходу. Немаловажным фактором является экономическая эффективность способа производства. Тем более, если получаемый продукт используется в больших количествах для создания новых материалов. Полимерные композитные строительные материалы на основе фенолформальдегидных смол очень широко используются в современных строительных технологиях. В этой связи выбор способа производства должен учитывать наибольший экономический эффект. Наиболее оптимальным способом производства формальдегида с перечисленных позиций является получение формальдегида из метанола.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. – М.: Химия, 1968 г. – 845 с.
2. Капкин В.Д., Савинецкая Г.А., Чапурин В.И. Технология органического синтеза: Учебник для техникумов. – М.: Химия, 1987. – 400 с.
3. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности: Учебник для техникумов. – М.: Химия, 1985. – 400 с.
4. Шкатов Е.Ф., Шувалов В.В. Основы автоматизации технологических процессов химических производств. Учебник для техникумов. – М.: Химия, 1988. – 304 с.
5. Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И. и др. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. – М.: ООО «Издательский дом Альянс», 2010. – 496 с.
6. Накрохин Б.Г., Накрохин В.Г. Технология производства формалина из метанола. – Новосибирск, 1995. – 443 с.

# КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Г.О. МЫТИЩИ

*Ежов А.В., студент 2 курса 4 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*

*Глинина У.С., студентка 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи*

*Научный руководитель – Галишиников А.А., доцент кафедры ФО, к.ф.-м.н.*

## **Аннотация**

В работе рассмотрены перспективы развития транспортной инфраструктуры городского округа Мытищи. Цель заключается в выполнении практического анализа транспортных путей. Предложен проект развития железнодорожной ветки, проходящей по г. Мытищи, обсуждаются транспортные потоки и перспективы решения транспортных проблем города путем развития сети электричек местного сообщения.

## **ВВЕДЕНИЕ**

На сегодняшний день транспортная мобильность – одно из ключевых направлений развития Российской Федерации. Это связано с тем, что высокий уровень развития транспортной инфраструктуры влияет на социально-экономические показатели страны и качество жизни населения. В связи с этим, есть необходимость в создании новых путей решения проблем, которые возникают ежедневно в жизни общества, благодаря которым появится возможность повышения уровня жизни и рост показателей развития.

Одним из направлений повышения транспортной мобильности является развитие метрополитена. Обсуждение строительства станции метрополитена «Челобитьево» в г. Мытищи ведется с 80-х годов прошлого века, однако, в настоящее время не существует ни проекта, ни планов развития этого направления не существует [1, 2].

С 1930 г. по 1997 г. существовала железнодорожная ветка Мытищи–Пирогово. На ветке было три остановочных пункта: Динамо, Победа, Пирогово. Первая станция находилась недалеко от Мытищинского филиала НИУ МГСУ и служила прямым путем до Головного корпуса и Ярославского вокзала. Данная остановка по маршруту пользовалась огромным спросом у студентов.

Конечная же станция «Пирогово» располагалась прямо у водохранилища, где часто отдыхала молодежь, проводили время жители городского округа и возвращались домой работники предприятий, живущие в данном районе.

Однако в 1997, по официальным данным, ветка перестала приносить прибыль и ее обслуживание наносило убыток бюджету городского округа. Из-за нерентабельности ее работу приостановили, впоследствии и вовсе закрыли и демонтировали практически не оставив следа, так что незнающий человек не сможет найти ее расположение [3].

В 2023 г. у транспортной ветки появляются новые перспективы, в старую железную дорогу можно вдохнуть новую жизнь. Последнее время городской округ Мытищи быстро разрастается и все больше строится новых домов-высоток, но дороги остаются практически неизменными, поэтому появляется все больше и больше пробок, которые, по результатам опроса, отнимают в среднем 91 час за год [4]. Решением этой проблемы может стать реконструкция и введение в эксплуатацию части ветки Мытищи–Пирогово и железнодорожной ветки, проходящей вдоль Волковского шоссе.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

От старой дороги остались пути до станции «Динамо» (ныне не существует), которые поворачивают в сторону Москвы и вдоль Волковского шоссе доходят до района «Новое Медведково». Для функционала нужно провести инспекцию железнодорожного полотна, ревизию, согласовать расписание поездов с «РЖД», но это выходит за рамки нашего профиля, поэтому мы не углублялись в эту тему [5].

А что действительно под силу нашим возможностям, так это проектирование. Мы можем построить разворотный узел, для этих целей подходит пустой участок местности возле ТРК «Июнь», где и заканчивается наш путь. Ко всему прочему эта железнодорожная ветка находится рядом с ТЭЦ-27, куда при поломке или другой надобности, без затруднений можно будет доставить груз. Обязательно строим станции в наиболее оживленных районах, так мы можем отдать дань памяти платформе «Динамо» и реконструировать в первозданном виде, естественно модернизированную под наше время. Не обойдемся без перехватывающих парковок. Если немного проехать за Мытищинский лесопарк, то нам откроется вид на огромный пустырь, где и будет находиться парковка для жителей пос. Пирогово, дер. Юдина и близлежащих населенных пунктов. Да, требуются некоторых вложений, но из пробки пропадают около 100 тысяч человек ежедневно, которые стоят часами по пути на работу в Москву. Так же есть возможность освободить Олимпийский проспект, который в связи с ремонтом моста стал почти постоянным местом скопления машин. Ведь только студентов, проживающих на нашей территории, насчитывается около 1,5 тысячи. В недавнем времени правительство Москвы согласовало проект «МЦД 5» (рис. 1) [6], который соединит станцию «Пушкино» и аэропорт «Домодедово», тем самым упростит движение по Столице. Все это позволяет любому жителю ЖК «Новое Медведково», Олимпийского проспекта, да и просто близлежащим районам по пути электрички, садиться на нее и без проблем доезжать до станции «Мытищи», где их уже будет ждать пересадка на «МЦД 5» и дальнейшее путешествие.



**Рис. 1.** Маршрутный лист проекта «МЦД-5»

Электричка будет проходить по окраине лесопарка, поэтому весь железнодорожный путь, который контактирует с парковой местностью должен быть огорожен забором. Так же на этом участке дороги поезд будет уменьшать скорость до 30 км в час, что станет безопасным для людей и животных. Однако даже с этим безопасным скоростным режимом, поезд будет доезжать до Москвы быстрее, чем человек за рулем автомобиля в пробке. Тем

самым мы сможем уменьшить количество времени людей, затрачиваемое на транспорт, что позволит больше уделить внимание важным для них вещам, на дорогах уменьшится число аварий и трафик в нашем округе станет менее загружен.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом показано, что перспективным является развитие транспортной инфраструктуры на основе ветки «Мытищи–Пирогово», которая имеет хороший потенциал дальнейшего развития. Рассмотрены основные пассажиропотоки, определены основные пересадочные пункты и станции будущей сети. Рассмотрен вопрос безопасности и экологичности предлагаемого проекта. Такая полностью функционирующая железнодорожная ветка, которая избавит людей от повседневных пробок и подарит свободное время, которого в наше время не так много.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Нойтатц Д.* Московское метро: от первых планов до великой стройки сталинизма (1897–1935). – М.: Росспэн, 2013. – 783 с.
2. *Царенко А.П., Фёдоров Е.А.* Московский метрополитен имени В. И. Ленина: Справочник-путеводитель. – М.: Транспорт, 1984. – 224 с.
3. Генплан г. Мытищи 2013 г. [https://archive.is/20130417053143/www.mytisch-city.ru/content/upravl/admin/arch/genplan/project/dorogi/dorogi\\_3000.jpg](https://archive.is/20130417053143/www.mytisch-city.ru/content/upravl/admin/arch/genplan/project/dorogi/dorogi_3000.jpg)
4. Опрос и его результаты (<https://lenta.ru/news/2021/08/16/avto/>)
5. Железнодорожные станции и узлы: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / В.Г. Шубко, Н.В. Правдин, Е.В. Архангельский, В.Я. Болотный, В.А. Бураков, С.П. Вакуленко, В.А. Персианов.; под. ред. В.Г. Шубко и Н.В. Правдина. – М.: УМК МПС, России, 2002.
6. Официальный сайт МЦД 5 (<https://mcd.mosmetro.ru/mcd-5/>)

## РЕВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЕМ 3D-ВИЗУАЛИЗАЦИИ И BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Иванцова К.В., студентка 1 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Галишиников А.А., доцент кафедры ФО, к.ф.-м.н.*

### **Аннотация**

Рассмотрено применение 3D-визуализации как вспомогательного средства при создании цифровых моделей зданий и эксплуатации зданий с использованием 3D-моделей. На примерах обсуждаются преимущества такого представления, показано, что 3D-визуализация открывает совершенно новые возможности и может использоваться как дополнительный или самостоятельный инструмент. Делается вывод о перспективности применения этой технологии.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Не так давно чертежи делались вручную карандашом и чернилами на ватмане, что занимало много времени и сил. Однако, одной из технологических инноваций нашего времени является цифровое моделирование зданий. Сегодня использование цифровых технологий является наиболее эффективным способом повышения качества проектирования. Половина всех архитектурных компаний мира используют цифровое моделирование (BIM), и мало кто поспорит с тем, что появление BIM вызвало настоящую революцию [1,2].

Важными задачами архитекторов и строителей является донесение своих идей до клиента, сделать чертежи более читаемыми, облегчить восприятие изображений сложных конструкций. В частности, в архитектуре применяют эскизный рисунок, в инженерных науках чертежи в проекциях дополняют изометрическими, диметрическими, аксонометрическими проекциями [3-5]. Использование цифровых технологий значительно облегчает работу с такого рода проекциями, позволяет изменять точку наблюдения, угол наблюдения в реальном времени, однако визуализация при этом по-прежнему происходит посредством 2D устройства (монитора). То есть, несмотря на то, что цифровая модель может содержать в себе до 7 измерений, визуализация происходит в двух измерениях (2D). В то же время, современные технологии позволяют работать с 3D визуализацией - 3D проектор, виртуальные очки, дополненная реальность. Представляется интересным рассмотреть такой способ визуализации как развитие цифрового подхода в проектировании и эксплуатации.

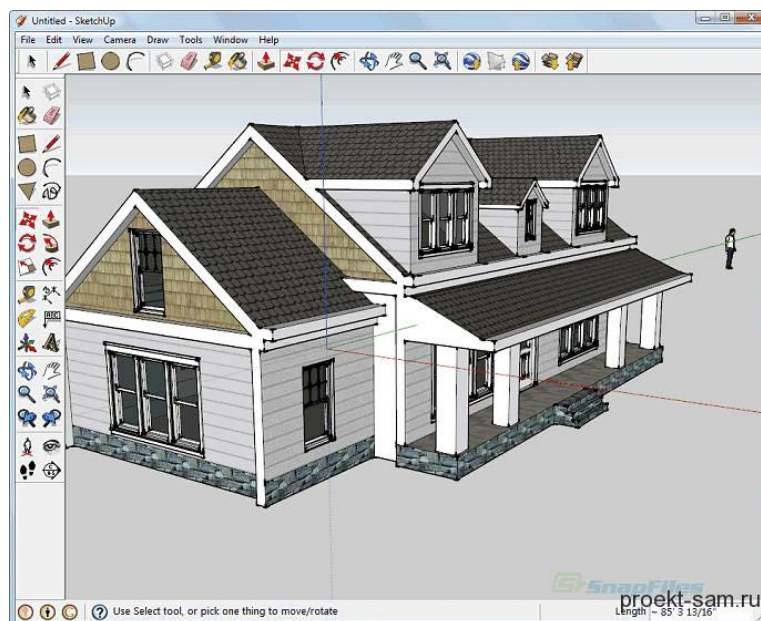
### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Очевидно, что зрение является одним из самых важных органов чувств человека, более того, человеку присуще стереозрение, то есть возможность различать объем, глубину изображения. Основным посылом данной работы являлось предположение, что используя стереоскопическое зрение можно повысить эффективность применения цифровых моделей.

Рассмотрим некоторые конкретные задачи, в решении которых может помочь 3D-визуализация.

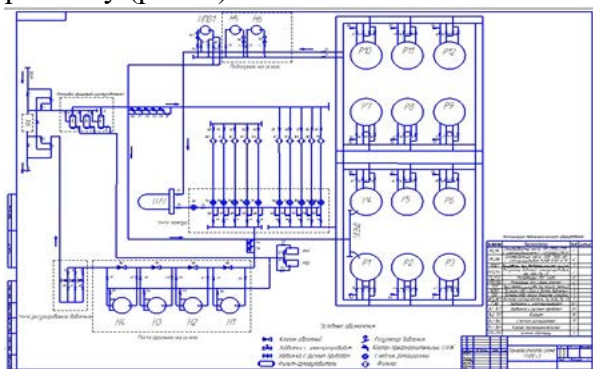
1. *Визуализация архитектурных моделей в 3D (интерьер, планировка, расстановка мебели, сценарии освещения, расположение декоративных элементов).* Дизайнеры, архитекторы и клиенты могут увидеть 3D-модель будущего здания во всех деталях, оценить как выглядят архитектурные элементы в трехмерном виде, протестировать и доработать до начала реального строительства (рис.1.). Использование трехмерной визуализации позволяет работать с расстановкой мебели, сценариями освещения, декоративными элементами – в частности, в дизайне, эффект погружения при использовании 3D очков может позволить лучше почувствовать атмосферу.

Использование 3D проектора может позволить проводить презентации архитектурных решений, в частности, при планировании застройки микрорайона, при проведении общественных слушаний.



**Рис. 1.** Модель в трёхмерном пространстве

2. *Работа со сложными инженерными коммуникациями.* Предположим, например, что на насосной станции необходимо перекрыть определенную задвижку, чтобы избежать какой-то катастрофы. Но как трудно было бы выяснить, где именно кроется техническая проблема, только по планам здания (рис.2.). Если у работников есть очки дополненной реальности, где запрограммированы все мелкие детали, то, надев эти очки, можно с легкостью увидеть проблему (рис.3.)



**Рис. 2.** План здания



**Рис. 3.** Виртуальные очки

То есть в условиях уже построенного объекта может оказаться полезным использование дополненной реальности для быстрого доступа к информации. Это могут быть использованные материалы для стен, расчетное давление для каждой конкретной точки трубопровода, и многое другое.

3. *Здание со сложной архитектурой.* На рис. 4 показано здание главного корпуса МГСУ. Навигация в таком здании является нетривиальной задачей. Если же рассмотреть, к примеру, случай задымления, прибывший пожарный расчет должен найти источник задымления, эвакуировать людей в условиях плохой видимости, найти точки подключения к пожарному водопроводу, приступить к тушению пожара. Используя цифровые модели здания и очки виртуальной реальности, можно создать симулятор-аналог компьютерной игры, где пожарные смогут заранее изучить ситуацию, не входя в здание. Такой симулятор можно использовать как для тренировок, так и в чрезвычайной ситуации, штабе тушения пожара, например. Таким образом, если подобная ситуация возникнет в реальной жизни, пожарные смогут справиться с ней быстрее и эффективнее.



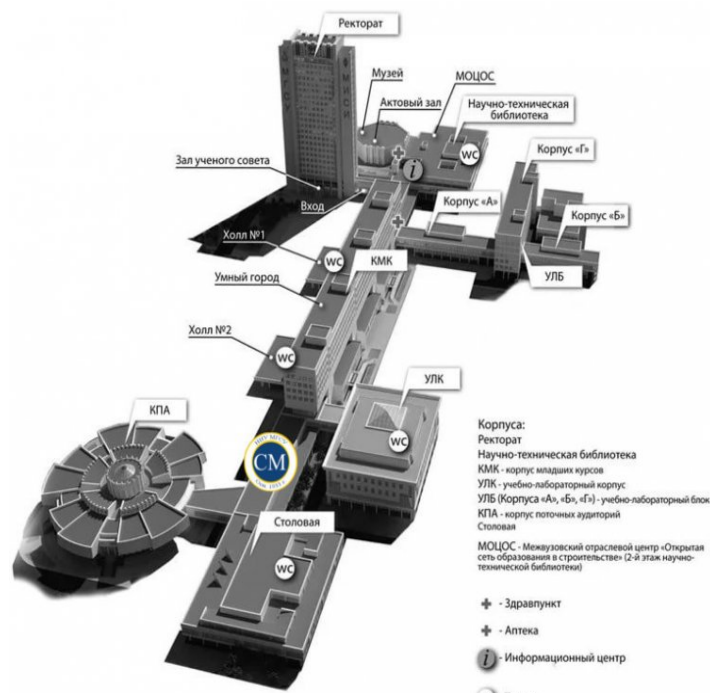


Рис. 4. Здание НИУ МГСУ

4. *Согласование взаимного расположения коммуникации при проектировании.* Рассмотрим подземный паркинг (рис.5). Здесь расположено множество инженерных подсистем, включая электропроводку, вентиляционные каналы, системы пожаротушения, навигационные системы и системы управления эвакуацией. Из-за ограниченной высоты эти системы должны быть расположены как можно компактнее. В ряде случаев, решение задачи компактного расположения может быть довольно сложным. 3D-визуализация может оказаться эффективным инструментом решения такой задачи.

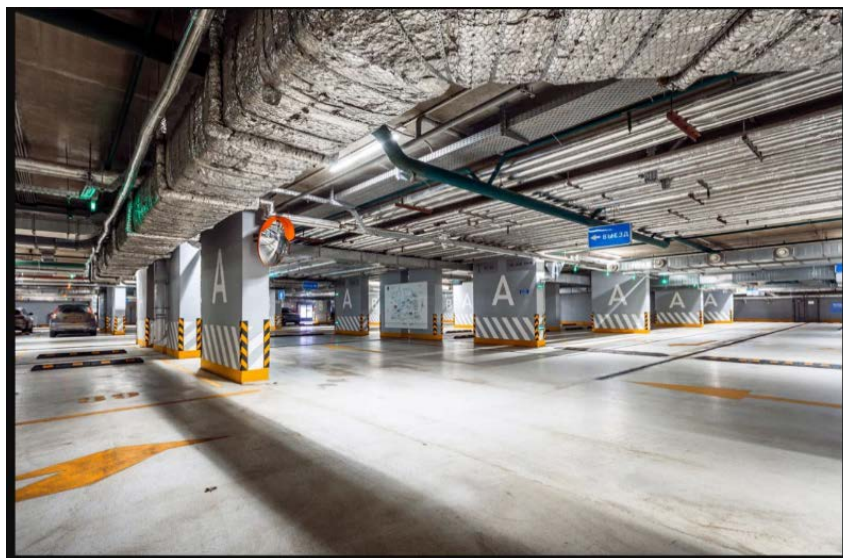


Рис. 5. Подземная парковка

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3D-визуализация предлагает совершенно новые возможности и может использоваться как дополнительный или самостоятельный инструмент. Технологическое развитие и снижение затрат приведут к ее внедрению в сферу строительства и эксплуатации зданий.

Поэтому необходимо развивать эту технологию, которая имеет потенциал и становится все более привычной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Талапов В.В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. – М.: ДМКПресс, 2011. – 392 с.
2. *Козлов И.М.* Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий // Архитектура и современные информационные технологии. – 2010. – № 1(10). – С. 1-10.
3. *Богданов В. Н., Малезжик И. Ф., Верхола А. П. и др.* Справочное руководство по черчению. – М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.
4. *Ишлинский А. Ю.* Новый политехнический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 671 с.
5. *Фролов С. А.* Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1983. – 240 с.

# WALFRAM MATHEMATICA КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

*Казяба Ю.И., студентка 1 курса 4 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

## Аннотация

В статье представлено описание и способы применения программы Wolfram Mathematica, рассмотрение некоторых функций для решения задач, изучаемых в процессе курса высшей математики.

## ВВЕДЕНИЕ

В курсе «Высшая математика» математический анализ даётся студентам довольно трудно не только в плане понимания [1], но и в плане получения правильного ответа. Зачастую, вычисляя, например, производную сложной функции, не можешь быть уверен в полученном ответе. В такие моменты было бы неплохо иметь под рукой помощника. Под эту роль идеально подходит программа Wolfram Mathematica – многофункциональная система компьютерной алгебры, используемая для научных, математических и инженерных расчётов [2, 3]. Оснащенная аналитическими возможностями и обеспечивающая численные расчёты, а результаты выводятся как в алфавитно-цифровом виде, так и в форме графиков.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В основные аналитические возможности программы Wolfram Mathematica входят: решение систем полиномиальных и тригонометрических уравнений и неравенств, а так же трансцендентных уравнений, нахождение пределов, интегрирование и дифференцирование функций, и другие возможности, но мы рассмотрим применение программы на примере тем, изучаемых студентами на первом курсе высшей математики – пределов числовых последовательностей и функций, а так же производных функций [4, 5].

Чтобы рассмотреть решение пределов с помощью программы, рассмотрим вычисление предела последовательности с неопределенностью бесконечность на бесконечность

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3n^2 + n - 7)\sqrt{4n^2 + 8}}{6n^4 - 7n^2 + n + 5}.$$

Для вычисления этого предела мы выносим в каждом множителе числителя и знаменателя  $n$  в наибольшей степени, после чего сокращаем числитель со знаменателем. Так как величина  $1/n$  стремится к нулю при  $n \rightarrow \infty$ , получаем

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3n^2 + n - 7)\sqrt{4n^2 + 8}}{6n^4 - 7n^2 + n + 5} &= \left[ \frac{\infty}{\infty} \right] = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 \left( 3 + \frac{1}{n} - \frac{7}{n^2} \right) n \sqrt{4 + \frac{8}{n^2}}}{n^4 \left( 6 - 7 \frac{1}{n^2} + \frac{1}{n^3} + \frac{5}{n^4} \right)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 \left( 3 + \frac{1}{n} - \frac{7}{n^2} \right) n \sqrt{4 + \frac{8}{n^2}}}{n^4 \left( 6 - \frac{7}{n^2} + \frac{1}{n^3} + \frac{5}{n^4} \right)} = \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{6}{6n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} = \left[ \frac{1}{\infty} \right] = 0. \end{aligned}$$

Для решения этой задачи в Wolfram Mathematica мы задаём стандартную функцию Limit[], не забывая указывать, к чему стремиться предел (рис. 1).

$$\text{Limit} \left[ \frac{(3n^2 + n - 7) \sqrt{4n^2 + 8}}{6n^4 - 7n^2 + n + 5}, n \rightarrow \infty \right]$$

предел

0

**Рис.1.** Вычисление предела последовательности в Wolfram Mathematica

Замечаем, что полученный результат совпал с ручным вычислением.

Следующий пример, который рассмотрим, будет касаться вычисления предела функции

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x^2 - 5x - 12}{x^2 - 16}.$$

Подставляя в числитель и знаменатель  $x \rightarrow 4$ , получаем неопределенность  $\left[ \frac{0}{0} \right]$ , для устранения которой необходимо разложить числитель и знаменатель на множители. Имеем

$$\lim_{x \rightarrow 4} \frac{2(x-4)(x+1.5)}{(x-4)(x+4)} = \lim_{x \rightarrow 4} \frac{2x+3}{x+4} = \frac{11}{8}.$$

Для реализации поставленной задачи в системе Mathematica решим квадратное уравнение  $2x^2 - 5x - 12 = 0$  с помощью функции `Roots[]` (рис. 2).

$$\text{Roots} [2x^2 - 5x - 12 == 0, x]$$

корни многочлена

$$x == -\frac{3}{2} \quad || \quad x == 4$$

**Рис.2.** Решение квадратного уравнения в Wolfram Mathematica

После чего вычисляем предел функции, используя уже известную нам встроенную функцию `Limit[]`, указывая, что  $x \rightarrow 4$  (рис. 3).

$$\text{Limit} \left[ \frac{2 \left(x + \frac{3}{2}\right) (x - 4)}{(x - 4) (x + 4)}, x \rightarrow 4 \right]$$

предел

$$\frac{11}{8}$$

**Рис.3.** Вычисление предела функции в Wolfram Mathematica

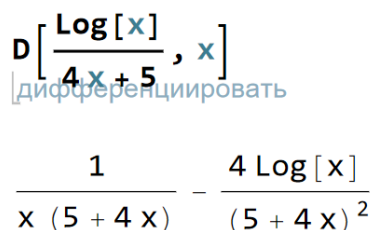
Теперь вычислим производную функции  $y = \frac{\ln x}{4x + 5}$  с использованием известной формулы нахождения производной частного:

$$\left( \frac{u}{v} \right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}.$$

Получаем:

$$y' = \frac{(\ln x)'(4x+5) - \ln x(4x+5)'}{(4x+5)^2} = \frac{\frac{1}{x}(4x+5) - 4 \ln x}{(4x+5)^2} = \frac{\frac{4x+5}{x} - 4 \ln x}{(4x+5)^2} = \frac{4x+5 - 4 \ln x}{x(4x+5)^2}.$$

В программе для нахождения производной исходной функции используем встроенные функции **D[]** (дифференцирование) и **Log[]** (натуральный логарифм) (рис. 4):

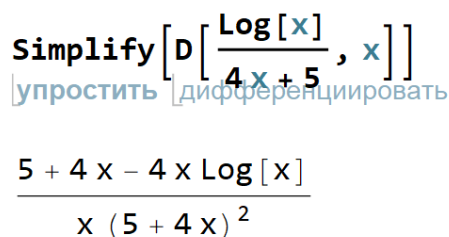


$$D\left[\frac{\text{Log}[x]}{4x+5}, x\right]$$

$$\frac{1}{x(5+4x)} - \frac{4 \text{Log}[x]}{(5+4x)^2}$$

**Рис.4.** Вычисление производной функции в Wolfram Mathematica

Видно, что результаты, полученные при ручном счете и с помощью Mathematica, различны, но это вовсе не означает, что в каком-то случае допущена ошибка. Для того, чтобы получить одинаковое представление ответа необходимо в программе дополнительно использовать функцию **Simplify[]**, которая позволяет преобразовывать и упрощать полученные математические выражения (рис. 5).



$$\text{Simplify}\left[D\left[\frac{\text{Log}[x]}{4x+5}, x\right]\right]$$

$$\frac{5+4x-4x \text{Log}[x]}{x(5+4x)^2}$$

**Рис.5.** Упрощение выражений в Wolfram Mathematica

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Математика неотъемлемая часть нашей жизни. Наука воспитывает дисциплину мышления и мыслительных способностей, а строгое и абстрактное мышление, необходимое в реальной действительности легче развить, занимаясь математикой, так как эта наука уже абстрактна и строга. Мы сталкиваемся с ней на протяжении всей учёбы и немногим нравится этот предмет, но когда мы решаем сложное уравнение или задачу и, сверяясь с программой, получаем верный ответ, испытываем такое же удовлетворение как от игры или любого интересного дела.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Манова Н. В., Николаев В.Г. Проблемы преподавания курса «Высшая математика» на естественнонаучных факультетах // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 10.
2. Иванов О.А., Фридман Г.М. Об опыте использования среды Wolfram Mathematica в курсе дискретной математики // Компьютерные инструменты в образовании. – 2019. – № 2. – С. 43-54.
3. Кристалинский В.Р., Кристалинский Р.Е. О решении задач математической физики в системе Wolfram Mathematica // Научное программное обеспечение в образовании и науке. – 2019. – Т. 15. – № 4. – С. 981-991.
4. Асанова Ж.К. Основные понятия математики в вузовском курсе высшей математики // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 11 (часть 1) – С. 101-105.
5. Письменный Д.Т. Курс высшей математики. – М.: Мир и образование, 2022. – 1024 с.

## УМНЫЙ ДОМ: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ

*Кренева А.К., студентка 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Галишников А.А., доцент кафедры ФО, к.ф.-м.н.*

### **Аннотация**

В статье представлены проблемы системы «Умный Дом» и сравнение распространенных технических решений, историю создания, преимущества и недостатки технологии и состав системы. Так же рассмотрим направления системы и их применение.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Современные технологии развиваются революционными темпами, технологии не стоят на месте, в частности эти технологии помогают нам управлять устройствами, бытовыми приборами и инженерными сетями. Всем известен популярный термин «Умный дом».

Умный дом – это автоматизированная система, которая управляет всеми бытовыми приборами в доме, объединенными в единую экосистему. Система может самостоятельно принимать решения и выполнять определенные задачи без вмешательства человека. Все, что вам нужно сделать, – это нажать кнопку на пульте дистанционного управления прибором или управлять им дистанционно с помощью голосовых команд.

Можно создать алгоритмы, которые позволят системе активировать различные бытовые приборы, домашнюю технику и освещение, контролировать доступ в дом и выполнять другие важные функции. Одним словом, умный дом – это упрощение повседневной жизни и повышение ее комфорта и легкости [1].

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Истоки «умного дома» можно проследить с начала 1960-х годов, когда были изобретены диммеры – устройства, используемые для управления освещением. Это был первый шаг к идее домашней автоматизации, а к концу 20-го века на рынке стали появляться программируемые компоненты, такие как транзисторы, цифровые контроллеры и микросхемы. Именно в это время стали появляться первые варианты «умных» домов, похожих на современные дома. Одним из самых последних и важных событий в истории умных домов стало появление беспроводной технологии Wi-Fi. Сегодня, благодаря интернету и локальным сетям, системы «умного дома» могут управлять всеми механическими системами и оборудованием с помощью смартфона или специальной панели управления. Умный дом – это уже не выдуманная автором история, а реальная технология, созданная благодаря технологическому прогрессу [2].

В настоящее время существует множество стереотипов о том, что такое умный дом. Многие считают, что умный дом – это управление всей системой через телефон, то есть мы сами задаем все параметры. Например, в какой комнате какая будет температура, когда включить свет или полить газон на лужайке за домом. Но на самом деле умный дом – это про «управление без управления». При установке мы задаем нужные параметры контроллеру, и он уже сам «управляет» нашим домом. Например, управляя отоплением и кондиционером, технология обеспечивает комфортную температуру в каждой комнате по отдельности. Еще одним примером может послужить контроль энергопотребления. Допустим вся семья уехала на отдых, зачем поддерживать тепло и энергию во всем доме? Тогда эта система может снизить потребление электроэнергии при условии долго отсутствия людей в здании. Так обеспечивается экономия энергии, не создавая неудобств для вас. Таким образом, умный дом можно настроить так, что контроллер будет сам все решать, а на наш телефон будут приходить уведомления (например, если что-то сломается, нам нужно будет вызвать соответствующую службу для ремонта).

Теперь рассмотрим 2 протокола, на которых основывается построение системы. **KNX** – это протокол передачи данных, используемый в системах автоматизации. Все устройства на шине идентичны и общаются друг с другом с помощью телеграмм (рис. 1). Данные могут передаваться беспроводным или проводным способом. **BACnet** – это протокол обмена данными для систем автоматизации и управления зданиями (рис. 2). Протокол – это набор правил для обмена данными в компьютерной сети. Этот набор правил описывается в виде спецификации, которая определяет, чему должен соответствовать протокол.

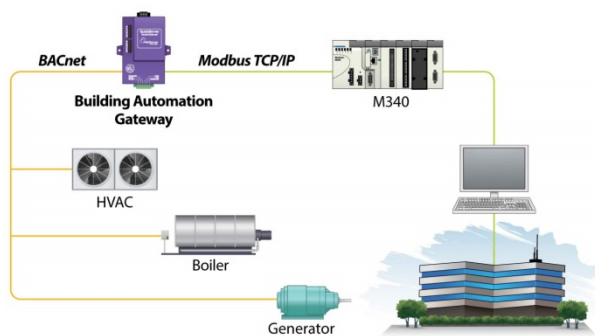


Рис. 1. Работа протокола KNX

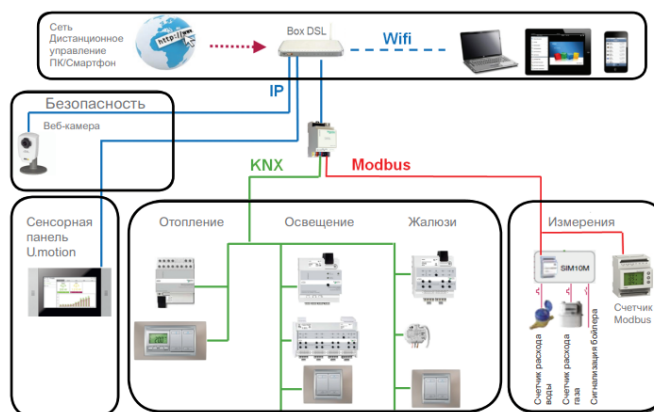


Рис. 2. Работа протокола BACnet

Основным устройством в умном доме, которое объединяет все приборы в единую сеть, является контроллер умного дома. Он объединяет всю систему и подключает ее к потребителю, который управляет различными компонентами со своего смартфона или планшета в зависимости от ситуации и пожеланий.

Рассмотрим несколько контроллеров. **VeraEdge** – контроллер умного дома, который идеально подходит для квартир или небольших домов (рис. 3а). Связь осуществляется по Z-Wave протоколу. **Fibaro Home Center 2** – смарт-устройство для настроек связи с датчиками использует Z-Wave протокол (рис. 3б). Совмещает работу с «Google Ассистентом», имеет понятный и приветливый интерфейс. **Siemens** – программируемый контроллер немецких производителей для автоматизации производства является цифровым компьютером, который используется для любых производственных направлений (рис. 3в). Цена его достаточно высока в сравнении с отечественными контроллерами Овен и Ардуино, поэтому используется он в основном на промышленном производстве.

**Овен** – контроллер, который был разработан в России. Данное устройство позволяет поддерживать два-три-четыре каналов связи (рис. 3г). **ARDUINO** – отечественный электронный блок централизованного управления (рис. 3д). Устройство с компактными габаритами и интуитивно понятным интерфейсом является востребованным прибором на рынке [3].

Существует 3 основных направления развития системы. Умный дом для квартир: преимущество заключается только в комфорте, где экономия минимальная (рис. 4). Рассмотрим несколько преимуществ. Он прост в использовании. Вся система управляется одним устройством, часто это мобильный телефон. Экономичность. Умный дом снижает расходы на оплату счетов за электроэнергию. Это происходит потому, что система отключает приборы, которые не используются. Расходы на освещение могут быть снижены до 40 %, а на отопление – до 30%. Ну и не настолько важен, но в современном виде без этого никуда, это дизайн. Все компоненты системы (кнопки, термостаты, датчики, розетки и выключатели) имеют современный вид и вписываются в любой интерьер. К недостаткам относятся: Стоимость. Хотя эти системы основаны на примитивных датчиках, камерах и сенсорах, стоимость их очень высока. По оценкам, чтобы покрыть расходы на «умный дом», потребуется не менее пяти лет. Обслуживание. Как и любая технология, система может

сломаться. Установка. Система является проводной и должна быть установлена на момент ремонта [4].

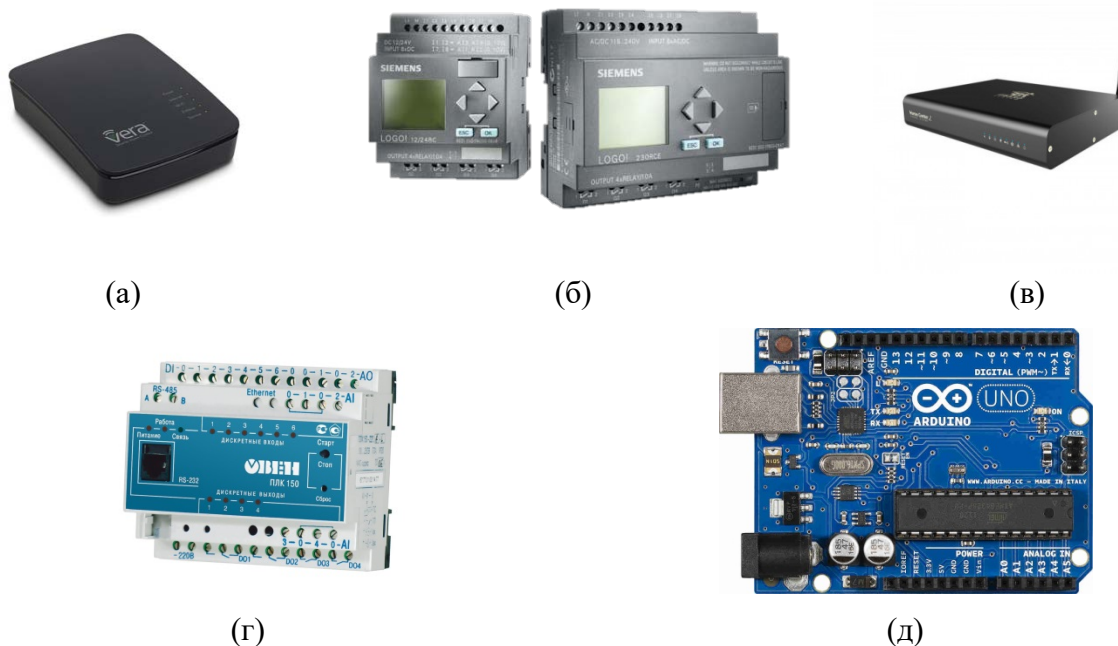


Рис. 3. Контроллеры

Вторым направлением является умный дом для коттеджей (рис. 5). Для этого типа присущи как комфорт, так и экономия, причем экономия в этом случае будет максимальна. Подробнее рассмотрим подсистемы умного дома. Прежде всего, необходимо определиться с функциями, которые вы хотите реализовать в своей интеллектуальной системе управления. Всю систему управления умным домом можно разделить на подсистемы, каждая из которых может быть реализована отдельно или совместно: подсистема управления освещением (позволяет управлять группами освещения, плавно включать/выключать свет и устанавливать необходимый уровень яркости удаленно), подсистема управления климатом (автоматически устанавливает комфортную температуру в градусах). Она так же позволяет владельцу управлять домом с помощью сенсорной панели, планшетного устройства или мобильного телефона). Для большего удобства системы управления «умным домом» могут иметь ряд автоматизированных «сценариев работы» с заранее заданными настройками. Эти настройки определяются владельцем на основе воображаемых сценариев жизни и программируются на этапе установки системы. Таким образом мы рассмотрели преимущества, поэтому перейдем к недостаткам. Высокая стоимость установки, настройки, технического обслуживания и сервиса, а также оборудования, необходимого для установки. . Важно помнить, что технический прогресс не стоит на месте: некоторые функции все еще будут устаревшими через пять лет, в то время как другие будут радикально улучшены. Также важно учитывать стоимость источника бесперебойного питания требуемой мощности. Рассматриваемый источник питания должен выдерживать нагрузку подключенного к нему оборудования. Обычно такое оборудование сначала размещают в специально отведенном помещении. Например, для генератора отводится помещение с дополнительной звукоизоляцией. Так же одним из немаловажных минусов является обильное наличие проводов, установку которых следует предусмотреть при начале проектирования коттеджа. Так же не нужно забывать про стоимость этих самых проводов. В настоящее время все еще не хватает специалистов, которые могут проработать все преимущества и недостатки, а также решить проблему с обслуживанием этого проекта.



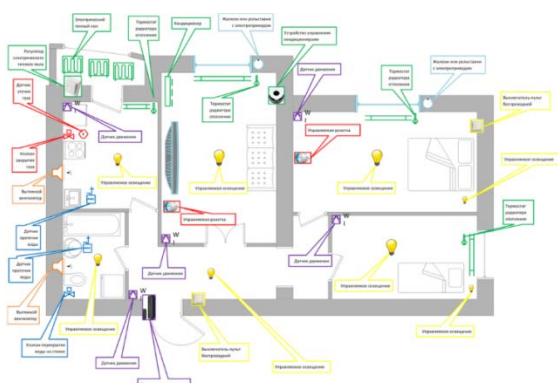


Рис. 4. План квартиры

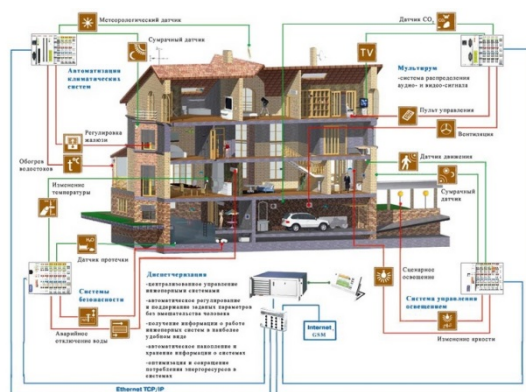


Рис. 5. План коттеджа

Третьим направлением является умный дом для многоквартирных домов. Жилые комплексы подключаются к приложениям, охватывающим весь жизненный цикл помещений и адаптирующимся под будущего собственника жилья в зависимости от этапа сделки, на котором он находится. Рассмотрим подробнее список решений для автоматизации «умного дома» Территория: управление освещением, видеонаблюдение за территорией. В многоквартирных домах системы «умный дом» позволяют избежать непредвиденных ситуаций, таких как повреждение водой, пожар, кража со взломом и последующие финансовые потери. Это все относится к преимуществам, но и недостатки тоже имеются. К ним можно отнести отсутствие специалистов, так же как и во всех типах – стоимость. В настоящее время большая часть домов не пригодна для установки этой системы, потому что использование умного дома должно быть предусмотрено на этапе проектировки многоквартирного дома [5].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении можно сказать, что концепция умного дома интересна и перспективна. Сегодня многие компании, в том числе и в России, предлагают услуги по внедрению такого дома. Частные дома, загородные коттеджи и большие офисы – идеальные места для установки такой технологии. Учитывая, что владельцы коттеджей тратят много денег на обслуживание, стоимость таких решений будет относительно невысокой. Для обеспечения комфорта в квартирах можно использовать различные технологии, от самодельных устройств до управляемых компьютером «умных» систем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Сопер М.Э.*. Практические советы и решения по созданию « Умного дома ». – М.: НТ Пресс, 2007. – 432 с.
2. *Тесля Е.А.* «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. - Санкт Петербург, 2008. – 224с.
3. *Элсенпитер Т. Р., Велт Дж.* «Умный Дом строим сами». – КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005. – 384 с.
4. *Гололобов В.Н.* «Умный дом» своими руками. – М.: НТ Пресс, 2007. – 416 с.
5. *Харке В.Н.* «Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникаций в жилищном строительстве». – М.: Техносфера, 2006. – 292с.

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ: РАСШИРЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТИМ И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Любавина К.В., студентка 1 курса 4 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи.*

*Научные руководители – Гиясов Б.И., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент,  
Галишиников А.А., доцент кафедры ФО, к.ф.-м.н.*

### **Аннотация**

В статье рассмотрены перспективные направления обновления строительной индустрии, такие как цифровизация с применением технологий информационного моделирования, а так же внедрение аддитивных технологий, что позволит кардинально поменять сам подход к строительству зданий и сооружений.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Развитие строительной отрасли в современной реальности не может игнорировать всеобщее внедрение новых технологий. Цифровая трансформация подбирается все ближе. В начале текущего года правительство РФ приняло в реализацию распоряжение о стратегическом направлении в области цифровой трансформации строительной отрасли, которое планируется реализовать в рамках Приоритета 2030 года.

Создаётся система управления всем жизненным циклом объектов с помощью технологий информационного моделирования. Заявленные планы невозможно реализовать с тем количеством людей, качеством и сроками выполнения работ, которые сейчас присутствуют в индустрии. Необходимы инновационные технологические решения на каждом этапе жизненного цикла объектов. Ведь специалисты понимают, что потенциал внедрения цифровых технологий в строительное производство безграничен.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Самый глобальный способ обновить строительное производство – это внедрение технологий информационного моделирования [1]. Важно помнить, что ТИМ – это не только про проектирование. Такая технология проникает глубоко во все процессы строительства [2].

Не так давно термин «технологии информационного моделирования» воспринимался только как 3D-модель для визуализации объекта и составления проектной документации. Но 3D-модель – только «вершина айсберга». Фундамент технологии – это процессы, возможности одновременного взаимодействия нескольких специалистов с данными об объекте строительства. Процессы координируют работу с информационной моделью, которая строится из интеллектуальных данных и параметрических взаимосвязей.

Теперь следует рассмотреть возможности цифровизации на этапе эксплуатации.

Ведя речь о «ТИМ», мы представляем процессы проектирования, реже этап возведения объекта, но не задумываемся о возможностях положительного влияния технологии на этапе эксплуатации. А зря, ведь именно этап эксплуатации является самым продолжительным в жизненном цикле зданий и сооружений. Качественно управлять объектом – это нелегкий труд, который состоит из грамотного управления, достоверной и своевременной информации и моментального реагирования.

Использование информационной модели здания вместо обычного паспорта объекта в совокупности с установленными во время возведения датчиками, камера и анализаторами даёт точное состояние каждого здания, и всех инженерных сетей, а не используемый ныне общий процент износа. Стоит перечислить положительное влияние от внедрения цифрового двойника на этапе эксплуатации здания (рис.1):

- сокращение длительности выполнения рабочих процессов по обслуживанию объектов, а главное возможность недопущения аварийных ситуаций, путем установки и использования датчиков, различных контроллеров и анализаторов, а

- также обмен этими данными в режиме онлайн с специалистами обслуживающих организаций ;
- использование цифрового двойника [3] вместо привычного паспорта объекта кардинально сокращает время на подсчеты объемов работ и передачу информации подрядным организациям;
  - передача данных о состоянии всех конструкций и сетей объекта в режиме реального времени даёт новый уровень представления о происходящем на строительной площадке или объекте эксплуатации;
  - применение новых технологий несет за собой повышение квалификации сотрудников, минимизацию человеческого фактора в работе, и «незаменимых» сотрудников;
  - мгновенный дистанционный доступ к цифровому двойнику объекта, ко всем доступным данным, на протяжении всей жизни здания в онлайн режиме, быстрая беспрепятственная передача данных сопутствующим специалистам и подрядным организациям;
  - цифровой двойник дает возможность проанализировать возможные сценарии поведения объекта при разных нагрузках, выявить слабые места и предотвратить аварийные ситуации, просчитать стоимость возможных ремонтов.
  - при применении ТИМ на промышленных объектах открывается возможность оптимизации логистических процессов, координация потоков сотрудников, моделирование изменения сценариев технологических процессов и их влияние на состояние объекта.



**Рис. 1.** Влияние внедрения ТИМ в строительное производство

Следующая возможная перспектива цифровизации отрасли – аддитивные технологии – изготовление изделий на основе компьютерной 3D модели, которые радикально меняют сам процесс строительного производства [4-5]. В строительной отрасли применяется два вида печати:

- метод экструзии, жидким материалом через сопло экструдера;
- 3D печать сухим порошковым материалом.

Метод экструзии в строительстве считается самым применяемым. Данным методом пользуются при возведении целых объектов, непосредственно на строительной площадке, а так же отдельных конструкций. Сухая печать применяется главным образом для создания небольших архитектурных форм, малых декоративных элементов.

Важно сказать, что производители печатного оборудования не останавливаются на стандартных машинах. Разработчики объединили в одном оборудовании, сразу несколько решений, непосредственно 3D принтер, а так же роботизированный механизм для выполнения сопутствующих работ.

Важный показатель от внедрения технологии – это его отражении на финансовой составляющей производства (табл. 1).

**Табл. 1.** Стоимостное сравнение традиционного строительства и строительной 3D печати

	Стоимость в % от традиционного строительства	Применение технологий аддитивного производства
Стоимость проекта	20-25	Сокращение продолжительности проекта с быстрым выходом на рынок резко снижают стоимость проекта
Материальные ресурсы	25-30	Отсутствие отходов
Процесс производства	45-55	Существенно снижен ручной труд. Физическая работа заменяется интеллектуальной.



**Рис. 2.** Финансовые затраты при традиционном строительстве

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучив возможности цифровизации, мы можем провести анализ положительного её влияния на строительную отрасль (табл. 2).

**Табл. 2.** Отражение внедрения новых технологий на всех жизненных этапах объекта

Этап	При цифровой трансформации	При традиционном строительстве
Разработка проектной документации	<b>Внедрение ТИМ:</b> Хранение всех данных о проекте в одном месте, одновременный доступ специалистов. Комплексное управление данными проекта. Прогнозирование жизни объекта при разных видах нагрузки. Автоматическое осмечивание проекта, расчёт трудозатрат.	Неизбежны коллизии между конструкциями здания и инженерными сетями. Дополнительное время и специалисты затраченные на осмечивание. Неточный подсчёт объёмов материалов. Время затраченное на разработку ПД напрямую зависит от сложности проекта.

Строительно-монтажные работы	<b>Аддитивные технологии</b> -сроки работ сокращаются более чем на 45%, затраты на возведение на 30%, чистота строительной площадки, минимальное кол-во рабочих.	Большое количество рабочих разных специальностей. Время и средства затраченные на строительства пропорциональны сложности проекта, местности строительства, и выбранным материалам.
Эксплуатация зданий и сооружений	<b>Внедрение ТИМ</b> - даёт снижение затрат на эксплуатацию до 20%, на ремонтные работы до 40%. Прогнозирование и быстрое реагирование на аварийные ситуации.	Высокие затраты на устранение аварийных ситуаций, необходимость постоянного мониторинга объектов.

В настоящее время строительная отрасль переживает настоящую трансформацию, что позволит сделать строительное производство более понятным, организованным и технологичным, сократить сроки и стоимость проектов. Без внедрения новых технологий, сложно грамотно управлять и принимать решения. Цифровизация стройкомплекса на всех этапах способна совершить настоящий переворот, расширить границы возможного на стройплощадке, изменив представления о сроках, стоимости, качестве, эстетических и архитектурных возможностях строительства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Шемякина Т.Ю.* Информационное моделирование строительных объектов: особенности применения и развития // Вестник университета. – 2020. – № 7. – С. 89-95.
2. *Рахматуллина Е.С.* BIM-моделирование как элемент современного строительства // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18. – №. 19. – С. 2849-2866.
3. *Крюков К.М., Шаповалов А.В.* Использование технологии цифровых двойников в строительстве // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 5. [ivdon.ru/magazine/archive/n5y2022/7640](http://ivdon.ru/magazine/archive/n5y2022/7640).
4. *Богодухова Е.С., Кашапова Р.Ф., Конюхова Г.П.* Аддитивные технологии в строительной производственной сфере // Теория и практика проектного образования. – 2019. – № 2 (10). – С. 44-46.
5. *Мухаметрахимов Р.Х., Вахитов И.М.* Аддитивная технология возведения зданий и сооружений с применением строительного 3D-принтера // Известия КГАСУ. – 2017. – № 4 (42). – С. 350-359.

# УЧЁТ ПРОДОЛЬНЫХ И СДВИГОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭПЮР ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ РАМАХ МЕТОДОМ СИЛ

*Меликсетян С.Р., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Ву Н.Т., ст. преподаватель кафедры ФО, к.т.н.*

## Аннотация

Данная статья посвящена определению перемещений в статически неопределимых рамах с учётом сдвиговых и продольных деформаций. Проведён анализ результатов расчёта с учётом внутренних изгибающих, продольных и поперечных усилий и только с учётом изгибающих. Определена важность учёта всех усилий.

## ВВЕДЕНИЕ

Из курса строительной механики известно, что перемещения в статически неопределимых рамах (балках) определяют только по эпюре изгибающих моментов. Но что будет если учесть влияние продольных и поперечных сил на перемещение? Как изменится окончательная эпюра моментов, которая на прямую зависит от величины перемещений? Частично ответы на поставленные вопросы предложили такие учёные как Потапов А. Н [1], Монахов В.А. [2, 3] и другие [4, 5], но, чтобы окончательно разобраться в поставленных вопросах, ниже представлен пример расчёта простой рамы с учётом продольных и сдвиговых деформаций.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Каноническое уравнение метода сил примет вид:

$$\begin{cases} \delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \Delta_{1p} = 0, \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \Delta_{2p} = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\delta_{ik}, \Delta_{ip}$  – единичные и грузовые перемещения соответственно, которые определяются по формулам:

$$\delta_{ik} = \sum_{m=1}^n \int \frac{M_i \cdot M_k}{EI} ds, \quad (2)$$

$$\Delta_{ip} = \sum_{m=1}^n \int \frac{M_i \cdot M_p}{EI} ds. \quad (3)$$

Как видим из выше приведенных формул единичные перемещения зависят только от изгибающих моментов. Но мы договорились, что расчет будет с учетом продольных и сдвиговых усилий, в таком случае формулы (3), (4) примут вид:

$$\delta_{ik} = \sum_{m=1}^n \int \frac{M_i \cdot M_k}{EI} ds + \sum_{m=1}^n \int \frac{N_i \cdot N_k}{EF} ds + \sum_{m=1}^n \int \eta \frac{Q_i \cdot Q_k}{GF} ds, \quad (4)$$

$$\Delta_{ip} = \sum_{m=1}^n \int \frac{M_i \cdot M_p}{EI} ds + \sum_{m=1}^n \int \frac{N_i \cdot N_p}{EF} ds + \sum_{m=1}^n \int \eta \frac{Q_i \cdot Q_p}{GF} ds. \quad (5)$$

Для раскрытия интегралов в (5), (6) воспользуемся методом Верещагина [2] (методом перемножения эпюр). Для определения коэффициентов и свободных членов канонического уравнения строим единичные и грузовые эпюры изгибающих моментов, продольных и поперечных сил. В выражениях (4), (5) первое слагаемое – перемещение от действия

изгибных усилий, второе – от продольных усилий, третье – от поперечных. Таким образом, мы определили коэффициенты и свободные члены канонического уравнения в общем виде.

Далее решение задачи тривиально, строят окончательную эпюру изгибающих моментов согласно формуле:

$$M_{ок} = M_1 \cdot X_1 + M_2 \cdot X_2 + M_p.$$

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результат данного исследования показал, что при построении простейших рам прямоугольного очертания учитывать продольные и сдвиговые деформации при определении перемещений канонического уравнения вовсе не обязательно, так как разница в результатах меньше 1 %.

Результат был очевиден, ведь в качестве примера приводилась простейшая рама с небольшими поперечными нагрузками. В основном приведённая рама действует только на изгиб, поэтому и получилось, что больший вклад в определении перемещений дало первое слагаемое формул (4), (5).

Действуя по тому же принципу можно сказать, что, например, для определения перемещений элементов фермы, которая по своим конструктивным особенностям работает в основном на сжатие\растяжение, будем учитывать только второе слагаемое формул (4), (5).

С простыми конструкциями все достаточно тривиально, но, если очертание будет иметь наклонный вид (даже у простой рамы), если конструкция будет содержать в себе элементы и фермы, и рамы (комбинированные конструкции). В таком случае необходимо учитывать все слагаемые формул (4), (5), то есть изгибные, продольные и сдвиговые деформации, так как заранее неизвестно вклад каких усилий будет больше.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Потапов А.Н.* Строительная механика стержневых систем. Статически неопределимые системы: метод сил: Учебное пособие для самостоятельной работы. – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), 2017. – 49 с.

2. *Монахов В.А.* Основы строительной механики: Курс лекций для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство». – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2017. – 184 с.

3. *Монахов В. А.* Матричные методы строительной механики. – Пенза: ПГУАС, 2018. – 172 с.

4. *Совков В.И., Гулякин Д.В.* Матричные методы строительной механики: матричная форма метода сил // Ключевые вопросы образования и педагогики. – 2017. – С. 100-103.

5. *Аксенов М. А.* Матричные методы строительной механики // новая наука: от идеи к результату. – 2016. – № 11-2. – С. 66-68.



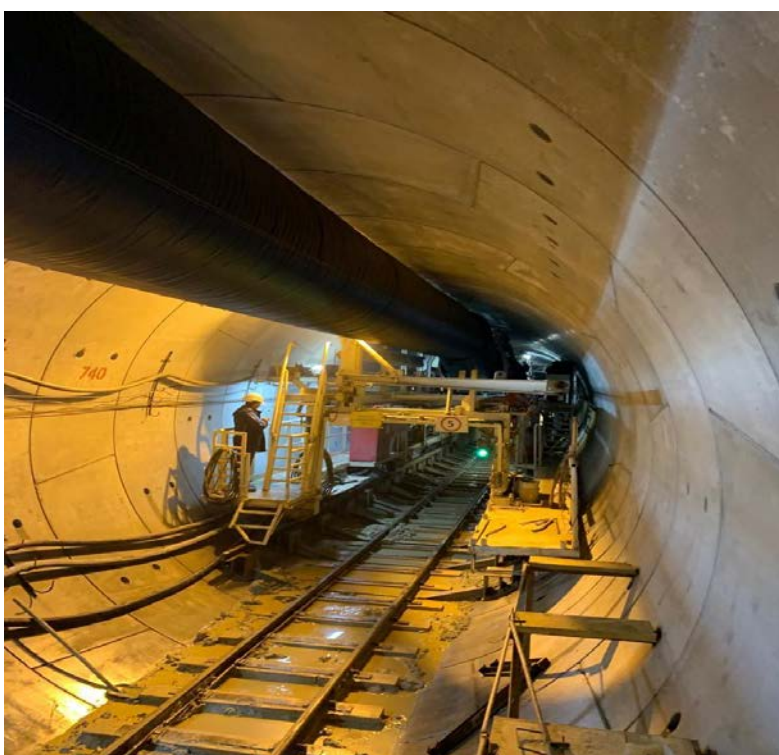


2. Инженерные изыскания. На этом этапе собирают сведения о геодезии, геологии, экологии, это необходимо для разработки проекта и рабочей документации.

3. Разработка проектной документации. При разработке рабочей документации основываются на ранее полученных инженерных изысканиях. При подготовке проекта задают глубину проходки, типы и виды конструкций и способ прокладки подземных тоннелей, так же составляют проектно-сметную документацию.

4. Строительно-монтажные работы. Согласно проектным решениям производят строительство тоннелей метро. Самый частый и экономичный вариант, это тоннель на глубине менее 20 метров, при условии, если на поверхности нет жилых домов.

Одна из основных инженерных сетей для исправной работы метро – это электрические кабели высокого напряжения. Для прокладки используется электрический кабель в изоляции напряжением 6-10 кВ (рис. 2). За счет данного кабеля производится питание от тяговой подстанции через кабельный коллектор в станционные комплексы и к контактному рельсу для питания электропоездов. По официальным данным ГУП «Метрополитен» за 2018 г. в строящихся тоннелях метро было проложено более 180 км кабеля высокого напряжения.



**Рис. 2.** Электрический кабель в изоляции

Ещё одна из важнейших коммуникаций – это вентиляционная камера/шахта [4]. Основа современной системы вентиляции – тоннельные вентиляторы. В вентиляционной шахте устанавливают два вентилятора с диаметром до 2.5 м. У них два режима: летний и зимний. Режимы меняются в зависимости от сезона: летом вентиляторы работают на отток воздуха, зимой — на приток. Вентиляторы для метрополитена производит и поставляет Артемовский машиностроительный завод ВЕНТПРОМ (рис. 3).



**Рис. 3.** Вентиляторы для метрополитена

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Итак, метрополитен является самым технически сложным с точки зрения строительства и обслуживания общественным транспортом, без которого в больших городах передвижение с наземного транспорта в разные концы города занимала бы куда больше времени [5]. Сетей в метрополитене очень много. В статье приводится описание основных из них, помимо перечисленных инженерных сетей есть слаботочные системы (телефон, интернет, пожарная сигнализация), водопровод, система откачки грунтовой и дождевой воды и т.д.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Железнодорожный транспорт: энциклопедия / гл. ред. Н. С. Конарев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1994.
2. Емельянов О., Карпунин Л. Московский метрополитен. – М.: Московский рабочий, 1960, 108 с.
3. Байбурова Р.М. Архитектурный образ Москвы 1930-х годов // Искусство Евразии. – 2020. – № 2 (17). – С. 148-163.
4. Алферова Е.Л. Вычислительное моделирование процесса адиабатического охлаждения воздуха в тоннеле метрополитена // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – С. 115-122.
5. Быков А.И., Быкова Г.И., Коришнова Н.Н., Быков А.А., Державина О.А. Подземные сооружения – способ рационального использования земельных ресурсов// Инновации и инвестиции. – 2021. – № 3. – С. 239-243.

## ОБЗОР ДИАГОНАЛЬНО-СЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Парамонова Н.В., студентка 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Галишников А.А., доцент каф. ФО, к.ф.-м.н.*

### **Аннотация**

В этой статье дается краткое введение в диагонально-сетчатые конструкции, объясняется идея их формирования, важные компоненты и то, как они работают вместе для создания структурно стабильных и неизменных конструкций. В ней также рассматриваются основные способы использования этих конструкций в строительстве, а также специфические проблемы, связанные с вертикальными и горизонтальными силами. Кроме того, в статье приводится обзор материалов, обычно используемых в диагонально-сетчатых конструкциях, и основных ограничений, с которыми сталкиваются проектировщики при работе с ними.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В конце 19 века в ранних проектах высотных зданий признавалась эффективность диагональных элементов жесткости в сопротивлении боковым силам. Большинство структурных систем, используемых для первых высотных зданий, представляли собой стальные рамы с диагональными связями различных конфигураций, таких как X, K и эксцентриковые. Однако, хотя структурное значение диагоналей было хорошо признано, их эстетический потенциал не был оценен явно. Таким образом, диагонали обычно были встроены в ядра зданий, которые обычно располагались внутри здания. Серьезный отход от этого подхода к проектированию произошел, когда в конце 1960-х годов были введены раскосные трубчатые конструкции.

Для 100-этажного здания Джона Хэнкока в Чикаго диагонали были расположены по всему внешнему периметру здания, чтобы максимизировать их структурную эффективность и извлечь выгоду из эстетических инноваций. Эта стратегия намного эффективнее, чем ограничение диагоналей более узкими ядрами зданий. Ясно, что симбиоз между структурным действием и эстетическим замыслом, например, продемонстрированный башней Хэнкок, является примером высокоинтегрированного дизайна и инженерии. В последнее время использование диагоналей по периметру – отсюда и термин «диагональная сетка» – для структурной эффективности и эстетики вызвало новый интерес со стороны архитектурных и структурных проектировщиков высотных зданий.

Разница между обычными рамными конструкциями с внешними связями и современными конструкциями с диагональной сеткой заключается в том, что для структур с диагональной сеткой почти все обычные вертикальные колонны исключены. Это возможно, потому что диагональные элементы в диагональных конструктивных системах могут нести гравитационные нагрузки, а также боковые силы из-за их треугольной конфигурации, тогда как диагонали в обычных каркасных конструкциях несут только боковые нагрузки. По сравнению с обычными каркасными трубчатыми конструкциями без диагоналей, диагональные конструкции намного эффективнее минимизируют деформацию сдвига, поскольку они воспринимают сдвиг за счет осевого действия диагональных элементов, в то время как обычные каркасные трубчатые конструкции воспринимают сдвиг за счет изгиба вертикальных колонн.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Структурную систему с диагональной сеткой можно определить как диагональные элементы, образованные в виде каркаса, созданного путем пересечения различных материалов, таких как металлы, бетон или деревянные балки, которые используются при строительстве зданий и крыш. Диарешетчатые конструкции стальных элементов эффективны в обеспечении решения как с точки зрения прочности, так и жесткости [1]. Но в настоящее

время диарешетка широко применяется в больших пролетах и высотных зданиях, особенно когда они имеют сложную геометрию и криволинейные формы.

#### 1. Оптимальный угол диагональной сетки.

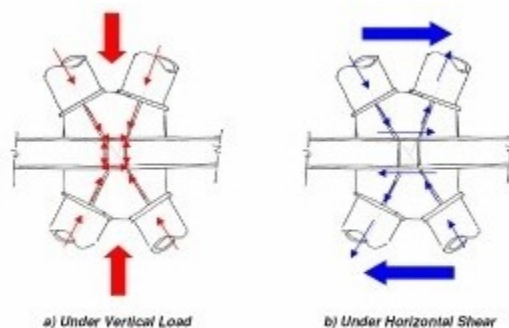
Диагональный элемент диасетки несет как сдвиг, так и момент. Таким образом, оптимальный угол размещения диагоналей зависит от высоты здания. Оптимальный угол наклона колонн для максимальной жесткости на изгиб в обычном здании составляет 90 градусов, а для диагоналей для жесткости на сдвиг – 35 градусов. Предполагается, что оптимальный угол диасетки находится между ними. Обычно принятый диапазон составляет 60-70 градусов. С увеличением высоты здания увеличивается и оптимальный угол [2].

#### 2. Размеры модуля Diagrid.

Размеры модуля в основном два:

1) высота диарешетки зависит от количества этажей, укладываемых в один модуль диарешетки. Обычное количество этажей, укладываемых для модуля диасетки, составляет от 2 до 6;

2) основание модуля, на котором формируется диарешетка, обычно зависит от высоты и оптимального угла наклона диарешетки.



**Рис. 1.** Разновидности систем

Узлы играют важную роль в строительстве диагоналей, поскольку они соединяют все диагональные секции. Эти узлы предназначены для восприятия двух различных типов вертикальных нагрузок и горизонтального сдвига [3]. Чтобы минимизировать количество сварки, необходимой для соединения, узлы соединяются с остальными секциями либо сваркой, либо болтами. Вертикальные нагрузки передаются в виде осевых нагрузок от элементов настила, расположенных над узлами, на обшивку и ребра жесткости, а затем на элементы диагональных распорок, расположенных под узлами. Аналогично, горизонтальный сдвиг передается в виде осевых нагрузок на диагональные элементы над узлами, причем один элемент находится в сжатом состоянии, а другой – в растянутом [4]. Передача нагрузки в узловом элементе происходит от верхней части узла на ребра жесткости и косынку, а затем от косынки и ребра жесткости на нижние элементы в паре сжатия и растяжения. Из-за такого пути передачи нагрузки болтовое соединение подвергается очень высоким сдвиговым усилиям при воздействии боковых нагрузок. В результате болтовое соединение часто является самой слабой частью конструкции во время землетрясений, что подчеркивает важность проектирования этих соединений с особой тщательностью.

Преимущества диасетки при возведении конструкции значительно улучшают эстетический вид здания. Использование диасетки уменьшает сталь до 20% по сравнению с раскосной конструкцией рамы. Он не требует технического труда, так как технология строительства проста [5]. Диасетка максимально используется, если используется конструкционный материал. Когда стеклянный материал используется с диарешеткой, он пропускает большое количество света внутрь конструкции. Эти структуры имеют в основном свободный от колонн внешний вид и интерьер, могут быть реализованы свободные и четкие, уникальные планы этажей [6].

Основным недостатком диагридной системы является то, что она еще не полностью изучена. Эта конструкция требует квалифицированной рабочей силы, а нынешняя бригада не имеет ни представления, ни опыта в установке диасеток [7]. Поскольку диарешетка полностью берет на себя эстетический вид здания, дизайн ограничивается только диарешеткой. Общий язык дизайна от этажа к этажу реализован в виде единой диасетки, состоящей из 2-6 этажей. Диасетки можно установить только в многоэтажном доме. Если диарешетки не спроектированы или не установлены должным образом, это влияет на экономичность и безопасность конструкции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря своим огромным размерам, небоскребы обладают естественной грандиозностью, что делает их архитектурное выражение значительным компонентом окружающего городского контекста. Поэтому строительство высотного здания требует тщательного анализа того, как новое сооружение впишется в существующий городской ландшафт с эстетической точки зрения. Высотные здания, как и другие архитектурные формы, состоят из различных компонентов. Исторически сложилось так, что современная архитектура в значительной степени опирается на чистые вертикальные и горизонтальные линии, особенно на внешних поверхностях высоких зданий. Однако в современных городских условиях высокие здания с диагональными решетками могут разительно отличаться от своих более высоких соседей. В то время как многие современные эстетические решения в значительной степени определяются субъективными визуальными суждениями, использование диагональных структур представляет собой инновацию, требующую партнерства между техническими и композиционными интересами. Таким образом, эти сооружения отличаются как своим культовым, так и технологическим значением.

В общем, соединения диасетчатых структур более сложны, чем обычные ортогональные конструкции, и поэтому имеют тенденцию быть более дорогими. Конструктивность является серьезной проблемой, и заводское изготовление узловых элементов имеет важное значение. Одной из стратегий преодоления этой неблагоприятной характеристики системы является изготовление сложных соединений в цеху. Фактически, эта стратегия использовалась для обычных стальных трубчатых конструкций, которые включают в себя множество жестких соединений колонн и балок из-за большого количества колонн по периметру, необходимых в целом для того, чтобы система работала должным образом. Благодаря треугольной конфигурации конструктивной системы с диагональной сеткой жесткие соединения не требуются. Хорошо работают штыревые соединения в сложных стыках диасеток. При проектировании с использованием стратегии сборных конструкций конструктивность не будет критической проблемой для диасетчатых структур.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Петренко Ф.И.* Расчет сетчатых оболочек отрицательной гауссовской кривизны с учетом геометрической и физической нелинейности М.: дис. ... канд. техн. наук, 2017. – 188 с.
2. *Korsavi S., Maqhareh M.R.* The Evolutionary Process of Diagrid Structure Towards Architectural, Structural and Sustainability Concepts: Reviewing Case Studies // *Journal of Architectural Engineering Technology*. – № 03 (02). – 2014. DOI:10.4172/2168-9717.1000121
3. *Boake T.M.* Diagrid structures: systems, connections, details. Berlin, 2014. – 184 p.
4. *Анохин Н.Н.* Строительная механика в примерах и задачах. Часть 1. – М.: Издательство АСВ, 2016. – С. 7-90
5. *Srisangeerthan S., Hashemi M.J., Rajeev P., Gad E., Fernandos S.* Review of performance requirements for inter-module connections in multi-story modular buildings // *Journal of Building Engineering*. – 2020. – 101087.

6. *Boake T.M.* The emergence of the Diagrid – It's all about the node // International Journal of High-Rise Buildings. 2016. – Vol. 5. – № 4. – Pp. 293-304.

7. *Трастьян Н.А., Линьков Н.В.* Разработка рамных узлов стальных конструкций с учетом пластических деформаций // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\\_183\\_Trastyan\\_Linkov.pdf\\_bf20a01bfe.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_183_Trastyan_Linkov.pdf_bf20a01bfe.pdf)

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЧЕТ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ

*Пасхин К.Д., студент 4-го курса Московского Политехнического университета  
Научный руководитель – Ершов Д.С., к.т.н., доцент*

## Аннотация

Автоматизация метрологического учета средств измерений может принести значительную экономическую эффективность в различных областях. Использование автоматизированного метрологического учета средств измерений позволяет обеспечить прослеживание средств измерений, что может быть полезно для обеспечения соответствия нормативным стандартам и для выявления потенциальных проблем до того, как они станут проблемами.

## ВВЕДЕНИЕ

Метрологическая точность измерительных приборов жизненно важна для компаний, чтобы они соответствовали требованиям, а клиенты доверяли своей продукции. На основе этого каждое СИ предприятия должно проходить поверку для подтверждения его метрологических характеристик [1]. Но управление этими инструментами часто занимает много времени и является сложным. В связи с этим появляется необходимость в создании автоматизированной системы метрологического учета средств измерений с использованием штрихового кодирования.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Линейный штриховой код (рис. 1) – это графическое представление закодированной информации для автоматизации учета. Оно представляет собой комбинацию черных полос разной ширины с набором цифр под ними. Штрихкодирование активно используется во всех областях экономики: торговле, промышленности, транспортной сфере и других, где необходима оптимизация учета продукции, материалов, СИ или событий [2].



**Рис. 1.** Линейный штриховой код

Автоматизированная система учета СИ помогает компаниям разрабатывать и хранить свои планы калибровки, регистрировать результаты измерений, повышать точность отслеживания и т. д. – и все это на одной центральной платформе [3]. Автоматизированная система представляет собой большую базу данных, в которой хранятся все данные для работы метрологической службы. Помимо основных сведений о каждом средстве измерения, в данной базе данных хранятся индивидуальные номера каждого средства измерения, а также все документа метрологической службы. Примером можно привести прием какого-либо СИ для его дальнейшей поверки. При приеме СИ ответственный расписывается в бумажном журнале за то, что сдал СИ на поверку в метрологическую службу. Помимо этой записи, он также расписывается и в других документах. Перечень их может быть разным в зависимости от предприятия и типа СИ. Чаще всего это акт сдачи. При этом метролог распечатывает бирку и клеит ее на СИ и размещает его на стеллажах. В зависимости от типа СИ стеллажи разделяют на разные группы. Таким образом ведется дублирование данных и повторное ведение документации, которая отнимает время работы метрологической службы.

При использовании автоматизированной системы метрологического учета средств измерений можно полностью уйти от ведения бумажных журналов и документов [4]. Работник метрологической службы сканирует СИ с использованием штрихового

кодирования у себя на компьютере. Программа находит данное СИ в базе данных и открывает его учетную карточку. В данной карточке, помимо основных данных о СИ (заводской номер, дата поверки, ответственный за данное СИ и т.д.), также есть информация о предыдущих ремонтах, их причинах, результатов каждой поверки или калибровки и т.д. Если работник предприятия просрочил срок поверки и калибровки своего СИ, программа автоматически вышлет ему напоминание на почту о том, что СИ с данным номером просрочено на некоторое время. После проведения поверки или калибровки работник метрологической службы обновляет данные в автоматизированной системе. После этого программа автоматически создаст акт поверки или калибровки, которой будут указаны результаты поверки или калибровки соответственно, и разместит этот документ в свою базу данных. Работник метрологической службы следит за правильностью работы программы и вносит корректировку при каких-либо ошибках. Работник предприятия получает уведомление Данное решение на основе ведения базы данных и сканера штрих-кодов уже используется сотнями компаний по всему миру и позволило им сэкономить более 40 % на административных расходах, в то время как некоторые предприятия до сих пор ведут бумажный журнал учета средств измерений, что достаточно трудоемкий результат.

Автоматизированные системы штрихового кодирования упрощают и делают более точным отслеживание СИ. Их можно использовать для отслеживания СИ, выдачи и получения СИ после поверки или калибровки, ведения остатков и количества СИ, которые необходимо поверить или откалибровать, а также его можно использовать для документации. К примеру, при принятии СИ в метрологическую службу, выдается акт, на котором можно распечатать штрих-код от СИ. С помощью хорошей автоматизированной системы штрихового кодирования все операции со СИ можно отслеживать с точностью и эффективностью, что сокращает дорогостоящие ошибки, связанные с бумажными системами, что полностью соответствует ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [5].

Штриховое кодирование дает компаниям ряд преимуществ. Используя штрих-коды для отслеживания измерительных приборов, компании могут быстро идентифицировать именно тот прибор, который им нужен, сокращая время, необходимое для поиска прибора, и гарантируя, что они получают нужный инструмент, когда он им нужен. Штрих-коды также могут предоставить подробную информацию о приборе, такую как номер модели, серийный номер и информацию о производителе.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Ведение бумажных записей и распечатка бирок с поверкой или калибровкой занимает много времени, что снижает эффективность метрологической службы. Автоматизация учета СИ с применением штрихового кодирования и ведения электронной базы данных значительно сократит время на оформление документов и исключит ошибки, связанные с человеческим фактором, исключит дублирование и повысит достоверность информации.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» (в ред. от 26.06.2008 №102-ФЗ).
2. *Воронков А.Н., Трифилова А.А.* Технологии штрихового кодирования в логистике. – Нижний Новгород, ННГАСУ, 2011.
3. *Зуйков А.* Автоматизация работы метрологической службы – программное обеспечение FLUKE MET/CAL // Газета «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ» 2015, № №8 (00148) 2015. Режим доступа: [https://www.electronics.ru/files/article\\_pdf/4/article\\_4913\\_544.pdf](https://www.electronics.ru/files/article_pdf/4/article_4913_544.pdf).
4. *Шеер А.В., Виниченко О.А., Стефановский Д.М.* Индустрия 4.0: от прорывной бизнес-модели к автоматизации бизнес-процессов Москва, Дело (РАНХиГС), 2020. 272 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмент качества. Требования [электронный ресурс]. – М: Стандартинформ, 2020. – 30 с. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394>



## ВІМ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Пекшеева А.В., студентка 1 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Хайруллин Р.З., профессор кафедры ФО, д.ф.-м.н., с.н.с.*

### **Аннотация**

В статье описаны предпосылки создания ВІМ технологий. Дается описание значения ВІМ технологий в строительной сфере. Сформулированы основные этапы работ с информационной моделью зданий.

### **ВВЕДЕНИЕ**

ВІМ технологии, еще недавно казавшиеся чем то нереальным, уверенно входят в жизнь современного человека. В переводе с английского аббревиатура ВІМ (building information model) преподносит нам свое значение, как технологии информационного моделирования. Представленная технология помогает моделировать различные объекты в строительстве: здания, мосты, дороги, тоннели и многое другое. Но чем же отличается привычная 3D-модель от ВІМ? Да обе технологии помогают представить различного рода объекты в трехмерном пространстве, но главное отличие 3D-модели от ВІМ заключается в том, что ВІМ напрямую работает с обширным количеством баз данных. Например, ВІМ способен учитывать физические характеристики объекта, варианты размещения и стоимость применяемых в строительстве материалов.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Использование информационного моделирования зданий может облегчить и ускорить процесс проектирования, сэкономяв время и деньги заказчика. Цифровые модели можно использовать для управления всем жизненным циклом здания. Кроме того, ВІМ помогает представить здание как единый организм со всеми взаимосвязанными элементами. Технология может рассчитывать и прогнозировать процессы, происходящие в уже построенном здании. Технология реализуется таким образом, что вся информация о здании, материалах, эксплуатации, климате и т.д. оцифровывается, и система рассчитывает возможные результаты. Данные об объекте вводятся в соответствии с определенными критериями и обновляются на регулярной основе. Возможность корректировать и улучшать проекты на ранних стадиях разработки является важным преимуществом технологии ВІМ. Современные программы по ВІМ моделированию хранят в себе обширные массивы данных, которые помогают создать симуляцию, которая будет способна воспроизводить процесс строительства в реальных условиях, а также оценить последующий ход работы.

**Исторический обзор.** С появлением персональных компьютерных систем, такие программы как САПР (системы автоматизации проектирования) или САД (Computer Aided Design) постепенно начали заменять привычные нам инструменты черчения. Но с течением времени возможности программ достигли своей критической точки, после чего возникла потребность в новых технологиях.

В конце 20 века начали зарождаться идеи о создании компьютерного моделирования в строительных сферах. Но технологии того времени не позволяли превратить идею в реальность. В 1975 году Чак Истман (профессор Технологического института) опубликовал свою работу в журнале Американский Институт Архитекторов, где впервые затрагивалась информационная модель здания, которая называлась Building Description System. Схожие работы велись в Европе. Так например, в 1980-х годах в Финляндии уже использовался термин Product Information Model. В США-Building Product Model. После чего, со временем, сформировался термин привычный каждому-Building Information Modeling.

В 1986 году английский инженер и создатель программы RUCAPS, Роберт Эйш сформулировал основные принципы информационного моделирования:

- автоматизированное составление чертежной документации;

- создание объектов в трехмерном пространстве;
- интеллектуальная параметризация зданий;
- работа с базами данных;
- распределение времени для определенных этапов строительства.

В ходе реконструкции третьего терминала аэропорта Хитроу данная технология показала свое практическое применение.

В начале 2000-х годов BIM становится ключевым термином в строительной индустрии. С 1990-х годов ведущие специалисты нашей страны начинают активно обсуждать возможное использование BIM технологий в строительной отрасли. Сначала предполагалось применять только ArchiCAD. Но уже к концу 90х стали появляться собственные наработки в области программного обеспечения. Известные программы того времени-Маэстро и АРКО, на тот момент являвшиеся известными программами, трансформировались в линейку продуктов Project Studio CS. В конце 2000х АСКОН выступил в качестве конкурентов CS с концепцией Mind (Model in Drawing). Позже, эта же компания совместно с фирмой 1С занялись разработкой нового приложения, реализующего технологию BIM-Renga.

**Этапы работ с BIM-моделью.** Работы проводятся в три этапа.

1 этап-проектирование. Для начала необходимо создать 3D-модель здания в плане, разрезе и виде. Далее представленная модель вводится в ПО с помощью определенного конструктора и рассчитываются параметры всех элементов здания. Обширная база данных содержит все рабочие чертежи, спецификации, будущие нагрузки и информацию о планируемых затратах. Учитываются топография, геология и грунты, на этапе проектирования также рассчитываются инженерные и энергетические сети, тепло потери и естественное дневное освещение. К исходной информационной модели здания добавляются данные о логистике, чтобы определить необходимые условия и наиболее выгодные варианты доставки материалов. BIM-моделирование позволяет планировать социальную инфраструктуру и транспортные сети в пределах строительной площадки. Заключительный этап процесса проектирования включает в себя детальное планирование и составление графика для определения количества оборудования и ресурсов, необходимых для выполнения работ.

2 этап-строительство. На данном этапе BIM позволяет отслеживать ход работы. Оно также помогает регулировать освоение бюджета и следить за расходами. BIM предоставляет информацию в режиме реального времени обо всех управленческих решениях и изменениях в строительстве.

3 этап-эксплуатация. Во время эксплуатации здания BIM аккумулирует различные данные о здании, тем самым происходит контроль его работы с возможностью прогнозирования аварийных ситуаций. С помощью BIM объект может вести учет и контролировать гарантии и потребление ресурсов. Она также может быть интегрирована с системой BMS (Building Management System-автоматизированная система управления зданием BMS объекта). Кроме того, BIM-моделирование может помочь в управлении недвижимостью. Модель может учитывать арендные отношения, сдачу объектов в аренду, плановые ремонтные работы и взаимодействие с различными органами власти.

**Развитие BIM технологий в России.** В отличие от западных стран развитие BIM технологий в России приходится на начало 21 века. 4 марта 2014 г. было принято решение Экспертного Совета при президенте РФ перейти к разработке плана адаптации BIM технологий в промышленном и гражданском строительстве. С этого момента правительство начинает контролировать реализацию информационных технологий в России.

Россия, несмотря на поздний старт развития информационных технологий в строительстве, показывает значительные результаты в решении трудновыполнимых задач. Проект вывода из эксплуатации Курской АЭС является наглядным примером работы BIM технологий. Реализация данного проекта занимает много времени, в следствие чего возникла

острая потребность в технологиях, способных на протяжении долгого периода времени сохранить информативную целостность.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

За новыми технологиями всегда следует потребность в обучении кадров, поэтому большинство фирм, решивших внедрить BIM в свою деятельность, приходится приглашать представителей сторонних организаций, с целью обучения персонала с нуля.

Не обращая внимания на трудности, возникшие при первых попытках внедрения и распространения BIM технологии, дальнейшее развитие и утверждение их в качестве «фундамента» для всех этапов строительного производства представляется лишь вопросом времени.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Батишев В.* Из практики информационного моделирования // Sportbuild. – 2015. – С. 20-27.
2. *Пеньковский Г.Ф.* Основы информационных технологий и автоматизированного проектирования в строительстве. – СПб.: СПбГАСУ., 2008. – 150 с.
3. *Талапов В.* Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. – ДМК-Пресс, 2015 г. – 410 с.
4. Что такое BIM технологии? // Autodesk. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/campaigns/aec-building-design-bds-new-seats/landing-page/>

## **ВЕРТИКАЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ – ОСОБЕННОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ СТУПЕНЕЙ СПО И ВО НА ПРИМЕРЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»**

*Семченко А.А., студентка 3 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Галишиников А.А., доцент кафедры ФО, к.ф.-м.н.*

### **Аннотация**

Целью статьи является сравнение образовательных программ и обзор особенностей построения образовательной траектории выпускника колледжа при обучении по программе бакалавриата. Сравнение проводилось на примере программы среднего профессионального образования Самарского колледжа строительства и предпринимательства, направление 08.02.01 и программы высшего образования Мытищинского филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Национального исследовательского московского государственного строительного университета, направления 08.03.01. Выявлены основные проблемы, возникающие при зачёте результатов обучения студентам, а также обсуждаются возможные варианты их решения.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В нашей стране образование представляет собой ступени: начиная с начальной школы и заканчивая аспирантурой. Последовательность таких ступеней и называется вертикалью образования. Особый интерес вызывают ступени, связанные с поступлением в высшее учебное заведение [1].

В настоящее время популярными являются 2 способа поступления в высшее учебное заведение:

1. получение основного общего образования (9 классов), затем среднего общего (11 класс) и после этого поступление в ВУЗ;
2. получение основного общего образования, затем поступление в среднее профессиональное учебное учреждение и после окончания его поступление в ВУЗ.

Тема поступления очень давно беспокоит как абитуриентов, так и их родителей. Как только ребенок приближается к принятию этого важного жизненного решения возникает вопрос, что лучше: уйти из школы после 9 класса и пойти по пути СПО–высшее образование или закончить 11 класс и после сдачи ЕГЭ поступить в ВУЗ. На текущий момент более актуален вариант поступления с ЕГЭ, но оба варианта имеют свои плюсы и минусы.

Начнем с поступления после 11 класса. Плюсы:

1. время обучения по программе бакалавриата составляет 4 года;
2. престижность поступления сразу после школы в университет, после окончания которого выдается диплом о высшем образовании;
3. высшее образование дает право на поступление в магистратуру и на программы бизнес-образования;
4. наличие военной кафедры в ВУЗе.

Минусы:

1. при поступлении в высшее учебное заведение требуется сдать ЕГЭ или вступительные экзамены при поступлении;
2. несмотря на то, что ЕГЭ введен относительно давно, отношение к данному экзамену достаточно неоднозначно, до сих пор это огромный стресс для школьников, ведь только хорошие баллы на экзаменах позволят поступить в высшее учебное заведение на бюджет, из-за огромного стресса и возложенной ответственности не у всех получается сдать экзамены на необходимые баллы;
3. высокая оплата за обучение в ВУЗах, и малое количество бюджетных мест;
4. вчерашний школьник предоставлен сам себе;

5. чаще всего для прохождения практики рабочее место придется подыскивать самостоятельно, в отличие от СПО.

Рассмотрим поступление в вуз после СПО. Плюсы:

1. возможность избежать ЕГЭ;
2. в течение 9 класса есть шанс исправить аттестат и поступить престижный колледж;
3. возможность самостоятельно развиваться постепенно и в нужное время;
4. легче поступить в ВУЗ после окончания СПО;
5. обучающийся раньше становится самостоятельным;
6. учащийся колледжа не теряет время за изучением общих дисциплин и получает профессию;
7. одновременно с учебой студенты начинают работать, приобретая практические навыки в востребованной профессии;
8. студент раньше становится финансово самостоятельным и начинает зарабатывать.

Минусы:

1. время получения высшего образования увеличивается на 2 года;
2. есть вероятность, что человек не захочет продолжать образование и ограничится диплом колледжа;
3. отсутствие военных кафедр.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Проблема поступления в высшее учебное заведение и последующее обучение в нем после получения среднего профессионального образования на данный момент является особо актуальной. Рассмотрим траекторию поступления «школа–колледж–ВУЗ» более подробно.

Поступление после 9 класса помогает обойти проблему ЕГЭ, но срок обучения увеличивается на 2 года, т.е. чтобы получить высшее образование, у человека уходит уже не 6 лет, а 8. Это происходит из-за того, что программы в учреждениях среднего профессионального образования и высших учебных заведениях разнятся. Именно эту проблему хотелось бы осветить в данной работе. Ранее в некоторых учебных заведениях существовала программа, позволяющая абитуриентам, имеющим диплом о среднем профессиональном образовании, поступить сразу на 2-3 курс высшего учебного заведения. Это достигалось адаптацией программ СПО и высшего образования [2-4].

На сегодняшний день в Московском государственном строительном университете имеется 3 возможных варианта действия при поступлении в ВУЗ после СПО. Согласно СК О ПВД 03-425-2021 «Положению об организации обучения по индивидуальному учебному плану, в том числе в ускоренные сроки обучения», выпуск 5 от 06.08.2021 г. [5], абитуриенту могут либо зачесть дисциплины, либо поставить их к освоению.

1. **ЗРО** (зачет результатов обучения) возможен, если выполняются 2 условия:

- разность в программах составляет менее двух зачетных единиц;
- темы в программах подобны друг другу.

2. **Переаттестация** применяется, если разность в двух и более зачетные единицы. Суть состоит в том, что студенту нужно пересдать дисциплину путем зачета или экзамена без повторного изучения предмета, данное решение принимает учебно-методический центр.

3. **Назначение дисциплины к освоению**, т.е. студенту придется заново или впервые изучить материал.

В работе рассмотрен пример дисциплин общего гуманитарного и социально-экономического цикла. В программах дисциплины «Иностранный язык» разность в часах незначительна и составляет всего 20 часов, т.е. менее двух зачетных единиц, теоретически здесь можно применить ЗРО. Но темы в программах отличаются кардинально.

## Сравнение программы английского языка



### Темы в рабочей программе СПО

- Раздел 1.  
Вводный курс.  
Раздел 2.  
Внешность и характер человека.  
Раздел 3.  
Моё хобби.  
Раздел 4.  
Магазины и покупки.  
Раздел 5.  
Спорт.  
Раздел 6.  
Спорт и культура в России.  
Раздел 7.  
Чудеса света.

### Темы в рабочей программе ВУЗа

- Раздел 1.  
Высшее образование.  
Раздел 2.  
Гражданское строительство.  
Раздел 3.  
Великие инженеры современности и прошлого.  
Раздел 4.  
Строительные профессии  
Раздел 5.  
Типы зданий  
Раздел 6.  
Строительные материалы  
Раздел 7.  
Информационные технологии в строительстве

7

Разница в том, что в СПО изучают общий английский язык, а в высшем учебном заведении – профессиональный английский. Поэтому было бы правильно назначить дисциплину к освоению.

Рассмотрим другой пример. Более технический предмет «Химия». Сравнив две программы, делаем вывод, что в часах программы полностью совпадают. Но если сравнивать темы, то присутствует отличие в три темы, тест в 12 рабочих часов.

## Сравнение программы химии

### Темы в рабочей программе СПО

- Тема 1.1.** Основные понятия и законы химии  
**Тема 1.2.** Периодический закон и периодическая система Д.И Менделеева.  
**Тема 1.3.** Химическая связь и строение вещества  
**Тема 1.4.** Вода. Растворы. Электролитическая диссоциация.  
**Тема 1.5.** Классификация неорганических соединений и их свойства.  
**Тема 1.6.** Химические реакции.  
**Тема 1.7.** Химия элементов  
**Тема 2.1.** Основы строения органических веществ.  
**Тема 2.2.** Высокомолекулярные соединения в строительстве  
**Тема 2.3.** Химия строительная.

### Темы в рабочей программе ВУЗа

- 1.Строение вещества,  
2.Энергетика химических реакций. Элементы химической термодинамики  
3.Химическая кинетика и равновесие. Химические реакции в гомогенных и гетерогенных системах  
4. Растворы. Электролитическая диссоциация.  
5. Дисперсные системы и коллоидные растворы  
6. Агрегатное состояние вещества  
7. Жесткость воды  
8. Химия металлов  
9. Основы электрохимии. Коррозия металлов  
10. Понятие «вяжущие», их классификация. Воздушные вяжущие вещества  
11. Гидравлические вяжущие вещества  
12. Коррозия цементного камня и бетона  
13. Основные понятия органической химии  
14. Полимеры. Методы получения, строение, свойства и применение

Не соответствие тем 12 часов



В данном случае разумно применить как ЗРО, так и переаттестацию.

Такая ситуация присутствует в большинстве технических дисциплин.

Существует третий вариант, когда разность в часах достаточно велика и превышает две зачётные единицы. Например, как в «Основах геодезии». Данная дисциплина полностью подлежит освоению.

Сопоставив все дисциплины, разность в программах между СПО и ВУЗом составила 117.7 зачётных единиц, т.е. формально абитуриенту, закончившему СПО, осталось пройти курс обучения, равный двум семестрам. Но фактически разность в материалах рабочих программ значительно превышает 117 зачетных единиц.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе был проведен анализ учебных планов СПО и ВПО. На основе конкретных примеров показано, что не всегда применение механизма, описанного в действующем

положении, является единственным возможным и верным решением. Существует возможность снижения срока получения высшего образования после колледжа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

2. *Егоршин А.П., Гуськова И.В.* Высшее образование в России: достижения, проблемы, перспективы // Высшее образование в России. – 2014. – №. 6. – С. 14-21.

3. *Корженевская О.Н.* Современная высшая школа: вызовы и направления развития // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2013. – № 11 (114). – С. 11-17

4. *Батышев С.Я., Новиков А.М., Осовский Е. Г.* История профессионального образования в России. – М.: Ассоциация «Профессиональное образование», 2009. – 663 с.

5. СК О ПВД 03-425-2021 «Положение об организации обучения по индивидуальному учебному плану, в том числе в ускоренные сроки обучения», выпуск 5 от 06.08.2021.

## КАЛЬКУЛЯТОР УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА

*Сербин В.Д., студент 1 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

### **Аннотация**

В статье представлена идея для создания мобильного приложения, которое в себе будет содержать базу данных о способах производства предприятия. Эта информация будет использована для расчета коэффициента углеродного следа предприятия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время пришло время решать одну из самых актуальных проблем человечества – снижать углеродный след. Это позволит достичь низкого уровня воздействия на биосферу со стороны человечества и смягчить последствия изменения климата. Под снижением углеродного следа подразумевается уменьшение суммарного количества выбросов, происходящих в производственной сфере, следствием чего является устранение парниковых газов. Вся деятельность человека пропорциональна выделению углекислого газа, и речь идет вовсе не о том углекислом газе, который мы выдыхаем. Высокий уровень углекислого газа вызывают перевозки красного мяса на большие расстояния, особенно воздушным путём [2]. Увеличению углеродного следа способствует так же наша одежда, которая производится на текстильных фабриках, работающих на электричестве от сжигания угля, мазута и газа. Так же уголь и газ используется для сохранения тепла в наших жилищах. Выбрасываемый нами мусор оказывается на мусорных свалках, вследствие чего происходит образование метана. Таким образом, любая потребительская деятельность человека приводит к образованию углеродного следа [3]. Таким образом, можно утверждать, что углеродный след – это ориентировочное понятие, отражающие влияние жизнедеятельности человека на окружающую среду. Любое наше действие оставляет его. В данной работе рассмотрены только случаи, связанные с производством.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В настоящее время существуют компании, занимающихся подсчетом углеродного следа, и различные калькуляторы, про помощи которых можно подсчитать углеродный след [4]. Из этого можно сделать вывод, что проблема актуальна, и мы можем найти множество способов подсчета углеродного следа.

При просмотре сайтов с калькуляторами, становится очевидным, что ни один из них не может помочь нам быстро и удобно рассчитать углеродный след промышленного предприятия. Чаще всего мы имеем дело с калькуляторами, которые помогают нам посчитать углеродный след, оставленный человеком или же семьей при повседневной жизни, передвижении на домашнем транспорте, путешествии на самолете или же поезде. В некоторых случаях мы имеем дело с сайтами, продающими услуги команды «оценщиков», которая проводит анализ предприятия и считает углеродный след. Но подобные услуги в большинстве случаев стоят не малых денег именно, поэтому не каждый предприниматель будет готов платить такие суммы, ведь часто проблема может быть незаметна.

В настоящее время существует большое количество стандартов, по котором может быть оценен углеродный след, в результате этого калькуляторы достаточно сильно различаются по своей структуре и получаемым результатам при аналогичных исходных данных. В табл. 1 приведен список стандартов, применяемых в разных странах, подходы к оценке выбросов углеродного газа и методологии, на которых они основаны [4].



**Табл. 1.** Подходы оценки выбросов углеродного газа и методологии в различных странах

Страна	Реализуемый подход	Базисная методология
США	EPA Center for Corporate Climate Leadership <sup>2</sup>	GHG
Бразилия	Brazil GHG Protocol Program <sup>3</sup>	IPCC & DEFRA & WRI
Китай	China Energy & GHG Management Program <sup>4</sup>	WRI & ISO & IPCC
Мексика	Mexico GHG Program <sup>5</sup>	GHG & WRI
Филиппины	Philippines GHG Accounting & Reporting Program <sup>6</sup>	GHG & IPIECA(API)
Корея	Korea National GHG Registry <sup>7</sup>	GHG & KETS
б/у страны	WWF Climate Savers Program <sup>8</sup>	ISO

Методологией оценки и учета выбросов парниковых газов, получившей наибольшее распространение, является Протокол по выбросам парниковых газов (GHG Protocol), разработанный Институтом мировых ресурсов (World Resource Institute) и Всемирным деловым советом по устойчивому развитию (World Business Council for Sustainable Development). Он позволяет определить углеродный след как общее количество выбросов парниковых газов, произведенных прямо или косвенно в результате деятельности организации, обычно выражаемое в эквиваленте диоксида углерода (CO<sub>2</sub> e) [4].

Законодательным документом в России, позволяющий бизнесу рассчитать углеродный след своей продукции, является ГОСТ Р 56276-2014 /ISO/TS 14067:2013. Он введен в действие 01.01.2016 г. Документ устанавливает принципы, требования и руководящие указания по количественному определению углеродного следа продукции (УСП), основанному на оценке полного жизненного цикла в соответствии с международными стандартами серии ИСО 14040, а также требования по предоставлению информации заинтересованным сторонам в виде экологических деклараций в соответствии с международными стандартами ИСО 14020 и ИСО 14025 [5].

*Калькулятор углеродного следа.* Идея заключается в создании удобного сайта или приложения, на котором любой предприниматель, собрав данные своего предприятия, мог бы получить определенный коэффициент углеродного следа, на основе которого можно было сделать вывод о том, насколько безопасно его предприятие. В моем представлении в конечном итоге мы получаем мобильное приложение с информационной базой о самых разных предприятиях и способах производства, применяемых на них.

Подобное приложение будет очень удобно для предпринимателей, предприятия которых не являются безопасными, но это будет незаметно без определенных знаний. Подобное приложение поможет произвести первичный анализ и определить, имеет ли смысл проводить более обширную проверку. Или же мы заинтересовались покупкой определенного предприятия, с помощью данного приложения мы сможем легко определить его рентабельность со стороны экологии и понять, с какими возможными трудностями мы можем столкнуться при его покупке. И это лишь самые очевидные способы применения данного приложения.

Предполагаются следующие этапы работы над данным проектом:

- 1) определение информации, необходимой для расчетов;
- 2) определение методик подсчета данных категорий;
- 3) разработка приложения.

Первичный анализ данных, необходимых для расчета углеродного следа, уже был проведен. Удалось выделить три основные категории оценки уровня вредных выбросов:

- 1) непосредственные выбросы парниковых газов, которые являются следствием сжигания топлива самим предприятием;
- 2) энергетические выбросы косвенного характера, происходящие в результате закупки электроэнергии предприятием;
- 3) прочие выбросы учитывают количество энергии, потраченной на производство, транспортировку и реализацию продукции предприятия.

Рассмотрим их более подробно.

*Прямые выбросы парниковых газов:*

- количество и вид материала, изготавливаемого предприятием;
- методы производства (плавильные печи, паровые камеры и т.п.);
- различные средства транспортировки, используемые на предприятии.

Количество производимой продукции является одним из самых важных пунктов, т.к. именно этот фактор влияет на многие составляющие, относящиеся не только к прямым выбросам, но и к остальным тоже. Методы производства напрямую зависят от вида материала, изготавливаемого на предприятии. Так же хочется отметить, что при работе с транспортом мы будем обращать внимание на вид автомобиля, топливо, используемое им, и расстояние, преодолеваемое им в ходе рабочего дня.

*Косвенные энергетические выбросы.*

- различные устройства, используемые при производстве, работающие от электроэнергии;
- количество производимой продукции;
- время работы данного предприятия;
- географическое положение предприятия.

Следует обратить внимание, что здесь также присутствует пункт количество производимой продукции, именно от него зависит время работы техники, использующей электроэнергию, и время работы самого предприятия, что в свою очередь означает затраты на освещение и поддержание предприятия в рабочем состоянии. Географическое положение так же не маловажно, ведь в ходе работы предприятие должно отапливаться для создания комфортных рабочих условий для персонала, это зависит от климата, в котором находится предприятие.

*Прочие выбросы:*

- количество производимой продукции;
- способы транспортировки материалов для производства продукции (расстояние);
- способы транспортировки продукции до места реализации (расстояние);
- количество сотрудников.

Снова присутствует пункт количество производимой продукции, от него зависит расстояние, которое необходимо преодолеть для транспортировки материалов необходимых на производстве, а также расстояние до места реализации продукта. Также, нужно заметить, что при подсчете количества сотрудников для нас не будет иметь значения должность данного человека. Так как нам важно посчитать не точное количество, а некий коэффициент, такими малыми различиями мы можем пренебречь.

Следует обратить внимание на то, что мы не считаем углеродный след от жизни какого-либо продукта, следовательно, ресурсы, затраченные на данный продукт, после доставки на склады учитываться не должны. Нас интересует только углеродный след, оставленный предприятием при производстве продукта.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Вопрос углеродного следа ставится более остро с каждым днем. Контроль данного показателя для производства становится обязанностью каждого предпринимателя. И данное приложения станете ультимативным способом расчета коэффициента углеродного следа, т.к. это быстро, дешево и удобно.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Поляков Р.А.* Практика подсчета углеродного следа при проведении мероприятий // Символ науки. – 2016. – №. 9.
2. *Gidon Eshel, Pamela A. Martin.* Diet, Energy, and Global Warming // Earth Interactions. — 2006. – Т. 10. – №. 9. – С. 1–17.

3. *Золотов С.А., Шилов М. Л.* Безусловный основной доход: сущность и проблемы реализации // Вестник НГИЭИ. – 2016. – №9 (64). – С. 7-14.
4. *Кондратьева О. Е., Локтионов О. А., Кузнецов Н. С.* Обзор и сравнительный анализ цифровых инструментов оценки углеродного следа // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. – Т. 7. – № 4. – С. 305-313.
5. ГОСТ Р 56276-2014 /ISO/TS 14067:2013 «Газы парниковые. Углеродный след продукции».

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ С ПОМОЩЬЮ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ MS OFFICE EXCEL**

*Филиппова М.А., студентка 1 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Хайруллин Р.З., профессор кафедры ФО, д.ф.-м.н., с.н.с.*

### **Аннотация**

В последнее время подход к математическим расчётам поменялся коренным образом. Взамен счетов и калькуляторов на рабочих столах появляются современные компьютеры. В профессиональных сферах деятельности многие компании не могут признать специалиста высококлассным, если он не умеет грамотно обращаться с техникой, производить и оптимизировать расчёты [1] (а ведь иногда дело требует срочности и времени на долгие вычисления нет), хорошим плюсом в резюме могут стать навыки работы с пакетами MS Office. В связи с этим данная работа направлена на ознакомление и изучение базовых функций для работы с задачами линейной алгебры. В своей работе я предлагаю в качестве основного средства решения математических задач использовать широкие возможности пакета MS Office Excel. В статье представлена характеристика данной прикладной программы, изучение способов работы с большими массивами данных и основных математических функций.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Программа Microsoft Excel предназначена для работы с электронными таблицами. В ней содержится множество инструментов, позволяющих обрабатывать числовые данные. Особую роль играют статистические, математические и финансовые функции [2-4]. Стоит отметить, что все функции имеют понятные названия, что является огромным плюсом для работы пользователя с ними.

Использование MS Excel при решении алгебраических задач существенно может облегчить их выполнение. Использование функций данной программы позволяет производить сложные вычисления с минимальным шансом допущения ошибки, что довольно легко было бы сделать при решении задач линейной алгебры путём вычисления вручную, особенно при работе с большими числами.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Решение систем линейных уравнений является неотъемлемой частью курса линейной алгебры, при этом приходится работать с матрицами, т.е. двумерными массивами чисел. Для их обработки в Excel предусмотрен ряд математических функций, но такой материал достаточно сложно воспринимать на слух, поэтому рекомендуется изучать функции на практике, подпитывая теорией, чтобы можно было видеть их работу и понимать, что они работают.

Немало важно обратить внимание на следующую особенность: чтобы использовать любую из следующих функций следует соблюдать несколько простых, но важных правил.

Шаг 1. Выделяем диапазон массива, который рассчитываем получить (допустим, если это была матрица 4-го порядка (4 столбца и 4 строки), то и получим мы матрицу 4-го порядка)

Шаг 2. В первой ячейке выделенного диапазона вводим знак равно, прописываем функцию и выделяем диапазон данных с которым мы хотим поработать

Шаг 3. Зажимаем комбинацию клавиш Ctrl+Shift+Enter. При этом формула распознаётся как формула массива и заключается в фигурные скобки { }.

Перейдём к рассмотрению самих функций:

1) Функция МОПРЕД используется для массивов (числовые двумерные массивы, в которых количеством строк равно количеству столбцов) и вычисляет определитель квадратной матрицы (рис. 1).

	A	B	C	D	E	F	G
1	9	13	5	2		=МОПРЕД(A1:D4)	
2	1	11	7	6			
3	3	7	4	1			
4	6	0	7	10			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	9	13	5	2		1686			
	1	11	7	6					
	3	7	4	1					
	6	0	7	10					

Функция  
МОПРЕД

Рис. 1. Результат работы функции МОПРЕД

2) Функция МОБР(массив) вычисляет обратную матрицу. В данной и при применении последующих функций нам следует выделять диапазон, в котором будет результат, на который мы рассчитываем, т.к. результатом должна быть матрица, а не конкретное число.

!! Квадратная матрица				
12	75	22	26	165
16	42	65	13	24
55	62	41	47	25
98	31	46	34	64
11	95	85	35	65

Обратная матрица				
-0,09792	-0,35455	-0,18064	0,14735	0,30386
-0,18159	-0,67805	-0,33521	0,25493	0,58924
0,07156	0,29307	0,13199	-0,10394	-0,23829
0,26835	0,97887	0,52505	-0,39084	-0,85975
0,0439	0,14067	0,06517	-0,05115	-0,12269

Рис. 2. Результат работы функции МОБР

3) Функция МУМНОЖ (массив1; массив2) вычисляет произведение двух массивов. В результате работы данной функции мы получаем массив, имеющий такое же количество строк, как и массив1, и такое же количество столбцов, как массив2 (рис. 3).

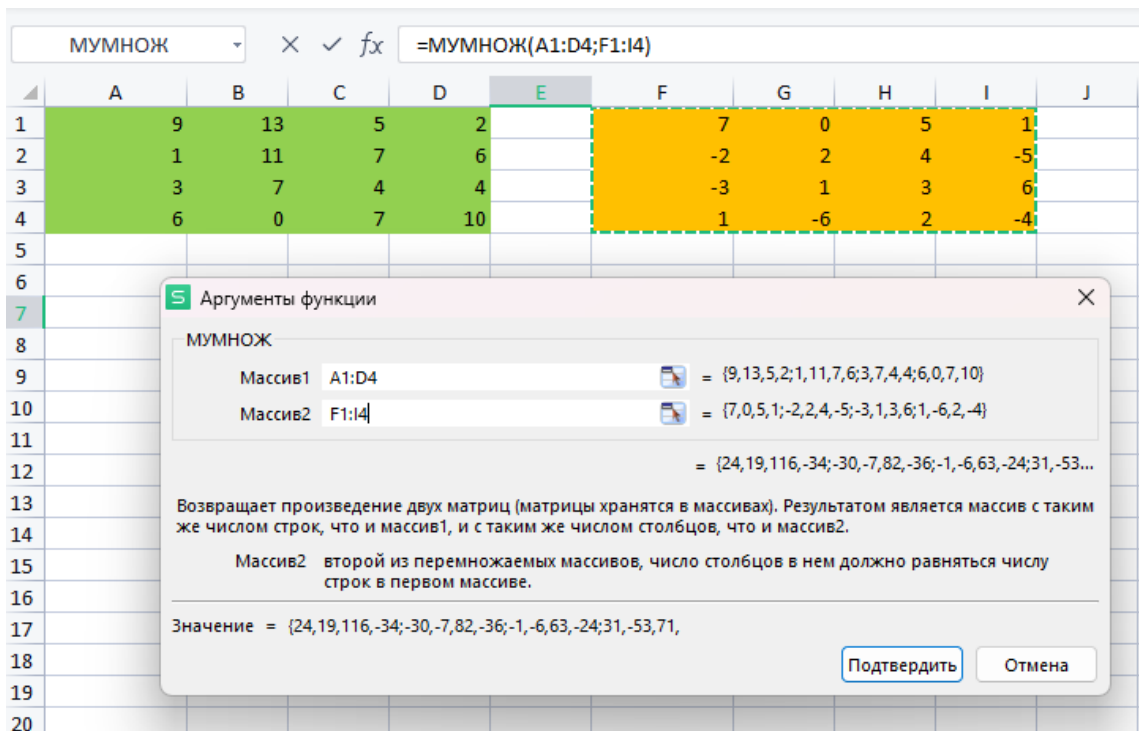
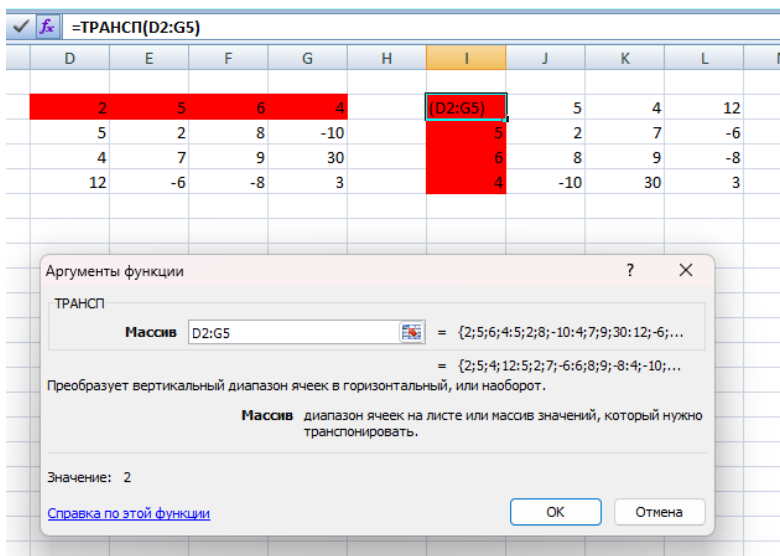


Рис. 3. Результат работы функции МУМНОЖ

4) Функция ТРАНСП(массив) транспонирует массив ячеек на рабочем листе. В результате транспонирования массива первая строка исходного массива становится первым столбцом нового массива, вторая строка исходного массива становится вторым столбцом нового массива и т. д.



Функция  
ТРАНСП

Рис. 4. Результат работы функции ТРАНСП

Также с помощью Excel можно решать и другие различные задачи:

- 1) построение графиков функций;
- 2) нахождение корней уравнения;
- 3) решение систем уравнений;
- 4) определение наибольшей длины последовательности;
- 5) формирование линейных целочисленных массивов;
- 6) выполнение простейших алгебраических операций.

Особенностью вычислений, связанных с массивами, является то, что результат вычисления распространяется в виде формулы на целый блок ячеек. Такие формулы называются формулами массива. Стоит обратить внимание, что изменить полученный массив в результате применения функции невозможно.

Если нам необходимо выполнить арифметические операции с матрицами, т.е. с числовыми массивами, достаточно определить формулу для любого элемента массива, а затем распространить на все остальные элементы. Поскольку в MS Excel каждая ячейка листа имеет свой адрес, то все вычисления будут верными.

В случае, когда определитель исходной матрицы системы равен нулю, систему  $m$  линейных алгебраических с  $m$  переменными решить матричным методом нельзя, т.к. в системе имеются линейно зависимые уравнения, и система имеет бесконечное множество решений.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, применение MS Excel упрощает работу с большими данными, экономит время и минимизирует количество ошибок, которые можно допустить, что очень важно при работе с объёмными массивами. Решение задач линейной алгебры применяется почти во всех сферах деятельности человека, например, для составления сметы или отчётных документов, так MS Excel упрощает и оптимизирует процесс решения задачи [5]. Во многих ВУЗах в настоящее время работа с прикладной программой предусмотрена в курсе «Информатика», что в очередной раз подтверждает важность навыков работы в данной среде.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Сдвижков О.А.* Математика на компьютере: Maple. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 176 с.
2. *Гельман В.Я.* Решение математических задач средствами Excel. – СПб: Питер, 2003. – 41 с.
3. *Уокенбах Д.* MS Office Excel 2007. Библия пользователя. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 816 с.
4. *Фрай К.* Microsoft Excel 2013. Шаг за шагом. – М.: ЭКОМ Паблшерс, 2014. – 524 с.
5. *Орлова И.В.* Экономико-математические методы и модели. Выполнение расчётов в среде Excel. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000. – 136 с.

# РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА АВТОТРАНСПОРТА НА БАЗЕ КОНТРОЛЕРА RASPBERRY PI 4 НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ГОСНОМЕРА

*Шелковский О.П., студент 1 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Галишиников А.А., доцент кафедры ФО, к.ф.-м.н.*

## **Аннотация**

В работе предложено программно-аппаратное решение для системы допуска автотранспорта на объект, основанное на распознавании госномера транспортного средства. Проведен анализ имеющихся программных продуктов, предложена схема аппаратного решения и собран действующий макет. Предложена архитектура программного обеспечения, основанная на использовании известных бесплатных программных продуктах и библиотеках.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В современном мире автоматизация становится все более и более распространенной. В торговых центрах, частных и многоквартирных жилых домах, на предприятиях используются автоматические ворота и шлагбаумы. Известными системами управления для доступа на территорию являются брелоки, метки, терминалы выдающие чек с штрих-кодом и звонок с мобильного. При этом, все эти системы имеют ряд недостатков – в случае с радиобрелоком сложно осуществлять доступ новым абонентам, и самое главное – исключить абонентов практически невозможно. Существует вероятность неограниченного копирования брелоков. Системы с использованием чековой ленты дороги в обслуживании, особенно с учетом известных последствий введения санкций. В случае использования магнитного пропуска возникает определенное неудобство, связанное с необходимостью прикоснуться карточкой к считывающему устройству, в силу разницы габаритов различных автомобилей практически невозможно добиться одинаково удобного расположения считывающего устройства.

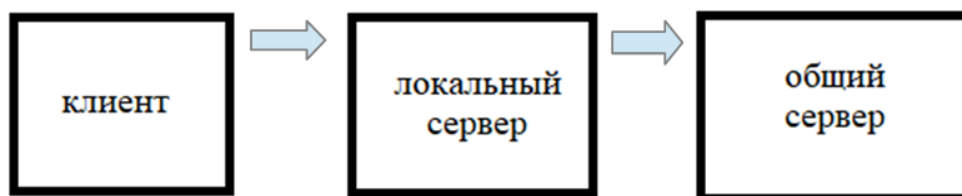
Наиболее перспективным представляется распознавание автомобильных номеров для доступа на объект. Во-первых, такая система лишена описанных выше недостатков. Во-вторых, на основе распознавания номеров легко добиться масштабируемости системы с одной стороны, а с другой стороны обеспечить гибкое и удобное управление базой абонентов.

В настоящее время существует и успешно эксплуатируется программное обеспечение известных отечественных и зарубежных производителей, однако, все имеющиеся решения совместимы с архитектурой процессора «X64 bit», что ограничивает спектр применения таких решений. Целью работы была разработка программно-аппаратного комплекса, позволяющего быстро масштабировать систему доступа на неограниченное количество абонентов [1-5].

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

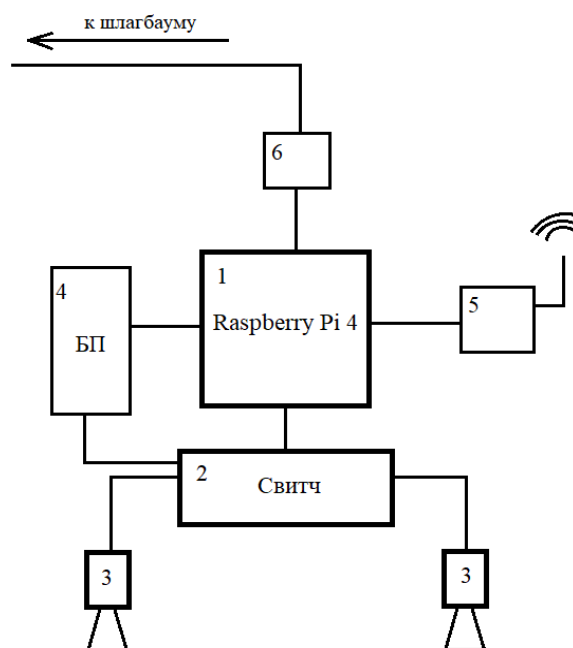
При построении систем доступа сигнал с видеокамер поступает на локальный сервер, на котором происходит обработка изображения. Соответственно, для масштабирования системы необходимо обеспечить прокладку кабельной линии до сервера, либо обеспечить достаточно надежный канал связи. В нашей работе предложен несколько иной подход – обработка видеопотока производится на базе микрокомпьютера Raspberry Pi 4 (рис.1), выполняющего роль локального сервера устанавливаемого непосредственно на точке пропуска. Связь локального сервера с административным сервером, обеспечивающим управление политиками, абонентами и т.п. осуществляется посредством 3G или 4G сотовой сети. Таким образом, каждая точка доступа оборудуется контроллером, работающим в автономном режиме, что и обеспечивает масштабируемость.





**Рис. 1.** Микрокомпьютер Raspberry Pi 4

Схема системы приведена на рис. 2. Две видеокамеры, по одной на въезд и выезд обеспечивают считывание видеоизображения и передачу его на микрокомпьютер Raspberry Pi4. Коммутация осуществляется с помощью tp-link модели TL-SF1005D. На контроллер шлагбаума передается сигнал типа «сухой контакт» с помощью релейного модуля расширения для контроллера Raspberry. Связь с административным сервером осуществляется посредством стандартного 3G модема, подключаемого к USB порту контроллера.



**Рис. 2.** Схема системы

Указанное оборудование для монтажа на объекте помещается в термостабилизированный монтажный шкаф размерами 500\*500\*200 мм промышленного производства. Камеры размещаются таким образом, чтобы в поле зрения попадала передняя часть автомобиля. Шкаф с оборудованием монтируется рядом с контроллером шлагбаума. Для работы системы необходимо лишь подключение электропитания и коммутация с соответствующими контактами контроллера шлагбаума. Следует отметить, что такой монтаж оказывается значительно быстрее и дешевле чем прокладка проводной линии связи до центрального сервера. При этом, изменение конфигурации постов, такие как перенос КПП, добавление нового КПП может быть проведено в кратчайшие сроки.

В качестве видео-клиента использовано ПО «VLC media player» Данный софт является кроссплатформенным. Программный модуль по распознаванию номеров в настоящее время находится в разработке, для его реализации применена открытая библиотека компьютерного зрения OpenCV.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, к настоящему времени собран действующий макет оборудования, проведено опробование в лабораторных условиях. Установлено клиентское ПО, обеспечена работа и получение видео потока с камер.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Кэлер А., Брэдки Г.* Изучаем OpenCV 3. М.: ДМК-Пресс, 2017. – 826 с.
2. *Гарсия Г., Суарес О., Аранда Х., Терсеро Х., Грасиа И., Энано Н.* Обработка изображений с помощью OpenCV. М.: ДМК-Пресс, 2016. – 210 с.
3. *Прохоренок Н.* OpenCV и Java. Обработка изображений и компьютерное зрение. СПб.: БХВ-Петербург, 2018. – 320 с.
4. *Прохоренок Н., Дронов В.* Python 3. Самое необходимое. СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 608 с.
5. *Cooper S.* Data Science from Scratch: The #1 Data Science Guide for Everything A Data Scientist Needs to Know: Python, Linear Algebra, Statistics, Coding, Applications, Neural Networks, and Decision Trees. Roland Bind, 2018. – 126 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОДОРОГ**

*Шунько А.А., студент 1 курса 6 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

### **Аннотация**

В статье представлены проблемы внедрения инновационных технологий в дорожной отрасли, характерные для последних десятилетий, приведена статистика протяженности автомобильных дорог в России. Указаны результаты изучения причинных связей ухудшения дорожного полотна с моделированием полевых условий воздействия окружающей среды на асфальтобетон, приведено характерное описание таких разрушений в настоящее время. Описан зарубежный опыт содержания и применения технологий с указанием возможных недостатков того или иного способа реализации, а также указаны препятствия внедрения конкретных инноваций и системные проблемы сферы в стране и возможные способы устранения описанных недочетов.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Инновационные технологии – важная часть процесса, необходимого для развития дорожной отрасли. Автоматизация и цифровизация строительства дорог и инновации, применяемые в дальнейшей эксплуатации инфраструктуры, представляют решения, которые шаг за шагом вводятся в России. Это повышает доступность и безопасность при движении транспортных средств и увеличивает долговечность и надежность дорожного полотна. Требования к состоянию дорожных одежд возрастают, а потому внедрение инноваций становится необходимым условием для строительства и содержания дорог [1].

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

По состоянию на 1 января 2017 года общая протяженность всех автомобильных дорог России – 1 481 тыс. км. На дороги федерального значения приходится 52 тыс. км, а на дороги регионального значения – 1 429 тыс. км.

Это демонстрирует, что развитие и поддержка эксплуатационного состояния автомобильных дорог требует совершенствовать и развивать дорожное хозяйство с помощью новых технологий, опираясь, в том числе, на внедряемый мировой опыт [2].

В перечень объектов необходимого обустройства входят тротуары, ограждения, пешеходные переходы, дорожные знаки, освещение, разметка, светофоры, мосты и путепроводы, тоннели, водоотводные каналы и прочее. Очевидно, это и применяемые для строительства и ремонта дорог материалы и технологии.

По национальному проекту «Безопасные и качественные автодороги» отремонтировали тысячи километров. Но не все объекты пережили даже первую зиму.

Такие проблемы проявляются фактически в каждом регионе. Причины этого типичны: небольшой опыт, недобросовестность исполнителя, экономия на строительных материалах [7].

Дорожные трещины являются основной проблемой, возникающей при эксплуатации автомобильных дорог. Трещины со временем образуют дорожные ямы. В сами небольшие трещины попадает вода.

Глубокие и широкие трещины образует вода из-за действия термического расширения. Это приводит к тому, что само дорожное полотно нуждается в периодическом ремонте и замене [3].



**Рис. 1. Трещины**

Отчет Счётной палаты выявил: «принципы проектирования дорожных одежд, несмотря на возрастающие транспортные нагрузки, за последние годы не менялись» [8].

После одного года эксплуатации характеристики дорожных одежд из дискретных материалов снижаются, что разрушает их.

Ученые из Японии в университете Хоккайдо проверяли, как произведённые 50-90 лет назад бетон и асфальт оказались крепче и смогли служить дольше, чем современные. С помощью изучения условий воздействия на асфальтобетон выяснилось наличие органических веществ.

Выхлопные газы, жидкость для омывания стекол, фталевая кислота. Это оказывало разрушение структуры бетона и асфальта.

Поскольку в прошлых десятилетиях химических отходов и транспорта было меньше, то и строительные материалы могли оставаться крепкими гораздо дольше.

С 2019 г. в России были разработаны ГОСТы по новому ТРТС, и стало применяться использование щебня узких фракций при дорожных работах.

Однако не все предприятия способны производить эти материалы. Необходимо дорогостоящее оборудование, с помощью которого производятся еврофракции щебня. А потому едва ли можно рассчитывать, что множество собственников карьеров смогут себе позволить внедрить такое производство [7].

Укладку нетканого синтетического материала «дорнит» в нижний слой основания дорожной одежды разработали ещё в 1977 году, а устройство дорожного покрытия из цементобетона в 1980 году [8].

Ведомство утверждает, что эффективность новых технологий и материалов отслеживается; для этого используется, в том числе, ИТС – интеллектуальная транспортная система [7].

Существуют различные компоненты Умных дорог: электронные дорожные знаки, модули для управления светофорами и освещением, информационные табло движения общественного транспорта, контроллеры скорости движения, фото- и видеокамеры.

Приведем пример нескольких ключевых направлений.

- прогнозирование изменений в транспортной инфраструктуре;
- повышение удобства и безопасности участников движения;
- информирование водителей о сложившейся дорожной ситуации;
- повышение срока службы автодорог.

Фокусироваться на одних умных системах не следует, так как с помощью них невозможно отследить эффективность систем поверхностного водоотвода, коммуникаций, композиционных материалов и пластика.

В зарубежных странах используются следующие инновации.

Пластик в качестве наполнителя при производстве бетона. Это позволяет снизить затраты на строительство и реконструкцию дорог, а также экономит невозобновляемые природные ресурсы.

Интерактивный свет на магистралях с низким потоком автомобилей. Повышает энергосбережение и ночную видимость.

Свето-накопительная маркировка дорожного полотна. Она тоже обеспечивает экономию на издержках освещения дорог.

Существуют также самовосстанавливающиеся дороги – это биотехнологии в разработке строительных материалов. А именно – «умный» бетон на основе цемента.

Волокна, проводящие электричество. При строении автомобильной дороги, а также её ремонте или замене, добавляются волокна в состав асфальтобетона, которые производят электричество с конфигурацией замкнутых контуров. По мере образования трещин электричество подается на волокна, создавая тепло. Вяжущее вещество, входящее в состав дорожного полотна, начинает плавиться, заполнив пустоты в автодороге.

Наночастицы оксида железа. Они вводятся в дорожную трещину, затем на них воздействуют с помощью магнитного поля. Дорожное полотно в итоге становится мягким, а трещины устраняются. Такой метод ремонта трещин занимает несколько секунд.

Американский состав для заделывания трещин. Ученые смогли соединить в один состав железную руду с примесями магнетита в количестве 1-2%, крошку бетонных и кирпичных изделий, битум. На дорожные покрытия наносится состав, после чего происходит их нагрев с помощью микроволнового блока. В итоге такому покрытию ремонт больше не требуется.

Существуют предложения замены стандартного асфальтобетона диатомитом. В Тюменском индустриальном университете заинтересовались использованием диатомита – это природный материал, устойчивый к самым низким температурам, имеющий водоотталкивающие свойства. Это означает отсутствие самого факта наличия трещин [1].

Рекомендуется использовать BIM-технологии при строительстве автодорог. Такие технологии моделируют трассу и прилегающие её конструкции. Создается 3D модель транспортной инфраструктуры, а также анализируются характеристики и параметры. Это позволяет определить возможные дефекты и недостатки в будущем времени, а также оперативно получать и изменять информацию о себестоимости такого проекта [3].

Приказ Министерства строительного и жилищнокоммунального хозяйства РФ (Минстрой) № 926/пр от 29 декабря 2014 г. охарактеризовал процесс возможного создания BIM-технологий в российской строительную отрасль [5].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Использование вышеперечисленных технологий при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог позволит изменить в лучшую сторону скорость ремонта, строительства, а также повысит возможность эффективно эксплуатировать инфраструктуру, повышая уровень качества и обслуживания.

Анализ технологий в других странах демонстрирует, что для внедрения их в РФ требуются объемные инвестиции, согласованные действия исполнителей работ, заказчиков и подрядчиков. А также необходимы более сложные инженерные решения, нежели во многих других странах.

Учитывая, что подрядчикам по выигранному в тендере контракту проблематично внедрять технологии себе в убыток, они редко могут рисковать, внедряя такие продукты. Применение новых технологий и строительных материалов необходимо учитывать заказчикам ремонтных работ и прописывать это в технической документации.

Необходимо пересматривать вопрос квалификации проектировщиков, делая высшие учебные заведения способными ориентироваться на инновации с помощью формирования программ, предусматривающих изучение нововведений в сфере дорожного хозяйства [7].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безновская В.В., Коваленко Н.В. Инновации в дорожной отрасли: проблемы и перспективы // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2021. – № 1 (27). – С. 6.
2. Жуков Е.А., Ильин С.В. Модернизация дорожного хозяйства России на основе инновационных технологий // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2017. – Т. 8. – № 3 (31). – С. 348-356.
3. Анисимов Н.А., Шкарина Т.Ю., Гром И.П. Инновационные технологии ремонта и обслуживания дорог // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 6. – С. 151-154.
4. Лысенко А.Ф. Технология интеллектуальной транспортной системы // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 6 (18). – С. 23-25.
5. Асатрян В.А., Попова И.Н., Лазич Ю.В. Внедрение BIM-технологий как фактор конкурентоспособности компаний строительной отрасли // Beneficium. – 2019. – № 3 (32). – С. 4-13.
6. Благодаря нацпроекту в 2021 году в России отремонтировали 16,5 тыс. км дорог // Министерство транспорта Российской Федерации. 2021. 28.12. URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/10148>.
7. Не только дороги // Грейдер. – № 6 (48). – С. 60-64. URL: [https://igrader.ru/wp-content/uploads/2021/11/igrader\\_6\\_2021.pdf](https://igrader.ru/wp-content/uploads/2021/11/igrader_6_2021.pdf).
8. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ применения новых, экономически целесообразных, долговечных материалов и технологий при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог общего пользования в 2018–2020 годах». 2021. URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/67d/ap67p4spuhjz179h0jbnjtb66pvlptlc.pdf>.

## **МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ В ФОРМЕ ПРИЕМКИ**

*Яковенко С.В., студент 4-го курса Московского политехнического университета  
Научный руководитель – Шерстобитов С.А., к.т.н., доцент*

**Аннотация.** В машиностроении прогресс не стоит на месте. Поэтому контроль работ должен поддерживаться на высоком уровне. Современная метрология предлагает решение задачи контроля с помощью метрологического обеспечения. Одним из видов проверки метрологического обеспечения является оценка соответствия в форме приемки. Этот вопрос рассматривается в статье, а конкретнее, что необходимо метрологическому обеспечению, чтобы соответствовать требованиям оценки соответствия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В системе менеджмента качества оценка соответствия продукции является неотъемлемой частью ее жизненного цикла. Деятельность в области метрологического обеспечения относится к процедуре оценки соответствия и выполняется в форме испытаний и контроля на этапах приемки продукции.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

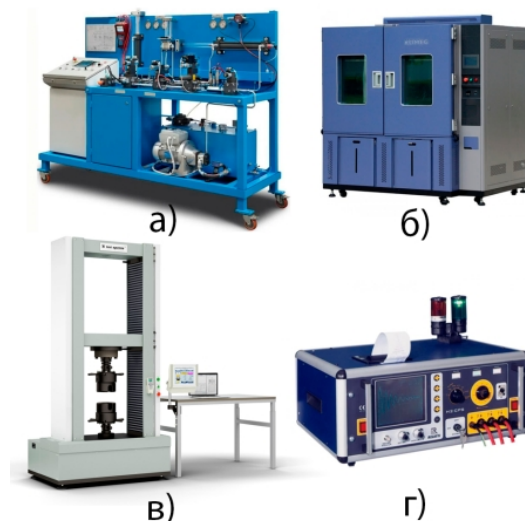
В процессе оценки соответствия в форме приемки метрологическое обеспечение имеет большое значение, поскольку оно позволяет гарантировать точность и надежность измерений, а также соответствие измерительных средств и методов измерения установленным требованиям. Одним из основных аспектов метрологического обеспечения является выбор измерительных средств и методов измерений. В процессе оценки соответствия в форме приемки необходимо выбирать измерительные средства, обеспечивающие достаточную точность и надежность измерений, а также соответствие требованиям нормативных документов.

Точность и достоверность измерений достигается путем проведения мероприятий по поверке и калибровке средств измерений (СИ). В связи с этим, установлен метрологический контроль и надзор или со стороны государства, или со стороны метрологической службы предприятия или организации.

Наличие поверенных и калиброванных СИ в процессе оценки соответствия есть нечто необходимое, но этого недостаточно. Для достижения целей в области обеспечения измерений требуется проведение комплекса мероприятий для получения и подтверждения достоверных результатов измерений. К ним можно отнести: метрологическую аттестацию оборудования, планово-предупредительный ремонт, метрологическую экспертизу нормативной и конструкторской документации, повышение квалификации работников.

Испытательное оборудование представляет собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний. Испытательное оборудование делится на:

- испытательные стенды (рис. 1а);
- испытательные камеры (рис. 1б);
- испытательные машины (рис. 1в);
- испытательные приборы (рис. 1г).



**Рис. 1.** Виды испытательного оборудования

Каждое испытательное оборудование имеет технические характеристики и параметры, на основании которых выявляются особенности и возможности объектов. Данные технические характеристики испытательного оборудования являются нормированными метрологическими характеристиками. Они отражены в паспорте и (или) эксплуатационной документации.

Для обеспечения безопасности на производстве, повышения качества продукции, а также увеличения рентабельности предприятия руководство должно обеспечивать соблюдение правил пользования испытательным оборудованием и своевременную аттестацию. В связи с этим, все оборудование, воспроизводящее условия испытаний и эксплуатирующееся на предприятии, должно проходить данную процедуру.

В процесс метрологического обеспечения на производстве входит планово-предупредительный ремонт испытательного оборудования. Также для поддержания работоспособности и износостойкости оборудования предусмотрена система планово-предварительного ремонта (ППР). Данная система включает в себя профилактические осмотры и различные виды плановых ремонтов до этапов проведения оценки соответствия продукции, а также мероприятия по содержанию и уходу за оборудованием в процессе жизненного цикла. С применением этой технологии исключается работа в условиях прогрессирующего износа, так как осуществляется плановая диагностика и восстановление работоспособности оборудования.

Частью комплекса работ по метрологическому обеспечению является экспертиза нормативной документации. Метрологическая экспертиза документов включает анализ и оценку технических решений по выбору контролируемых параметров, назначению методов и средств измерений, расчету погрешностей, определению контрольных норм на параметры, обработке результатов измерений, использованию метрологических терминов и обозначений, а также выполнению других требований документации по метрологии.

Заключительным аспектом, в рассматриваемой работе, является повышение квалификации сотрудников испытательной лаборатории. Основная цель данного комплекса заключается в экономии ресурсов предприятия. Повышение уровня профессиональных возможностей направлено на развитие способностей и квалификации работников, и обеспечение соответствия его квалификации меняющимся условиям деятельности производства и социальной среды.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В строительстве несомненно важную роль играет соответствие реального объекта с проектом. Всегда важно понимать в соответствии с какими документами и требованиями выполнена работа, в рабочем ли состоянии оборудование. Оценка соответствия характеризует потребительский уровень качества законченных строительством объектов, который устанавливается на предпроектной стадии при разработке нормативной документации (стандартов, норм и правил), обеспечивается при проектировании, изготовлении материалов, конструкций, деталей и изделий, производстве строительно-монтажных работ и поддерживается в процессе эксплуатации. Производственный контроль качества в строительно-монтажных организациях должен включать входной, операционный и приемочный (с оценкой соответствия качеству). Это и является этапами метрологического обеспечения. Именно поэтому метрологическое обеспечение и оценка соответствия в форме приемки взаимосвязаны и с этой сферой в частности.

Таким образом, оценка соответствия является доказательством того, что заданные требования к продукции выполнены. Роль метрологического обеспечения в области оценки соответствия в форме приемки имеет большое значение. По мере того, как будут выявляться новые нюансы и возникать сложности в области приемки продукции: аттестация оборудования, ремонт, экспертиза документации, поверка и калибровка СИ на производстве, будет потребность в квалифицированных специалистах и укомплектованном работающем оборудовании. Решение этих вопросов будет требовать должного внимания со стороны руководства и работников предприятий. Метрологическое обеспечение в процессе оценки соответствия есть нечто иное, как слаженная работа большого механизма.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» (в ред. от 26.06.2008 №102-ФЗ).
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмент качества. Требования [электронный ресурс]. – М: Стандартинформ, 2020. – 30 с. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/>
3. ГОСТ Р 50.06.01-2017. Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме приемки. Порядок проведения. [Электронный ресурс]. – М: Стандартинформ, 2018. – 48 с. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556494939>
4. Марков Н.Н. Метрологическое обеспечение машиностроения. Учебник для высших учебных заведений. – М.: Станкин, 1995. – 468 с.
5. Лосятинский В.А. Справочное пособие для метролога предприятия. – Москва, Издательство стандартов, 1972. – 281 с.
6. Конти Т., Кондо Ё., Ватсона Г. / Пер. с англ. А. Раскина. Качество в XXI веке. Роль качества в обеспечении конкурентоспособности и устойчивого развития. – М.: РИА Стандарты и качество, 2005. – 280 с.
7. Цай Т.Н., Грабовый П.Г., Бальшаков В.А. и др. Организация строительного производства. Учебник для вузов. – М.: Изд. АСВ, 2009. – 432 с.

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ХОДЕ РЕКОНСТРУКЦИИ РЕЗИДЕНЦИИ ПАТРИАРХА КИРИЛЛА В ПЕРЕДЕЛКИНО

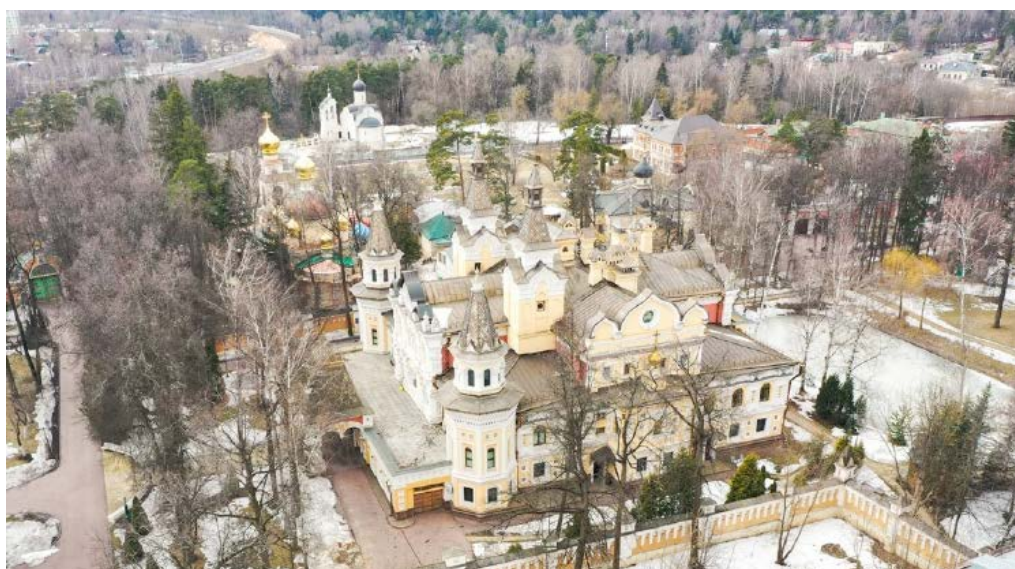
*Ясинский А.М., студент 1 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи  
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

### **Аннотация**

В статье представлено описание работы инженера геодезиста со стороны технического заказчика, осуществляющего геодезический контроль в ходе реконструкции резиденции патриарха Кирилла в Переделкино.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Многочисленные памятники религиозной истории России являются неотъемлемой частью нашего культурного наследия [1, 2]. К ним относится резиденция Патриарха или, как по-другому называют этот комплекс «Патриаршее подворье», находится на Юго-Западе Москвы в районе Ново-Переделкино. История этого места достаточно богата, первые упоминания относятся ко второй четверти 12 века. Резиденция Патриарха имеет огромную территорию, на которой расположены дом самого патриарха, несколько храмов и братский корпус (рис. 1).



**Рис. 1.** Вид сверху на комплекс сооружений

В 2021 г. было принято решение об основательной реконструкции данного комплекса. В настоящее время в рамках договора по капитальному ремонту «Комплекса зданий и сооружений Православной религиозной организации «Московская Патриархия Русской Православной церкви» резиденции Патриарха в Переделкино» компания ООО «Лаборатория инженерного консалтинга» осуществляет функции технического заказчика.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Работа геодезиста на объекте строительства представляет собой определенный комплекс вычислений и измерений, а также камеральная обработка данных. Эти действия напрямую связаны с актуальностью информации об объекте. Необходимо отметить, что работа геодезиста на стройке является одной из основных частей строительства и проектирования. Можно сказать, что геодезист на объекте является связующим звеном, соединяющим строителей и проектировщиков [3]. В случаях, когда инженер-геодезист выступает от лица технического заказчика, объем работ егократно увеличивается, особенно

в нашем случае, т.к. объект реконструкции имеет не только культурную, но и историческую ценность.

Подготовительный этап, пожалуй, самый важный, т.к. необходимо проверить, а в дальнейшем учесть, все недостатки, объемы и пожелания инвестора, в нашем случае РПЦ.

Для того чтобы получить наиболее актуальную информацию о рельефе и ситуации на местности, необходимо провести инженерно-геодезические изыскания. Для этого потребуется ОГС (опорно-геодезическая сеть) [4]. ОГС – это специальные точки или знаки, положение которых, определено общей системой координат, которые могут быть как абсолютные, так и относительные. В Москве доступность опорных пунктов достаточно большая, порой нет необходимости проводить сгущение опорных сетей, т.к. закрепленные пункты находятся в прямой видимости и достаточном количестве.

При выполнении контракта стало необходимо произвести сгущение опорно-геодезической сети от пунктов сети Мосгоргеотреста, т.к. основные работы проводятся внутри комплекса, который имеет ограждения. Сгущение геодезической опорной сети – это увеличение числа опорных пунктов на 1 км<sup>2</sup>. В нашем случае сгущение производилось методом триангуляции [5]. С современным оборудованием это не занимает много времени.

При геодезических работах при строительстве и реконструкции резиденции использовали тахеометр SOKKIA CX-105 и технический нивелир BOSCH 32D (рис. 2).



**Рис. 2.** Тахеометр SOKKIA CX-105 и технический нивелир BOSCH 32D

Было произведено визуальное обследование конструкций и сооружений на предмет повреждений, трещин и прочего, составлена актуальная геоподоснова. Геоподоснова – это вид инженерно-топографического плана, масштаба 1:500, где отображаются геологические параметры (рельеф, грунт) и геодезические параметры (строения, сооружения, инженерные коммуникации и подобное), отображаемые в системе координат.

Был произведен обмер фасадов зданий и сооружений, для более детальной подготовки проектно-сметной документации. Итогом подготовительного этапа становится общий анализ собранной информации и данных, полученных не только инженером-геодезистом, но и прочими инженерно-техническими работниками.

Следующий шаг – основной этап строительства. Технический заказчик передает актуальную документацию подрядчику, в том числе разрешительную документацию, и приступает к еще одной из своих функций – осуществлению технического надзора при строительстве. Инженер-геодезист в свою очередь, выносит основные оси в натуру, закрепляют их на местности, это могут быть дюбели, строительная арматура или деревянными кольями, в зависимости от требуемой точности. После составляется акт передачи ОГС (опорно-геодезической сети) и закрепленных осей на местности между техническим заказчиком и генеральным подрядчиком. После составления акта сохранность пунктов будет обеспечивать геодезический отдел генерального подрядчика.

На основном этапе строительства и реконструкции резиденции геодезист технического заказчика осуществляет геодезический контроль и геодезический мониторинг. Геодезический контроль – это проверка точности геометрических параметров при

строительстве. Геодезический мониторинг – обследование, цель которого, являются наблюдение и контроль деформационных процессов в ходе строительных работ.

Одновременно с реконструкцией основного корпуса возводится совершенно новый проект «Дом у переезда», макет которого представлен на рис. 3.



**Рис. 3.** Макет здания «Дом у переезда»

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

По итогам вышеописанного можно сделать вывод, что инженер-геодезист в структуре технического заказчика является не только лицом осуществляющим контроль, но ответственным представителем компании, отвечающим за предоставление оперативной и актуальной информации по объекту строительства.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Курсносова Ж.В.* Памятные места митрополита Филиппа (Колычева) в Москве // *Сервис в России и за рубежом.* – 2010. – С. 51-61.
2. *Смирнова К.А.* Православные центры бывшего села Преображенского (Москва) как объекты культурного наследия // *Вестник РГГУ.* – 2016. – № 10. – С. 60-84.
3. *Тетерин Г. Н.* История развития геодезии, картографии, землеустройства в России с древнейших времен и до наших дней (XI-XII вв.). Новосибирск, 2018.– 344 с.
4. ГОСТ Р55024-2012 «Сети геодезические. Классификация. Общие технические требования».
5. *Совертков П.И.* Триангуляция для будущих строителей и геодезистов // *Северный регион: наука, образование, культура.* – 2012. – № 1-2. – С. 167-174 с.