## КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ

## ТЕМА 1. ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

#### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Работа в системе

#### автоматизированного проектирования

Ознакомление с возможностями программного комплекса. Работа с электронным фондом нормативных документов. Возможности причин обрушения конструкций. выявления Учет фактических работ, нагрузок, результатов обмерных результатов оценки технического состояния конструкции

Цель практического занятия: Освоить методику поиска профессионально значимой информации (нормативной документации) в сети Интернет. Ознакомление с интерфейсом стандартных программ. Ознакомление с причинами, приводящими к обрушению.

Сначала необходимо Методические указания: ознакомиться с правилами работы с электронным фондом нормативных документов. Производим поиск профессионально значимой информации в сети Интернет. Все поисковые системы объединяет то, что они расположены на специальновыделенных мощных серверах и привязаны к эффективным каналам связи. Поисковые системы называют еще информационно-поисковыми системами (ИПС). Количество одновременно обслуживаемых посетителей наиболее популярных систем достигает многих тысяч. Самые известные обслуживают в сутки миллионы клиентов. В случаях, когда поисковая система имеет в своей основе каталог, она называется каталогом. В ее основе лежит работа модераторов. В основе же ИПС с полнотекстовым поиском лежит автоматический сбор информации. Он осуществляется специальными программами. Эти программы периодически исследуют содержимое всех ресурсов Интернета. Для этого они перемещаются по разным ресурсам.

Соответственно такие программы называются роботы. Есть и другие названия: поскольку WWW – это аббревиатура выражения Всемирная паутина, то такую программу естественно назвать спайдером по англ. – паук. В последнее время используются другие названия: автоматические индексы или директории. Все эти программы исследуют и «скачивают» информацию с разных URL-адресов. Программы указанного типа посещают каждый ресурс через определенное время. Ни одна поисковая система не в состоянии проиндексировать весь Интернет. Поэтому БД, в которых собраны адреса проиндексированных ресурсов, у разных поисковых систем разные. Тем не менее, многие из них стремятся, по возможности, охватывать в своей работе все пространство мировой Сети. Это универсальные системы.

Итак, работа поисковой системы обеспечивается тремя составляющими:

- Программа «робот» (спайдер). Она анализирует ресурсы и производит их индексацию.

- Индексы поисковой системы. Они формируют создаваемые поисковой системой собственные БД.

- Программа, которая в соответствии с запросом пользователя готовит ему ответ на основе анализа индексов, то есть собственных БД.

Например, **Япdex** (<u>http://www.yandex.ru</u>) – самая популярная в настоящее время отечественная поисковая система. Начала работу в 1997 г. Она содержит более 33 миллионов документов, поддерживает собственный каталог Интернет-ресурсов. Также является лучшей поисковой системой для выявления иллюстраций. Англоязычный вариант снабжен справочником ресурсов Интернет. Обладает развернутой системой формирования запроса.

Яндекс - единственная российская поисковая система, индексирующая документы в форматах PDF, DOC, RTF, SWF, PPT и XLS. Актуализация базы осуществляется еженедельно.

Так же возможно использование других поисковых систем.

2

Практическое задание: В рамках практической работы подбираем на сайтах <u>consultant.ru</u>, <u>Гарант (справочно-правовая система)</u>, <u>Кодекс</u> (справочно-правовая система), <u>Техэксперт</u> необходимые для работы нормативные документы:

1. МГСН 2.10-04 Предпроектные комплексные обследования и мониторинг зданий и сооружений для восстановления, реконструкции и капитального ремонта.

2. ГОСТ 30416-96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.

3. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

4. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

5. СП 349.1325800.2017 Конструкции бетонные и железобетонные. Правила ремонта и усиления.

 Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СП 22.13330.2016).

7. ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.

8. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания в строительстве.

9. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*.

10. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.

11. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

12. ГОСТ Р 57311-2016 Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершенного строительства.

3

Для поиска требуемого нормативно-правового документа необходимо ввести его номер или название в соответствующую строку компьютерной справочной системы.

Ознакомление с интерфейсом стандартных программных комплексов.



Рисунок 1. Интерфейс стандартных программ:

1. Меню приложения – команды открыть, сохранить, печать...

2. «Панель быстрого доступа» (содержание настраивается).

3. Инфоцентр – имя файла, справка, поиск.

4. «Панель параметров» – содержание зависит от текущей команды.

5. Выбор ТИПА (стиля) объекта (раздел в палитре «Свойства»).

6. Палитра «Свойства» – основные настройки текущего объекта.

7. «Диспетчер проекта» — переключение между видами: 3D-модели и плоских чертежей, элементами оформления и документацией.

8. «Строка состояния» – подсказки и советы по операциям.

9. «Панель управления видом» – масштаб, детализация, визуализация, траектория солнца, тени, подрезка вида, изоляция объектов.

10. Область рисования – основное рабочее поле.

11. «Лента» инструментов – набор вкладок с группами панелей.

12. Вкладки Ленты – стандартные и контекстные (появляются в зависимости от текущей команды создания/редактирования).

13. «Панели инструментов» (стандартные и контекстные) на текущей вкладке Ленты.

14. Окна с предупреждениями о несовместимости или ошибках.

Для выявления вероятности обрушения несущих конструкций здания необходимо ознакомиться с причинами, приводящими к полному или частичному внезапному обрушению здания. Обрушение - это чрезвычайная ситуация, возникающая по причине ошибок, допущенных при проектировании здания, отступлении от проекта при ведении строительных работ, нарушении правил монтажа, при вводе в эксплуатацию здания или отдельных его частей с крупными недоделками, при нарушении правил эксплуатации здания, а также вследствие природной или техногенной чрезвычайной ситуации. Обрушению часто может способствовать взрыв, являющийся следствием террористического акта, неправильной эксплуатации бытовых газопроводов, неосторожного обращения с огнем, хранения в зданиях легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ. Внезапное обрушение приводит к длительному выходу здания из строя, возникновению пожаров, разрушению коммунально-энергетических сетей, образованию завалов, травмированию и гибели людей. Разрушения и повреждения объемных сооружений подразделяются на 7 основных видов, которые, в свою очередь, составляют 2 группы:

- повреждения сооружения в целом или изменение положения относительно его основания (просадки, наклоны, опрокидывания, смещения);

- повреждения отдельных конструкций сооружения или их элементов (деформации, обрушения, крушения).

При выявлении выше указанных повреждений здания по результатам экспертизы и данным визуально-инструментального обследования, а так же с учетом действующих эксплуатационных нагрузок, необходимо провести поверочные расчеты несущих конструкций здания.

*Пример.* Для ознакомления с электронным фондом нормативных документов используем <u>Онлайн-доступ из сетевых версий КонсультантПлюс</u>:

<ul> <li>С A Не защищено   consultant.ru/oni</li> </ul>	ne/	🕑 🌣 🐾 🎘 🗆	Приостановлен
цекс 💌 Почта 🙍 Авкабилеты 🎯 👩 Якд	кс 🛞 🛕 Сотруднику НИУ 📵 Beall C1988 Gitzy, 📙 тыгрибо75а умчс м 🌢 Тариф - Личный к	MTC Home   MITC R.	Отправка заказа
		B	ход в систему
Консультан надежная правовая	Поисс: Ходекси, законы и другие материалы		найти
Некоммерческие интернет-версии	о компании и продуктах Купить систему Новшества и акции Пробный досту	п Новости Ван	кансии
Некоммерческие интернет-версии	Главная - Неконимерческие интернет-версии системы КонсультантПлос		
• КонсультантПлюс	Некоммерческие интернет-версии сист	омы	
Все новые поступления документов			
<ul> <li>Все новые поступления документов</li> <li>КонсультантПлюс: Региональное законодательство</li> </ul>	КонсультантПлюс		
<ul> <li>Все новые поступления документов</li> <li>КонсультантПлюс: Регнональное законодательство</li> <li>Приложения КонсультентПлюс для мобизьных устройств</li> </ul>	КонсультантПлюс Неконерческие интернет-версии системи КонсультантПлес – это возножность поработ коменерческих систем КонсультантПлес в омайн.	ать с сокращенной верс	ней
<ul> <li>Все новые поступления документов</li> <li>КонсультантПлюс: Репокальное законодательство</li> <li>Приложения КонсультентПлюс для нобильных устройств</li> </ul>	КонсультантПлюс Неконерекски интриет можно силтик КонсультиПос – это воликинсть поработ конкерекски клесни КонсультинПос в онлайн. Неконерекски интриет-терски саррист фавральное и репональное законодатели консультации и мосе другое.	ать с <b>сокращенной верс</b> ство, судебную практику,	ией финансовые
<ul> <li>Все новые поступления докучентов</li> <li>КонсултантПлос: Регознанное законадательство</li> <li>Приложения КонсультантПлос для нобильных устрейств</li> </ul>	КонсультантПлюс Неконорусски интригт крои истаны КонсультантВис – это взановность порабо истантика и пораборати и пораборатиче и разнование законалатель некопатации и иноге другов. Вы иканте поробать полную время конкернеской исстани, пробав быстуруе репостр амонстрания.	тать с <b>сокращенной верс</b> ство, судебную практику, нацию, или заказать бесп	ией финансовые латную

Рисунок 2. Консульта́нтПлю́с — компьютерная справочная правовая система в России

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Работа в системе

автоматизированного проектирования

# Открытые информационные базы данных в строительстве. Поверочный расчет конструкции в программном комплексе: сбор нагрузок

*Цель практического занятия:* Ознакомление с открытыми информационными базы данных в строительстве. Освоить правила проведения поверочного расчета несущей конструкции в программном комплексе.

Методические указания: Поверочный расчет выполняем в программе **Buildcalc** (<u>www.buildcalc.ru/Calculations/Brwl</u>), работающей онлайн в тестовом режиме. Необходимо внести исходные данные рассчитываемой конструкции. Определение осадок существующего фундамента проводить с учетом фактических нагрузок в соответствии с требованиями СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция <u>СНиП 2.02.01-83</u>\*. Расчет проводится по двум группам предельных состояний.

Практическое задание: Провести поверочный расчет конструкции в программном комплексе (онлайн), используя открытые информационные базы данных в строительстве.

*Пример*. Распечатка программного решения (BRWL). Пример расчета приведен в таблице 1.

Таблица 1

Объект:	Общественное гражданское здание					
Тип	Бескаркасное здание из кирпича без армирова	ния				
здания:						
1.2 Да	нные по фундаменту					
OCHOBHI	Основные данные фундамента					
Тип фундамента:		Ленточный				
Тип стены:		Наружная				
Высота фундамента (размер фундамента от обреза до подошвы), м:		2,20				
Глубина планиро	заложения фундамента (расстояние от вочной отметки до полошвы фундамента). м:	2,00				

## Распечатка программного решения (BRWL)

1.1 Учётные данные

Í	1		
	Ширина подошвы фунда	амента, м	N.

1,60

1.3 Нагрузки по обрезу фундамента			
Удельный вес конструкции пола подвала, кН/м <sup>3</sup> : >22,00			
Толщина пола подвала, м:	0,20		
Расстояние от уровня планировки до пола подвала (глубина подвала), м:	1,50		

Вертикальная нагрузка N, кН:	300,00
Горизонтальная нагрузка, приложенная вдоль ширины подошвы фундамента Q <sub>B</sub> , кН:	>0,00
Изгибающий момент, приложенный вдоль ширины подошвы фундамента M <sub>B</sub> , кН*м:	0,00

# **1.4 Данные по грунту** Введённые данные

Nº	Н, м	Наиме- нование	Тип грунта	γ,   <u>⊂</u> / [³	φ, °	С, кПа	e	w	$\mathbf{I}_{\mathrm{L}}$	E	μ	Источн ик данных
1	1,7	Насыпной грунт	Пески пылеватые маловлажные и влажные	16,5	14	0	0,7	0	-	5000	0,3	Таблиц а
2	3	Песок серый	Пески пылеватые насыщенные водой	19	28	2	0,7	-	1	14000	0,3	Экспер имент
3	7	Супесь	Пылевато-глинистые, а также крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем	19	18	9	0,7	0,6	0,8	7000	0,35	Экспер имент
4	10	Суглинок	Пылевато- глинистые, а также крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем	21	20	11	0,6	0, 5	0, 4	11000	0,3	Экспе римен т

#### Расчётные данные

№	Н, м	γ1, кН/м <sup>3</sup>	γ2, кН/м <sup>3</sup>	φ1, °	φ2, °	С1, кПа	С2, кПа	γc1	γc2	K
1	1,70	15,00	16,50	12,73	14,00	0,00	0,00	1,25	1,16	1,10
2	0,30	17,27	19,00	25,45	28,00	1,33	2,00	1,10	1,16	1,00
3	2,70	9,09	10,00	25,45	28,00	1,33	2,00	1,10	1,16	1,00
4	7,00	17,27	19,00	15,65	18,00	6,00	9,00	1,00	1,00	1,00
5	10,00	19,09	21,00	17,39	20,00	7,33	11,00	1,20	1,08	1,00

### 1.5 Дополнительная информация

Грунтовые воды

Действие грунтовых вод учитывается

Уровень грунтовых вод, м: 2,00 и более

|--|

Сооружение обладает жёсткой конструктивной схемой				
Отношение длины сооружения или его отсека к высоте:	2,00			
Удельный вес минеральных частиц грунта, кН/м <sup>3</sup> :	27,00			
Удельный вес воды, кН/м <sup>3</sup> :	10,00			

#### 1.6 Результаты расчёта

#### Рассчитанные данные по совместной работе грунта и фундамента

Средневзешанное значение удельного веса грунта по I-му предельному состоянию выше подошвы фундамента, кН/м <sup>3</sup> :	15,34
Средневзешанное значение удельного веса грунта по II-му предельному состоянию выше подошвы фундамента, кН/м <sup>3</sup> :	16,88

Рассчитанные данные по основанию				
Расчётное сопротивление грунта основания R, кПа:	225,59			
Предельное давление (несущая способность) грунта основания Р <sub>пр</sub> ,кПа:	312,71			
Предельная нагрузка на фундамент N <sub>пр</sub> , кН:	500,33			
Минимальное давление под подошвой фундамента P <sub>min</sub> , кПа:	212,05			
Среднее давление под подошвой фундамента P <sub>cp.</sub> , кПа:	221,50			
Максимальное давление под подошвой фундамента Р <sub>max</sub> , кПа:	230,95			
Осадка фундамента S, см:	4,88			
Коэффициент надёжности:	1,27			

По результатам расчета можно определить то, что на существующий фундамент под наружной стеной здания и на стену подвала воздействует значительное давление грунта, что приводит к внецентренному нагружению.

#### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Работа в системе

#### автоматизированного проектирования

Области применения математического моделирования, алгоритмы и методики практического применения ВІМ технологий при ремонте и реконструкции зданий и сооружений жилищно-коммунального комплекса

Цель практического занятия: Знакомство с основами BIMмоделирования в строительстве и методами практического применения BIMтехнологий при ремонте и реконструкции. Ознакомиться с возможностями применения BIM -технологий при эксплуатации несущих конструкций.

Методические указания: ВІМ-технологии (Building Information Modeling, информационное моделирование строительного объекта) обеспечивают эффективное управление этими данными, что в результате может вдвое сократить срок реализации проекта, значительно упростить обслуживание объекта, службы. готового продлить срок его Инструменты ВІМ-технологии применяются для самых разнообразных задач, от детальной визуализации интерьеров и экстерьеров зданий в виртуальной реальности по фотографиям

до автоматизированного управления строительной техникой.

В основе технологии информационного моделирования лежат разработка и использование информационной модели объекта, которая возникает на ранних этапах инвестиционно-строительного проекта, развивается по ходу реализации проекта, пополняется информацией, которая используется различными участниками проекта в зависимости от их ролей и решаемых задач. ВІМ делает проектирование быстрым, точным и понятным.

Задачи применения информационного моделирования при эксплуатации:

- Планирование технического обслуживания и ремонта - процесс, в котором геометрические и атрибутивные данные, полученные из ЦИМ, используются в автоматизированных системах управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования.

- Мониторинг эксплуатационных характеристик - процесс, в котором геометрические и атрибутивные данные, полученные из ЦИМ, используются в системах мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений.

- Управление эксплуатацией зданий и сооружений - процесс, в котором геометрические и атрибутивные данные, полученные из ЦИМ, используются в автоматизированных системах управления эксплуатацией зданий и сооружений.

-Моделирование чрезвычайных ситуаций - процесс, в котором ЦИМ используются для имитационного моделирования чрезвычайных ситуаций.

- Каждая задача применения информационного моделирования должна быть согласована с исполнителем работ. Это требование обусловлено спецификой решаемых задач и уровнем внедрения технологии информационного моделирования у исполнителя работ.

Практическое задание: Ознакомление с возможностями применения ВІМ технологий при эксплуатации несущих конструкций, с нормативно-

9

технической базой в сфере технологий информационного моделирования используя доступные справочно-правовые системы: <u>consultant.ru</u>, <u>Гарант</u> (справочно-правовая система), <u>Кодекс</u> (справочно-правовая система), <u>Техэксперт</u>:

- Постановление правительства Российской Федерации № 1416 от 12 сентября 2020 «Об утверждении правил формирования и ведения классификатора строительной информации»;

- Постановление правительства Российской Федерации № 1558 от 28 сентября 2020 «О государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации»;

- Постановление правительства Российской Федерации № 331 от 05 марта 2021 Перечень случаев, при которых должна использоваться информационная модель.

- СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.

- ГОСТ Р 57310-2016 (ИСО 29481-1:2010) Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат.

- ГОСТ Р 57309-2016 (ИСО 16354:2013) Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов.

- ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Ч.2. Основы классификации информации.

*Пример*. Примеры требований к уровням проработки элементов цифровых информационных моделей объектов массового строительства при обосновании инвестиций и проектировании:

Требования к уровням проработки для цифровых моделей, содержащих данные о конструктивных решениях (КР)

Элементы раздела	Обоснование инвестиций	Проектирование
KP		

	1			
	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400
Стена	Требования	Типы, условный	Точный габарит,	Огнестойкость
	отсутствуют	габарит	сечение/профиль,	
			положение,	
			материал,	
			маркировка, масса	
Перекрытие/	Требования	Типы, условный	Точный габарит,	Внешний образ/вид,
кровля	отсутствуют	габарит	сечение/профиль,	фурнитура/оснастка,
			конструкция,	производитель,
			положение,	наименование по
			материал, уклоны,	каталогу, артикул по
			маркировка, масса	каталогу,
				огнестойкость
Колонна	Требования	Условный габарит	Типы, точный	Внешний образ/вид,
	отсутствуют		габарит,	производитель,
			сечение/профиль,	наименование по
			конструкция,	каталогу, артикул по
			положение,	каталогу
			материал,	
			маркировка, масса	
Проем/ отверстие	Требования	Условный габарит	Типы, точный	Конструкция,
	отсутствуют		габарит,	фурнитура/оснастка
			положение,	
			маркировка	
Балка/стропила/	Требования	Типы, условный	Точный габарит,	Сечение/профиль,
ферма	отсутствуют	габарит	внешний образ/вид,	конструкция,
			положение,	фурнитура/ оснастка,
			материал,	производитель,
			маркировка, масса	наименование по
				каталогу, артикул по
				каталогу,
				огнестойкость
Закладные детали	Требования	Требования	Типы, условный	Точный габарит,
и изделия	отсутствуют	отсутствуют	габарит,	внешний образ/вид,
			положение,	сечение/профиль,
			материал,	конструкция,
			маркировка	производитель,
				наименование по
				каталогу, артикул по
				каталогу, масса
Лестничный	Требования	Типы, условный	Точный габарит,	Производитель,
марш	отсутствуют	габарит	сечение/профиль,	наименование по
			конструкция,	каталогу, артикул по
			положение,	каталогу
			материал, уклоны,	

			маркировка, масса	
Лестничная	Требования	Типы, условный	Точный габарит,	Производитель,
площадка	отсутствуют	габарит	сечение/профиль,	наименование по
			конструкция,	каталогу, артикул по
			положение,	каталогу
			материал, уклоны,	
			маркировка, масса	
Стержневая	Требования	Требования	Типы, условный	Точный габарит,
арматура	отсутствуют	отсутствуют	габарит,	положение,
			сечение/профиль,	маркировка,
			материал	производитель,
				наименование по
				каталогу, артикул по
				каталогу, масса
Фундамент	Требования	Типы, условный	Точный габарит,	Производитель,
	отсутствуют	габарит	сечение/профиль,	наименование по
			конструкция,	каталогу, артикул по
			положение,	каталогу
			материал, уклоны,	
			маркировка, масса	
Раскосы/связи/	Требования	Условный габарит	Типы, точный	Внешний образ/вид,
фахверк	отсутствуют		габарит,	конструкция,
			сечение/профиль,	производитель,
			положение,	наименование по
			материал,	каталогу, артикул по
			маркировка, масса	каталогу,
				огнестойкость
Узлы	Требования	Требования	Условный габарит,	Типы, точный
	отсутствуют	отсутствуют	сечение/профиль,	габарит, внешний
			положение,	образ/вид,
			материал, масса	конструкция,
				маркировка

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. Поверочный расчет конструкции: выявление резервов несущей способности

*Цель практического занятия:* Ознакомление с методами определения резервов несущей способности конструктивного элемента.

Методические указания. Для выявления резервов несущей способности необходимо выполнение поверочного расчета конструкции: производится сбор нагрузок (согласно СП), определяются фактические прочностные характеристики материалов, на основании результатов детального (инструментального) обследования определяются геометрические характеристики, включая результаты вскрытий, натурных и лабораторных испытаний, инструментальных замеров.

*Практическое задание:* Провести поверочный расчет несущих конструкций здания (по виду конструктивного элемента).

*Пример*. По результатам визуально-инструментального обследования с учетом эксплуатационных нагрузок (действующих или предполагаемых) необходимо провести поверочный расчет фундамента здания.

Поверочный расчет выполняется с помощью расчетного модуля "Ленточный фундамент" программного комплекса системы общестроительных расчетов. Способ определения характеристик грунта: на основе непосредственных испытаний. Пример результатов расчета представлен на рисунке 3.

Поверочный расчет выполнен с помощью расчетного модуля "Ленточный фундамент" программного комплекса "BASE".

Система общестроительных расчетов



#### Результаты расчёта

Тип фундамента: Ленточный на естественном основании

#### 1. - Исходные данные:



Тип грунта в основании фундамента: Пылевато-глинистые, крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем I>0.5

Тип расчёта: Проверить заданный

Способ расчёта: Расчёт основания по деформациям

Способ определения характеристик грунта: На основе непосредственных испытаний

Конструктивная схема здания:

#### Жёсткая при 1.5<(L/H)<4

Наличие подвала: Да Фундамент под крайнюю стену

Исходные данные для расчёта: Удельный вес грунта 1,96 тс/м3 Удельное сцепление грунта 2 тс/м2 Угол внутреннего трения 13 ° Расстояние до грунтовых вод (Hv) -5,5 м

Ширина фундамента (b) 0,64 м Высота фундамента (H) 0,46 м Глубина подвала (dp) 3,91 м Ширина подвала (Bp) 11,3 м Высота грунта в подвале выше подошвы фундамента (hs) 0,46 м Вес 1 м2 пола подвала (Pp) 0,45 тс/м2 Нагрузка на отмостку (только для расчета горизонтального давления) (qv) 0,5тс/м2 Усреднённый коэффициент надёжности по нагрузке 1,15

#### Расчетные нагрузки на фундамент:

Наименова-	Величи-	Ед. измере-	Примеча-
ние	на	ния	ния
N	13,6	тс/п. м.	
My	0 тс*м/п. м.		
Qx	0	тс/п.м.	
q	0	тс/м2	на грунт

2. - Выводы:



По расчёту по деформациям коэффициент использования К = 1,59 Расчётное сопротивление грунта основания 15,72 тс/м2 Максимальное напряжение под подошвой в основном сочетании 25,03 тс/м2 Минимальное напряжение под подошвой в основном сочетании 25,03 тс/м2

#### Рисунок 3. Результаты расчета фундамента

Согласно результатам расчета, приведенного в примере, по величинам деформаций для подошвы рассматриваемого ленточного фундамента, шириной 0,64 м., коэффициент использования будет равен K=1,59, что больше 1. Следовательно, ширина подошвы фундамента недостаточна. Рекомендуется выполнить усиление фундамента.

# ТЕМА 2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ, РЕМОНТ И УСИЛЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. Работа в системе автоматизированного проектирования Выбор способа усиления конструкции. Выбор исходных данных

#### для усиления конструкции

Цель практического занятия: Ознакомиться с правилами определения исходных данных при формировании математической модели усиления несущих конструкций здания и выбора способа усиления с использованием комплексов МКЭ (метода конечных элементов).

*Методические указания*. Для моделирования колонн используется – универсальный пространственный стержневой КЭ, для моделирования плит и стен используются универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

Практическое задание: Выполнить формирование расчетной модели сетки МКЭ для несущих конструкций (плит и колонн) 10-ти этажного здания, имеющих дефекты и повреждения в результате длительной эксплуатации в программном комплексе ЛИРА-САПР.

#### Пример. Исходные данные:

Рассматривается фрагмент железобетонного каркасного здания.

Этажность до надстройки: 10.

Сетка колонн: 6х6.

Количество пролетов поперек здания: 3.

Перекрытия: монолитные толщиной 200мм с контурной балкой.

Сечения колонн: 600х600мм, 500х500мм.

Класс бетона конструкций: В30.

Класс арматуры конструкций: А500С.

Мансарда: одноэтажная с ломаным профилем.

Разбиение на конечные элементы

Плита разбивается минимум на 8-10 элементов на пролет.

Стены разбиваются аналогично плитам.

Колонна может, как разбиваться на промежуточные элементы, так и не разбиваться.

Разбиение представлено на рисунке 4.



Рисунок 4. - Разбиение на конечно элементную сетку

### Конечные элементы

Для моделирования колонн используется конечный элемент №10 – универсальный пространственный стержневой КЭ.

Для моделирования плит и стен используются конечные элементы №41 – универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

Моделирование стыка плита-колонна

В месте опирания плиты на колонну необходимо моделирование специального абсолютного жесткого тела (АЖТ). АЖТ позволяет снизить моменты в плите и колонне.

Моделирование представлено на рисунке 5.



Рисунок 5 - Моделирование АЖТ

## Нагрузки

Нагрузки разбиваются по видам на отдельные загружения. К загружениям составляются таблицы расчетных сочетаний усилий (РСУ) для вычисления огибающих эпюр. Для вывода результатов по отдельным комбинациям составляются расчетное сочетание нагрузок (РСН).

Таблицы РСУ и РСН представлены на рисунках 6 и 7 соответственно.

Расчетные сочетания усилий								
Номер таблицы РСУ 🏼 🏻 🏻 🛉	* *	•	<u></u>					<b>I</b>
Имя таблицы РСУ СП_1								
Строительные нормы	Строительные нормы СП 20.13330.2011 🗸							
Номер загружения 1	Собств	еный в	ec					
Вид загружения По	остоянное(0)		×	🖉 По	умолчанию	o		
N группы объединяемы	× 0	-Козф	фициенты	для РСУ —				
временных загружений		#	1 основ.	2 основ.	0co6.(C)	0co6.(6 C)	5 сочет.	6 сочет.
Учитывать знакопереми	енность	1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
N группы взаимоисклю	la-	2	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
ющих загружений	0	3	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
NN сопутствующих	) 0	4	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00
Загружений		5	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00
коэффициент надежнос	ти 1.10							
Доля длительности	1.00							

Рисунок 6- Таблица РСУ

Расчетные сочетания нагрузок

Номер П Оп СНиП2.0	) таблицы РС ределяющие D1.07-85*	сн 1 🗭 🕂			Имятаб	блицы РСН	СНиП2.01.07-85*_1
	N загруж.	Наименование	Коэф. надежн.	Доля длительн.	PCH1	PCH2	
1	1	Собственый вес	1.1	1.0	1.	0.909	
2	2	Перегогродки	1.2	1.0	1.	0.833	
3	3	Пол	1.2	1.0	1.	0.833	
4	4	Эксплуатационная	1.2	.35	1.	0.833	
5	5	Фасад	1.2	1.0	1.	0.833	

Рисунок 7 - Таблица РСН

#### Местные оси элементов

Результаты расчета (моменты, нормальные силы) выводятся относительно местных осей. Местные оси должны быть согласованы между собой, В противном случае результатов расчетов будет чтение затруднительным.

Местные оси элементов представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 - Местные оси элементов плиты и колонны

Модуль деформации элементов

Начальный модуль деформации элементов принимается по таблице 6.11 СП 63.13330 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.

Согласно п.6.2.7. СП 430.1325800.2018 на первой итерации расчетов для более точной оценки распределения усилий в элементах конструктивной системы рекомендуется принимать осредненные по результатам многочисленных расчетов значения понижающих коэффициентов для начального модуля упругости.

0,6 – для вертикальных сжатых (колонны, пилоны, стены) несущих элементов; 0,3 – для несущих горизонтальных (плиты, балки) элементов.

#### Армирование

В программе используются модули подбора армирования, в которые задается: тип рассчитываемого конечного элемента, тип системы (статически определимая / не определимая), расстояние к центру тяжести арматуры, требования к расчету по трещиностойкости, классы бетона и арматуры.

Модуль подбора армирования представлен на рисунке 9.

				CT 63.13330.2012		СП	63.13330.2012
Пазвание			Название			Название	
Вид расчета	Оболочка (Изгиб, Сж	атие/Рас 🗸					
Система	Статически неопред	елимая 🗸	Класс бетона	B40	v + -	Кл	ассы арматуры
	Расчет		D	010	· ·		
Подбирать	арматуру по теории В	Зуда	вид ретона	тяжелый	~	ПРОДОЛЬНАЯ ВДО	А500 d=1040 ∨
Минимальный	% армирования	0.05	Марка легког	о бетона по 20	~ 000	Продольная вдоль	A500 d=1040 ∨
M	× • •	10	Коэф	фициенты условий раб	оты	Поперечная армат	ypa A500 d=1040 ~
максимальны	и % армирования	10	γ <sub>1-2</sub> 0.9	γ <sub>b3</sub> 1 γ <sub>b3</sub>	1		+ -
Точность пред	цварит, расчета, %	20			•		
Точность осно	вного расчета, %	1	Относительна	ая влажность воздуха,	% 75	Ø 32 ~	1 ~ Ø
Подбирать	поперечную арматур	у на 1 кв.м.	Диагра	мма напряжение-дефор	мация	max Vuez cover	
Pace	тояние к ц.т. арматур	ы	2-х линейн	ая диаграмма состояния	я сжаті 🗸	Koodduuuoutuot	6 CE 14 12220 2014
	-		Слу	чайные эксцентриситет	гы	коэффициент из т.	1
	5 CM A1Y 5	CM	По высоте с	ечения ЕУ 0	см	Коэфф. условий ра	боты при расчете й. т.6 СП 1
a2 A2X	5 CM A2Y 5	CM	По ширине с	ечения EZ 0	СМ		
Расчет по п	предельным состояния	м II группы		B40 (M⊓a)	^	Продольная Х	A500 d=1040 (M⊓a)
Трещина прод	олжительного	0.3	Eb	36000.00		Es	200000.00
раскрытия, мм	l i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	0.0	Rbn	29.00		Rsn	500.00
Грещина непр	одолжительного	0.4	Rbtn	2.10		Rs	435.00
раскрытия, мм			Rb	22.00		Rsw	300.00
Шаг армату	рных стержней, мм	200 22	Rbt	1.40		Rsc	435.00
🔾 Диаметр ар	матурных стержней	200 V	Eps_b0 (*10	00) 3.40	×		

Рисунок 9 - Параметры для подбора армирования в ПК ЛИРА-САПР

Прочностные и деформативные характеристики материалов: бетона и арматуры, а также геометрические размеры конструктивных элементов следует принимать по результатам ранее проведенного технического

обследования здания с учетом износа в результате длительной эксплуатации выразившейся в коррозионных повреждениях бетона и арматуры и снижении прочностных и декоративных характеристик и уменьшения размеров поперечных сечений.

Для разработанной расчетной модели из трех групп методов усиления: наращивания; изменения конструктивной схемы и изменения напряженнодеформированного состояния, выбираем наиболее эффективный метод двустороннего И одностороннего наращивания, экономическую эффективность каждого, следует проверить при сравнении приведенных затрат для окончательного выбора одного из принятых вариантов усиления. Такая процедура необходима, поскольку программные комплексы не выбирать автоматическом режиме необходимый метод позволяют В усиления.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. Работа в системе автоматизированного проектирования. Моделирование расчетной схемы усиления. Вариация моделей нагрузок

Цель практического Ознакомиться занятия: с возможностями моделирование расчетной схемы усиления при работе В системе автоматизированного проектирования. Изучить возможности программных комплексов при рассмотрении и построении вариации моделей нагрузок.

*Методические указания*. Моделирование расчетной схемы усиления возможно в программных комплексах типа SCAD, в которых помимо расчетного модуля конечно-элементного моделирования имеется в составе набор программ, способных выполнять решение более частных задач. Ввиду своей автономности этот набор программ-сателлитов можно использовать отдельно от основного расчетного модуля SCAD Office. Работа в SCAD условно разделена на следующие этапы.

20

Этап 1. Запуск программы SCAD и подготовка к созданию расчетной схемы: 1) Запуск программы SCAD.

2) Создание нового проекта для выполнения расчета заданной стержневой системы и его наименование.

3) Задание имени файла в директории SDATA, в котором будет сохраняться вся информация по введенным исходным данным. Выход на схему «Дерево проекта» для начала работы.

4) Открытие окна «Расчетная схема» для формирования РС рассматриваемой стержневой системы.

Этап 2. Создание расчетной схемы стержневой системы:

1) Графическое представление РС в общей системе координат для всей стержневой системы с нумерацией узлов и элементов и местных систем координат для каждого элемента отдельно.

2) Назначение типа КЭ.

3) Назначение жесткости элементов.

4) Назначение опорных связей.

5) Назначение шарниров в узлах элементов.

6) Печать или сохранение расчетной схемы

Этап 3. Создание загружений РС:

1) Задание узловой нагрузки.

2) Задание нагрузки на элемент.

3) Создание и сохранение загружений.

4) Печать или сохранение РС с созданными загружениями.

Этап 4. Выполнение линейного расчета и представление его результатов:

1) Выполнение линейного расчета, в котором реализуется алгоритм решения задачи МКЭ по определению перемещений узлов (в общей для стержневой конструкции системе координат) и усилий в намеченных для расчета сечениях элементов (в местной системе координат).

2) Представление полученных результатов расчета стержневой системы в виде эпюр усилий в ее элементах и картины перемещений узлов. Их сохранение и печать.

3) Представление полученных результатов расчета стержневой системы в виде таблицы с усилиями в намеченных сечениях элементов и таблицы перемещений узлов расчетной схемы. Их сохранение и печать.

При моделировании расчетной схемы усиления (РСУ) применяем метод вариации моделей для поиска оптимального конструктивного решения. Вариация моделей — это унификация топологически одинаковых расчетных схем. То есть предполагается, что выполнены расчеты нескольких одинаковых по топологии расчетных схем, в которых можно варьировать граничные условия, шарниры, материалы, упругие основания, нагрузки, динамические модули и типы задач (линейная, монтажная и динамика во времени).

Режим Вариация моделей находится в редакторе Начальной загрузки. Для формирования пакета задач Вариации моделей следует указать пути к задачам, которые необходимо унифицировать. При этом в статусе задачи отображается информация о ее состоянии (рис. 10):

- расчет выполнен;
- отсутствуют результаты расчета и т.д.

•	1 2 3	C \Dek\Doc\_\$03\Data \Var\var1fep C \Dek\Doc\_\$03\Data \Var\var2fep	Расчет выполнен
*	3	C. Ulak Loc (_SU3 Lata Van Var21ep	I CONTRACTORING FOR THE CONTRACT
*	3	CONTRACT DOS DUNING AND AND	Oncynchalaur pesynanaith pesynan
*		] C. Disk (Doc / Stu3) Data (Van (Var3 fep	Отсутствуют результаты РСУ
			De Ber

Рис. 10. Вариация моделей

Стоит отметить, что если при запуске на расчет *Вариации моделей* какая-то из задач не была посчитана, то предлагается выполнить ее расчет.

После завершения расчета по *Вариации моделей* выполняется переход в *Результаты расчета*, где можно подобрать арматуру или проверить стальные сечения и при этом быть полностью уверенным в том, что обобщенная расчетная модель удовлетворяет всем РСУ, которые были получены ото всех расчетных схем.

При выводе результатов РСУ в таблицах указывается, от какой задачи был получен тот или иной критерий. В стадии разработки находится следующий этап развития *Вариации моделей* — формирование загружений пакета задач с дальнейшей возможностью получения РСУ и РСН.

Практическое задание: Посчитать набор задач и выполнить расчет по Вариации моделей, определить расчетные схемы нагружения для всех установленных задач.

*Пример*. Считаем монолитный каркас средствами SCAD. Чтобы учесть разность поведения грунта и железобетона при разной длительности действия нагрузок создаем две схемы:

1) Схема1: заданы пониженные модули упругости железобетона в соответствии с п.6.2.6 СП 52-103-2007, назначены переменные по площади коэффициенты постели от комбинации нормативных значений постоянных и длительных нагрузок, рассчитанные через КРОСС; нагрузки заданы только статические и без учета ветра. В этой схеме проверим начерно прогибы плит, осадки, Rz и получим пакет РСУ1.

2) Схема2: заданы начальные модули упругости ж/б, коэффициенты постели увеличены в 10 раз (при эксплуатационных нагрузках); нагрузки те же + ветровые статические + пульсации ветра + особые (например, аварийная от лифта). В этой схеме проверим ускорения верхнего этажа, горизонтальные перемещения от ветра и получим пакет РСУ2.

23

Учет характера работы сооружения и основания и под длительными, и под кратковременными воздействиями производится отдельно. Далее идем в Вариацию моделей, создаем пакет из двух задач. SCAD по умолчанию устанавливает взаимоисключения в РСУ для всех загружений разных схем, то есть в одно РСУ для любого элемента не могут войти загружения из разных схем. Проверку сечений и их армирование можно выполнить только для наихудших РСУ из каждой задачи.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. Работа в системе автоматизированного проектирования.

## Оценка соответствия метода усиления конструкции требованиям безопасной эксплуатации<mark>.</mark>

Цель практического занятия: Расчет выбранного метода усиления конструкции с целью обеспечения требований безопасной эксплуатации в соответствии с основными положениями теории предельных состояний.

*Методические указания*. Ознакомиться с возможностями метода для выбранных схем усиления при работе в системе автоматизированного проектирования. Изучить возможности программного комплекса ПК ЛИРА-САПР.

*Практическое задание:* Рассмотреть усиление колонн и плит методами одностороннего и двухстороннего наращивания на примере 10-ти этажного здания рассмотренного в практическое занятие № 5

Пример.

Сбор нагрузок на типовой этаж, представлен в таблице 2

Таблица 2.

№ п/п	Наименование	Нормативное значение, кН/м <sup>2</sup>	γ <sub>f</sub> [2]	γn[1]	Расчетное значение, кН/м <sup>2</sup>
1	Постоянная нагрузка.	Учитывается автоматически	1,1	1	Учитывается автоматически
2	Перегородки	3	1,2	1	3,6 кН/м

№ п/п	Наименование	Нормативное значение, кН/м <sup>2</sup>	γ <sub>f</sub> [2]	γ <sub>n</sub> [1]	Расчетное значение, кН/м <sup>2</sup>
3	Пол	2 кH/м <sup>2</sup>	1,3	1	2,6 кН/м <sup>2</sup>
4	Офисы	2 кН/м <sup>2</sup>	1,2	1	2,4 кН/м <sup>2</sup>
5	Коридоры	3 кН/м <sup>2</sup>	1,2	1	3,6 кН/м <sup>2</sup>

Окончание таблицы 2

0 Queud	
Штукатурка гипсовая t=10 $\gamma=13,5 \ \kappa H/m^2$ 0,01x3x13,5=0,41 $\kappa H/M$ 1,317,55 \ \kappa H/MПеноблок t=200, $\gamma=6 \kappa H/m^2$ 0,2x3x6=3,6 $\kappa H/M$ 1,317,55 \ \kappa H/MМинвата t=100 $\gamma=1$ $\kappa H/m^2$ 0,1x3x1=0,3 $\kappa H/M$ 0,5x3=1,5 \ \kappa H/M1	М

Расчетные значения средней составляющей ветровой нагрузки и ветровой нагрузки на перекрытие представлены в таблиц 3 и 4 соответственно.

Таблица 3.

N⁰	Участок	Высота Z, м					
$\Pi/\Pi$		0	7,2	40,7			
1	Зона А	-0,354	-0,367	-0,367			
2	Зона В	-0,283	-0,294	-0,294			
3	Зона С	-0,177	-0,183	-0,183			
4	Зона D	0,283	0,294	0,294			
5	Зона Е	-0,177	-0,183	-0,183			

## Сбор ветровой нагрузки

Высота здания:

- Высота здания (сооружения) H = 40,7 м;

Геометрия здания при определении ветровой нагрузки:

- Размер здания в плане вдоль направления ветра *l* = 19,2 м;

- Размер здания в плане поперек направления ветра *b* = 37,2 м;

- Размер  $h_1 = 36$  м;

Ветровая нагрузка:

- Нормативное значение ветрового давления *w*<sub>o</sub> = 0,23 кПа;

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

# Ветровая нагрузка на вертикальные стены прямоугольных в плане зданий

Для расчета ветровой нагрузки на вертикальные стены здание разбивают на участки, представленные на рисунке 11.



Рисунок 11 – Участки для расчета

Для наветренных, подветренных и различных участков боковых стен аэродинамические коэффициенты представлены в таблице 4

Таблица 3.1.6.

Боковые стены			Наветренная	Подветренная	
Участ	ГКИ		стена	стена	
Α	В	С	D	Е	
-1,0	-0,8	-	0,8	-0,5	

Коэффициент надежности по нагрузке:  $g_f = 1,4$ .

Размер *h* для определения *n*:  $h = h_1 = 36$  м.

Наименьшее из b и 2h:  $e = min(b;2h) = min(37,2;2 \cdot 36) = 37,2$  м.

Зона А:

Аэродинамический коэффициент: *с*<sub>*e*</sub> = -1.

Аэродинамический коэффициент:  $c = c_e = -1$ .

Ширина зоны А:  $\frac{e}{5} = 7,44$  м.

Размеры расчетных поверхностей - совпадают с размерами здания.

Размер a для определения n: a = 1 = 19,2 м.

 $r = 0,4a = 0,4 \cdot 19,2 = 7,68$  м.

c = h = 36 м.

#### На отм. 0.000

Поперечный размер сооружения поперек направления ветра:d=b=37,2м. Т.к. H = 40,7 м > d = 37,2 м и H = 40,7 м, r=2d = 2.37,2 = 74,4 м; z = 0 м < H-d = 40,7-37,2 = 3,5 м: Эквивалентная высота:  $Z_e = d = 37,2$  м.

Тип местности – В - городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м; С - городские районы с плотной застройкой зданиями высотой более 25 м).

Значения параметров  $\alpha$  и  $k_{10}$  для различных типов местностей представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Папаметп	Тип местности				
IIupumerp	Α	В	С		
α	0,15	0,2	0,25		
k <sub>10</sub>	1,0	0,65	0,4		
$\zeta_{10}$	0,76	1,06	1,78		

Исходя из данных таблицы 3.1.7: *а*=0,2, *k*<sub>10</sub>=0,65

k

 $\alpha_2 = 2\alpha = 2 \cdot 0, 2 = 0, 4.$ 

Коэффициент *k*, учитывающий изменение давления ветра по высоте и типу местности определяется по формуле 1:

$$k = k_{10} \left(\frac{z_e}{10}\right)^{2\alpha}$$
(1)  
= 0,65  $\left(\frac{37,2}{10}\right)^{0,4} = 1,09934$ 

27

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки определяется по формуле 2:

$$w_m = w_0 kc$$
 (2)  
 $w_m = 0.23 \cdot 1.09934 \cdot (-1) = -0.25285 \text{ kHa.}$   
 $\Pi pu \ z = Z_1 = 7.2 \text{ m:}$ 

Поперечный размер сооружения поперек направления ветра:d=b=37,2 м Т.к. H = 40,7 м > d = 37,2 м и H = 40,7 м,  $r=2d = 2 \cdot 37,2 = 74,4$  м; z = 7,2 м < H-d = 40,7-37,2 = 3,5 м:

Эквивалентная высота:  $Z_e = d = 40,7$  м.

$$\alpha_2 = 2\alpha = 2 \cdot 0, 2 = 0, 4.$$

Коэффициент *k*, учитывающий изменение давления ветра по высоте и типу местности:

$$k = 0.65 \left(\frac{40.7}{10}\right)^{0.4} = 1.1396$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки:

 $w_m = 0,23 \cdot 1,1396 \cdot (-1) = -0,26211$  кПа.

При z = Z4 = 40,7 м:

Поперечный размер сооружения поперек направления ветра: d=b=37,2

М

 $\alpha_2 = 2\alpha = 2 \cdot 0, 2 = 0, 4.$ 

Коэффициент *k*, учитывающий изменение давления ветра по высоте и типу местности:

$$k = 0.65 \left(\frac{40.7}{10}\right)^{0.4} = 1.1396$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки:

 $w_m = 0.23 \cdot 1.1396 \cdot (-1) = -0.26211$  кПа.

Зона В:

Аэродинамический коэффициент:  $c_e = -0.8$ .

Аэродинамический коэффициент:  $c = c_e = -0.8$ .

Ширина зоны А:  $e - \frac{e}{5} = 29,76$  м.

#### На отм. 0.000

Поперечный размер сооружения поперек направления ветра: d=b=37,2

М

Т.к. 
$$H = 40,7$$
 м >  $d = 37,2$  м и  $H = 40,7$  м,  $r = 2d = 2 \cdot 37,2 = 74,4$  м;  
 $z = 0$  м <  $H - d = 40,7 - 37,2 = 3,5$  м:

Эквивалентная высота:  $Z_e = d = 37,2$  м.

$$\alpha_2 = 2\alpha = 2 \cdot 0, 2 = 0, 4.$$

Коэффициент *k*, учитывающий изменение давления ветра по высоте и типу местности:

$$k = 0.65 \left(\frac{37.2}{10}\right)^{0.4} = 1.09934$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки:

 $w_m = 0,23 \cdot 1,09934 \cdot (-0,8) = -0,20228$ кПа.

При  $z = Z_1 = 7,2$ м:

Поперечный размер сооружения поперек направления ветра: d=b=37,2 м

Т.к. H = 40,7 м > d = 37,2 м и H = 40,7 м,  $r = 2d = 2 \cdot 37,2 = 74,4$  м;

z = 7,2 м < H-d = 40,7-37,2 = 3,5 м:

Эквивалентная высота:  $Z_e = H = 40,7$  м.

$$\alpha_2 = 2\alpha = 2 \cdot 0, 2 = 0, 4.$$

Коэффициент *k*, учитывающий изменение давления ветра по высоте и типу местности:

$$k = 0.65 \left(\frac{40.7}{10}\right)^{0.4} = 1.1396$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки:

 $w_m = 0,23 \cdot 1,1396 \cdot (-0,8) = -0,20969$ кПа.

При z = Z4 = 40,7 м:

Μ

Т.к. 
$$H = 40,7$$
 м >  $d = 37,2$  м и  $H = 40,7$  м  $r = 2d = 2 \cdot 37,2 = 74,4$  м;  
 $z = 40,7$  м <  $H - d = 40,7 - 37,2 = 3,5$  м:

Эквивалентная высота:  $Z_{e} = H = 40,7$  м.

 $\alpha_2 = 2\alpha = 2 \cdot 0, 2 = 0, 4.$ 

Коэффициент *k*, учитывающий изменение давления ветра по высоте и типу местности:

$$k = 0.65 \left(\frac{40.7}{10}\right)^{0.4} = 1.1396$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки:

 $w_m = 0.23 \cdot 1.1396 \cdot (-0.8) = -0.20969$  кПа.

Типовой этаж и разрез реконструируемого здания представлены на рисунках 12 и 13 соответвенно.



Рисунок 12 - Типовой этаж



Рисунок 13. - Разрез по зданию

#### Создание расчетной модели здания

Для рассматриваемых вариантов усиления перекрытия для реконструируемого жилого здания расчет производился в ПК ЛИРА-САПР методом конечных элементов. При расчете учитывались указания и рекомендации разработчиков программного обеспечения и научные работы.

#### Разбивка на конечные элементы

Плита согласно рекомендациям разработчиков программного обеспечения, конструкция плит и стен разбивается минимум на 8-10 элементов на пролет/высоту этажа. Рекомендовано также чтобы размер конечного элемента не превышал двойной толщины элемента.

#### Конечные элементы (КЭ)

Плиты и стены создаются с использованием конечных элементов №41,42,44 – универсальный прямоугольный КЭ оболочки.

Колонны и балки создаются с использованием конечного элемента №10– универсальный стержневой КЭ.

#### Нагрузки

Для каждого вида нагрузок создаются отдельные загружения (в зависимости от коэффициентов надежности по нагрузке, от доли длительности, и характера действия).

Для возможности формирования комбинаций и формирования огибающих усилий по элементам создается таблица расчетных сочетаний усилий (РСУ). Для вывода результатов по отдельным комбинациям создаются расчетные сочетания нагружений (РСН).

#### Армирование

Для автоматического подбора армирования в ПК ЛИРА-САПР вводятся следующие данные:

- тип системы (статически определимая/не определимая);

- тип конструктивного элемента(оболочка/стержень);

- расстояния к центру тяжести арматуры/защитные слои;

- предельно допустимая ширин раскрытия трещин при кратковременных и длительных нагрузках;

- шаг или диаметры подбираемой арматуры;
- класс бетона и арматуры;
- коэффициенты к прочности бетона и арматуры;
- случайные эксцентриситеты.

Моделирование стыка плита-колонна

В месте опирания плиты на колонну необходимо моделирование специального абсолютного жесткого тела (АЖТ). АЖТ позволяет более точно моделировать тело колонны в плите снизить моменты в плите и колонне.



Моделирование АЖТ представлено на рисунке 14.

Рисунок 14. - Моделирование АЖТ

#### Выполнение расчета различных вариантов

В данном подразделе рассмотрен расчет 2 вариантов усиления плиты перекрытия для реконструируемого жилого здания в соответствии с принятыми вариантами одностороннего и двухстороннего наращивания.

Расчетная схема здания до и после усиления представлены на рисунках 15 и 16 соответственно.



Рисунок. 15 - Расчетная схема здания до усиления

Фрагмент надстраиваемой мансарды представлены на рисунке 16.



Рисунок. 16 - Фрагмент мансарды



Рисунок. 17 - Расчетная схема здания после усиления

Расстановка арматуры по сечению осуществляется с помощью указания площади армирования на 1 пог. м., геометрического положения относительно нейтральной оси и количества стержней.

Расстановка арматуры по сечению элемента представлена на рисунке 18 Тип арматурных включений



Рисунок. 18. Расстановка арматуры по сечению элемента



Площадь полной арматуры на 1пм по оси Х у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 6401

Рисунок 19 - Требуемое нижнее армирование перекрытия по Х, до усиления



Площадь полной арматуры на 1пм по оси У у нижней грани (балки-стенки - посередине); максимум в элементе 6823

Рисунок 20 - Требуемое нижнее армирование перекрытия по Ү, до усиления



Площадь полной арматуры на 1пм по оси X у верхней грани; максимум в элементе 16365

Рисунок 21 - Требуемое верхнее армирование перекрытия по Х,, до усиления



Рисунок 22 - Требуемое верхнее армирование перекрытия по Ү, до усиления



Рисунок 22 - Требуемое армирование колонн 1-го этажа, до усиления



Рисунок 23 - Требуемое нижнее армирование перекрытия по Х, после усиления

#### односторонним наращиванием



Рисунок 24 - Требуемое нижнее армирование перекрытия по Ү, после усиления

односторонним наращиванием



Рисунок 25. - Требуемое верхнее армирование этажа по Х, после усиления односторонним

наращиванием



Рисунок 26 - Требуемое верхнее армирование этажа по Ү, после усиления односторонним

наращиванием



Х Площадь арматуры по прочности AU1 AU2 AU3 AU4 AS1 AS2 AS3 AS4 . Симметричное армирование . Максимум 23.85 в элементе 120011.





Рисунок.28.- Требуемое нижнее армирование перекрытия по X, после усиления двусторонним наращиванием



Рисунок 29.- Требуемое нижнее армирование перекрытия по Ү после усиления двусторонним



Рисунок 30. Требуемое верхнее армирование перекрытия по Х после усиления двусторонним

наращиванием



Рисунок 31.- Требуемое верхнее армирование перекрытия по Ү после усиления двусторонним



Рисунок 32.-Требуемое армирование колонн 1-го этажа после усиления двусторонним наращиванием

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8. Работа в системе автоматизированного проектирования. Получение и интерпретация результатов сравнительного расчета материалоемкости, трудоемкости выполнения работ

Цель Ознакомиться практического занятия: с возможностями автоматизированного проектирования на платформе BuildDocs (далее BD) для выполнения различных функций получения и интерпретации результатов всех видов расчета, определения матералоемкости, трудоемкости строительных работ, функциями документооборота а также при цифровизации инженерных работ.

*Методические указания*. Стартовая страница сайта BuildDocs (далее BD) <u>https://builddocs.online</u>:



Для регистрации необходимо нажать соответствующую кнопку и в поле создания учетной записи заполнить все поля, после чего сайт переместит Вас на созданный аккаунт. Самым первым шагом на пути формирования актов освидетельствования выполненных работ является добавление работы в раздел «Наименования работ» в соответствующем договоре. Информация про работу (наименование, проектная и нормативная документация по ней) вводится 1 раз, после чего просто выбирается для заполнения ОЖР, и введенная ранее информация автоматически подтягивается к заполняемой работе. Структура данного раздела состоит из разделов и подразделов (неограниченного порядка); внутри этих разделов/подразделов можно создавать конструкции, а сами работы уже можно присваивать конструкциям.

Для добавления глобального раздела необходимо нажать «Добавить раздел». Ползунок «Текущий раздел» позволяет убрать другие разделы, оставив в поле зрения только тот, в котором мы работаем (полезно при наличии большого количества разделов, чтобы отфильтровать ненужные и корректировать только действующий).

В появившемся поле «Раздел рабочей документации» необходимо ввести название глобального раздела (это может быть название корпуса, работ раздел И пр.). ОБЪЕКТ / РАЗДЕЛ ПРОЕКТА Блок А конструкция Фундамент Армирование фундамента Общестроительные работы КЖ ПОДОБЪЕКТ / ВЛОЖЕННЫЙ РАЗДЕЛ ПРОЕКТА В БЛОК А 1 этаж конструкция Стена Армирование стень Общестроительные работы KX1.1

*Практическое задание:* Создать в глобальном «Разделе рабочей документации» подраздел либо конструкцию, создать акт выполнения работ.

Пример. Создаем в глобальном «Разделе рабочей документации» подраздел либо конструкцию. Для этого нужно нажать «+» в правой части строки и выбрать нужное действие, после чего ввести название подраздела/конструкции (конструкцию можно создать в подразделе, в подподразделе, и т.д; конструкцию можно выбрать из КСИ. Конструкции – унифицированный список конструкций от Минстроя). Саму работу можно присвоить только конструкции. Для добавления работы необходимо нажать напротив конструкции «+» и ввести информацию о работе: наименование (как она будет записана в 1 пункте АОСР; можно выбрать из КСИ.

Работы – унифицированный список видов работ от Минстроя), вид работы (необходимо для распределения зоны ответственностей по видам работ, т.к. часто разные подписанты от одной организации на одном объекте отвечают за разные виды работ), проект (шифр рабочей документации, по которой выполняется данная работа), нормативку (чтобы она подтягивалась в 6 пункт AOCP; в BD загружена база нормативной документации, необходимо просто выбрать нужные документы).

~	конструкция Фундамент			
Бетониро	не работи * вание фундамента			КСИ.РАБОТЫ
Выберите из Вид работы Общестр	КСИ или ведите вручную - оительные работы	*	Посест	
Норма	тивные документы +			
ОРГАНИ: СП 48.133	ация строительства × 0.02019			
			OTMENI	Th

Работы можно добавлять как к конструкции (нажать + напротив конструкции), так и к уже добавленной работе (нажать + напротив самой работы) (это не влияет на дальнейший процесс работы, просто служит «напоминалкой» о последовательности строительно-монтажных работ; в этом случае работы будут расположены одна под другой).

<ul> <li>Армирование фундамента</li> </ul>	Общестроительные работы
Опалубка фундамента	Общестроительные работы
Бетонирование фундамента	Общестроительные работы

Фундамент

Раздел Документарий является хранилищем документов с возможностью использования их при формирования документации. Все документы могут быть загружены только в формате PDF. Документарий имеет несколько вкладок:

1) Разрешительная документация – здесь хранятся приказы на ответственных лиц;

2) Проекты – здесь хранится рабочая документация со штампом «В производство работ», на которую ссылаются в актах (штамп ВПР имеет право ставить только представить технического заказчика);

3) Исполнительные схемы;

4) Исполнительные чертежи;

5) Сертификаты – сюда загружаются все документы, подтверждающие
качество (далее – ДПК) входящего материала (паспорта, сертификаты и т.д.)
6) Лаборатории – раздел загрузки протоколов лабораторных испытаний;
7) Сопроводительные документы – прочая документация (листы

согласования, дополнительные сведения и др.)

8) Нормативка – база нормативной документации, дополняется самими разработчиками по мере появления/обновления документов.

В Документарии можно не только загружать необходимые документы, или проставлять на них различные штампы. Для загрузки необходимо нажать соответствующую кнопку. В появившейся странице загрузки документа необходимо загрузить сам документ с устройства, заполнить поля (Тип файла, Наименование документа, Номер документа и др). В зависимости от типа файла необходимые для заполнения поля немного отличаются. После заполнения нажать «Сохранить». Также есть возможность загружать файлы в документарий массовой загрузкой. Для этого необходимо нажать кнопку Массовая загрузка и скачать предлагаемый шаблон Excel-файла, в котором необходимо будет предварительно заполнить те же самые поля, что и при одиночной загрузке (поля, отмеченные звездочкой, обязательны К заполнению). Сам Excel-файл также разделен на несколько страниц, и заполнять информацию о файле нужно В той странице, которой соответствует раздел, в который вы хотите загрузить соответствующий файл.

Пример заполненной таблицы для массовой загрузки Сертификатов:

48

4	A	В	С	D	E	F	G	н	1
2	Наименование файла*	Вид ДПК*	Наименование документа*	Производитель*	Номер документа*	Дата выдачи ДПК*	Дата окончания срока действия	Организация, выдавшая документ*	Описание
3	\\sr-scan\Scan\Scan839\do	Сертификат	Сертификат качества	ООО "Комет-бетон"	POCC.PY.12345	08.09.2021	08.09.2024	000 "Bera"	
4	scan\Scan\Scan839\doc03	Сертификат	Паспорт качества	ООО "Комет-бетон"	456	12.01.2021		ООО "Комет-бетон"	
5	scan\Scan\Scan839\doc03	Сертификат	Паспорт качества	ООО "Комет-бетон"	457	12.01.2021		ООО "Комет-бетон"	
6	scan\Scan\Scan839\doc03	Сертификат	Паспорт качества	ООО "Комет-бетон"	458	12.01.2021		ООО "Комет-бетон"	
7	scan\Scan\Scan839\doc03	Сертификат	Паспорт качества	ООО "Комет-бетон"	460	12.01.2021		ООО "Комет-бетон"	
8	scan\Scan\Scan839\doc03	Сертификат	Паспорт качества	ООО "Комет-бетон"	463	12.01.2021		ООО "Комет-бетон"	
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
	Разрешительная документация Проект Исполнительная схема ДПК Лаборатория Сопроводительная документация 🕞								

Для простановки штампа необходимо также нажать на соответствующую кнопку и выбрать штамп:



затем выбрать документ, который нужно проштамповать и отправить на подпись.

Аналогом журнала входного контроля в BD является раздел «Материалы». Сюда вносится весь материал, поступающий на строительную площадку, документы качества которого участвуют в формировании исполнительной документации. Для добавления записи необходимо сначала ввести основную информацию о поставке. а затем в появившемся окне ввести более подробную информацию о поставке и добавить ДПК на данный материал (можно выбрать ранее загруженный из Документария либо загрузить напрямую с устройства). В одну поставку можно добавить несколько ДПК (например, сертификат+паспорт, или несколько паспортовна бетон). Количество материала необходимо вносить согласно фактически поставленному объему, а не количеству в паспорте (в случае, если паспорт выдан на партию). Также следует учитывать, что в системе ведется контроль расхода материала, и система не даст использовать в работах материала больше, чем было внесено.

После добавления видов работ в наименования работ можно начинать вести раздел Работы (аналог 3 раздела Общего журнала работ). Здесь отображается информация о дате и месте проведения работ, виде работ и использованном при данных работах материале с указанием количества. Записи в Работах разделены по разным шифрам РД для удобства. Также в Информации указывается, сформирован по данной записи акт или нет, и в каком он статусе. Для того, чтобы сделать запись по соответствующему разделу, нужно перейти в него и нажать соответствующую кнопку. В появившейся странице описания работы нужно ввести дату работы и вид работ.

В BD все акты исполнительной документации формируются на записей в ОЖР. Для чтобы сформировать основании того акт освидетельствования скрытых работ (далее АОСР), необходимо выбрать записи, относящиеся к будущему акту, и нажать Сформировать акт -Сохранить. После формирования сформированный(-е) акт(-ы) появится во вкладке «Исполнительная документация» в соответствующем разделе. Нумерация актов в системе автоматическая, без возможности ручной корректировки. Для завершения формирования акта необходимо открыть его в интерактивном режиме и дозаполнить некоторые поля. Для формирования закрытия (комплекта актов за отчетный период) необходимо, находясь в соответствующем разделе (либо выбрать уже после перехода В перейти в раздел Исполнительную документацию), Исполнительная документация и нажать кнопку Создать закрытие, затем выбрать отчетный период, по которому создается закрытие.

50

В данный момент все технические заказчики работают в ГИС (Государственная информационная система), и поэтому интеграция с ГИС – неотъемлемая часть работы в системе электронного исполнительного документооборота. Для того чтобы появилась возможность отправлять на проверку акты в ГИС, необходимо сначала настроить интеграцию вашего проекта в BD с проектом в ГИС. Для этого необходимо обратиться к специалистам внедрения. Акты на проверку техническому заказчику можно отправлять в ГИС как по одному, так и комплектом (закрытием).