

**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Архитектурно-строительный институт

Кафедра

«Строительные конструкции и сооружения»

**Работа проверена**

**Допустить к защите**

Рецензент Лужков В.А.

Заведующий кафедрой Мишнев М.В.

\_\_\_\_\_ 2021 г.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 2021 г.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

Тема: «Многофункциональное высотное здание в г. Санкт-Петербурге»

**ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ**

Консультанты:

Руководитель работы

*по архитектуре*

\_\_\_\_\_ Оленьков В.Д.

\_\_\_\_\_ Пикус Г.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

*по строительным конструкциям*

\_\_\_\_\_ Коржук Д.А.

Автор работы

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

студент группы АСИ - 654

*по экономике*

\_\_\_\_\_ Мельник А.А.

\_\_\_\_\_ Радзевич М.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

*по безопасности жизнедеятельности*

\_\_\_\_\_ Кравчук Т.С.

Нормоконтролер

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

\_\_\_\_\_ Пикус Г.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Челябинск

2021

## АННОТАЦИЯ

Радзевич М.Ю. Многофункциональное высотное здание в г. Санкт-Петербурге. – Челябинск: ЮУрГУ, АС-654, 2021, с., ил., табл., библиогр. список – 37 наим., прил., 12 листов чертежей ф. А1.

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию и строительству многофункционального высотного здания в г. Санкт-Петербурге. Актуальность данной темы бесспорна ввиду получаемой автором специальности, а также благодаря всё более проникающей в регионы и окончательно основанной в столице России застройке высотными зданиями и комплексами как жилого, так и общественного назначения.

Работа состоит из графической части и пояснительной записки, в которой приведены расчёты и обоснования принятых решений. Разработаны следующие разделы: архитектурно-строительный, расчётно-конструктивный, технологии строительного производства, организации строительства, экономический и безопасности жизнедеятельности.

Запроектированы следующие вертикальные конструкции: железобетонное ядро и периметральные сталежелезобетонные колонны; и горизонтальные: сталежелезобетонные перекрытия. Фундамент здания – железобетонный коробчатый на свайном основании. Важную функцию при расчёте на прогрессирующее обрушение играют аутригерные конструкции – обетонированные металлические фермы в два этажа.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Радзевич М.Ю.</i>			<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>		<i>Пикус Г.А.</i>			<i>У</i>	<i>1</i>	
<i>Н.контр.</i>		<i>Пикус Г.А.</i>			<i>ЮУрГУ Кафедра СКИС</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Мишнёв М.В.</i>					

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Архитектурно-строительный раздел.....	4
1.1. Природно-климатические условия площадки строительства.....	4
1.2. Генеральный план участка строительства.....	5
1.3. Объёмно-планировочные решения.....	6
1.4. Описание грунтовых условий.....	14
1.5. Описание конструктивных решений.....	14
2. Расчётно-конструктивный раздел.....	17
2.1. Общие данные.....	17
2.2. Выбор марки стали.....	17
2.3. Построение расчётной схемы.....	19
2.4. Жёсткостные характеристики строительных конструкций.....	22
2.5. Статический расчёт с учётом ветровой пульсации.....	33
2.5.1. Сбор нагрузок.....	33
2.5.2. Сочетания нагрузок.....	52
2.6. Результаты расчёта.....	53
2.6.1. Анализ деформаций.....	53
2.6.2. Анализ динамической комфортности на верхних этажах.....	54
2.6.3. Анализ усилий в основных несущих конструкциях.....	55
3. Раздел технологии строительного производства.....	62
3.1. Общие данные.....	62
3.2. Описание технологии производства работ.....	62
4. Раздел организации строительного производства.....	64
4.1. Разработка календарного плана.....	64
4.2. Организация строительной площадки.....	64
4.2.1. Привязка башенных кранов.....	64
4.2.2. Приобъектные склады.....	66
4.2.3. Временные здания.....	67

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

4.2.4. Транспортные коммуникации.....	71
4.2.5. Обоснование потребности строительства в воде.....	71
4.2.6. Обоснование потребности строительства в электроэнергии.....	72
4.2.7. Обоснование потребности строительства в освещении.....	72
5. Экономический раздел.....	74
5.1. Общие данные.....	74
6. Раздел безопасности жизнедеятельности.....	75
6.1. Основные характеристики проектируемого здания.....	75
6.2. Пожарная безопасность проектируемого здания.....	75
6.2.1. Участок строительства.....	75
6.2.2. Архитектурно-планировочные решения.....	75
6.2.3. Конструктивные решения.....	76
6.3. Охрана труда при строительстве здания.....	78
6.4. Охрана окружающей среды.....	80
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	

## 1. Архитектурно-строительный раздел

Проектируемый объект представляет собой многофункциональное высотное здание в г. Санкт-Петербурге.

### 1.1. Природно-климатические условия площадки строительства

Район строительства – г. Санкт-Петербург:

- нормативное значение ветрового давления -  $30 \text{ кг/м}^2$  (II ветровой район) по табл. 11.1 [11];

- нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли -  $130 \text{ кг/м}^2$  по табл. К.1 прил. К [11];

- температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 - « $-24^\circ\text{C}$ » по табл. 3.1 [3];

- средняя температура наружного воздуха отопительного периода - « $-1,3^\circ\text{C}$ » по табл. 3.1 [3];

- продолжительность отопительного периода – 213 сут/год по табл. 3.1 [3];

- абсолютная максимальная температура воздуха - « $+37^\circ\text{C}$ » по табл. 4.1 [3];

- абсолютная минимальная температура воздуха - « $-36^\circ\text{C}$ » по табл. 3.1 [3].

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Таблица 1.1 – Направление и скорость ветра по прил. 4 [15]

ЯНВАРЬ								
Повторяемость направлений ветра (числитель), %; средняя скорость ветра по направлениям (знаменатель), %								Максимальная из средних скоростей по румбам за январь
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
$\frac{5}{2,6}$	$\frac{10}{3}$	$\frac{9}{2,4}$	$\frac{13}{3,5}$	$\frac{19}{4}$	$\frac{18}{4,2}$	$\frac{15}{3,7}$	$\frac{11}{2,7}$	4,2
ИЮЛЬ								
Повторяемость направлений ветра (числитель), %; средняя скорость ветра по направлениям (знаменатель), %								Минимальная из средних скоростей по румбам за июль
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
$\frac{9}{2,4}$	$\frac{19}{2,7}$	$\frac{9}{2,2}$	$\frac{8}{2,6}$	$\frac{8}{2,9}$	$\frac{15}{3,2}$	$\frac{22}{3,5}$	$\frac{10}{2,6}$	0

## 1.2. Генеральный план участка строительства

Участок строительства объекта располагается в Лахте – историческом пригородном посёлке на западе Приморского района г. Санкт-Петербурга на берегу Финского залива.

Соседние с проектируемым зданием – культурно зрелищное учреждение с подземной парковкой и здание главного входа, - а также трибуны и пешеходная набережная образуют единое пространство – будущий общественно-деловой центр города.

Все здания и прогулочные зоны образуют сеть пешеходных дорожек. У здания главного входа предусмотрены парковочные места для недолгого пребывания, основная парковка – подземная в культурно-зрелищном учреждении.

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ

Таблица 1.2 – Техничко-экономические показатели участка строительства

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	Площадь застройки	га	0,56
2	Площадь земельного участка	га	1,05
3	Коэффициент застройки	-	0,53
4	Коэффициент плотности застройки	-	10

### 1.3. Объёмно-планировочные решения

Рекомендуемый срок службы уникальных зданий (высотой более 75 м) в соответствии с табл. 1 [2] составляет 100 лет и более.

В соответствии с приложением А [2] строительным объектам высотой более 100 м присваивают класс сооружений КС-3.

В соответствии с приложением Б [2] офисные здания высотой более 5 этажей относят к зданиям с массовым нахождением людей.

По табл. В.1 прил. В [17] многофункциональное здание, в составе функционально-планировочных компонентов которого только общественные помещения, относится к общественному типу многофункциональных зданий.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таблица 1.3 – Техничко-экономические показатели проектируемого здания

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
3	Площадь этажа	м <sup>2</sup>	1100 ÷ 2300
4	Общая площадь здания	тыс. м <sup>2</sup>	≈ 170
5	Строительный объём	тыс. м <sup>3</sup>	≈ 850
6	Этажность надземной части	-	87
7	Этажность подземной части	-	2
8	Количество этажей	-	89

В соответствии с п. 6.1.4 [17] функциональное-планировочные компоненты здания (офисные и выставочные этажи, обзорная площадка) имеют обособленные входы и изолированные вестибюли.

При наружных входах запроектированы двойные тамбуры, за исключением эвакуационных выходов, где используются двери с плотным притвором. Тамбуры в плане глубиной 2 м и шириной 6,3 м в соответствии с требованиями п. 4.24 [20]. Освещение тамбуров – естественное, через светопрозрачные стены и двери.

На первом этаже в каждом отсеке здания установлены стойки информации с системами контроля доступа – они же рабочие места охраны. В отсеке для служащих (по оси 1) предусмотрен гардероб, центральный пункт управления службы безопасности (ЦПУ СБ) и пост охраны. Также на 1-ый этаж выходят две изолированные эвакуационные лестницы с подземных этажей с собственными выходами непосредственно наружу.

На каждом этаже в ядре здания размещены две незадымляемые лестницы с тамбур-шлюзами, лифты с лифтовыми холлами, зоны безопасности для маломобильных групп населения (МГН), санузлы и кладовая для хранения уборочного инвентаря.

					ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

В здании предусмотрено два лифта с режимом для пожарных подразделений. Лифтовые холлы перед ними являются пожаробезопасными зонами. Один из лифтов служит вертикальным транспортом, доставляющим посетителей на обзорную площадку. Он же имеет изолированный выход наружу (не через общий вестибюль).

В высотном здании также размещены следующие помещения в соответствии с требованиями п. 6.7 [18]:

- размещения оборудования МВД (СОС и СЭС);
- станция мониторинга несущих конструкций здания с аппаратной.
- аппаратная службы безопасности здания;
- центральный пункт управления инженерными системами (ЦПУ ИС).
- центральный пункт управления системой пожарной защиты (ЦПУ СПЗ).

Высота помещений в чистоте составляет 3,04 м, что больше минимальной, равной 3 м по п.4.5 [20].

Расстояние от наиболее удалённого участка на этаже до ближайшего лифта не превышает 60 м (п. 4.14 [20]).

Основной лифтовой холл пассажирских лифтов при их двухрядном расположении запроектирован шириной 5 м, что соответствует требованиям п. 4.14 [20]. Холлы для двух лифтов с режимом для пожарных подразделений имеют ширину 3,6 м, что превышает минимально установленную  $1,3 \cdot 2,7\text{м} = 3,51\text{ м}$ .

Помещения на офисных этажах:

- кабинеты рук-ва;
- офисные помещения;
- помещения для копировальной техники;

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- комната приёма пищи;
- переговорные;
- приёмная;
- гардероб;
- аппаратная (кроссовое помещение).

Помещения на выставочных этажах:

- выставочные помещения;
- служебно-хозяйственное помещение;
- подсобное помещение;
- гардероб;
- аппаратная (кроссовое помещение).

Расчётная заселённость здания – 10 тыс. чел. - принимается из следующих предпосылок:

- на одного офисного работника 10 м<sup>2</sup> площади;
- на одного посетителя выставочных залов и обзорной площадки 3 м<sup>2</sup>, но не более 100 чел. в одном помещении.

Помещения уборных находятся на расстоянии от наиболее удалённой точки менее 75 м (требование 5.44 [20]).

По расчётной нагрузке на один санитарный прибор (п. 5.41 [20]) и максимальному количеству человек на офисном / выставочном этаже определим количество писсуаров, унитазов и умывальников.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
						9
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 1.4 – Подсчёт необходимого количества санузлов

	Максимальное кол-во работников / посетителей на этаже	Женский санузел		Мужской санузел		
		Кол-во унитазов	Кол-во умывальников	Кол-во унитазов	Кол-во писсуаров	Кол-во умывальников
Офисный	110	4	2	2	3	2
Выставочный	300	5	3	3	2	2

Уклон лестничных маршей – 1:2, что удовлетворяет требованиям п. 6.6 [20].

Ширина лестничного марша 1500 мм равна ширине выхода на лестничную клетку, и превышает минимальное значение, установленное в п. 6.9 [20], равное 1350 мм для лестниц, с числом пребывающих в двух смежных наиболее населённых этажах более 200 человек. Ширина лестничных площадок 1520 мм превышает ширину марша. Число подъёмов в одном марше между площадками равно 14-ти, что меньше 16-ти согласно п. 6.10 [20].

По табл. 6.2 [20] для выставочных залов для здания конструктивной пожарной опасности здания С0 при строительном объёме помещения менее 5000 м<sup>3</sup> расстояние, необходимое для эвакуации не превышает 30 м, а время – 2 мин.

По табл. 6.4. [20] для здания конструктивной пожарной опасности здания С0 расстояние от наиболее удалённого участка этажа до эвакуационного выхода при плотности людского потока 2-3 чел/м<sup>2</sup> – 50 м.

По табл. 6.5. [20] для здания конструктивной пожарной опасности здания С0 расстояние от наиболее удалённого участка выставочного зала до эвакуационного выхода при строительном объёме помещения менее 5000 м<sup>3</sup> – 30 м.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Ширина дверей в свету (суммарно) в помещения выставочных залов определена по единовременной расчётной численности людей в зале (100 чел.) по табл. 6.6 [20] для класса конструктивной пожарной опасности здания С0 при строительном объёме помещения менее 5000 м<sup>3</sup> и составляет 3,3 м; в офисные помещения – 0,9 м.

Ширина дверей помещений в чистоте с расчётным числом людей в них принята согласно п. 6.32 [20]:

- до 25 человек – 900 мм – (помещения хранения уборочного инвентаря);
- более 25 человек – 1500 мм (холл пассажирских лифтов);
- более 25 человек – 1250 мм (холлы лифтов для пожарных и до обзорной площадки, лестничные клетки);
- более 25 человек – 1200 мм (остальные помещения).

Расчёт числа пассажирских лифтов приведён ниже. Согласно п. 4.13 [20] их количество должно быть не менее 2-х, а один из лифтов в здании должен иметь размеры кабины не менее 2100x1100 мм для возможности транспортирования человека на носилках «скорой помощи».

Определение провозной способности и количества пользователей вертикального транспорта проводится согласно приложению Д [18].

Качество обслуживания вертикальным транспортом (лифтами) учитывает расчётную заселённость здания, спрос на перевозки в определённые периоды времени, направления этих перевозок, параметров проектируемых лифтов.

Определяемые характеристики: провозная способность *HC* (чел) или *PHC* (%), интервал движения *INT* (с).

Спрос на перевозки: пиковый за 5 мин равен 17% от расчётной заселённости здания – 1700 чел.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Для определения интервала движения необходимо знать время кругового рейса лифта  $RTT$ :

$$RTT = 2 \cdot H \cdot t_v + (S + 1) \cdot (T - t_v) + 2 \cdot P \cdot t_p = 110 \text{ с};$$

$$H = N - \sum_{i=1}^{N-1} \left(\frac{i}{N}\right)^P = 26,5;$$

$$S = N \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{1}{N}\right)^P\right) = 11;$$

$$P = 0,8 \cdot CC \cdot CF = 13,5 \text{ чел.};$$

$$t_v = \frac{d_f}{v} = 0,8 \text{ с};$$

$$T = t_f(1) + t_{sd} + t_c + t_o - t_{ad} = 3,8 \text{ с};$$

где  $N = 28$  – число обслуживаемых этажей;

$H$  – средний этаж разворота;

$S$  – среднее число остановок выше основного пересадочного этажа;

$P$  – среднее число перевозимых людей;

$CC = 21$  – номинальная вместимость, чел.;

$CF = 0,81$  – коэф. загрузки;

$d_f = 4,2$  м – высота м/д этажами;

$v = 5$  – номин. ск-ть, м/с;

$t_f(1) = 0,8$  – время прох-ия одного этажа, с;

$t_{sd} = 1$  – время задержки включения, с;

$t_c = 3$  – время закрывания двери, с;

$t_o = 1,5$  – время открывания двери (с открыванием заранее), с;

$t_{ad} = 2,5$  – время открывания передней двери, с;

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

$t_p = 1,2$  – среднее время перемещения пассажира в кабине для офисных и прочих помещений, с.

Параметры выбранных пассажирских лифтов по ГОСТ 5746-2015 «Лифты пассажирские. Основные параметры и размеры», рекомендуемых для высотных зданий с интенсивными пассажиропотоками:

- размеры шахты – 2400х3000 мм;
- размеры кабины – 1400х2400 мм;
- номинальная грузоподъемность – 1600 кг;
- номинальная скорость – 5 м/с;
- высота кабины – 2300 мм;
- высота дверного проёма – 2100 мм;
- ширина дверного проёма – 1300 мм.

Интервал при пиковом подъёме:

$$INT = \frac{RTT}{L} = 9 \text{ с};$$

где  $L = 12$  – число лифтов в группе.

Провозная способность за 5 минут при пиковом подъёме:

$$HC = \frac{300 \cdot P}{INT} = 450 \text{ чел.}$$

$$PHC = \frac{HC \cdot 100}{U} = 26 \%;$$

где  $U = 1700$  чел – количество человек в пиковый спрос на перевозки.

По табл. Д.1 приложения Д [18] характеристика качества обслуживания вертикальным транспортом – «отлично», т.к.  $PHC = 26\% > 17\%$  и  $INT = 9 \text{ с} < 30 \text{ с}$ .

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

#### 1.4. Описание грунтовых условий

У поверхности глинистые грунты обладают невысокой несущей способностью. Поэтому сваи опёрты на твёрдые вендские глины, свойственные г. Санкт-Петербургу (ИГЭ 7..9).

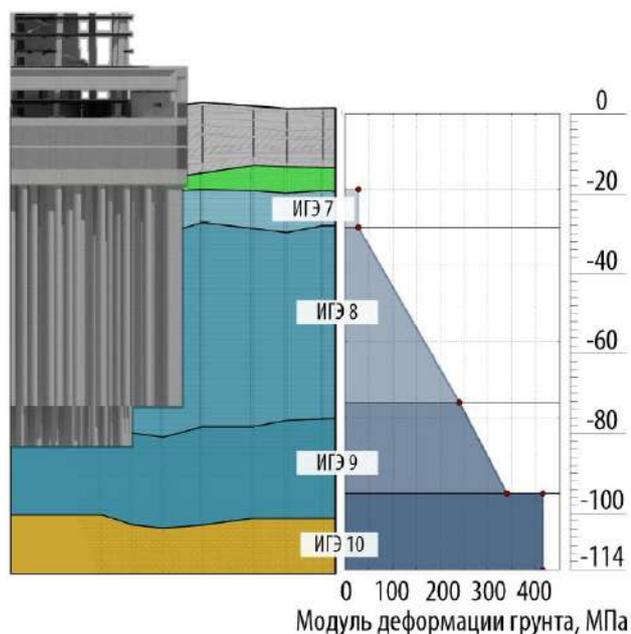


Рисунок 1 – Грунтовые условия на площадке строительства

#### 1.5. Описание конструктивных решений проектируемого здания

Изменение геометрии высотного здания заключается в его постепенном расширении, а затем сужении. При этом оно непрерывно закручивается. Данные геометрические трансформации происходят с лепестками перекрытий, имеющими собственные оси (А-1, А-2, А-3, А-А, А-Б), связанные с центром здания основными осями (1, 2, ..., 5). Таким образом, при расширении и закручивании здания происходит параллельное смещение 3-х осей (А-1, А-3 и А-Б) от центра лепестка перекрытия на 80 мм за секцию (два этажа), также смещение самого лепестка перекрытия по основной оси (1) радиально от центра здания на 80 мм за секцию и поворот лепестка относительно своего центра против часовой стрелки на 2° за секцию. При сужении и закручивании выполняются аналогичные операции: смещение осей к центру лепестка на 160 мм за секцию, смещение лепестка по основной оси к центру здания на 160 мм за секцию и поворот лепестка против часовой стрелки на 2° за секцию. Стоит

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

заметить, что на аутригерных этажах колонны прямолинейны, поэтому ни расширения, ни сужения, ни закручивания не осуществляется. Расширение происходит с 1-го по 16-ый этажи, далее – сужение.

Центральное железобетонное ядро кольцевого сечения является основным несущим конструктивным элементом здания. Толщины стен ядра, его внутренние и наружные диаметры приведены в таблице 1.4. В уровне 57-58 этажей осуществляется переход внутреннего диаметра с 24,5м до 19,4м посредством дублирования железобетонных кольцевых диафрагм обоих диаметров с соединением их 10-тью радиальными стенами толщиной 800мм. Класс бетона по прочности на сжатие центрального ядра и радиальных стен – В80.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
						15
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Таблица 1.5 - Геометрические характеристики центрального ядра

Этажи	Отметки	Толщина ядра, мм	Внутр. диаметр, м	Наружн. диаметр, м
-2, -1	с [-13,300] до [0,000]	2500	24,5	29,5
1	с [0,000] до [+4,200]	2000		28,5
2 – 3	с [+4,200] до [+12,600]	1700		27,9
4 – 5	с [+12,600] до [+21,000]	1400		27,3
6 – 7	с [+21,000] до [+29,400]	1100		26,7
8 – 56	с [+29,400] до [+235,200]	800	19,4	26,1
57 – 58	с [+235,200] до [+243,600]			
59 – 67	с [+243,600] до [+281,400]			
68 – 80	с [+281,400] до [+336,000]	600		21,0
81 – 85	с [+336,000] до [+357,000]	400	15,8	20,6
86 – 91	с [+357,000] до [+382,200]	400	6,0	16,6
				6,8

## 2. Расчётно-конструктивный раздел

### 2.1. Общие данные

Тип несущей системы здания – каркасно-ствольная. Схема передачи нагрузки – рамно-связевая. Горизонтальные нагрузки сосредотачиваются в узлах колонн и через систему плит перекрытий – жёстких диафрагм - передаются на ядро жёсткости. Вертикальные нагрузки воспринимаются балками перекрытия и передаются на колонны.

### 2.2. Выбор марки стали основных несущих конструкций

#### Колонны.

В соответствии с п.25.2.6 [6] для колонн следует принимать стали повышенной и высокой прочности (С390, С440) для нижних этажей.

Группа конструкций – 3 по приложению В [1]; но по п. 25.1.9 [6] для зданий высотой более 100 м номер группы конструкций уменьшают на единицу для групп 2-4. Тогда группа конструкций для колонн – 2.

По п. 4.2.3 [1] за расчётную температуру в районе строительства принимают температуру наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 по табл. 3.1 [3] для г. Санкт-Петербурга  $-32^{\circ}\text{C}$ .

По табл. В.1 приложения В [1] при  $t \geq -45^{\circ}\text{C}$  и группе конструкций – 2 выбираем нормативное сопротивление стали:  $440 \text{ МПа} \leq R_{yn} < 540 \text{ МПа}$ .

По табл. В.3 [1] выбираем сталь С440 для всех колонн со следующими характеристиками:

- нормативное сопротивление при растяжении / сжатии:  $R_{yn} = 440 \text{ МПа}$ ;
- нормативное сопротивление при изгибе:  $R_{un} = 540 \text{ МПа}$ ;
- расчётное сопротивление при растяжении / сжатии:  $R_y = 420 \text{ МПа}$ ;
- расчётное сопротивление при изгибе:  $R_u = 515 \text{ МПа}$ .

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

### Балки перекрытий.

Группа конструкций – 2 по приложению В [1]; уменьшаем на единицу для групп 2-4. Тогда группа конструкций для балок – 1.

По табл. В.1 приложения В [1] при  $t \geq -45^{\circ}\text{C}$  и группе конструкций – 1 выбираем нормативное сопротивление стали:  $290 \text{ МПа} \leq R_{yn} < 390 \text{ МПа}$ .

По табл. В.3 [1] выбираем сталь С345 для всех балок со следующими характеристиками:

-  $R_{yn} = 345 \text{ МПа}$ ;

-  $R_{un} = 490 \text{ МПа}$ ;

-  $R_y = 330 \text{ МПа}$ ;

-  $R_u = 470 \text{ МПа}$ .

### Аутригеры.

Группа конструкций – 2 по приложению В [1]; уменьшаем на единицу для групп 2-4. Тогда группа конструкций для аутригеров – 1.

По табл. В.1 приложения В [1] при  $t \geq -45^{\circ}\text{C}$  и группе конструкций – 1 выбираем нормативное сопротивление стали:  $390 \text{ МПа} \leq R_{yn} < 440 \text{ МПа}$ .

По табл. В.3 [1] выбираем сталь С390 для всех аутригеров со следующими характеристиками:

-  $R_{yn} = 390 \text{ МПа}$ ;

-  $R_{un} = 520 \text{ МПа}$ ;

-  $R_y = 370 \text{ МПа}$ ;

-  $R_u = 495 \text{ МПа}$ .

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

### 2.3. Построение расчётной схемы

Расчётная схема включает:

- одноузловые конечные элементы свай (КЭ 57);
- фундамент, состоящий из нижней и верхней плит, перекрытия, диафрагм жёсткости: оболочечные конечные элементы (КЭ 44);
- ядро жёсткости: оболочечные конечные элементы (КЭ 44);
- сталежелезобетонные колонны: стержневые конечные элементы (КЭ 10);
- балки перекрытий и аутригерные балки: стержневые конечные элементы (КЭ 10);
- плиты перекрытия: конечные элементы балки-стенки (КЭ 27);
- металлоконструкции шпиля: стержневые конечные элементы (КЭ 10).

В расчетной схеме принимаем следующие типы узлов:

- стыки балок с колоннами – шарнирные;
- стыки балок перекрытия – шарнирные;
- опирание балок перекрытия на ядро жёсткости – шарнирное.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

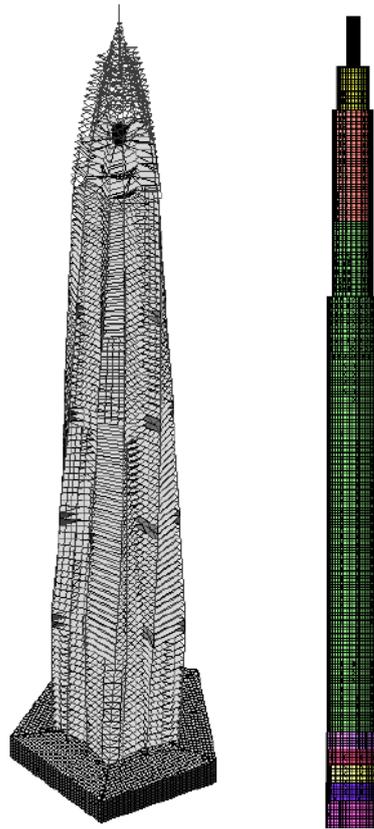


Рисунок 2 – 3D модель здания и ж/б ядра жёсткости

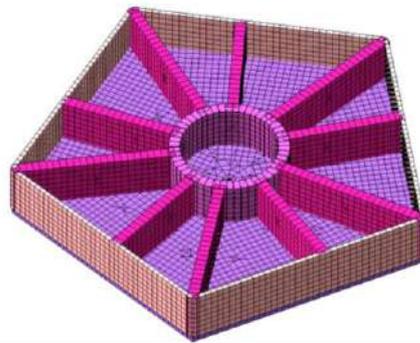


Рисунок 3 – Коробчатый фундамент

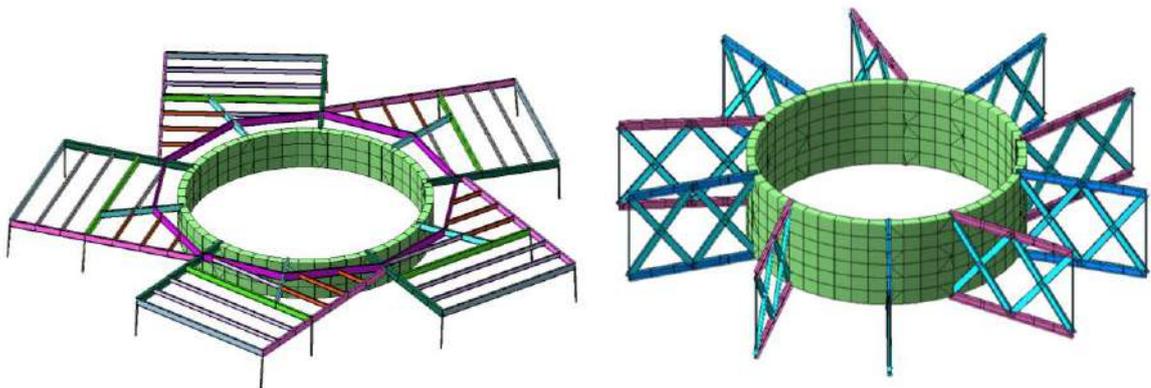


Рисунок 4 – Типовой и аутригерный этажи

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ

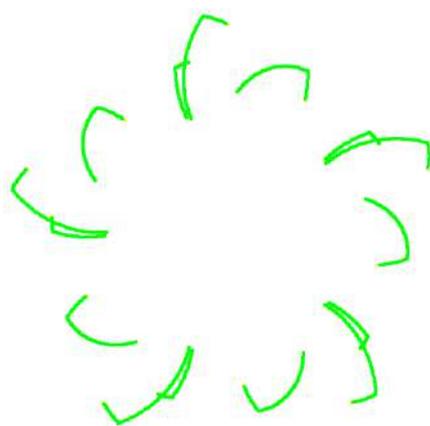


Рисунок 5 – Вид сверху на колонны

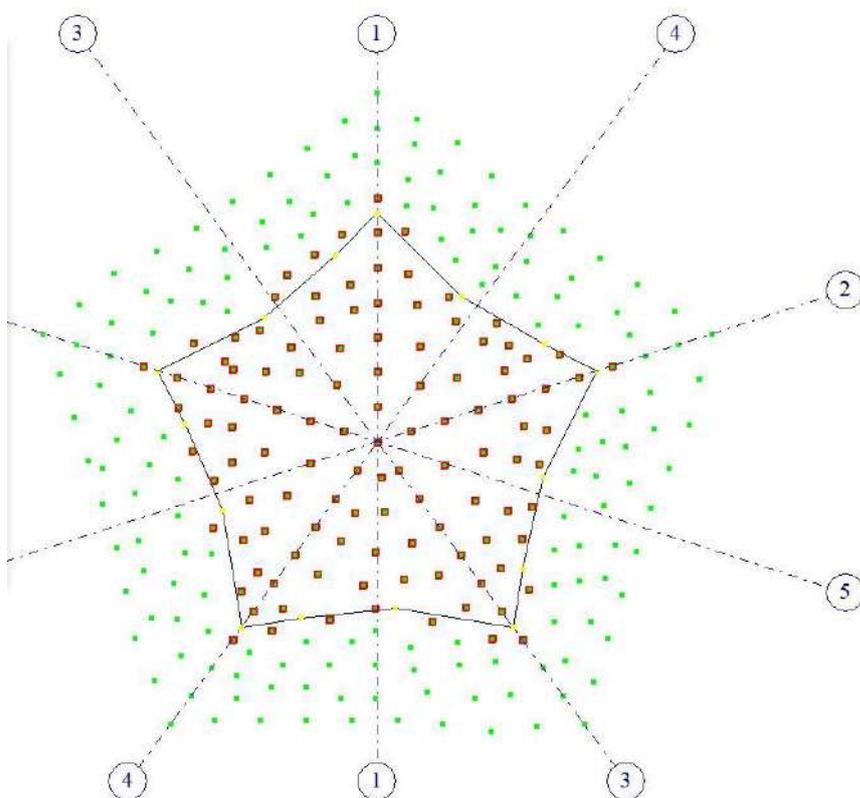


Рисунок 6 – Расположение свай длиной 65 м и 55 м

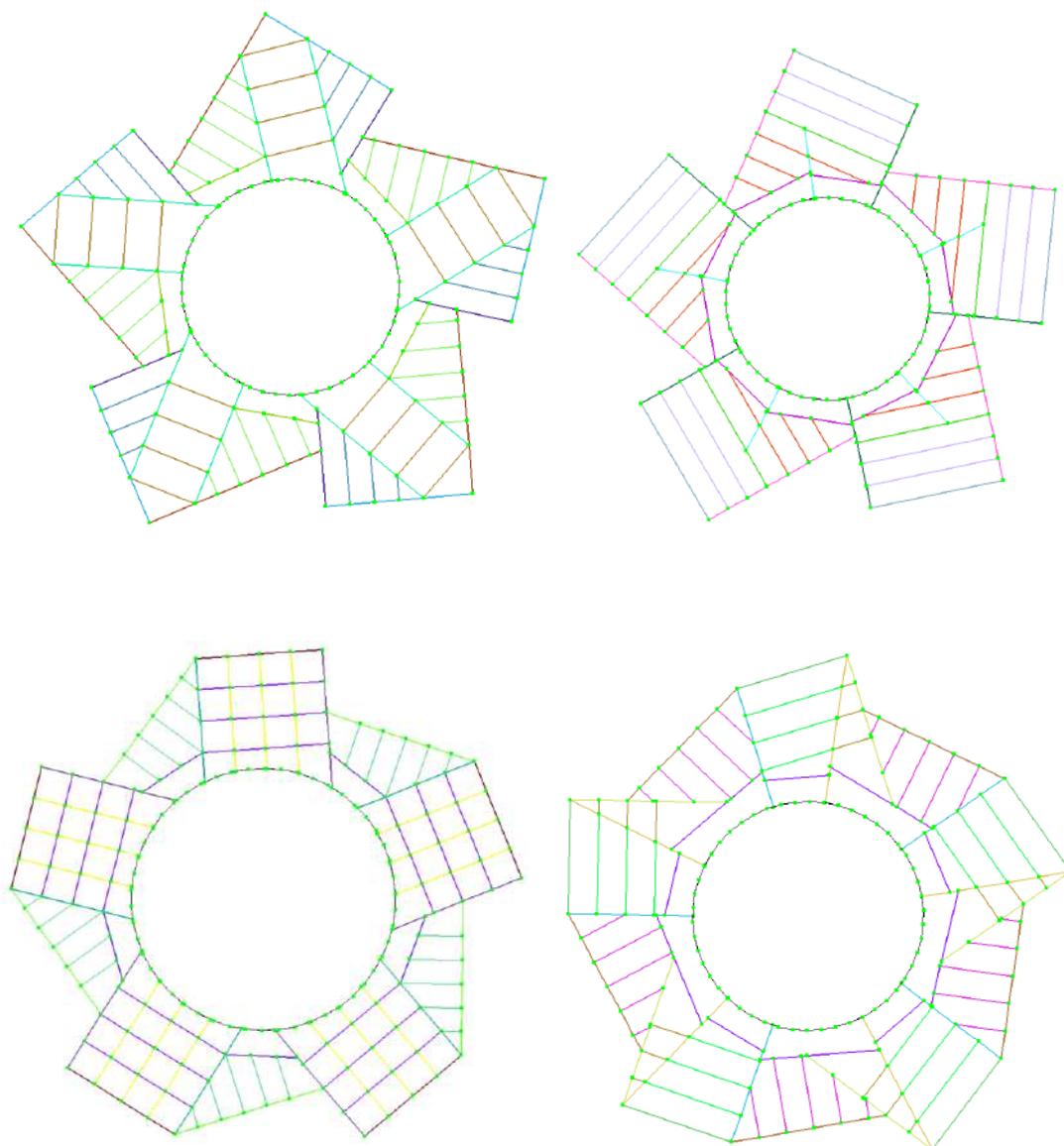


Рисунок 7 – Конфигурации балочных клеток перекрытий

#### 2.4. Жёсткостные характеристики строительных конструкций

##### Ядро.

Класс бетона по прочности на сжатие В80:  $E_b = 4,2 \cdot 10^3$  МПа по табл. 6.11 [5].

Продольная арматура – А600, поперечная – А400.

Относительная влажность воздуха в соответствии с табл. 4.1 [3] как средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее тёплого месяца 86% для г. Санкт-Петербурга.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Случайный эксцентриситет в соответствии с п.7.1.7 [5]:

$$e_a \geq \frac{l}{600} = \frac{4200\text{мм}}{600} = 7 \text{ мм};$$

$$e_a \geq \frac{b}{30} = \frac{800\text{мм}}{30} = 27 \text{ мм};$$

$$e_a \geq 10 \text{ мм}.$$

Коэффициенты условий работы (п.6.1.12 [5]):

$$\gamma_{b2} = 1,0 \text{ – для ж/б конструкций};$$

$\gamma_{b3} = 0,85$  – для ж/б конструкций, бетонируемых в вертикальном положении при высоте слоя бетонирования более 1,5 м, вводимый к расчётному значению сопротивления бетона;

$\gamma_{b5} = 1,0$  – для надземных конструкций, подвергаемых атмосферным воздействиям окружающей среды при расчётной температуре наружного воздуха в холодный период минус 40°C.

На рисунке приведены расчётные характеристики ядра, его бетона и арматуры, заданные в ПК «Лира-САПР» для участка толщиной 800 мм.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Задание жесткости для пластин

Учет ортогрии  $E_2$  0

$E$  4.2e+008  $\text{з/м}^2$   $\nu_2$  0

$\nu$  0.2  $G$  0

$H$  80 см  $R_0$  2.4  $\text{з/м}^2$

Учет нелинейности

Тип КЭ

Плита, оболочка

Балка-стенка

Учет сдвига  0 м

Комментарий: Ядро 800

Название: Ядро 800

Вид расчета: Оболочка (Изгиб, Сжатие/Рас)

Система: Статически неопределимая

Расчет

Подбирать арматуру по теории Вуда

Минимальный % армирования: 0.1

Максимальный % армирования: 10

Точность предварит. расчета, %: 20

Точность основного расчета, %: 1

Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м.

Расстояние к ц.т. арматуры

Расчет по предельным состояниям II группы

Трещина продолжительного раскрытия, мм: 0.3

Трещина непродолжительного раскрытия, мм: 0.4

Шаг арматурных стержней, мм: 200

Диаметр арматурных стержней: 200

Учитывать расчетную высоту стены

Высота стены: 0 м Значение: 1

Коэффициент  Расчетная высота

СП 63.13330.2012

Название: Ядро 800

Класс бетона: В80

Вид бетона: тяжелый

Марка легкого бетона по средней плотности: 2000

Коэффициенты условий работы

$\gamma_{b2}$  1  $\gamma_{b3}$  0.85  $\gamma_{b5}$  1

Относительная влажность воздуха, %: 86

Диаграмма напряжение-деформация

2-х линейная диаграмма состояния сжат

Случайные эксцентриситеты

По высоте сечения  $EY$ : 0 см

По ширине сечения  $EZ$ : 2.7 см

	В80 (МПа)
$E_b$	42000.00
$R_{bn}$	57.00
$R_{btn}$	3.30
$R_b$	41.00
$R_{bt}$	2.10
$E_{ps\_b0}$ (*1000)	3.00
$E_{ps\_b2}$ (*1000)	4.20

СП 63.13330.2012

Название: Ядро 800

Классы арматуры

ПРОДОЛЬНАЯ ВДОЛЬ X: A600 d=10...40

Продольная вдоль Y: A600 d=10...40

Поперечная арматура: A400 d=6...40

max 36  1

Учет сейсмического воздействия

Коэффициент из т.6 СП 14.13330.2014: 1

Коэфф. условий работы при расчете наклонных сечений, т.6 СП 14.13330.2014: 1

Продольная X	A600 d=10...40 (МПа)
$E_s$	200000.00
$R_{sn}$	600.00
$R_s$	520.00
$R_{sw}$	300.00
$R_{sc}$	470.00

Рисунок 8 – Жёсткостные характеристики железобетонного ядра жёсткости толщиной 800 мм

### Колонны.

Колонны выполнены из сталежелезобетона: стальной сердечник выполнен из двутавра и двух тавров из стали С440 и бетона класса В80 ( $E_b = 4,2 \cdot 10^3$  МПа по табл. 6.11 [5]). Продольная арматура – А600, поперечная – А400.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Случайный эксцентриситет:

$$e_a \geq \frac{l}{600} = \frac{4200\text{мм}}{600} = 7 \text{ мм};$$

$$e_a \geq \frac{b}{30} = \frac{1500\text{мм}}{30} = 50 \text{ мм};$$

$$e_a \geq 10 \text{ мм}.$$

Коэффициенты условий работы (п.6.1.12 [5]):

$$\gamma_{b2} = 1,0;$$

$$\gamma_{b3} = 0,85;$$

$$\gamma_{b5} = 1,0.$$

На рисунке приведены расчётные характеристики колонны, её бетона и арматуры, заданные в ПК «Ли́ра-САПР» для основных колонн этажей 1-18 (К1).

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

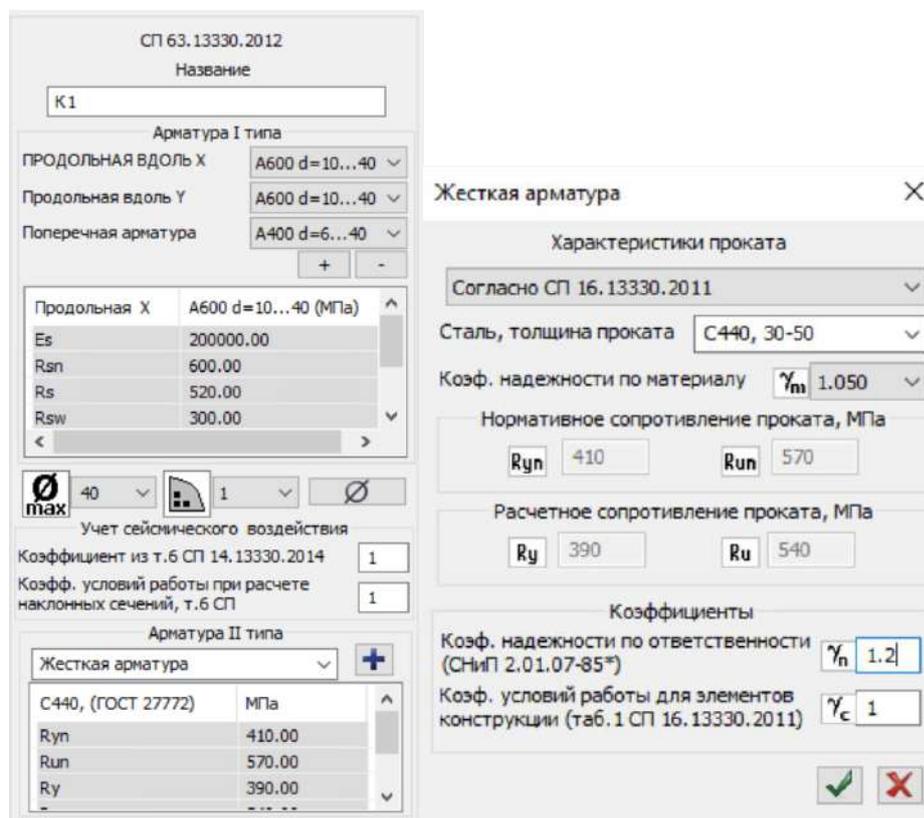
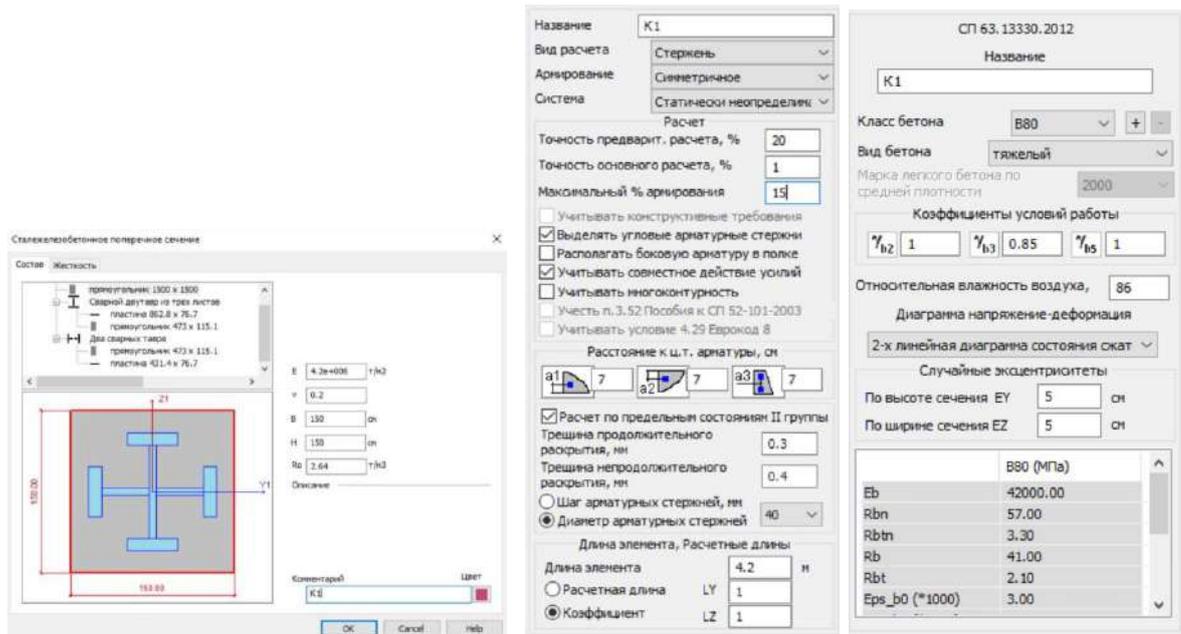


Рисунок 9 – Жёсткостные характеристики сталежелезобетонной колонны К1  
*Балки перекрытий.*

Марка стали балок – С345. Балки двутавровые сварные. Высота балок не превышает 750 мм.

На рисунке приведены расчётные характеристики балки А1.1, заданные в ПК «Лира-САПР».

Стальное сечение

Состав Жесткость

Состав сечения:

- 21. Составной двутавр
  - 400 x 40, пояс
  - 670 x 20, стенка

Профиль: ный толщиной 20...60 мм <LIST20-.profiles.srt> 400 x 40

Описание:

H = 40  
Tw = 4  
Bf = 0  
Tf = 0  
BF = 0  
TF = 0  
R1 = 0  
R2 = 0  
(все в см)

Сведения о профилях в файле  
Аннотация: Прокат листовой горячекатаный толщиной 20...60 мм  
Профили соответствуют нормам: ГОСТ 19903 - 74\*  
Сортировка профилей по возрастанию параметра:  
Сортировка профилей по возрастанию параметра:  
Количество профилей в файле: 98

Поворот Сечение... Стыковка >> Комментарий: А1.1 Цвет: ■

Коррозия: не задана Коррозия...

OK Отмена Справка

---

Параметры

Номер	1
Комментарий	все балки
<b>Сечение</b>	
Сталь	как у пояса
<b>Пояс</b>	
Таблица сталей	Стали по СП 16.13330.2011, ...
Сталь	C345
Сокращенный сортамент	Нет
<b>Стенка</b>	
Таблица сталей	Стали по СП 16.13330.2011, ...
Сталь	C345
Сокращенный сортамент	Нет

---

Параметры

Нормы проектирования	СП 16.13330.2011
Номер	2
Комментарий	балки 12 м
<b>Тип элемента</b>	
Ферменный	<input type="radio"/>
Колонна	<input type="radio"/>
Балка	<input checked="" type="radio"/>
<b>Коэффициенты условий работы и надежности</b>	
Ус устойчивости	0.95
Ус прочности	1
Уп	1
Напряженно-деформированное состояние	1-й класс
Чистый изгиб	<input type="checkbox"/>
<b>Ребра жесткости</b>	
устанавливать ребра	<input type="checkbox"/>
шаг ребер, м	0
<b>Расчет по прогибу</b>	
Длина пролета L, м	Авто
Максимально допустимый прогиб	1/250
Консоль	<input type="checkbox"/>
Yfy	1.6
Yfz	1.6
<b>Данные для расчета на общую устойчивость</b>	
Lefb, м	0
использовать коэффициенты длины	<input type="checkbox"/>

Рисунок 10 – Жёсткостные характеристики стальной балки А1.1

## Аутригерные конструкции.

Марка стали аутригерных конструкций – С390. Балки двутавровые сварные.

На рисунке приведены расчётные характеристики аутригерных балок, заданные в ПК «Лира-САПР».

Стальное сечение

Номер	2
Комментарий	Аутригеры
<b>Сечение</b>	
Сталь	как у пояса
<b>Пояс</b>	
Таблица сталей	Стали по СП 16.13330.2011. ...
Сталь	С390
Сокращенный сортамент	Нет
<b>Стенка</b>	
Таблица сталей	Стали по СП 16.13330.2011. ...
Сталь	С390
Сокращенный сортамент	Нет

Нормы проектирования	СП 16.13330.2011
Номер	4
Комментарий	Аутригеры
<b>Тип элемента</b>	
Ферменный	<input checked="" type="radio"/>
Колонна	<input type="radio"/>
Балка	<input type="radio"/>
<b>Коэффициенты условий работы и надежности</b>	
Ус устойчивости	1
Ус прочности	1
Уп	1
Дополнительный Ус=0.8	<input type="checkbox"/>
<b>Предельная гибкость</b>	
элемент пояса или опорный раскос фермы	<input checked="" type="radio"/>
неопорный элемент решетки фермы	<input type="radio"/>
одиночный элемент структурной конструкции на бол...	<input type="radio"/>
прочий	<input type="radio"/>
На сжатие	180-60a
На растяжение	300
<b>Расчетные длины</b>	
Lefz, м	0
Lefy, м	0
использовать коэффициенты длины	<input type="checkbox"/>

Рисунок 11 – Жёсткостные характеристики стальной балки А1.1

### Плиты перекрытия.

Толщина плит перекрытия принята 150 мм. Бетон класса по прочности на сжатие В40:  $E_b = 3,6 \cdot 10^3$  МПа по табл. 6.11 [5].

На рисунке приведены расчётные характеристики плит перекрытия, заданные в ПК «Лира-САПР».

Задание жесткости для пластин

Учет ортотропии E2 0

E 3.7e+006 т/м<sup>2</sup> V21 0

ν 0.2 G 0

H 12 см Po 2.4 т/м<sup>2</sup>

Учет нелинейности

Тип КЭ

Плита, оболочка  Балка-стенка

Параметры материала

Параметры арматуры

Учет сдвига

Меньший размер пластины 0 м

Комментарий

Перекрытие

Цвет

Рисунок 12 – Жёсткостные характеристики плиты перекрытия

### Фундамент.

Толщина нижней фундаментной плиты перекрытия принята 3600 мм, верхней – 2000, толщина диафрагм – 2500 мм. Бетон нижней плиты класса по прочности на сжатие В60:  $E_b = 3,95 \cdot 10^3$  МПа по табл. 6.11 [5]; верхней плиты и диафрагм: В80:  $E_b = 4,2 \cdot 10^3$  МПа. Продольная арматура – А500, поперечная – А240.

На рисунке приведены расчётные характеристики нижней фундаментной плиты, её бетона и арматуры, заданные в ПК «Лира-САПР».

### Задание жесткости для пластин

Учет ортотропии

E2: 0

E:  т/к² V21: 0

ν:  G: 0

H:  см R<sub>0</sub>:  т/к²

Учет нелинейности

Тип КЭ:  Плита, оболочка  Балка-стенка

Учет сдвига

Меньший размер пластины:  м

Комментарий:  Цвет:

Название:

Вид расчета:

Система:

**Расчет**

Подбирать арматуру по теории Вуда

Минимальный % армирования:

Максимальный % армирования:

Точность предварит. расчета, %:

Точность основного расчета, %:

Подбирать поперечную арматуру на 1 кв.м.

**Расстояние к ц.т. арматуры**

a1: A1X  см A1Y  см

a2: A2X  см A2Y  см

Расчет по предельным состояниям II группы

Трещина продолжительного раскрытия, мм:

Трещина непродолжительного раскрытия, мм:

Шаг арматурных стержней, мм:

Диаметр арматурных стержней:

Учитывать расчетную высоту стены

Высота стены:  м Значение:

Коэффициент  Расчетная высота

### СП 63.13330.2012

Название:

Класс бетона:

Вид бетона:

Марка легкого бетона по средней плотности:

Коэффициенты условий работы: γ<sub>b2</sub>  γ<sub>b3</sub>  γ<sub>fs</sub>

Относительная влажность воздуха, %:

Диаграмма напряжение-деформация:

Случайные эксцентриситеты

По высоте сечения EY:  см

По ширине сечения EZ:  см

	B60 (МПа)
E <sub>b</sub>	39500.00
R <sub>bn</sub>	43.00
R <sub>btn</sub>	2.75
R <sub>b</sub>	33.00
R <sub>bt</sub>	1.80
E <sub>ps_b0</sub> (*1000)	3.40
E <sub>ps_b2</sub> (*1000)	4.80

### СП 63.13330.2012

Название:

Классы арматуры

Продольная вдоль X:

Продольная вдоль Y:

ПОПЕРЕЧНАЯ АРМАТУРА:

Учет сейсмического воздействия

Коэффициент из т.6 СП 14.13330.2014:

Коэфф. условий работы при расчете наклонных сечений, т.6 СП 14.13330.2014:

Поперечная	A240 d=6...40 (МПа)
E <sub>s</sub>	200000.00
R <sub>sn</sub>	240.00
R <sub>s</sub>	210.00
R <sub>sw</sub>	170.00
R <sub>sc</sub>	210.00

Рисунок 13 – Жёсткостные характеристики нижней фундаментной плиты

Свайное основание задавалось одноузловыми КЭ 57. На рисунке приведено вычисления жёсткостей свай длиной 65 м и 55 м.



Рисунок 14 – Вычисление жёсткостей свай длиной 65м

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

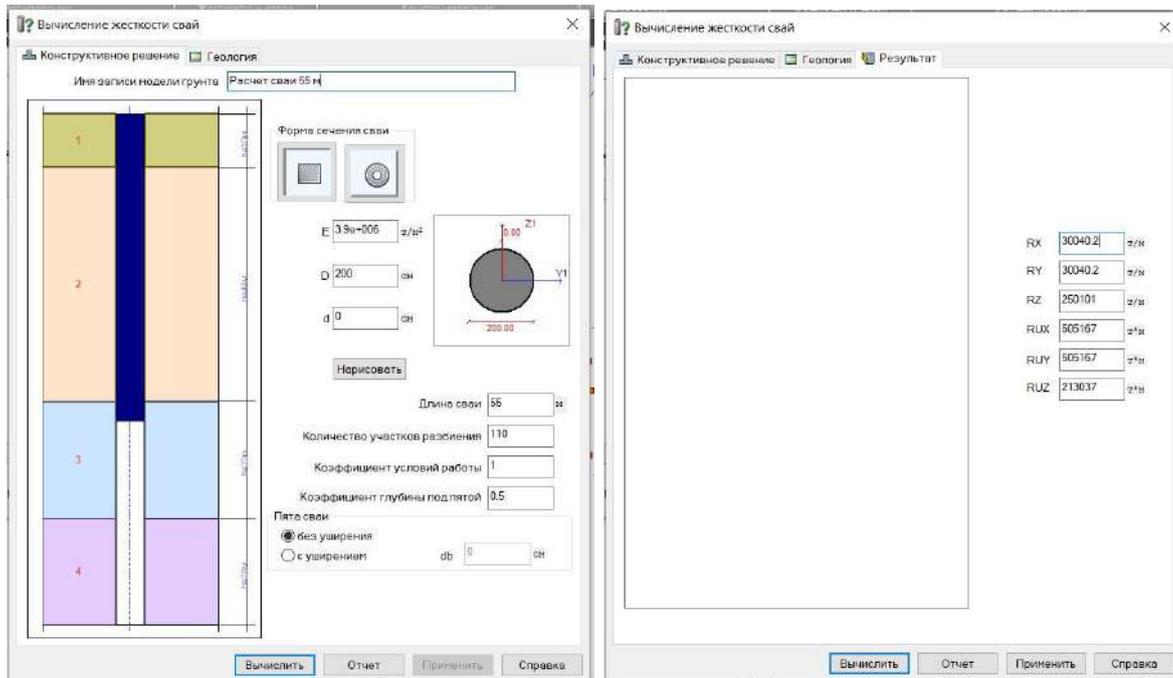


Рисунок 15 – Вычисление жёсткости свай длиной 55 м

Шпиль.

Сечение колонн шпилья – труба  $\varnothing 1020 \times 16$ , навершия – труба  $\varnothing 1420 \times 20$ .

На рисунке приведены расчётные характеристики элементов шпилья, заданные в ПК «Лира-САПР».

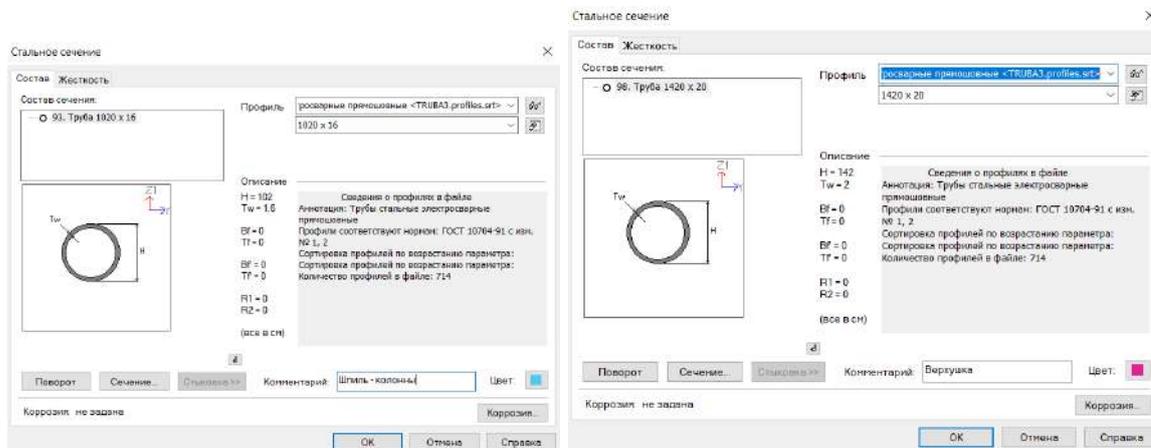


Рисунок 16 – Жёсткостные характеристики элементов шпилья

## 2.5. Статический расчёт с учётом ветровой пульсации

### 2.5.1. Сбор нагрузок

Нагрузки, действующие на проектируемое высотные здания, подразделяются от продолжительности действия на постоянные и временные (длительные, кратковременные и особые).

В соответствии с п. 10.1 [2] при проектировании класса сооружений КС-3 необходимо использовать коэффициент надёжности по ответственности, минимальное значение которого равно 1,2 по табл. 2 [2] для зданий высотой более 250 м.

На коэффициент надёжности по ответственности следует умножать эффекты воздействия (нагрузочные эффекты), определяемые при расчёте на основные сочетания нагрузок по первой группе предельных состояний. При расчёте по второй группе предельных состояний сооружений коэффициент надёжности по ответственности допускается принимать равным единице.

Правила учёта уровня ответственности строительных объектов при расчёте на особые сочетания нагрузок устанавливаются в нормах проектирования конструкций.

#### Постоянные нагрузки.

а. Собственный вес ж/б коробчатого фундамента. Задаётся автоматически в ПК «Лира-САПР»:

коэффициент надёжности  $\gamma_f = 1,1$  (табл. 7.1 [11]).

б. Собственный вес ж/б ядра жёсткости. Задаётся автоматически в ПК «Лира-САПР»:

$\gamma_f = 1,1$  (табл. 7.1 [11]).

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

в. Собственный вес сталежелезобетонных колонн. Задаётся автоматически в ПК «Ли́ра-САПР»:

$$\gamma_f = 1,1 \text{ для железобетона (табл. 7.1 [11]);}$$

$$\gamma_f = 1,15 \text{ для стали.}$$

По табл. 7.1 [11] для металлических конструкций  $\gamma_f = 1,05$ . Но коэффициент 1,05 учитывает лишь допуски и отклонения на прокат металлоконструкций, а вес всевозможных рёбер жёсткости, фланцев, фасонки и стабболтов остаётся неучтённым. В технической литературе поднимался вопрос о недостаточности заданной в расчётной модели массе колонны как массы стержня соответствующего профиля. В [19] Лихтарников рассматривает строительный коэффициент массы конструкции как отношение её фактической массы к теоретической. То есть в нашем случае – отношение отправочной марки колонны (со стабболтами и элементами для прикрепления балок) к массе стального сердечника длиной приблизительно равной 8,4 м. Выделенные автором [19] закономерности строительного коэффициента массы при прочих равных условиях: он убывает с увеличением нагрузки, шага, пролёта и применении более рациональных типов сечений и возрастает при использовании сталей повышенной и высокой прочности. Стоит отметить, что данный аспект наиболее актуален для одноэтажных промышленных зданий (ОПЗ), где определяющими нагрузками являются вертикальные; а не для многоэтажных, где определяющие - горизонтальные. По табл. III.7 [19] для сплошных колонн ОПЗ постоянного сечения по высоте рекомендуемый строительный коэффициент массы равен 1,3. При задании расчётного веса стального сердечника колонны примем  $\gamma_f = 1,15$  с целью учёта веса стабболтов, фланцев и фасонки.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

г. Собственный вес главных и второстепенных стальных балок сталежелезобетонных перекрытий. Задаётся автоматически в ПК «ЛиРА-САПР»:

$$\gamma_f = 1,05.$$

По табл. 7.1 [11] для металлических конструкций  $\gamma_f = 1,05$ . При задании расчётного веса главных балок следовало бы принять  $\gamma_f = 1,1$  с целью учёта веса стабболтов, фасонки и рёбер жёсткости. Но поскольку главные балки перекрытия выполнены перфорированными, то примем  $\gamma_f = 1,05$ , как бы приравнивая вычитаемую часть массы перфорированных стенок добавленным 5% на учёт дополнительных элементов.

д. Собственный вес аутригерных ферм. Задаётся автоматически в ПК «ЛиРА-САПР»:

$$\gamma_f = 1,1.$$

По табл. 7.1 [11] для металлических конструкций  $\gamma_f = 1,05$ . При задании расчётного веса аутригерных ферм примем  $\gamma_f = 1,1$  с целью учёта веса стабболтов, фасонки и рёбер жёсткости.

е. Собственный вес стального профнастила марки Н60-845-0,9 сталежелезобетонных перекрытий равен  $11 \text{ кг/м}^2$ . Прикладываем к второстепенным балкам перекрытий и покрытия:

$$\gamma_f = 1,05 \text{ (табл. 7.1 [11]);}$$

$$q_d = 11 \text{ кг/м}^2 \cdot 1,05 = 11,55 \text{ кг/м}^2.$$

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Таблица 2.1 – Грузовые площади второстепенных балок

Расчётный уровень	Марка второстепенной балки	Грузовая ширина второстепенной балки, м	Расчётная погонная нагрузка на второстепенную от собственного веса: $q_d + q_e + q_z + q_{и} + q_k = 0,5 \text{ т/м}^2$
1	B1	3,95	1,98
	B2	2,8	1,4
	B3		
2	B1	2,9	1,45
	B2	2,8	1,4
3	B1	2,9	1,45
	B2	2,5	1,25
4	B1	3,0	1,5
	B2	2,5	1,25
6	B1	2,0	1,0
	B2	2,5	1,25
	B3		
7	B1	2,5	1,25
	B2	2,9	1,45
	B3		

ж. Собственный вес ж/б плит сталежелезобетонных перекрытий  $2400 \text{ кг/м}^3$ .

Прикладываем к второстепенным балкам перекрытий и покрытия:

$$\gamma_f = 1,1 \text{ (табл. 7.1 [11]);}$$

$$q_e = 2400 \text{ кг/м}^3 \cdot \delta_{\text{пл}} \cdot 1,1 = 277,2 \text{ кг/м}^2;$$

где средняя толщина ж/б плиты (см. рисунок 17):

$$\delta_{\text{пл}} = \frac{150 \text{ мм} \cdot 50 \text{ мм} + 90 \text{ мм} \cdot 160 \text{ мм}}{210} \cong 105 \text{ мм} \cong 0,105 \text{ м.}$$

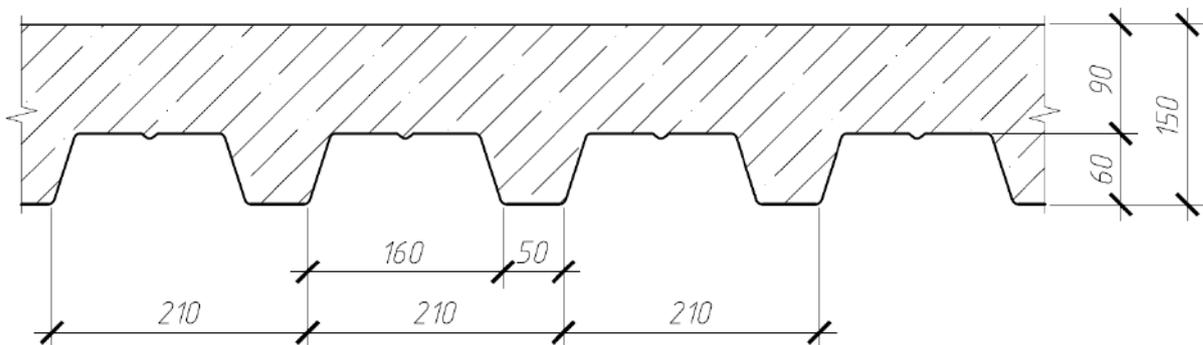


Рисунок 17 - Схема сталежелезобетонного монолитного перекрытия по профнастилу Н60-845-0,9

ж.1. Собственный вес стальных балок конструкций балконов. Прикладываем к главным балкам:

$$\gamma_f = 1,05 \text{ (табл. 7.1 [11]).}$$

ж.2. Собственный вес фасадных конструкций вычисляется из веса одного стеклопакета высотой 4200 мм, шириной 2800 мм и толщиной 40 мм — 740 кг. Прикладываем к балконным балкам перекрытий и покрытия:

$$q_{\text{ж.2}} = \frac{740 \text{ кг}}{2,8 \text{ м}} \cong 265 \text{ кг/м.}$$

ж.3. Нагрузки в пунктах ж.1 и ж.2 прикладываются к балконным балкам в отдельной расчётной схеме, где вычисляются усилия в главных балках и колоннах. В основной расчётной схеме нагрузки от балконных балок и фасадных конструкций прикладываются к главным балкам и колоннам. Величина нагрузок равна найденным усилиям в отдельной расчётной схеме.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

з. Вес конструкции пола КНАУФ «Альфа» с покрытием плиткой. Прикладываем к второстепенным балкам перекрытий:

$$\gamma_f = 1,2 \text{ (табл. 7.1 [11]);}$$

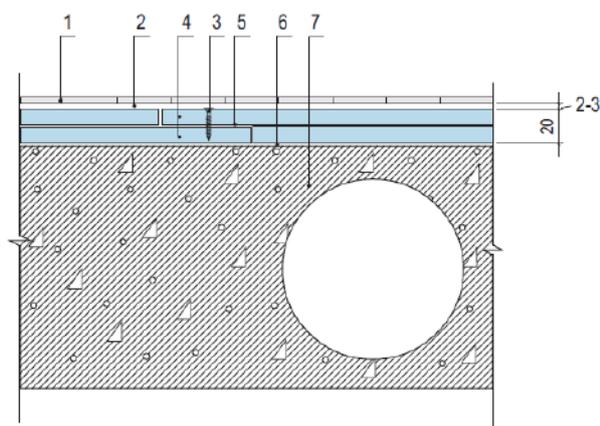
$$q_z = \left( \sum q_i \right) \cdot \gamma_f =$$

$$= (31 \text{ кг/м}^2 + 3,5 \text{ кг/м}^2 + 1200 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,02 \text{ м} + 0,05 \text{ кг/м}^2) \cdot 1,2 =$$

$$= 70 \text{ кг/м}^2,$$

где  $q_i$  – масса  $i$ -го элемента на  $1 \text{ м}^2$ .

№ поз.	Наименование материалов, ГОСТ, ТУ	Масса, кг/м <sup>3</sup>	Масса, кг/м <sup>2</sup>
1	Плитки керамические для полов. ГОСТ 6787-2001	-	31
2	Плиточный клей эластичный КНАУФ-Флекс. ТУ 5745-002-04001508-2010	-	3,5
4	Элементы пола из гипсоволокнистых влагостойких малоформатных листов. ТУ 5742-004-05800969-04	1200	-
5	Мастика клеящая. ТУ 2384-0003-365379-56-00	1050	-



Поз.	Наименование	Расход	Примечание
1	Керамическая плитка для полов, плиты из природного камня, керамогранита	1,02 м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	
2	Плиточный клей	1,7–3,3 кг/м <sup>2</sup>	
3	Винт для ГВЛВ		Расход зависит от схемы крепления (см. рис. 5) и геометрических размеров элементов стяжки
4	Сборная стяжка из элементов пола или листов ГВЛВ	1,02 м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Расход приведен при применении для изготовления сборной стяжки элементов пола
		2,04 м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Расход приведен при применении для изготовления сборной стяжки листов ГВЛВ
5	Мастика клеящая на основе дисперсии ПВА или латекса	50 гр/м <sup>2</sup>	Расход приведен при применении для изготовления сборной стяжки элементов пола
		500 гр/м <sup>2</sup>	Расход приведен при применении для изготовления сборной стяжки листов ГВЛВ
6	Полиэтиленовая пленка	1,15 м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	
7	Железобетонная сплошная или многопустотная плита перекрытия с ровной поверхностью		

Рисунок 17 - Пол КНАУФ «Альфа»

и. Вес от перегородок комплектных систем КНАУФ. Прикладываем к второстепенным балкам перекрытий:

$$\gamma_f = 1,3 \text{ (п. 8.2.7 [11])}.$$

Примем предполагаемое размещение перегородок в одном офисном блоке: отделяющих коридор от офисных помещений – С115.3; офисные блоки друг от друга – С112; кабинеты друг от друга – С111. Площадь блока – 300 м<sup>2</sup>. Высота перегородок (среднее значение) – 3,5 м. Суммарные длины перегородок: С115.3 – 20 м; С112 – 7 м; С111 – 100 м.

Таблица 2.2 – Собственный вес перегородок

№ п/п	Марка перегородки	Масса, кг/м <sup>2</sup>
1	C115.3	60
2	C112	55
3	C111	30

$$q_{и} = \frac{(\sum q_i \cdot h_i \cdot l_i) \cdot \gamma_f}{300\text{м}^2} =$$

$$= (60\text{кг/м}^2 \cdot 3,5\text{м} \cdot 20\text{м} + 55\text{кг/м}^2 \cdot 3,5\text{м} \cdot 7\text{м} + 30\text{кг/м}^2 \cdot 3,5\text{м} \cdot 100\text{м}) \cdot 1,3 / 300\text{м}^2 = 70 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} < 100\text{кг/м}^2 \cdot 1,3 = 130 \text{ кг/м}^2 \text{ (п. 7.2.3 [18])},$$

где  $q_i$  – масса  $i$ -ой перегородки, кг на 1 м<sup>2</sup>;

$h_i$  и  $l_i$  – высота и длина перегородки соответственно, м.

к. Вес от подвесного потолка КНАУФ П113. Прикладываем к второстепенным балкам перекрытий:

$$\gamma_f = 1,2 \text{ (табл. 7.1 [11])};$$

$$q_{к} = 13\text{кг/м}^2 \cdot 1,2 = 15,6 \text{ кг/м}^2.$$

м. Вес кровли системы ТехноНИКОЛЬ ТН-Кровля Фикс Бетон. Прикладываем к второстепенным балкам покрытия:

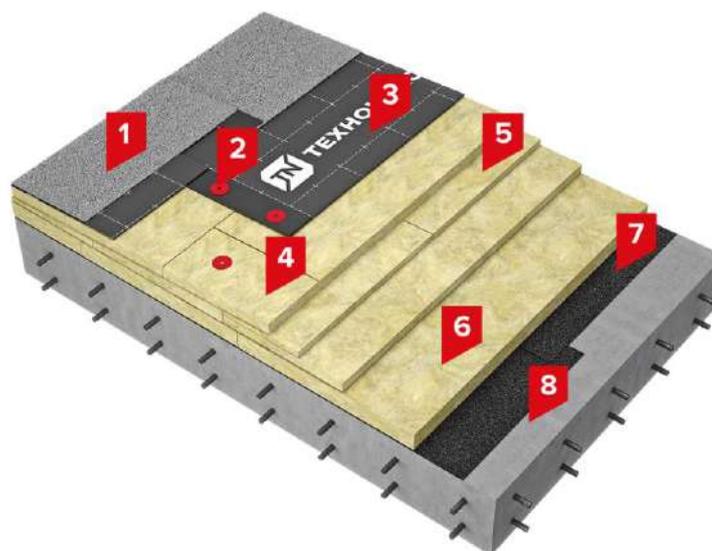
$$\gamma_f = 1,2 \text{ (табл. 7.1 [11])};$$

$$q_{м} = 45,8\text{кг/м}^2 \cdot 1,2 = 55 \text{ кг/м}^2.$$

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.3 – Собственный вес кровли

№ слоя	Толщина слоя, мм	Масса, кг/м <sup>3</sup>	Масса, кг/м <sup>2</sup>
1	-	-	5,3
3	-	-	4
4	50	170	8,5
5	30-70	120	6
6	150	120	18
7	-	-	4
Итого:			45,8



**Состав системы:**

Номер	Наименование слоя	Номер техлиста	Ед. изм.	Размер, упаковка	Расход на м <sup>2</sup> *****
1*	Техноэласт ПЛАМЯ СТОП, СТО 72746455-3.1.11-2015	1.15	м <sup>2</sup>	рулоны, площадь 10 м <sup>2</sup> (1 м x 10 м)	1,15
2	Телескопический крепеж ТехноНИКОЛЬ	7.07	шт.	длина: 20-200 мм коробка: 250-2000 шт.	согласно расчету
3	Техноэласт ФИКС, СТО 72746455-3.1.11-2015	1.04	м <sup>2</sup>	рулоны, площадь 10 м <sup>2</sup> (1 м x 10 м)	1,15
4**	Плиты из каменной ваты ТЕХНОРУФ В ЭКСТРА, СТО 72746455-3.2.6-2018	3.190	м <sup>3</sup>	1200×600×30-50 мм с шагом 10 мм, упаковка (4-7 плит)	1,03
5***	Изделия из каменной ваты ТЕХНОРУФ Н ПРОФ КЛИН 1,7% (для формирования контр.уклона ТЕХНОРУФ Н ПРОФ КЛИН 4,2%), СТО 72746455-3.2.6-2018	3.195/ 3.196	м <sup>2</sup>	плиты размером 1200×600×30-80 мм 1200×1200×30-70 мм	согласно расчету
6****	Плиты из каменной ваты ТЕХНОРУФ Н ПРОФ, СТО 72746455-3.2.6-2018	3.191	м <sup>3</sup>	плиты размером 1200×600×50-200 мм с шагом 10 мм, упаковка (2-6 плит)	1,03
7*****	Технобарьер, СТО 72746455-3.1.9-2014	1.118	м <sup>2</sup>	рулоны, ширина 1 м x 10 м	1,15
8	Железобетонное основание	-	-	-	согласно проекту

Рисунок 18 - Кровля системы ТехноНИКОЛЬ ТН-Кровля Фикс Бетон

					ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Таблица 2.4 - Сводный план сбора постоянных нагрузок

№п/п	Наименование	Коэф. надёжности	Коэф. сочетания	В расчётной схеме нагрузка прилагается ...
1	Собственный вес ж/б фундаментных плит и стеновых диафрагм	1,1	1	-
2	Собственный вес ядра жёсткости	1,1		-
3	Собственный вес сталежелезобетонных колонн	1,1		-
4	Собственный вес главных и второстепенных металлических балок сталежелезобетонных перекрытий	1,05		-
5	Собственный вес стального настила сталежелезобетонных перекрытий	1,05		к второстепенным балкам
6	Собственный вес ж/б покрытий сталежелезобетонных перекрытий	1,1		к второстепенным балкам
7	Собственный вес металлических балок конструкций балконов	1,05		к узлам колонн
8	Собственный вес фасадных конструкций	1		к узлам колонн
9	Вес конструкции пола	1,2		к второстепенным балкам
10	Вес от перегородок	1,2		к второстепенным балкам
11	Вес кровли	1,3		к второстепенным балкам
12	Вес м/к шпиля	1,15		-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ

Лист

42

н. Собственный вес стальных конструкций шпилья. Задаётся автоматически в ПК «Лира-САПР»:

$$\gamma_f = 1,15.$$

По табл. 7.1 [11] для металлических конструкций  $\gamma_f = 1,05$ . Примем  $\gamma_f = 1,15$  с целью учёта веса второстепенных элементов, таких как болты, датчики, устанавливаемые на шпилье, стремянки и т.д.

#### Длительные нагрузки

а. Пониженная полезная нагрузка от людей. Понижающий коэффициент равен 0,35 по п. 8.2.3 [11]. Прикладываем к второстепенным балкам перекрытий.

#### Кратковременные нагрузки.

а. Полезная нагрузка от людей. Прикладываем к второстепенным балкам перекрытий:

$$\gamma_f = 1,3 \text{ при } q < 200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \text{ и } 1,2 \text{ при } q \geq 200 \text{ кг/м}^2 \text{ (п. 8.2.7 [11]);}$$

$$q_a = 1000 \cdot 1,2 = 1200 \text{ кг/м}^2 \text{ – для технических этажей (табл. 7.1 [18]);}$$

$$q_a = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ кг/м}^2 \text{ – для вестибюлей, фойе и коридоров первого этажа (табл. 7.1 [18]);}$$

$$q_a = 200 \cdot 1,2 = 240 \text{ кг/м}^2 \text{ – для офисов (табл. 8.3 [11]);}$$

$$q_a = 300 \cdot 1,2 = 360 \text{ кг/м}^2 \text{ – для вестибюлей, фойе и коридоров, примыкающих к офисам (табл. 8.3 [11]);}$$

$$q_a = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ кг/м}^2 \text{ – для выставочных залов (табл. 8.3 [11]);}$$

$$q_a = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ кг/м}^2 \text{ – для вестибюлей, фойе и коридоров, примыкающих к выставочным залам и ресторанам (табл. 8.3 [11]);}$$

$$q_a = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ кг/м}^2 \text{ – для участков с возможным скоплением людей (табл. 8.3 [11]).}$$

б.1. Основная ветровая нагрузка. Прикладываем сосредоточенные силы в узлы колонн. В соответствии с п. 11.1.2 [11] ветровую нагрузку следует определять как сумму средней  $W_m$  и пульсационной  $W_p$  составляющих:

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$W = W_m \cdot W_p,$$

где  $W_m$  – нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки на высоте  $z$  над поверхностью земли;

$W_p$  – то же пульсационной составляющей.

При расчете на ветровую нагрузку с использованием ПК «Лира-САПР» необходимо вычислить лишь расчетную среднюю ветровую нагрузку на здание, а пульсационная составляющая определяется программно при известной статической ветровой нагрузке.

Итак, вычисляем расчетную статическую (среднюю) ветровую нагрузку на здание по формуле:

$$W_m = W_0 \times k(z) \times c,$$

где  $W_0$  – нормативное значение ветрового давления;

$k(z)$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте;

$c$  – аэродинамический коэффициент.

В соответствии с табл. 11.1 [11] величина  $W_0$  для г. Санкт-Петербург (II ветровой район) составляет 0,3 кПа (0,03 т/м<sup>2</sup>).

Аэродинамический коэффициент лобового сопротивления в соответствии с п. В.1.12 приложения В [11]:

$$c_x = k_\lambda \cdot c_{x\infty},$$

где  $k_\lambda = 0,82$  – коэффициент, зависящий от относительного удлинения сооружения  $\lambda_e$  и степени заполнения  $\varphi = 1$  по п.В.1.15 приложения В [11]:

$$\lambda_e = 2 \cdot \lambda = 30 \text{ по табл. В.10 приложения В [1];}$$

$$\lambda = \frac{l}{b} = 15;$$

$l = 462$  м и  $b = 30,5$  м – максимальный (высота от ур. земли) и минимальный (в плане) размеры здания в плоскости, перпендикулярной направлению ветра; размер  $b$  вычислен как среднее между максимальным значением 61 м (на 17-ом этаже на отм. +67,2 м) и нулевым значением (на шпиле на отм. +462,0);

$c_{x\infty}$  – коэффициент, зависящий от числа Рейнольдса  $Re$  и относительной шероховатости  $\delta$ ;

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$Re = 0,88 \cdot d \cdot \sqrt{w_0 \cdot k(z_e) \cdot \gamma_f} \cdot 10^5;$$

$$\delta = \frac{\Delta}{d} = \frac{0,0015 \text{ мм}}{61 \cdot 10^3 \text{ мм}} = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ – тип поверхности – стекло;}$$

$$\gamma_f = 1,4 \text{ (п. 11 [11]);}$$

$k(z_e)$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты  $z_e$ .

Эквивалентная высота  $z_e$  для зданий при  $h = 462 \text{ м} > 2 \cdot d = 2 \cdot 30,5 \text{ м} = 61 \text{ м}$  по п.11.1.5 [1]:

$$\text{при } z \geq h - d = 431,5 \text{ м} \rightarrow z_e = h = 462 \text{ м;}$$

$$\text{при } d = 30,5 \text{ м} < z < h - d = 431,5 \text{ м} \rightarrow z_e = z;$$

$$\text{при } 0 \text{ м} < z < d = 30,5 \text{ м} \rightarrow z_e = d = 30,5 \text{ м;}$$

$z$  – высота от поверхности земли;

$d = 30,5 \text{ м}$  – размер здания в направлении, перпендикулярном расчётному направлению ветра; размер  $d$  вычислен как среднее между максимальным значением 61 м (на 16-ом этаже на отм. +67,2 м) и нулевым значением (на шпиле на отм. +462,0);

$h = 462 \text{ м}$  - высота здания от ур. земли.

Принимаем тип местности - А (открытые местности).

Вычислим число Рейнольдса для высоты  $z_e = d = 30,5 \text{ м}$  и  $z_e = h = 462 \text{ м}$ :

$$Re_{30,5\text{м}} = 0,88 \cdot 30,5\text{м} \cdot \sqrt{300\text{Па} \cdot 1,38 \cdot 1,4} \cdot 10^5 = 7 \cdot 10^7,$$

$$Re_{462\text{м}} = 0,88 \cdot 30,5\text{м} \cdot \sqrt{300\text{Па} \cdot 3,2 \cdot 1,4} \cdot 10^5 = 10 \cdot 10^7,$$

$$k(30,5\text{м}) = 1,38 \text{ по табл. 11.2 [11];}$$

$$k(462\text{м}) = 3,2 \text{ по табл. 11.2 [11].}$$

Тогда  $c_{x\infty} = 0,8$  при  $Re = (7 \div 10) \cdot 10^7$  и  $\delta = 2,45 \cdot 10^{-8}$  по рис. В.17 приложения В [11].

Аэродинамический коэффициент лобового сопротивления в соответствии с п.В.1.12 приложения В [11]:

$$c_x = 0,82 \cdot 0,8 = 0,66.$$

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ветровая нагрузка прикладывается как сосредоточенная к узлам колонн:

$$T = \frac{W_m \cdot h_{\text{эт}} \cdot d_i}{n},$$

$h_{\text{эт}} = 4,2$  м – высота этажа;

$d_i$  – размер здания в направлении, перпендикулярном расчётному направлению ветра на  $i$ -ом этаже;

$n = 10$  – количество колонн, воспринимающих ветровые нагрузки.

Подсчёты ветровой нагрузки сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты подсчёта ветровой нагрузки на каркас

этаж	отметка	h привед	d	Wm	k	T,т
2	4.2	30.5	58.2	27.7	1.4	0.68
3	8.4	30.5	58.4	27.7	1.4	0.68
4	12.6	30.5	58.6	27.7	1.4	0.68
5	16.8	30.5	58.8	27.7	1.4	0.68
6	21	30.5	59	27.7	1.4	0.69
7	25.2	30.5	59.2	27.7	1.4	0.69
8	29.4	30.5	59.4	27.7	1.4	0.69
9	33.6	33.6	59.6	28.5	1.4	0.71
10	37.8	37.8	59.8	29.5	1.5	0.74
11	42	42	60	30.5	1.5	0.77
12	46.2	46.2	60.2	31.3	1.6	0.79
13	50.4	50.4	60.4	32.2	1.6	0.82
14	54.6	54.6	60.6	32.9	1.7	0.84
15	58.8	58.8	60.8	33.7	1.7	0.86
16	63	63	61	34.4	1.7	0.88
17	67.2	67.2	61	35.1	1.8	0.90
18	71.4	71.4	61	35.7	1.8	0.91
19	75.6	75.6	61	36.3	1.8	0.93
20	79.8	79.8	60	36.9	1.9	0.93
21	84	84	59.8	37.5	1.9	0.94
22	88.2	88.2	59.5	38.0	1.9	0.95
23	92.4	92.4	59.3	38.6	1.9	0.96
24	96.6	96.6	59.0	39.1	2.0	0.97
25	100.8	100.8	58.8	39.6	2.0	0.98
26	105	105	58.5	40.1	2.0	0.98

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

27	109.2	109.2	58.3	40.6	2.0	0.99
28	113.4	113.4	58.0	41.0	2.1	1.00
29	117.6	117.6	57.8	41.5	2.1	1.01
30	121.8	121.8	57.5	41.9	2.1	1.01
31	126	126	57.3	42.3	2.1	1.02
32	130.2	130.2	57	42.8	2.2	1.02
33	134.4	134.4	56	43.2	2.2	1.02
34	138.6	138.6	56	43.6	2.2	1.02
35	142.8	142.8	56	44.0	2.2	1.03
36	147	147	56	44.3	2.2	1.04
37	151.2	151.2	55.6	44.7	2.3	1.04
38	155.4	155.4	55.2	45.1	2.3	1.04
39	159.6	159.6	54.8	45.5	2.3	1.05
40	163.8	163.8	54.3	45.8	2.3	1.05
41	168	168	53.9	46.2	2.3	1.05
42	172.2	172.2	53.5	46.5	2.3	1.04
43	176.4	176.4	53.1	46.8	2.4	1.04
44	180.6	180.6	52.7	47.2	2.4	1.04
45	184.8	184.8	52.3	47.5	2.4	1.04
46	189	189	51.8	47.8	2.4	1.04
47	193.2	193.2	51.4	48.1	2.4	1.04
48	197.4	197.4	51	48.4	2.4	1.04
49	201.6	201.6	51	48.8	2.5	1.04
50	205.8	205.8	51	49.1	2.5	1.05
51	210	210	51	49.4	2.5	1.06
52	214.2	214.2	50	49.6	2.5	1.04
53	218.4	218.4	49.8	49.9	2.5	1.04
54	222.6	222.6	49.5	50.2	2.5	1.04
55	226.8	226.8	49.3	50.5	2.6	1.04
56	231	231	49.0	50.8	2.6	1.05
57	235.2	235.2	48.8	51.1	2.6	1.05
58	239.4	239.4	48.5	51.3	2.6	1.05
59	243.6	243.6	48.3	51.6	2.6	1.05
60	247.8	247.8	48.0	51.9	2.6	1.05
61	252	252	47.8	52.1	2.6	1.05
62	256.2	256.2	47.5	52.4	2.6	1.05
63	260.4	260.4	47.3	52.6	2.7	1.04

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ

Лист

47

64	264.6	264.6	47	52.9	2.7	1.04
65	268.8	268.8	47	53.1	2.7	1.05
66	273	273	47	53.4	2.7	1.05
67	277.2	277.2	47	53.6	2.7	1.06
68	281.4	281.4	46.5	53.9	2.7	1.05
69	285.6	285.6	46.2	54.1	2.7	1.05
70	289.8	289.8	45.9	54.4	2.7	1.05
71	294	294	45.6	54.6	2.8	1.05
72	298.2	298.2	45.3	54.8	2.8	1.04
73	302.4	302.4	45	55.1	2.8	1.04
74	306.6	306.6	44.7	55.3	2.8	1.04
75	310.8	310.8	44.4	55.5	2.8	1.04
76	315	315	44.1	55.7	2.8	1.03
77	319.2	319.2	43.8	56.0	2.8	1.03
78	323.4	323.4	43.5	56.2	2.8	1.03
79	327.6	327.6	43.2	56.4	2.8	1.02
80	331.8	331.8	42.9	56.6	2.9	1.02
81	336	336	42.6	56.8	2.9	1.02
82	340.2	340.2	42.3	57.0	2.9	1.01
83	344.4	344.4	42	57.3	2.9	1.01
84	348.6	348.6	40	57.5	2.9	0.97
85	352.8	352.8	39	57.7	2.9	0.94
86	357	357	38	57.9	2.9	0.92
87	361.2	361.2	37	58.1	2.9	0.90
88	365.4	365.4	36.5	58.3	2.9	0.89
89	369.6	369.6	35.5	58.5	3.0	0.87
90	373.8	373.8	35	58.7	3.0	0.86
91	378	378	34	58.9	3.0	0.84

Также необходимо вычислить нагрузку на колонны (в интервале от отм. +378,0 м до отм. +428,4 м) и центральную трубу (от отм. +428,4 м до отм. +462 м) шпиля.

Коэффициент  $k_\lambda = 0,95$  для  $\lambda_e = 30$  и степени заполнения  $\varphi = 0,5$  для решётчатых элементов фасада по п.В.1.15 приложения В [11].

$$\delta = \frac{\Delta}{d} = \frac{0,002 \text{ мм}}{61 \cdot 10^3 \text{ мм}} = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ – тип поверхности – полированный металл.}$$

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Тогда  $c_{x\infty} = 0,8$  при  $Re = (7 \div 10) \cdot 10^7$  и  $\delta = 3,3 \cdot 10^{-8}$  по рис. В.17 приложения В [11].

Аэродинамический коэффициент лобового сопротивления в соответствии с п.В.1.12 приложения В [11]:

$$c_x = 0,95 \cdot 0,8 = 0,76.$$

Ветровая нагрузка прикладывается как сосредоточенная к узлам колонн / центрально трубы:

$$T = \frac{W_m \cdot h_{\text{эт}} \cdot d_i}{n},$$

$h_{\text{эт}} = 4,2$  м – высота этажа;

$d_i$  – размер здания в направлении, перпендикулярном расчётному направлению ветра на  $i$ -ом этаже;

$n$  – количество колонн, воспринимающих ветровые нагрузки, равное 5-ти в интервале от отм. +378,0 м до отм. +428,4 м и 1-ой от отм. +428,4 м до отм. +462 м.

Подсчёты ветровой нагрузки сведены в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты подсчёта ветровой нагрузки на шпиль

этаж	отметка	h привед	d	Wm	k	T,т
92	382.2	382.2	35	68.0	3.0	2.00
93	386.4	386.4	34	68.2	3.0	1.95
94	390.6	390.6	33	68.5	3.0	1.90
95	394.8	394.8	32	68.7	3.0	1.85
96	399	399	31	68.9	3.0	1.79
97	403.2	403.2	29	69.1	3.0	1.68
98	407.4	407.4	28	69.3	3.0	1.63
99	411.6	411.6	26	69.5	3.1	1.52
100	415.8	415.8	24.5	69.8	3.1	1.44
101	420	420	22.5	70.0	3.1	1.32
102	424.2	424.2	21	70.2	3.1	1.24
103	428.4	428.4	19	70.4	3.1	1.12
104	432.6	462	16.5	72.0	3.2	4.99
105	436.8	462	14	72.0	3.2	4.23
106	441	462	11.8	72.0	3.2	3.57
107	445.2	462	9.5	72.0	3.2	2.87

108	449.4	462	1	72.0	3.2	0.30
109	453.6	462	1	72.0	3.2	0.30
110	457.8	462	1	72.0	3.2	0.30
111	462	462	1	72.0	3.2	0.30

На рисунке 19 представлены таблицы задания динамической составляющей ветровой нагрузки. Загрузка динамической составляющей ветровой нагрузки – пульсационное, логарифмический декремент колебаний для зданий из сталежелезобетона – 0,22 по п.11.1.10 [11].

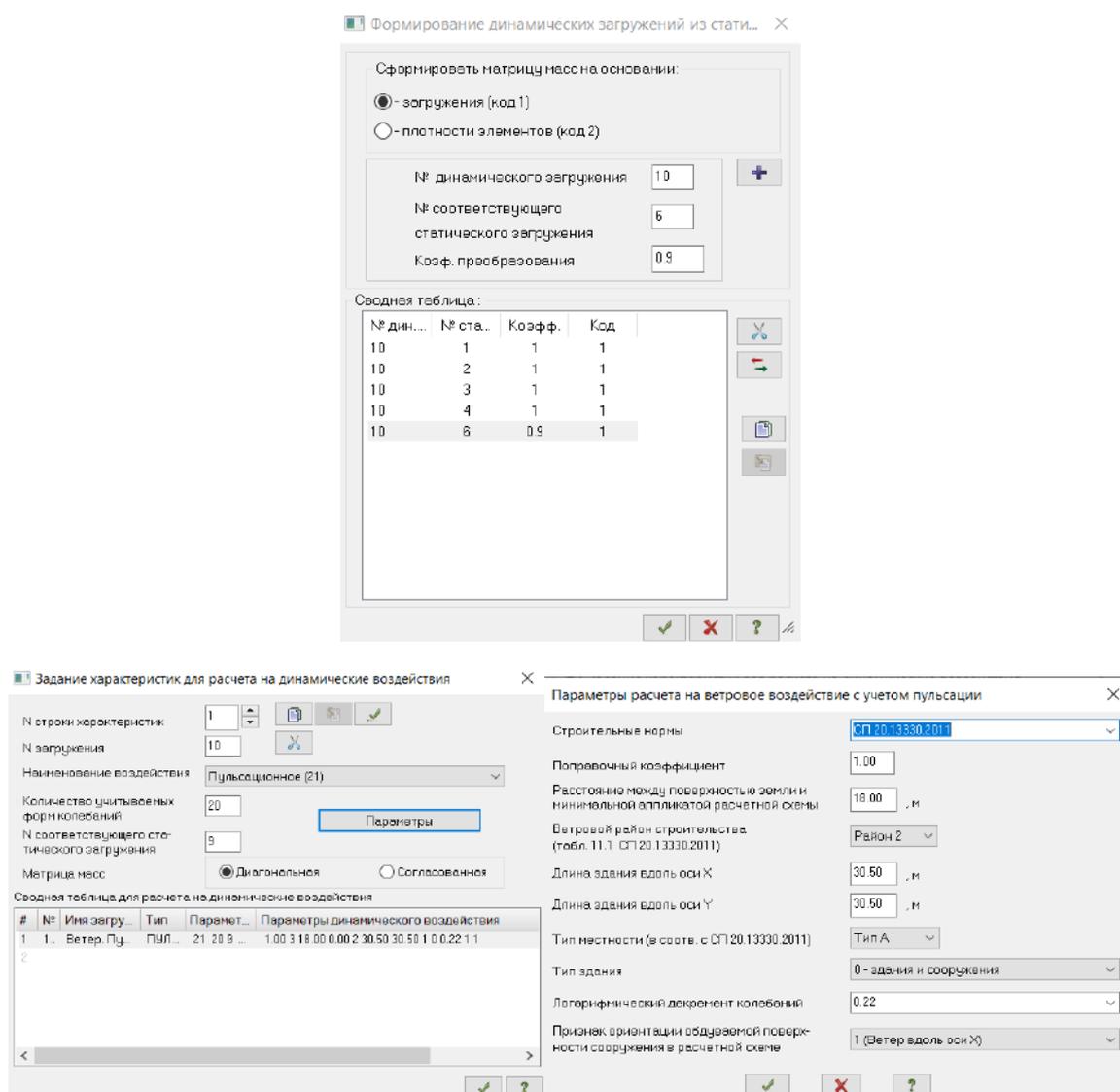


Рисунок 19 – Задание пульсационной составляющей ветрового воздействия

в. Гололёдная нагрузка. Нагрузка возникает на элементах фасадных конструкций на высоте 100 м и более (п. 7.5.1 [18]). Прикладываем распределённую нагрузку к балконным балкам:

$$i = \gamma \cdot b \cdot k \cdot \mu_2 \cdot \rho \cdot g;$$

$$\gamma_f = 2 \text{ (п. 7.5.5 [18]);}$$

где  $b$  – толщина стенки гололёда, мм, принимаемая по табл. 12.1 и 12.2 [11] в зависимости от района, определённого по приложению Е [11]:

Таблица 2.7 – Определение толщины стенки гололёда

Высота здания, м	$b$ принимается по табл. [11]	Гололёдный район	$b$ , мм	№ карты приложения Е [11]
до 200	12.1	II	5	3
200	12.2	Северная часть европейской территории	15	3г
300			35	3д
400			35	3е

$k$  – коэффициент, учитывающий изменение толщины стенки гололёда по высоте и вычисляемый по формуле:

$$k_h = e^{0,007 \cdot h};$$

$\mu_2 = 1$  – коэффициент, учитывающий отношение площади поверхности элемента, подверженного обледенению, к полной площади поверхности элемента;

$\rho$  – плотность льда, принимаемая равной 0,9 г/см<sup>3</sup>;

$g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения;

$\gamma$  – коэффициент надёжности по гололёдной нагрузке, принимаемый равным 1,3.

г. Нагрузка на покрытие подземной части здания от транспортных средств и пожарного транспорта. Согласно п. 7.2.6 [18] нормативное значение нагрузки от веса пожарных автомобилей не менее 30 кПа (3000 кгс/кв.м.).

Покрытие подземной части многофункционального комплекса, доступное для проезда пожарных автомобилей, следует проектировать из расчёта нагрузки от пожарного автомобиля не менее 16 т на ось, а общей нагрузки от наиболее тяжёлых машин (автоподъёмников) – 46 т, установленных в наиболее неблагоприятном возможном положении.

Давление на покрытие от выносных опор пожарного автомобиля следует учитывать в отдельном расчётном сочетании нагрузок и принимать из расчёта наибольшей нагрузки на опору при перемещении гидроподъёмника, составляющей 1,75 средней нагрузки на опору.

Размеры площадки для передачи нагрузки от колёс пожарного автомобиля на покрытие проезжей части следует принимать равным 0,2х0,6 м; размеры основания выносной опоры или специальной подкладки – 0,5х0,5 м.

## 2.5.2. Сочетания нагрузок

На рисунках 20 и 21 приведены соответственно расчётные сочетания нагрузок и расчётные сочетания усилий.

	№ загруз.	Наименование	Вид	Знакоперем.	Взаимоискл.	Коеф. надёжн.	Доля длител.н.	норм-пол	норм-гололёд на половине
1	1	Собственный вес 1	Постоянное (Р)	+		1.32	1.0	0.758	0.758
2	2	Собственный вес 2 (фас	Постоянное (Р)	+		1.2	1.0	0.833	0.833
3	3	Собственный вес (шпил	Постоянное (Р)	+		1.32	1.0	0.758	0.758
4	4	Полезная от людей	Кратк. доминир.1 (Рt1)	+		1.44	.35	0.625	0.486
5	5	Гололёд	Кратк. прочие (Рt)	+	1	2.4	1.0	0.	0.
6	6	Гололёд на половине	Кратк. доминир.1 (Рt1)	+	1	2.4	1.0	0.292	0.375
7	7	Распределённая от пожа	Кратк. прочие (Рt)	+	2	1.44	1.0	0.486	0.486
8	8	На ось от пожарных мащ	Кратк. прочие (Рt)	+	2	1.44	1.0	0.	0.
9	9	Ветер. Статика	Неактивное (H/a)	+		0.	0.	0.	0.
10	10	Ветер. Пцльсация	Мгновенное(М)	+		1.68	0.	0.595	0.595

Рисунок 20 – Расчётные сочетания нагрузок

Расчетные сочетания усилий

Номер таблицы РСУ: 1

Имя таблицы РСУ: СП\_1

Строительные нормы: СП 20.13330.2011

Номер загрузки: 10 Ветер. Пульсация

Вид загрузки: Мгновенное(7) По умолчанию

N группы объединяемых временных загрузок: 0

Учитывать знакопеременность:

N группы взаимоисключающих загрузок: 0

NN сопутствующих загрузок: 0

Коэффициент надежности: 1.68

Доля длительности: 0.00

Не учитывать для II-го пред. сост.:

Ограничения для кранов и тормозов

Кран:  Тормоз:

#	1 основ.	2 основ.	Особ.(С)	Особ.(6 С)	5 сочет.	6 сочет.	7 сочет.	8 сочет.	9
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1.00	1.00	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Сводная таблица для вычисления РСУ:

№	Имя загру...	Вид	Параметры РСУ	Коэффициенты РСУ
1	Собствен...	Постоянн...	0 0 0 0 0 0 1.32 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Собствен...	Постоянн...	0 0 0 0 0 0 1.20 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Собствен...	Постоянн...	0 0 0 0 0 0 1.32 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
4	Полезная ...	Кратковр...	2 0 0 0 0 0 1.44 0.35	1.00 1.00 0.50 0.80
5	Гололёд	Кратковр...	2 0 0 1 0 0 0 2.40 1.00	1.00 1.00 0.50 0.80
6	Гололёд н...	Кратковр...	2 0 0 1 0 0 0 2.40 1.00	1.00 1.00 0.50 0.80
7	Распреде...	Кратковр...	2 0 0 2 0 0 0 1.44 1.00	1.00 1.00 0.50 0.80

Рисунок 21 – Расчётные сочетания усилий

## 2.6. Результаты расчёта

### 2.6.1. Анализ деформаций

Протокол расчёта см. приложение.

На рисунке 22 показаны максимальные горизонтальные перемещения узлов здания от нормативных значений нагрузок, где основной по степени влияния кратковременной нагрузкой является ветровая.

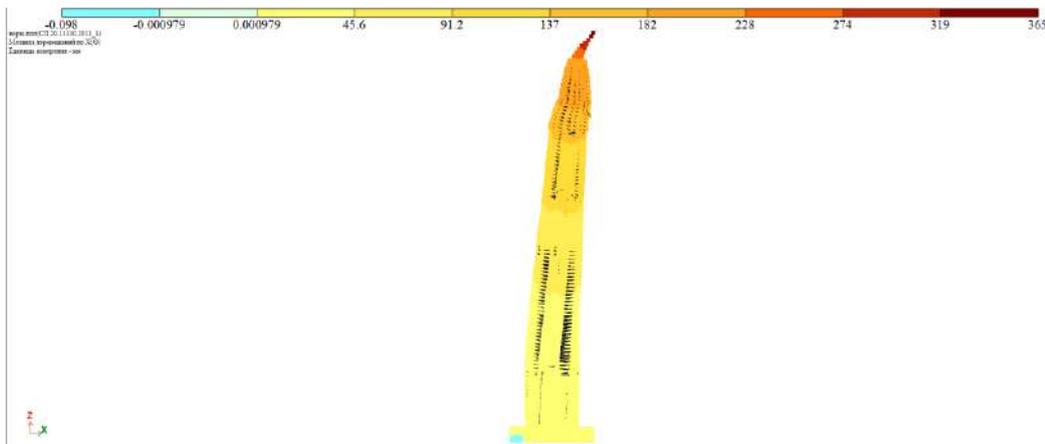


Рисунок 22 - Деформированная схема здания от РСН в плоскости XOZ

Таким образом, максимальное горизонтальное перемещение наблюдается в узлах покрытия по направлению оси X:

$$365 \text{ мм} < f_u = h/500 = 462000/500 = 924 \text{ мм по п.1 таблицы Д4 приложения Д [11].}$$

Условие выполняется.

### 2.6.2. Анализ динамической комфортности на верхних этажах

Для зданий повышенной этажности должно выполняться условие динамической комфортности на верхних этажах по п. В3 приложения В [11].

Максимальное ускорение –  $86 \text{ мм/с}^2 = 0,086 \text{ м/с}^2$ .

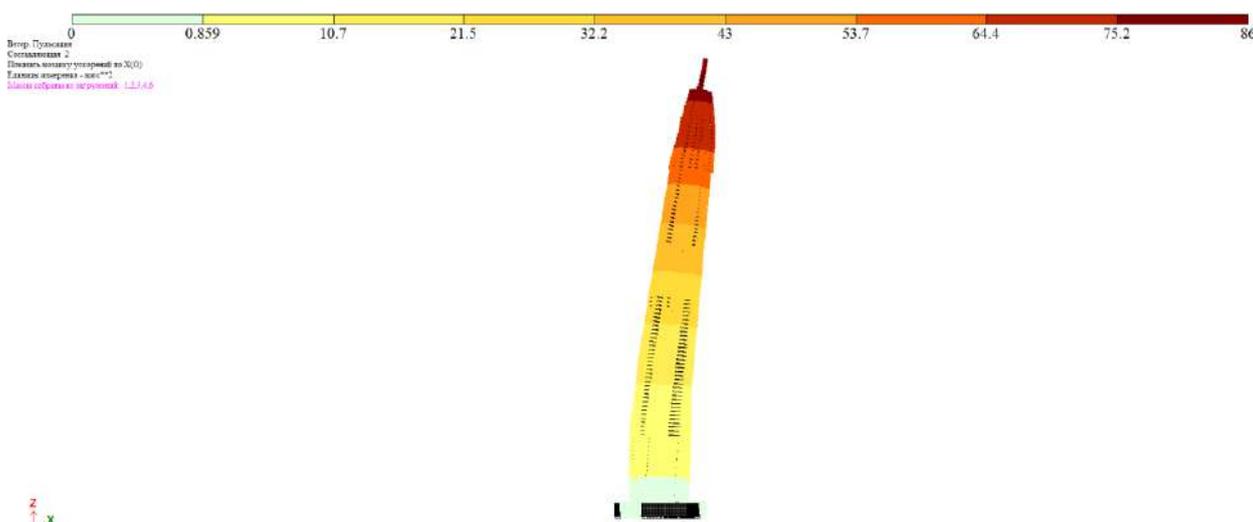


Рисунок 23 - Мозаика суммарных ускорений узлов

Значение максимального ускорения от нормативной составляющей пульсационной ветровой нагрузки:

$$a = 0,086 \text{ м/с}^2 \times 0,7 / \gamma_f = 0,086 \text{ м/с}^2 \times 0,7 / 1,4 = 0,043 \text{ м/с}^2.$$

Согласно п. В3 приложения В [11] максимальное ускорение этажа здания не должно превышать величины  $a_{c, \max} = 0,08 \text{ м/с}^2$ . Условие выполняется.

### 2.6.3. Анализ усилий в основных несущих конструкциях

#### Колонны.

На рисунке 24 показаны эпюры продольных сил, крутящих и изгибающих моментов в колоннах от сочетания РСУ «РСУ расч. MIN».

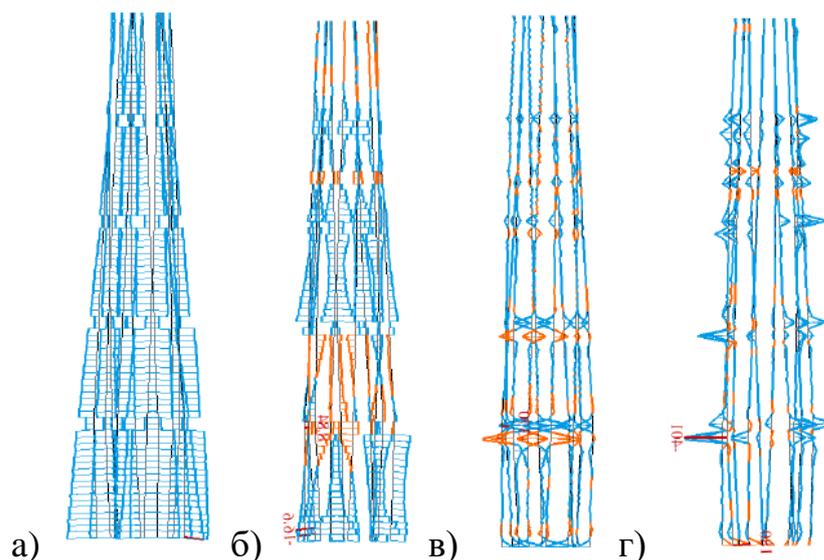


Рисунок 25 – а) Эпюры продольных сил N (max -6115 т); б) крутящих моментов  $M_x$  (max 16,6 т·м); в) изгибающих моментов  $M_y$  (max 370 т·м); г) изгибающих моментов  $M_z$  (max 400 т·м)

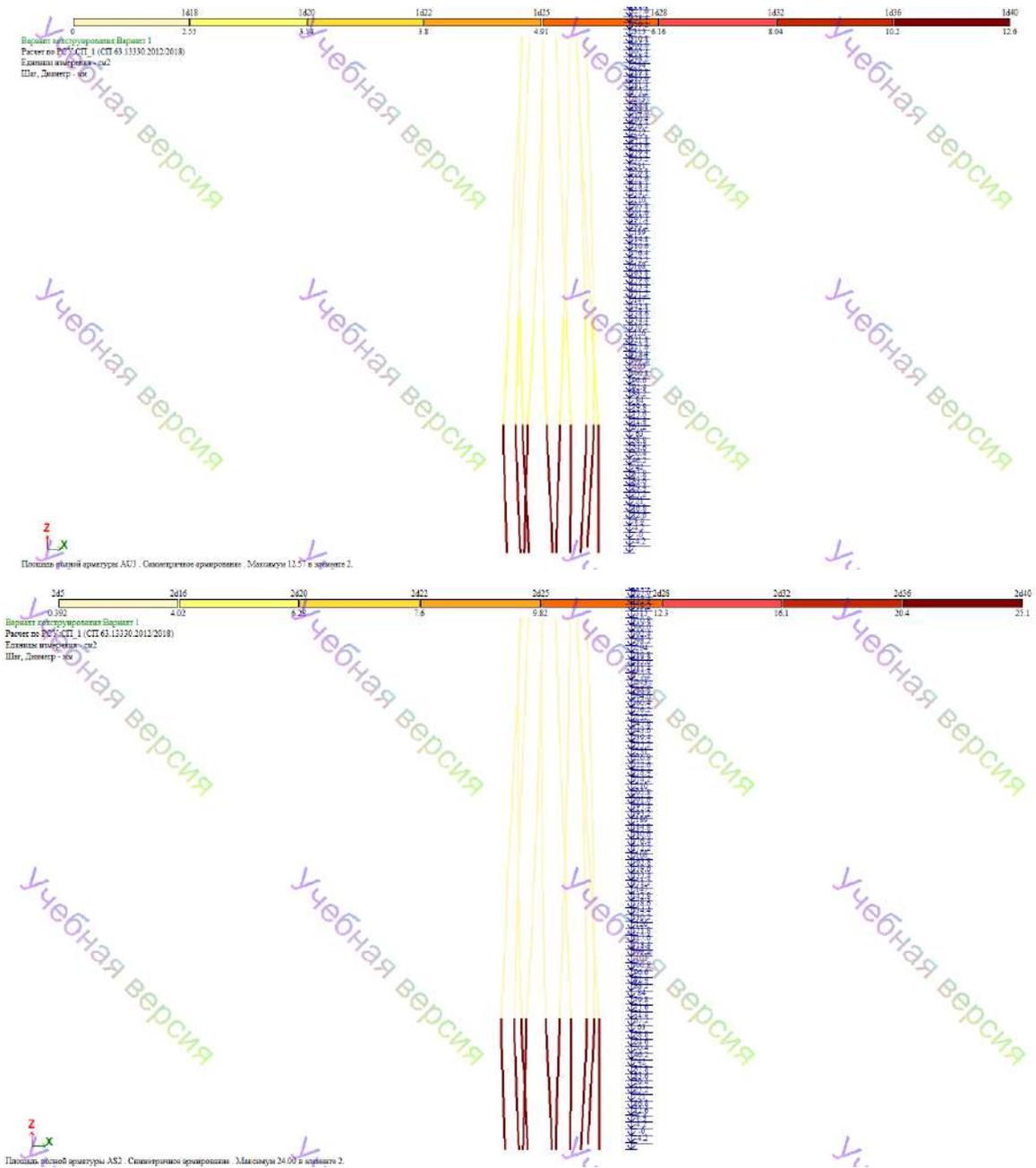


Рисунок 26 – Требуемая угловая и распределённая арматура колонны при расчёте на прогрессирующее обрушение

Балки.

На рисунках 27-29 представлены мозаики результатов проверки назначенных сечений балок по обоим предельным состояниям и местной устойчивости.

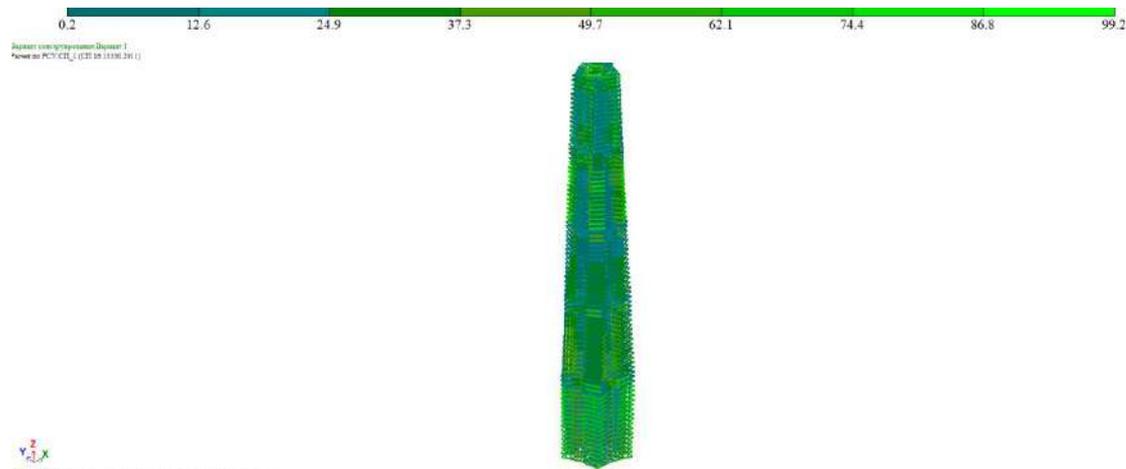


Рисунок 27 – Мозаика результатов проверки назначенных сечений балок по I предельному состоянию

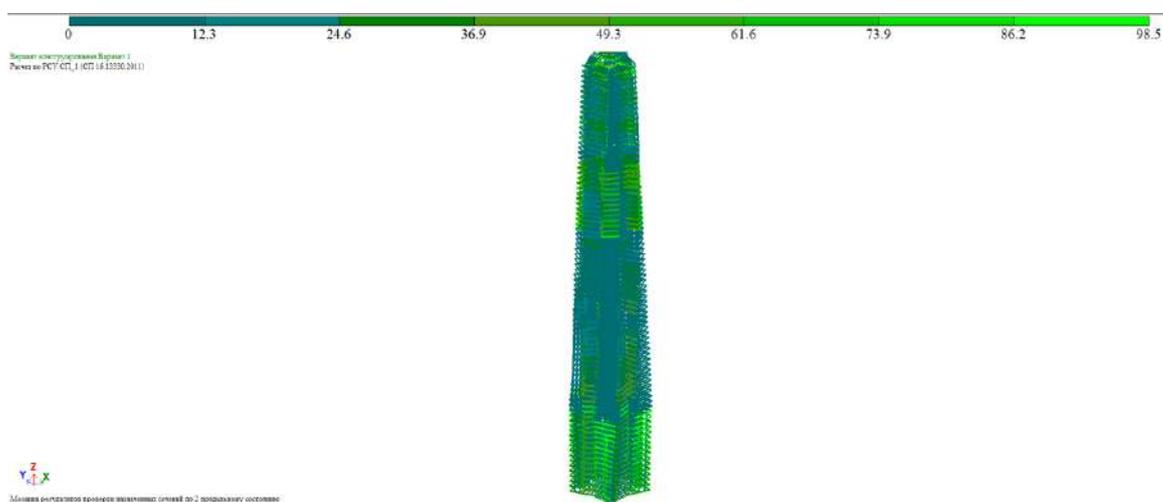


Рисунок 28 – Мозаика результатов проверки назначенных сечений балок по II предельному состоянию

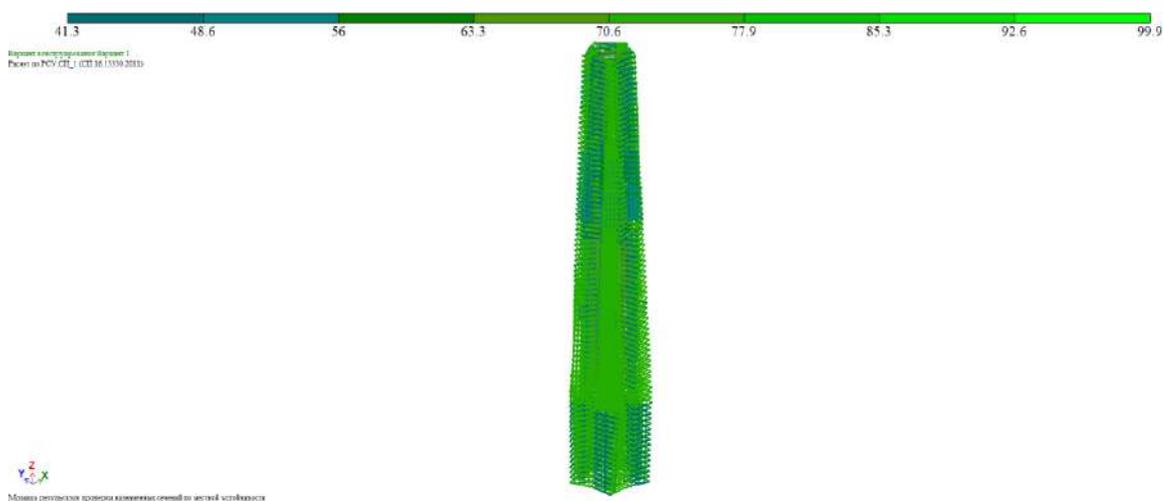


Рисунок 29 – Мозаика результатов проверки назначенных сечений балок по местной устойчивости

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		57

Ядро жёсткости.



Рисунок 30 – Требуемое армирование ядра жесткости толщиной 800 мм  
(верхняя по X и Y)

					ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58



Рисунок 31 – Требуемое армирование ядра жесткости толщиной 800 мм  
(нижняя по X и Y)

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# Нижняя фундаментная плита.

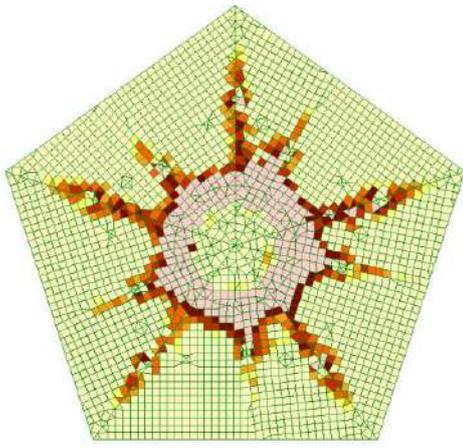
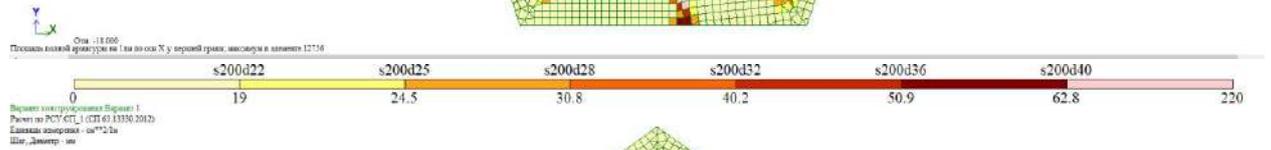
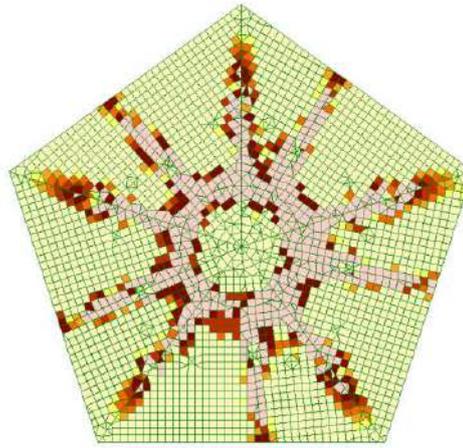


Рисунок 32 – Требуемое армирование нижней плиты перекрытия толщиной 3600 мм (нижняя по X и Y)

					ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

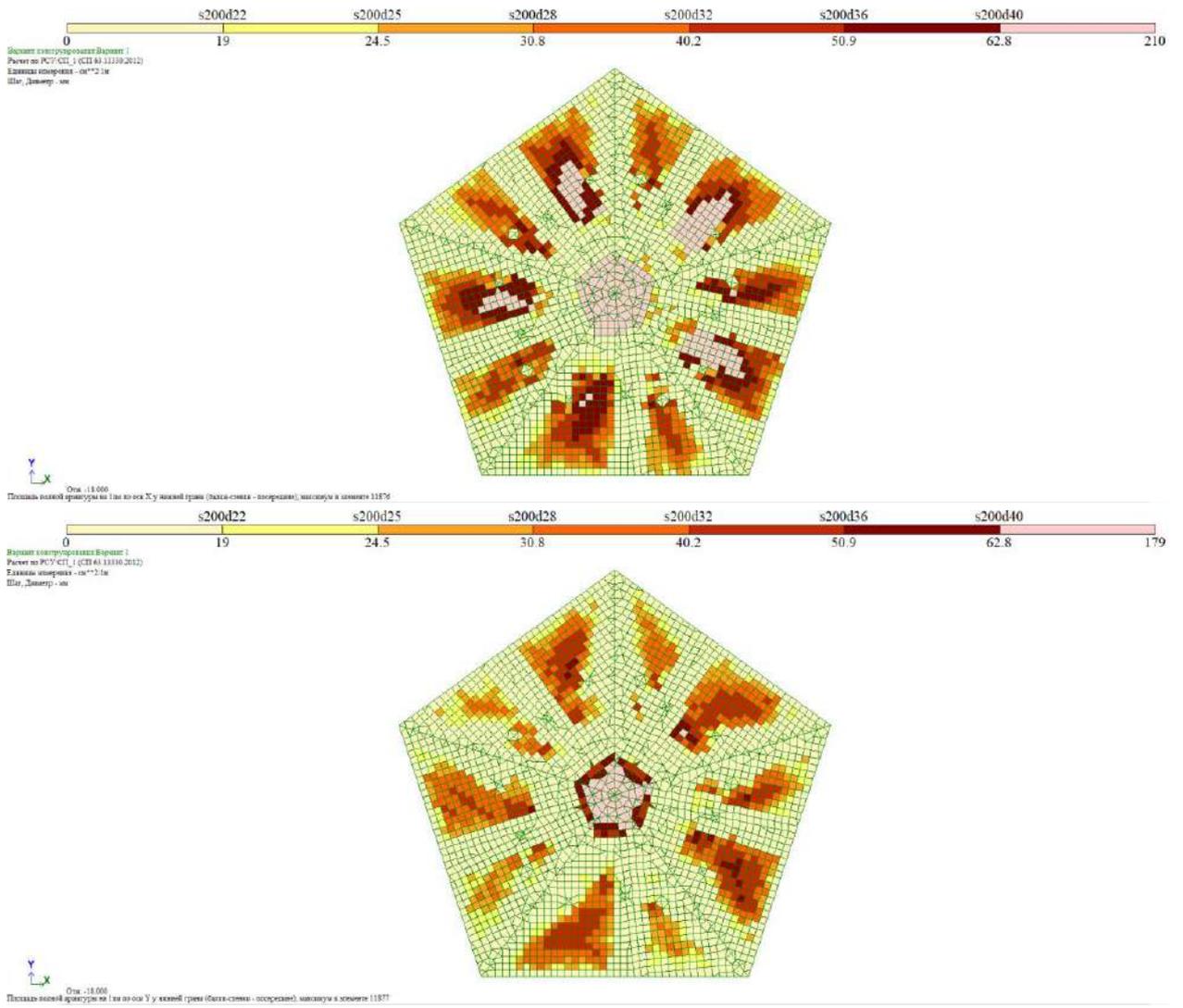


Рисунок 33 – Требуемое армирование нижней плиты перекрытия толщиной 3600 мм (верхняя по X и Y)

					ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

### 3. Раздел технологии строительного производства

#### 3.1. Общие данные

Составляется технологическая карта на устройство сталежелезобетонной колонны.

Последовательность работ:

- монтаж стального сердечника;
- устройство болтового соединения;
- временное расчаливание;
- монтаж арматурных каркасов;
- монтаж опалубки;
- бетонирование.

Подсчёт объёмов работ и калькуляция трудозатрат приведены в приложении.

#### 3.2. Описание производства работ

Монтаж стальных сердечников колонн осуществляется четырьмя башенными кранами. Каждый кран имеет свой фронт работ, находящийся в его рабочей зоне.

Поскольку каждый этаж отличается от предыдущего, то все колонны имеют свой код, в соответствии которым они имеют определённое место на строительной площадке. И их место размещения на складе зависит от того, какой кран их монтирует. Это чётко прописывается в ППР. Строповка сердечника осуществляется четырьмя стропами за закладные детали, расположенные на 1,0 м выше низа отправочной марки колонны. Стропы длиной 10,0 м и грузоподъёмностью 5,0 т. Стропы крепятся к монтажной рамке из трубы – траверсе, углы которой в свою очередь объединяются четырёхветвевым стропом длиной 5 м и грузоподъёмностью 16 т.

На колонне существуют не только закладные детали для строповки колонны, но и отверстия во фланцах для поднятия колонны из горизонтального положения в вертикальное.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Колонна монтируется к нижестоящей, на которой уже установлены планки (для устройства болтового соединения). Таким образом можно считать, что колонна монтируется с помощью кондуктора. Её проектное положение обеспечивает система GPS. После её установки производится устройство соединения на высокопрочных болтах и временное расчаливания. Расчалки нужны для обеспечения её абсолютно точного проектного положения, а не для монтажной устойчивости.

Затем арматурщики вяжут каркасы. А опалубщики устанавливают опалубку.

Подача бетонной смеси осуществляется бетононасосом с максимальной высотой подачи 300 м. Распределительная стрела бетононасоса прокладывается в лифтовой шахте. Бетоновод подаёт смесь в опалубку.

Бетонная смесь в зимнее время подается температуры 40°C и полусмены достаточно для набора бетоном В80 20% от R28 поскольку колонна – массивная конструкция ( $M_p=2,7$ ).

После набора необходимой прочности можно распалубливать конструкцию.

График грузоподъёмности башенных кранов

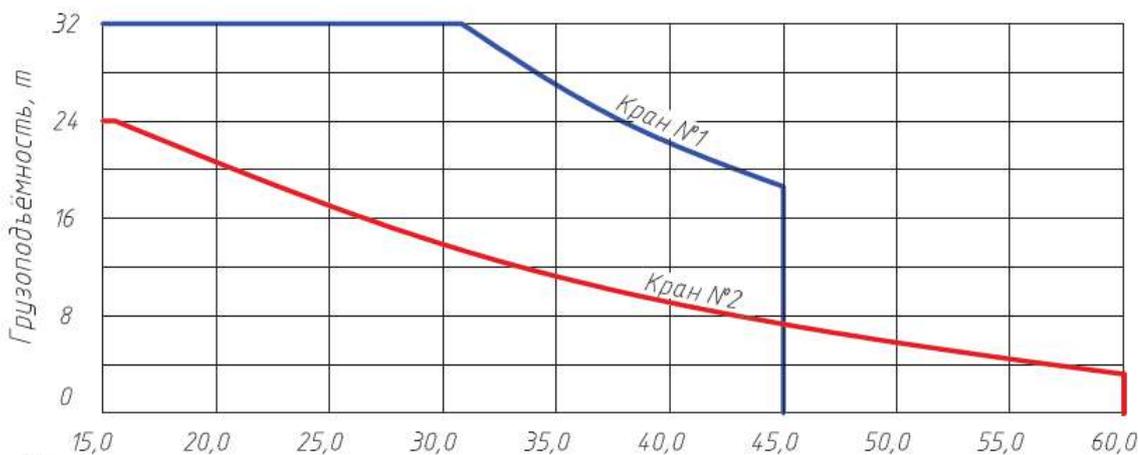


Рисунок 34 – График грузоподъёмности башенных кранов

## 4. Раздел организации строительного производства

### 4.1. Разработка календарного плана

Ведомость объёмов работ и калькуляция трудозатрат приведены в приложениях.

### 4.2. Организация строительной площадки

#### 4.2.1. Привязка башенных кранов

Для трёх башенных кранов Liebherr 710 HC-L 32/64 Litronic, расположенных по периметру здания, минимальное расстояние от наружной грани стены до оси башни составляет 3,9 м в соответствии с инструкцией производителя Liebherr. Эти краны крепятся к верхней плите коробчатого фундамента четырьмя фундаментными анкерами  $\varnothing 45 \times 440$  мм соосно диафрагмам в фундаменте.

Башенный кран Liebherr 357 HC-L 12/24 Litronic монтируется внутри лифтовой шахты.

Необходимо определить зоны постоянного или потенциального действия опасных производственных факторов (ОПФ). В соответствии с [31] предусмотрено ограждение и обозначение таких зон знаками безопасности и надписями.

Зоны постоянно действующих ОПФ (п. 4.9 [31]) – места вблизи неограждённых перепадов по высоте 1,3 м и более.

Защитное ограждение зон постоянно действующих ОПФ во избежание доступа на неё посторонних лиц удовлетворяет ГОСТ 23407 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства работ. Технические условия».

Зоны потенциально действующих ОПФ – это места, над которыми башенные краны перемещают грузы.

На СГП показаны рабочие зоны кранов как огибающие их крюков при максимальном рабочем вылете стрелы. Для трёх башенных кранов снаружи здания введены ограничения: координатная защита стрел от их столкновения друг с другом. Для всех кранов предусмотрена защита крюка для

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

предотвращения столкновения груза с конструкциями здания. Для совместной работы башенного крана Liebherr 357 HC-L 12/24 с тремя 710 HC-L 32/64 разрабатываются соответствующие схемы для работ на различных захватках и устанавливаются координатные защиты стрел для каждой схемы.

В работу всех четырёх кранов введём следующее ограничение: подъём груза на монтажный горизонт осуществлять в непосредственной близости от наружной стены здания. Тогда границы опасных зон от наружной стены здания:

$$R_0 = \frac{B_{min}}{2} + B_{max} + P,$$

$B_{min}$  и  $B_{max}$  – минимальный и максимальный размер поднимаемого груза, м;

$P$  – величина отлёта грузов при падении, устанавливаемая в соответствии с табл. Г.1 приложения Г [31].

Таблица 4.1 – Определение опасной зоны крана

	$B_{min}$	$B_{max}$	$P$	$R_0$	Вид груза
Liebherr 357 HC-L 12/24	1	8,4	25	≈ 94	Колонна
Liebherr 710 HC-L 32/64	1	17,6	25	≈ 88	Балка

Также к зонам потенциально действующих ОПФ относят участки вблизи строящегося здания и его этажи в одной захватке, над которыми производят монтажные работы. Данной зоны на СГП нет, поскольку установлены защитные экраны по периметру монтажного горизонта, предупреждающие падение грузов.

Для возможности прохода в здание людей входы оснащены временными навесами с шириной не менее 2 м под углом  $70 \div 75^\circ$  к стене по п. 6.2.3 [31].

Ограждение строительной площадки имеет высоту 2,0 м по п. 6.2. [31], а участков работ 1,2 м.

По п. 6.2.16 [31] рабочие места на перекрытиях на высоте более 1,3 м и на расстоянии менее 2 м от границы перепада высот ограждены защитными или

страховочными ограждениями, а при расстоянии более 2 м – сигнальными ограждениями.

По п. 6.2.17 [31] проёмы в стенах при одностороннем примыкании к ним настила (перекрытия) ограждаются, если расстояние от низа дверного проёма до уровня настила менее 0,7 м.

#### 4.2.2. Приобъектные склады

Складирование колонн осуществляется в соответствии с требованиями п. 6.3.3 [31] – на подкладках; балок перекрытий – в штабель высотой до 1,5 м на подкладках и с прокладками. Проходы на складах между штабелями конструкций шириной не менее 1 м.

В зонах действия башенных кранов располагаются открытые склады. Колонны, балки перекрытий и аутригерные конструкции располагаются в ближней к зданию зоне склада.

Определим запасы основных строительных материалов:

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot n \cdot l \cdot m,$$

где  $T$  – продолжительность потребления материала (по календарному плану);

$P_{\text{общ}}$  – общее количество материала, необходимое для выполнения работы в период времени  $T$ ;

$n$  – норматив запаса материала на складе в днях потребления (по приложению 4 [34]);

$l = 1,1$  – коэффициент неравномерности поступления материалов и изделий на склад для поставок автомобильным и железнодорожным транспортом;

$m = 1,3$  – коэффициент неравномерности материалов и изделий.

Вычислим площадь склада для каждого вида хранимых конструкций:

$$S = P_{\text{скл}} \cdot q,$$

где  $q$  – норма площади склада на единицу складироваемого ресурса (по приложению 4 [34]).

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Таблица 4.2 – Определение требуемой площади складов

п/п	Наименование конструкций	Продолжительность потребления $T$ , дн.	Объём потребления		Запас конструкций		Площадь склада, $m^2$	
			ед. изм.	кол-во	нормат. $n$ , дн.	расч. $P_{скл}$ , т	на ед. констр. $q$	всего $S$
	Колонны	1916	т	6 000	30	135	1,8	245
	Балки перекрытий и аутригерные конструкции	1916	т	12 300	15	138	1,8	250
	Арматура ядра	1916	т	10 000	15	112	1,8	200
	Арматура колонн и плит перекрытия	1916	т	4 000	15	45	1,8	80
	Профнастил	1916	т	1 265	15	14	1,8	25,5
	Стеклопакеты	2008	$m^3$	4 680	12	40	1,7	68
	Лестничные марши и площадки	1916	$m^3$	530	10	4	1,0	4
Всего:								1600

#### 4.2.3. Временные здания

В соответствии с требованиями п. 5.14 [31] рабочие, руководители, специалисты и служащие, занятые на строительных объектах, должны быть обеспечены санитарно-бытовыми помещениями.

Определим общую потребность во временных зданиях на основной этап строительства (надземный цикл):

$$F = F_n \cdot N_0,$$

где  $F$  – общая потребность в зданиях данного типа,  $m^2$ , рабочие места, посадочные места, сетки, краны;

$F_n$  – нормативный показатель потребности здания, м<sup>2</sup>/чел., рабочие места / чел., посадочные места / чел., сетки / чел., краны / чел. (по приложению 2 [34]);

$N_0$  – число пользователей зданием / помещением.

В процентном соотношении от общего максимального количества рабочих (375 чел.), определённого по календарному плану на надземный цикл строительства, вычислим численность различных категорий, работающих по табл. 6 [34] для жилищно-гражданского строительства:

- рабочие – 85 % = 319 чел.;
- ИТР – 8 % = 30 чел.;
- служащие – 5 % = 19 чел.;
- МОП и охрана – 2 % - 7 чел.

Необходимое количество временных зданий для каждой позиции принятой номенклатуры:

$$P = \frac{F}{G},$$

$G$  – вместимость одного здания, м<sup>2</sup>, рабочие места, посадочные места, сетки, краны (по приложению 2 [34]).

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Таблица 4.3 – Определение потребности в помещениях

№ п/п	Наименование помещения	Нормативный показатель потребности $F_n$		Расчётное число пользователей помещением $N_0$		Общая потребность в помещениях, $F$	
		ед. изм.	кол-во	описание	кол-во, чел.	ед. изм.	кол-во
1	Гардеробная	двойной шкаф / чел.	1	Общее число рабочих	375	двойной шкафы	375
2	Умывальня	кран/чел.	1/15	Число рабочих в наиболее многочисленную смену	127	краны	9
3	Душевая с преддушевой раздевалкой	сетка/чел.	1/5 ÷ 1			сетки	30
4	Столовая	пос. место / чел.	1/3 ÷ 1/4			пос. места	43
5	Помещение для обогрева, отдыха и приёма пищи	м <sup>2</sup> /чел.	1			м <sup>2</sup>	127
6	Сушильня	м <sup>2</sup> /чел.	0,2	Общее число рабочих	375	м <sup>2</sup>	75
7	Уборная	очко/чел.	1/15	Число рабочих в наиболее многочисленную смену	127	очко	9
8	Контора	м <sup>2</sup> /чел.	2 ÷ 4	30 % от общего числа ИТР	30	м <sup>2</sup>	100

Таблица 4.5 – Определение площади городка строителей

№ п/п	Назначение	Шифр здания или номер проекта	Вместимость, G		Размеры, м	Площадь одного здания, м <sup>2</sup>	Кол-во временных зданий	Площадь всех зданий, м <sup>2</sup>
			ед. изм.	кол-во				
1	Санитарно-бытовой комплекс	«Нева» 7203-III	чел.	80	15,1x12x3	180	5	900
2	Столовая-догоготовочная	«Универсал» 1129-031	ос. мест	36	12x9x2,9	108	2	216
3	Душевая	«Нева»	сетки	6	3x9x2,9	27	5	135
4	Контора	«Контур» КК-5	аб. мест	5	3x9x3	27	6	162
5	Контора прораба	«Нева» 7203-У1	аб. мест	3	3x6x3	18	4	72
Итого:								1500

Максимальная удалённость городка строителей от места производства работ составляет 250 м и не превышает 500 м. При этом минимальная удалённость санитарно-бытовых комплексов равна 50 м, что меньше 75 м. Две из четырёх конторы прораба запроектированы при въезде на стройплощадку. Бытовые городки расположены вне зоны опасной работы крана.

К городкам строителей подведены все необходимые инженерные сети, а также пешеходные дорожки и автодорога.

В группах зданий (до 10 шт.) интервал составляет 1 м; между группами – 20 м. Ограждение бытового городка располагается на расстоянии от временных зданий на расстоянии 2 м, а от дороги – 15 м.

На каждые 200 м<sup>2</sup> площади городка строителей установлен щит со средствами пожаротушения, бочка с водой (250 л) и ящик с лопатой и песком (0,5 м<sup>3</sup>).

#### 4.2.4. Транспортные коммуникации

На СГП нанесены временные автодороги и пути движения рабочих (пешеходные дорожки). Для автотранспорта на стройплощадке запроектированы два въезда.

Временные дороги шириной проезжей части 7 м – двухполосные. Радиусы закруглений приняты не меньше 10 м.

#### 4.2.5. Обоснование потребности строительства в воде

Для удовлетворения производственных, хозяйственно-бытовых и противопожарных нужд запроектировано временное водоснабжение. Расход воды, л/с:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}.$$

Расход воды на производственные нужды:

$$Q_{\text{пр}} = \sum \frac{K_{\text{ну}} \cdot q_{\text{у}} \cdot n_{\text{п}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t},$$

где  $K_{\text{ну}} = 1,2$  – коэффициент неучтённого расхода воды;

$q_{\text{у}}$  – удельный расход воды на производственные нужды, л, по приложению 5 [34];

$n_{\text{п}}$  – число производственных потребителей;

$K_{\text{ч}} = 1,5$  – коэффициент часовой неравномерности потребления;

$t = 8$  ч – число учитываемых расходом воды часов в смену.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Таблица 4.6 – Определение расхода воды на производственные нужды

№ п/п	Наименование потребителя	Ед. изм.	Кол-во потребителя	Продолж. потребл.	Удельный расход, л	Коэффициент		Число часов в см.	Расход, л/с
						Неучтён расхода	Неравно м. потребл.		
1	Малярные работы	м <sup>2</sup>	388 500	1 год	0,75	1,2	1,5	8	0,05
2	Штукатурные работы	м <sup>2</sup>	388 500	1 год	6				0,4
3	Экскаватор	маш-ч.	4 472	1,25 мес	12,5				0,09
4	Заправка и обмывка автомобилей	машин а	10	1 день	350				0,22
Итого Q <sub>пр</sub> :									0,76

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды:

$$Q_{\text{хоз}} = \sum \frac{q_x \cdot n_p \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t} + \frac{q_d \cdot n_d}{60 \cdot t_1} = 2,05,$$

где  $q_x = 25$  л/чел – удельный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды, л, по приложению 6 [34];

$q_x = 50$  – то же на приём душа одного работающего, л, по приложению 6 [34];

$n_p = 127$  – число работающих в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}} = 1,5$  – коэффициент часовой неравномерности потребления;

$t = 8$  ч – число учитываемых расходом воды часов в смену;

$t_1 = 45$  мин .

Расход воды на противопожарные нужды из расчёта действия двух струй из гидрантов по 5 л/с:

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с.}$$

ИТОГО 12,81, диаметр 165 мм.

**4.2.6. Обоснование потребности строительства в электроэнергии**

$$P_p = \sum \frac{K_c \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_c \cdot P_T}{\cos \varphi} + \sum K_c \cdot P_{ов} + P_{он}$$

Таблица 4.7 – Определение мощности трансформаторной подстанции

№ п/п	Наименование потребителей	Ед. изм.	Объём потребления	Коэффициент		Уд. мощн.	
				спроса	мощн		
1	Экскаватор		5	0,5	0,55	55	
2	Кран башенный		4	0,5	0,5	137	
3	Оборудование арм		5	0,45	0,5	2,8	
4	Втбраторы переносные		8	0,4	0,45	2,3	
5	Электроинструмент		1	0,25	0,4	0,3	
6	Установки электропрогрева бетона		5	0,7	0,95	425	
7	Эл. осв. внутр.			0,9	1	1	
8	Эл. осв. нар.			1	1	0,4	
9	Насосы		3	0,7	0,8	2,2	
						итого	2400

**4.2.7. Обоснование потребности строительства в освещении**

Таблица 4.8 – Определение требуемого количества прожекторов

	Наименование	Объём	Освещение, лк	Кол-во и вид
1	территория	7000	2	2 шт., ПЖ-220
2	бетон	-	7	-
3	монтаж	2150	20	6 шт., ПЖ-220
4	склады	4760	10	8 шт., ПЖ-220
5	отделка	2150	50	7 шт., лампы накалив.
6	конторы	1500	50	27 шт., лампы накалив.
7	проходы	8000	3	14 шт., PFL
8	проезды	3300	1	8 шт., лампы накалив.
9	охрана	950	0,5	2 шт., лампы накалив.
10	аварийное	29810	0,2	15 шт., лампы накалив.

## 5. Экономический раздел

### 5.1. Общие данные

Производится технико-экономическое сравнение существующих сталежелезобетонных колонн с трубобетонными армированными. Сравнение осуществляется при производстве работ в летних условиях.

Накладные расходы – 112% от ФОТ.

Сметная прибыль – 85% от ФОТ.

Для расчёта затрат используются территориальные сметные нормативы: ТЕР и ТССЦ г. Санкт-Петербурга.

Принятый индекс к ТЕР-2001 при строительстве административных зданий: 7.

Локальные сметы приведены в приложении.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

## 6. Раздел безопасности жизнедеятельности

### 6.1. Основные характеристики проектируемого здания

Назначение – офисы и выставочные помещения, смотровая площадка.

Высота здания (пожарно-техническая) определяется по [24] как разность отметки поверхности проезда для пожарных машин (- 0,300) и полусуммы отметок пола и потолка верхнего 87-го этажа (+ 373, 800)) – 374,1 м.

Размеры в плане на ур. 1-го этажа – пентагон с длиной стороны  $\approx 37$  м.

Количество надземных этажей – 87, подземных – 2.

Высота этажа – 4,2 м.

### 6.2. Пожарная безопасность проектируемого здания

#### 6.2.1. Участок строительства

Вокруг высотного здания обеспечен кольцевой проезд для машин пожарных подразделений, что соответствует требованиям п. 8.1 [35]. Въехать на кольцо можно с трёх сторон.

Проезды запроектированы шириной 6 м. К зданию можно подъехать вплотную, поскольку фундамент (а также покрытие тротуаром) рассчитано на нагрузку от пожарной техники величиной 16 т на ось по требованиям п 8.15 [35].

Вдоль Финского залива также есть проезд для пожарной техники, с которого возможно осуществлять забор воды.

#### 6.2.2. Архитектурно-планировочные решения

Установим классы функциональной пожарной опасности для помещений (в данном случае этажей) различного назначения (ст. 32 [1]):

- офисы – Ф4.3.
- выставочные залы – Ф2.2;
- смотровая площадка – Ф2.2.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Наибольшая площадь надземного этажа в пределах пожарного отсека на ур. 17-го, 18-го и 19-го этажей (1880 м<sup>2</sup>) не превышает граничное значение 2500 м<sup>2</sup>, определённое в п. 5.2 [22].

Допустимая этажность пожарных отсеков принята по табл. [23] как для соответствующих зданий степени огнестойкости I, класса конструктивной пожарной опасности С0: 16 этажей.

Согласно п. 5.5 [22] вместимость одного выставочного зала, а также расчётное число людей на смотровой площадке не должны превышать 100 чел.

Лестничные клетки, находящиеся в ядре жёсткости здания относятся к типу Н2 – с подпором воздуха на лестничную клетку при пожаре (ст. 40 [21]). Их количество удовлетворяет минимальному, равному двум по п. 5.15 [22]. Обе лестничные клетки запроектированы с входами на каждом этаже через тамбур-шлюзы 1-го типа с подпором воздуха на этаже пожара. Двери, ведущие в лестничные клетки – противопожарные 1-го типа.

Эвакуационные выходы из подземных этажей предусмотрены непосредственно наружу, они обособлены от расположенных в ядре общих лестничных клеток.

Незадымляемые лестницы имеют выходы в разные отсеки коридора, разделённые противопожарными перегородками с противопожарными дверями.

В здании предусмотрено два лифта с режимом пожарных подразделений для обеспечения деятельности пожарных подразделений и спасения МГН в высотном здании в соответствии с п. 7.6.1 [22]. Рядом с этими лифтами расположены зоны безопасности. Лифты имеют обособленные шахты с самостоятельными лифтовыми холлами. Выход наружу одного из лифтов запроектирован изолированным. Грузоподъёмность обоих лифтов 2500 кг, что больше минимально допустимой (1000 кг).

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

### 6.2.3. Конструктивные решения

Необходимо назначить пределы огнестойкости строительным конструкциям. Для зданий высотой более 150 м по табл. 6.1 [22]:

- колонны, ядро жёсткости, аутригерные конструкции, главные балки перекрытий – R 240;
- светопрозрачные фасадные конструкции – E 60;
- междуэтажные перекрытия – REI 120;
- стены лестничных клеток – REI 240;
- марши и площадки лестничных клеток – R 60;
- противопожарные перекрытия, разделяющие пожарные отсеки – REI 240;
- внутренние перегородки между офисами - EI 60;
- то же между коридорами и офисами (выставочными помещениями) - EI 60, EIW60;
- то же, отделяющие лифтовые холлы - EI 60, EIW60;
- то же, отделяющие лифтовые холлы и тамбуры лифтов для пожарных - EI 90, EIW90.

Запроектированные помещения безопасных зон выделены стенами и перекрытиями с пределом огнестойкости не менее REI (EI) 60 и заполнением проёмов EIS (EIWS) 60.

Вышеуказанным пределам огнестойкости строительных конструкций соответствует степень огнестойкости проектируемого здания – I по табл. 21 приложения [21].

Согласно п. 9.2 [18] класс конструктивной пожарной опасности проектируемого здания – С0. По табл. 22 [21] классу конструктивной пожарной

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

опасности здания С0 соответствует класс пожарной опасности строительных конструкций – К0.

Согласно п. 5.4.7 для выделения пожарных отсеков применяются противопожарные перекрытия 1-го типа.

### **6.3. Охрана труда при строительстве здания**

Требования охраны труда работающих в строительном производстве приведены в [36].

Процессы, операции и приёмы при строительстве здания должны определяться организационно-технологической документацией, которая включает в себя решения и мероприятия, обеспечивающие выполнение требований законов, норм и правил по охране труда.

На строительной площадке опасными зонами с постоянным присутствием опасных производственных факторов (ОПФ) являются места ближе 2 м от неизолированных токоведущих элементов электроустановок и места ближе 2 м от неограждённых перепадов по высоте 1,3 м и более, а также при высоте ограждения менее 1,1 м. На границах этих зон установлены защитные ограждения.

Зонами с возможным воздействием ОПФ являются: участок строительства; этажи, над которыми ведётся монтаж; зоны перемещения бетонолитных труб; места, над которыми башенные краны перемещают грузы. На границах этих зон установлены сигнальные ограждения и знаки безопасности.

Опасные зоны установлены в организационно-технологической документации.

На монтажных горизонтах в первую очередь устанавливаются защитные экраны, чтобы предотвратить возможность падения материалов и конструкций, а также исключить работы на высоте.

В организационно-технологической документации строящегося здания разрабатываются:

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

- средства подмащивания;
- пути и средства подъёма работников на рабочие места;
- технология подачи бетона к месту его укладки;
- грузозахватные приспособления;
- способы строповки;
- организацию склада строительных конструкций, а также приспособления для них;
- способы временного закрепления конструкций;
- способы удаления строительного мусора с рабочих мест, с площадки;
- защитные сетки, козырьки, экраны и т.д.

Работы, связанные с повышенной опасностью, выполняются только с нарядом-допуском, предусматривающим меры безопасности. К таким работам относятся:

- работы с использованием башенных кранов;
- работы на высоте;
- работы на тех участках, где может возникнуть опасность от выполняющихся на соседних участках опасных работ;
- работы, производимые вблизи дорог на стройплощадке.

При организации перемещения грузов/материалов, погрузочно-разгрузочных работ необходимо соблюдать правила по охране труда в соответствии с требованиями п. 5.2.28 Постановления Правительства РФ N 610.

Рабочие допускаются к своим местам только после подготовки по охране труда. А к работникам, чья деятельность будет проходить в условиях действия ОПФ, предъявляются повышенные требования охраны труда.

Все находящиеся на строительной площадке должны быть в касках. Также работники должны иметь средства индивидуальной защиты, предусмотренные нормами и правилами для выполнения соответствующих видов работ.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
						79
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

В холодное время года при работе на открытом воздухе или в необогреваемых помещениях выделяются перерывы для обогрева и отдыха, включённые в рабочее время.

Работники должны быть обеспечены необходимыми количеством и номенклатурой санитарно-бытовых помещений. Помимо этого, начиная с 6 этажа строящегося здания должны быть предусмотрены биотуалеты для работающих.

На стройплощадке необходимо предусмотреть меры по оказанию первой медицинской помощи.

#### **6.4. Охрана окружающей среды**

При проектировании мероприятий по охране окружающей среды (ООС) использованы материалы пособия для разработчиков проектов строительства [37].

##### Охрана земельных ресурсов.

Использование территории для строительства здания приводит к отчуждению или сокращению площади земель, к нарушению и/или загрязнению поверхности отвода и прилегающих участков.

С целью охраны земельных ресурсов при строительстве необходимо предусмотреть:

- неприкосновенность особо охраняемых природных территорий;
- снижение землеёмкости, т.е. сокращение площади здания в плане и увеличение его высоты;
- предупреждение территориального разобщения земель;
- возможно большее снижение выбросов загрязняющих веществ;
- компактное складирование отходов строительного производства;
- скорую рекультивацию земель, нарушенных при возведении объекта.

В пределах водоохранной зоны Финского залива запрещено:

- размещать склады промышленных и бытовых отходов, мусора, а также накопителей сточных вод;

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

- мыть и ремонтировать автомобили и другую технику.

Охрана воздушного бассейна.

Загрязнение воздушного бассейна происходит в результате попадания в него:

- продуктов сгорания топлива;
- выхлопных газов автотранспорта;
- пыли в результате погрузочно-разгрузочных работ на стройплощадке.

При проектировании охраны атмосферного воздуха производится анализ технологических процессов строительного производства и определяются виды и количество загрязняющих веществ, их классы опасности и параметры выбросов. Проводится оценка загрязнённости воздушного бассейна и приводятся мероприятия по снижению количества и интенсивности выбросов.

Охрана поверхностных и подземных вод.

При строительстве здания объём водопотребления рассчитывается по соответствующим нормам и правилам.

Оценка режима водоотведения зависит от объёма и температуры сточных вод, уровень их загрязнения, номенклатуру и концентрацию веществ, их класс опасности.

Необходимо учитывать:

- экономное и рациональное использование водных ресурсов;
- предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод отходами строительного производства и устранение последствий загрязнения;
- предотвращение попадания строительного мусора и прочих отходов непосредственно в водоёмы.

При разработке раздела ООС составляется баланс водопотребления и водоотведения проектируемого объекта.

Для оценки влияния проектируемого высотного здания на приёмник сточных вод определяется место сброса сточных вод, количество выпусков, режим.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Охрана растительного и животного мира.

Основные факторы воздействия проектируемого здания:

- отчуждение территории под строительство;
- прокладка дорог и линий коммуникаций;
- загрязнение компонентов среды;
- изменение гидрологического режима водных объектов, расположенных в зоне влияния строящегося здания;
- изменение рельефа и параметров поверхностного стока вод;
- шум, вибрация, световые и электромагнитные воздействия.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 16.13330.2017. СВОД ПРАВИЛ. Стальные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-23-81\*. М.: Минстрой России, 2017. – 140 с.
2. ГОСТ 27751-2014. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. Надёжность строительных конструкций. Основные положения. М.: Стандартиформ, 2019. – 15 с.
3. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. М.: Стандартиформ, 2019. – 109 с.
4. СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85. М.: Минрегион России, 2011. – 101 с.
5. СП 63.13330.2018. СВОД ПРАВИЛ. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция. СНиП 52-01-2003. М: Стандартиформ, 2019. – 118 с
6. СП 294.1325800.2017. СВОД ПРАВИЛ. Конструкции стальные. Правила проектирования. М.: Минстрой России, 2017. –158 с.
7. Копытов, М.М. Металлические конструкции каркасов одноэтажных зданий: учебное пособие / М.М. Копытов. – Томск: Изд-во Том. гос. архит-строит. ун-та, 2012. – 316 с.
8. Рекомендации по расчёту, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных строительных конструкций. М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1989.
9. Шуллер В. Конструкции высотных зданий: Пер. с англ. – Стройиздат, 1979. – 248 с.
10. Металлические конструкции: в 3т. – Т.1. Элементы стальных конструкций: учебник для строит. вузов / Под ред. В.В. Горева. – М.: Высш. шк., 1997, 2002.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

11. СП 20.13330.2016. СВОД ПРАВИЛ. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция. СНиП 2.01.07-85\*. М: Минстрой России, 2018. – 73 с.
12. СП 385.1325800.2018. СВОД ПРАВИЛ. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения. М.: Минстрой России, 2018. - 19 с.
13. СП 296.1325800.2017. СВОД ПРАВИЛ. Здания и сооружения. Особые воздействия. М.: Минстрой России, 2017. - 23 с.
14. Проектирование мероприятий по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения: методическое пособие. М.: Минстрой России, 2018. - 158 с.
15. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика
16. СП 401.1325800.2018. Здания и комплексы высотные. Правила градостроительного проектирования
17. СП 160.1325800.2014. Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования (с Изменением N 1)
18. СП 267.1325800.2016. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования
19. Лихтарников Я.М. Вариантное проектирование и оптимизация стальных конструкций. – М.: Стройиздат, 1979. – 319 с.
20. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения
21. Федеральный закон N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
22. СП 477.1325800.2020. Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности
23. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты
24. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы
25. МГСН 4.17-98. Культурно-зрелищные учреждения

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

26. Конструктивные решения высотного здания «Лахта Центр» в Санкт-Петербурге / Е.А. Илюхина. // Строительные науки
27. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений
28. СП 401.1325800.2018. Здания и комплексы высотные. Правила градостроительного проектирования
29. Сборники ГЭСН-2001.
30. СП 48.13330.2019. Организация строительства
31. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
32. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство
33. СП 12-136-2002. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ
34. Никоноров, С.В. Организация, управление и экономика предприятия: учебное пособие к практическим занятиям / С.В. Никоноров, А.А. Мельник. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. - 40 с.
35. СП 4.13130.2013. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объёмно-планировочным и конструктивным решениям
36. Приказ N 883н «Правила по охране труда в строительстве»
37. Пикус Г.А. Технология производства бетонных работ: учебное пособие к курсовому проектированию / Г.А. Пикус, А.И. Стуков, К.О. Семёнов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – 38 с.

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Протокол статического расчета с учётом ветровой пульсации

Дата: 16.06.2021

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz 12 threads

Microsoft Windows 10 RUS 64-bit. Build 19042

Размер доступной физической памяти = 1714753024

23:07 Чтение исходных данных из файла C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2016 NonCommercial\Data\диплом.txt

23:07 Контроль исходных данных основной схемы

Количество узлов = 36565 (из них количество неудаленных = 36565)

Количество элементов = 51819 (из них количество неудаленных = 51791)

### ОСНОВНАЯ СХЕМА

23:07 Оптимизация порядка неизвестных

Количество неизвестных = 208992

### РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

23:07 Формирование матрицы жесткости

23:07 Формирование векторов нагрузок

23:07 Разложение матрицы жесткости

23:08 Вычисление неизвестных

23:08 Контроль решения

### РАСЧЕТ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

23:08 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №10

Вычисление собственных колебаний для динамических загрузок №№10

Суммарные массы:  $m_X=34936.9$   $m_Y=34936.9$   $m_Z=34936.9$   $m_{UX}=247.415$   
 $m_{UY}=247.416$   $m_{UZ}=494.831$

23:08 Контроль пригодности схемы для вычисления собственных колебаний при таком приложении масс. Контроль осуществляется путем приложения масс как статических нагрузок

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

23:08 Вычисление собственных колебаний

23:08 Итерация №1

23:08 Итерация №2

Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №3

Найдено форм 2 (из них 2 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №4

Найдено форм 2 (из них 2 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №5

Найдено форм 4 (из них 4 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №6

Найдено форм 8 (из них 8 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №7

Найдено форм 12 (из них 12 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №8

Найдено форм 13 (из них 13 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №9

Найдено форм 15 (из них 15 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №10

Найдено форм 15 (из них 15 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №11

Найдено форм 15 (из них 15 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №12

Найдено форм 15 (из них 15 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №13

Найдено форм 15 (из них 15 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №14

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		87

Найдено форм 15 (из них 15 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №15

Найдено форм 15 (из них 15 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №16

Найдено форм 17 (из них 17 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №17

Найдено форм 19 (из них 19 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №18

Найдено форм 19 (из них 19 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №19

Найдено форм 19 (из них 19 в заданном диапазоне)

23:08 Итерация №20

Найдено форм 20 (из них 20 в заданном диапазоне)

23:09 Итерация №21

Найдено форм 21 (из них 21 в заданном диапазоне)

23:09 Итерация №22

Найдено форм 22 (из них 22 в заданном диапазоне)

23:09 Формирование векторов динамических нагрузок

23:09 Вычисление неизвестных

Формирование результатов

23:09 Формирование топологии

23:09 Формирование перемещений

23:09 Вычисление и формирование усилий в элементах

23:09 Вычисление и формирование реакций в элементах

23:09 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях

23:10 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях

23:10 Формирование форм колебаний

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		88

Суммарные узловые нагрузки на основную схему:

Загружение 1 PX=-2.95648e-015 PY=-2.15451e-015 PZ=308954  
PUX=6.81689 PUY=3.73614 PUZ=-0.000468179

Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=-11254.8 PUX=-0.000328113 PUY=-  
0.000674196 PUZ=-4.44105

Загружение 3 PX=-1.01308e-015 PY=-5.34252e-015 PZ=1034.31 PUX=-  
1.08879e-014 PUY=-4.99746e-015 PUZ=-4.94861e-031

Загружение 4 PX=-3.49521e-019 PY=9.26714e-019 PZ=32761.3  
PUX=0.00106535 PUY=-0.000390541 PUZ=0

Загружение 5 PX=0 PY=0 PZ=-4927.7 PUX=-0.00014102 PUY=-  
0.000171171 PUZ=17.0659

Загружение 6 PX=0 PY=0 PZ=-2832.83 PUX=-101.313 PUY=404.342  
PUZ=9.99141

Загружение 7 PX=0 PY=0 PZ=13961.5 PUX=-0.00307269 PUY=0.0339313  
PUZ=0

Загружение 8 PX=0 PY=0 PZ=121.729 PUX=7.54798e-016 PUY=-2.32293e-  
015 PUZ=0

Загружение 9 PX=-1185.67 PY=0 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0

Загружение 10-1 PX=-266.035 PY=307.577 PZ=-0.0147756 PUX=-  
0.000418382 PUY=-0.001889 PUZ=1.11846e-005

Загружение 10-2 PX=-361.643 PY=-312.647 PZ=0.0503974 PUX=0.00218163  
PUY=-0.000521356 PUZ=1.23732e-005

Загружение 10-3 PX=139.499 PY=68.9552 PZ=-0.075323 PUX=-0.00281086  
PUY=0.00140552 PUZ=-6.84795e-005

Загружение 10-4 PX=27.0592 PY=-54.8798 PZ=0.017196 PUX=0.000538286  
PUY=0.00112296 PUZ=-2.06802e-005

Загружение 10-5 PX=-0.00960515 PY=-0.00417387 PZ=-0.104326  
PUX=2.46002e-007 PUY=-4.5439e-008 PUZ=0.000266846

Загружение 10-6 PX=-0.0449724 PY=-0.0258017 PZ=-0.000114913  
PUX=1.52882e-006 PUY=-6.22119e-007 PUZ=-9.61222e-008

Загружение 10-7 PX=-12.6748 PY=-0.487002 PZ=0.0650224  
PUX=0.000254075 PUY=-0.000313265 PUZ=-4.13325e-005

					ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Загружение 10-8 PX=-191.726 PY=-10.9274 PZ=0.352701 PUX=0.00392828  
PUY=-0.00465586 PUZ=2.52255e-005

Загружение 10-9 PX=-0.144888 PY=2.36992 PZ=-0.00284116 PUX=-  
5.67449e-005 PUY=-5.00257e-005 PUZ=2.39111e-006

Загружение 10-10 PX=-0.00534863 PY=-4.76048e-005 PZ=-0.000400644  
PUX=1.00922e-007 PUY=-1.27657e-007 PUZ=-5.56247e-007

Загружение 10-11 PX=-0.0065948 PY=-0.00079587 PZ=6.49526e-005  
PUX=1.40795e-007 PUY=-1.67506e-007 PUZ=-2.92686e-007

Загружение 10-12 PX=-44.4275 PY=-3.62904 PZ=-0.136713  
PUX=0.00105606 PUY=-0.00119878 PUZ=5.8497e-005

Загружение 10-13 PX=-0.0435296 PY=0.614346 PZ=-0.000124637 PUX=-  
1.69205e-005 PUY=-1.50442e-005 PUZ=-6.97841e-007

Загружение 10-14 PX=-0.000111403 PY=-0.000292418 PZ=-0.000118505  
PUX=8.695e-009 PUY=2.82251e-009 PUZ=-1.91468e-008

Загружение 10-15 PX=-8.71345e-005 PY=1.93663e-005 PZ=-0.000179396  
PUX=-7.14327e-010 PUY=-2.88082e-009 PUZ=-1.36788e-008

Загружение 10-16 PX=0.834783 PY=-1.10672 PZ=-0.00218036  
PUX=2.17619e-005 PUY=7.14319e-005 PUZ=-3.34801e-006

Загружение 10-17 PX=3.81058 PY=1.65893 PZ=-0.00704691 PUX=-  
0.000189491 PUY=0.000115813 PUZ=-1.3303e-005

Загружение 10-18 PX=8.41935 PY=-4.198 PZ=0.0123844 PUX=-8.14269e-  
005 PUY=0.000507526 PUZ=-3.26049e-005

Загружение 10-19 PX=3.07578 PY=7.06412 PZ=0.00735506 PUX=-  
0.000403425 PUY=-8.73713e-005 PUZ=-6.68577e-006

Загружение 10-20 PX=0.00348875 PY=0.000382904 PZ=-0.000176621  
PUX=-1.21345e-007 PUY=1.41782e-007 PUZ=-8.95635e-009

Загружение 10-21 PX=-0.00367037 PY=-0.00425069 PZ=-0.0936011 PUX=-  
2.70583e-007 PUY=3.01144e-008 PUZ=-2.73521e-007

Загружение 10-22 PX=9.13325e-005 PY=0.000823716 PZ=0.0244497  
PUX=1.83933e-008 PUY=-7.71667e-010 PUZ=5.94821e-008

Загружение 10-23 PX=-1185.67 PY=0 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0

Расчет успешно завершен

					ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

Затраченное время = 3 мин

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		91

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Протокол расчета на прогрессирующее обрушение

Дата: 04.06.2021

GenuineIntel Intel(R) Core(TM) i7-9750H CPU @ 2.60GHz 12 threads

Microsoft Windows 10 RUS 64-bit. Build 19042

Размер доступной физической памяти = 1789980160

09:39 Чтение исходных данных из файла C:\Users\Public\Documents\LIRA SAPR\LIRA SAPR 2016 NonCommercial\Data\прогрессия.txt

09:39 Контроль исходных данных основной схемы

Количество узлов = 36566 (из них количество неудаленных = 36566)

Количество элементов = 51791 (из них количество неудаленных = 51791)

### ОСНОВНАЯ СХЕМА

09:39 Оптимизация порядка неизвестных

Количество неизвестных = 208998

### РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

09:39 Формирование матрицы жесткости

09:39 Формирование векторов нагрузок

09:39 Разложение матрицы жесткости

09:40 Вычисление неизвестных

09:40 Контроль решения

### РАСЧЕТ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ЗАГРУЖЕНИЯ

09:40 Формирование матрицы масс для динамического нагружения №10

Вычисление собственных колебаний для динамических загрузок №№10

Суммарные массы:  $m_X=29100.3$   $m_Y=29100.3$   $m_Z=29100.3$   $m_{UX}=206.097$   
 $m_{UY}=206.097$   $m_{UZ}=412.194$

09:40 Контроль пригодности схемы для вычисления собственных колебаний при таком приложении масс. Контроль осуществляется путем приложения масс как статических нагрузок

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

09:40 Вычисление собственных колебаний

09:40 Итерация №1

09:40 Итерация №2

Найдено форм 0 (из них 0 в заданном диапазоне)

09:40 Итерация №3

Найдено форм 2 (из них 2 в заданном диапазоне)

09:40 Итерация №4

Найдено форм 2 (из них 2 в заданном диапазоне)

09:40 Итерация №5

Найдено форм 4 (из них 4 в заданном диапазоне)

09:40 Итерация №6

Найдено форм 5 (из них 5 в заданном диапазоне)

09:40 Итерация №7

Найдено форм 8 (из них 8 в заданном диапазоне)

09:40 Итерация №8

Найдено форм 13 (из них 13 в заданном диапазоне)

09:40 Формирование векторов динамических нагрузок

09:40 Вычисление неизвестных

Формирование результатов

09:40 Формирование топологии

09:40 Формирование перемещений

09:40 Вычисление и формирование усилий в элементах

09:40 Вычисление и формирование реакций в элементах

09:41 Вычисление и формирование эпюр усилий в стержнях

09:41 Вычисление и формирование эпюр прогибов в стержнях

09:41 Формирование форм колебаний

Суммарные узловые нагрузки на основную схему:

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Загружение 1 PX=2.32985e-015 PY=5.19042e-015 PZ=257338 PUX=5.67848  
PUY=3.11221 PUZ=-0.000389993

Загружение 2 PX=0 PY=0 PZ=-9375.26 PUX=-0.000273318 PUY=-  
0.000561605 PUZ=-3.69939

Загружение 3 PX=5.03067e-016 PY=-4.2967e-015 PZ=861.581 PUX=-  
1.69626e-014 PUY=3.97624e-015 PUZ=2.17059e-030

Загружение 4 PX=-2.36331e-019 PY=7.02794e-019 PZ=27290.1  
PUX=0.000887434 PUY=-0.000325321 PUZ=0

Загружение 5 PX=0 PY=0 PZ=-4104.78 PUX=-0.000117469 PUY=-  
0.000142585 PUZ=14.2159

Загружение 6 PX=0 PY=0 PZ=-2359.75 PUX=-84.3935 PUY=336.817  
PUZ=8.32285

Загружение 7 PX=0 PY=0 PZ=11629.9 PUX=-0.00255955 PUY=0.0282648  
PUZ=0

Загружение 8 PX=0 PY=0 PZ=101.4 PUX=4.80329e-016 PUY=-1.47823e-  
015 PUZ=0

Загружение 9 PX=-987.662 PY=0 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0

Загружение 11 PX=240.798 PY=21.5099 PZ=3191.42 PUX=-30.2322  
PUY=49.3828 PUZ=6.77014

Загружение 10-1 PX=-507.439 PY=84.5542 PZ=2.39212 PUX=0.00105273  
PUY=-0.00187866 PUZ=1.89677e-005

Загружение 10-2 PX=-14.6476 PY=-88.4214 PZ=0.00950193  
PUX=0.000373619 PUY=0.000191109 PUZ=2.59108e-007

Загружение 10-3 PX=74.9419 PY=-64.2763 PZ=-0.550619 PUX=0.000100246  
PUY=0.00195243 PUZ=-5.436e-005

Загружение 10-4 PX=63.9496 PY=75.5039 PZ=-0.114938 PUX=-0.00198703  
PUY=8.77416e-005 PUZ=-2.83558e-005

Загружение 10-5 PX=-0.0329706 PY=-0.00522827 PZ=-0.200522  
PUX=6.35991e-007 PUY=-1.65041e-007 PUZ=0.000523502

Загружение 10-6 PX=-1.94233 PY=-0.229427 PZ=0.000312844  
PUX=4.30675e-005 PUY=-4.45252e-005 PUZ=-8.06664e-006

					ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

Загружение 10-7 PX=-9.39618 PY=-0.0201515 PZ=0.02255 PUX=0.00017981  
PUY=-0.000237444 PUZ=-8.44816e-005

Загружение 10-8 PX=-158.459 PY=-16.5983 PZ=0.324334 PUX=0.00344389  
PUY=-0.00369405 PUZ=-0.000222629

Загружение 10-9 PX=-0.843519 PY=9.02229 PZ=0.025007 PUX=-  
0.000210736 PUY=-0.000194582 PUZ=4.0783e-006

Загружение 10-10 PX=-1.96128e-005 PY=-0.000127165 PZ=-2.02011e-005  
PUX=3.64956e-009 PUY=9.41543e-010 PUZ=1.15039e-008

Загружение 10-11 PX=3.219e-005 PY=7.63432e-005 PZ=-9.36697e-006  
PUX=-2.52559e-009 PUY=-1.72506e-010 PUZ=-2.34354e-009

Загружение 10-12 PX=-36.9194 PY=-2.82136 PZ=-0.287109  
PUX=0.000875082 PUY=-0.00101197 PUZ=4.49864e-005

Загружение 10-13 PX=-0.0371818 PY=0.496999 PZ=0.00179901 PUX=-  
1.36381e-005 PUY=-1.21285e-005 PUZ=3.09254e-007

Загружение 10-14 PX=-987.662 PY=0 PZ=0 PUX=0 PUY=0 PUZ=0

Расчет успешно завершен

Затраченное время = 2 мин

					<i>ЮУрГУ-080501.2021.125-ВКР.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

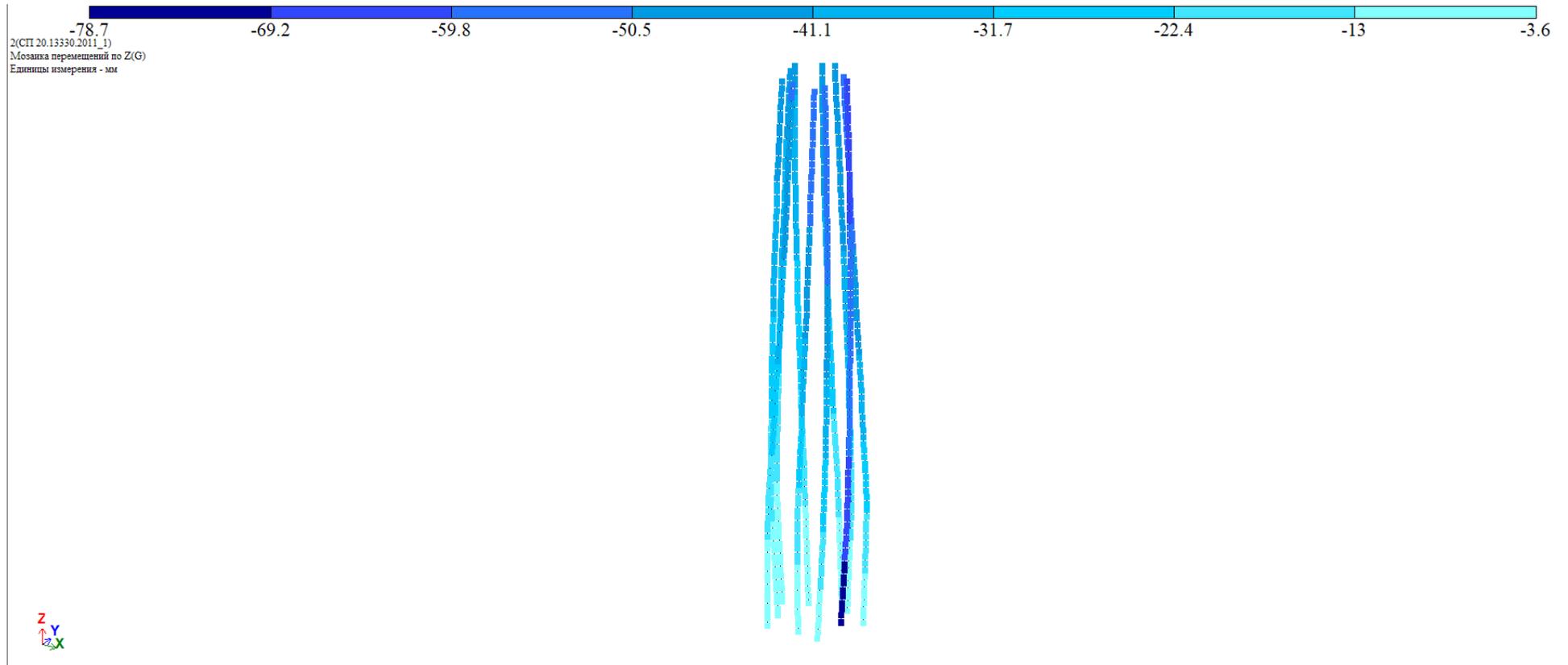


Рисунок П. – Вертикальные перемещения узлов колонн при расчёте на прогрессирующее обрушение

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица П. . Калькуляция затрат труда на устройство сталежелезобетонной колонны

№ п.п.	Наименование работ	Объём работ		Обоснование п. ЕНиР	Трудоёмкость, чел-см	Наименование машин	Машиноёмкость, маш-см
		Ед. изм.	Кол-во				
1	Установка двухъярусных площадок краном	1 шт.	1	Е5-1-2	0,08	Кран №1	0,04
2	Монтаж стального сердечника колонны	1 шт.	1 (13 т)	Е5-1-9	1,66		0,33
3	Постановка высокопрочных болтов стыка колонн	100 болтов	2,24	Е5-1-19	4,03	-	-
4	Установка арматурных каркасов массой до 1 т краном	1 шт.	4	Е4-1-44	1,6	-	-
5	Установка щитовой опалубки колонны	1 м <sup>2</sup>	50,4	Е4-1-34	2,52	-	-
6	Укладка бетонной смеси в опалубку колонны	1 м <sup>3</sup>	17,5	Е4-1-49	1,2	-	-
7	Выдерживание до набора критической прочности	-					
8	Разборка щитовой опалубки колонны	1 м <sup>2</sup>	50,4	Е4-1-34	0,95	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица П. . Ведомость объёмов работ на весь период строительства

№ п/п	Наименование работы	Ед. изм.	Объём работ	
			На один этаж	На всё здание
<b>Нулевой цикл</b>				
1	Устройство «стены в грунте»	1000 м <sup>3</sup>	-	18
2	Разработка котлована	1000 м <sup>3</sup>	-	105
3	Устройство буронабивных свай	1000 м <sup>3</sup>	-	50
4	Устройство бетонной подготовки	100 м <sup>3</sup>	-	17
5	Устройство коробчатого фундамента	100 м <sup>3</sup>	-	545
<b>Надземный цикл</b>				
6	Возведение ядра жёсткости	100 м <sup>3</sup>	2,8	250
7	Устройство стен в ядре жёсткости	100 м <sup>3</sup>	1,5	140
8	Устройство перекрытий в ядре жёсткости	100 м <sup>3</sup>	0,65	59
9	Монтаж лестничных маршей	100 шт	0,04	3,72
10	Монтаж лестничных площадок	100 шт	0,04	3,72
11	Монтаж шахт лифта	100 шт	-	0,16
12	Монтаж сердечников колонн	100 т	0,9	73,8
13	Монтаж балок перекрытий	100 т	1,2	100
14	Монтаж профнастила перекрытий	100 м <sup>2</sup>	14	1150
15	Бетонирование колонн	100 м <sup>3</sup>	0,78	64
16	Бетонирование перекрытий	100 м <sup>2</sup>	14	1150
17	Монтаж перегородок	100 м <sup>2</sup>	6	492
18	Монтаж светопрозрачных фасадных конструкций	100 м <sup>2</sup>	10,6	1170
19	Монтаж аутригерных конструкций	100 т	0,3	2,5
20	Бетонирование аутригерных конструкций	100 м <sup>3</sup>	0,8	6,3
21	Монтаж лифтов	Один лифт	-	16
22	Монтаж металлоконструкций шпиля	100 т	-	20
23	Заполнение дверных проёмов в наружных стенах	100м <sup>2</sup>	-	60
24	Заполнение дверных проёмов во внутренних стенах	100м <sup>2</sup>	0,45	37
25	Заполнение дверных проёмов в перегородках	100м <sup>2</sup>	0,4	33
26	Устройство полов	100м <sup>2</sup>	17	1400
27	Гидроизоляция санузлов с подготовкой под полы	100 м <sup>2</sup>	0,32	26
28	Устройство внутренних сетей водоснабжения и канализации	100 м <sup>3</sup>	85	7700
29	Устройство внутренних сетей теплоснабжения и вентиляции	100 м <sup>3</sup>	85	7700
30	Прокладка внутренних электросетей	100 м <sup>3</sup>	85	7700
31	Устройство подвесных потолков вне ядра	100 м <sup>2</sup>	14	1150
<b>Отделочный цикл</b>				
32	Оштукатуривание поверхностей стен	100 м <sup>2</sup>	28	2500
33	Облицовка плиткой стен в санузлах	100 м <sup>2</sup>	1,5	130
34	Оштукатуривание потолков в ядре	100 м <sup>2</sup>	2,6	235
35	Окраска потолков в ядре	100 м <sup>2</sup>	2,6	235
36	Установка сантехнического оборудования	100 м <sup>3</sup>	85	7700

37	Окраска стен	100 м <sup>2</sup>	26,5	2370
38	Облицовка плиткой полов	100 м <sup>2</sup>	17	1400
39	Установка выключателей, розеток, светильников и т.д.	100 м <sup>3</sup>	85	7700
40	<i>Благоустройство территории</i>			

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица П. . Калькуляция затрат труда на весь период строительства

№ п.п.	Наименование работ	Объём работ		Обоснование п. ГЭСН	Трудоёмкость		Наименование машин	Машиноёмкость	
		Ед. изм.	Кол-во		Нормат., чел-ч	Всего, чел-см		Нормат., маш-ч	Всего, маш-см
<i>Нулевой цикл</i>									
1	Устройство «стен в грунте»	м <sup>3</sup>	18 000	05-03-010-04	6,06	13 635	Грейфер МАПТ HR360	9,67	21 758
2	Разработка котлована	1000 м <sup>3</sup>	105	01-01-021-04	37	559	Экскаватор НІТАСНІ	37	559
3	Устройство буронабивных свай	м <sup>3</sup>	50 000	05-01-078-04	3,93	12 282	Роторная буровая установка SANY SR250M	6,88	21 500
4	Устройство бетонной подготовки	100 м <sup>3</sup>	17	06-01-001-01	135	287	Бетононасос, АБС	18,12	39
5	Устройство коробчатого фундамента	100 м <sup>3</sup>	545	06-01-003-09	180,71	12 311		13,16	897
<i>Надземный цикл</i>									
6	Возведение ядра жёсткости	м	90	06-17-001	22,56	274	Кран башенный, бетононасос, АБС	0,95	13
	6.1 Монтаж скользящей опалубки	т	10 000	06-17-002	29,78	40 203		0,58	877
	6.2 Установка арматуры	10 м <sup>2</sup>	3 125	06-17-003-10	22,42	9 401		2	946
	6.3 Бетонирование конструкций стен	м	90	06-17-005	20,94	255		0,24	3
	6.4 Демонтаж скользящей опалубки					<b>50 133</b>			<b>1 839</b>
7	Устройство стен в ядре жёсткости	100 м <sup>3</sup>	140	06-06-002-03	1400	29 400	Кран башенный	104,57	1 830
8	Устройство перекрытий в ядре жёсткости	100 м <sup>3</sup>	59	06-21-002-01	743,85	5 486		42,57	314
9	Монтаж лестничных маршей	100 шт	3,72	07-05-014-04	220	103		66,58	31
10	Монтаж лестничных площадок	100 шт	3,72	07-05-014-02	237	111		68,35	32
11	Монтаж шахт лифта	100 шт	0,16	07-05-035-04	268	6		39,03	1
12	Монтаж сердечников колонн	т	7 380	09-03-002-11	8,07	7 445		2,64	2 436
13	Монтаж балок перекрытий	т	10 000	09-03-002-13	16,3	20 375		3,1	3 875
14	Монтаж профнастила перекрытий	100 м <sup>2</sup>	1150	Учтено в п. 16					
15	Бетонирование колонн	100 м <sup>3</sup>	64	06-05-001-06	505	4 848	Кран башенный, бетононасос, АБС	74,57	597
16	Бетонирование перекрытий	100 м <sup>3</sup>	173	06-21-002-01	743,85	16 086		42,57	921
17	Монтаж перегородок	100 м <sup>2</sup>	492	10-05-002-02	136	8 364	Кран башенный	1,27	78

18	Монтаж светопрозрачных фасадных конструкций	т (100 м <sup>2</sup> )	7 371 (1 170)	09-04-010-01	268,8	371 499		7,36	8 206
19	Монтаж аутригерных конструкций	т	250	09-03-002-13	16,3	510		3,1	97
20	Бетонирование аутригерных конструкций	100 м <sup>3</sup>	6,3	06-06-002-11	460	435	Кран башенный, бетононасос, АБС	50,74	40
21	Монтаж лифтов	Один лифт	16	Приложение 1 [34]	168	336	Кран башенный	168	336
22	Монтаж металлоконструкций шпилья	т	2 000	09-01-003	13,8	3 450		2,05	513
23	Заполнение дверных проёмов в наружных стенах	100м <sup>2</sup>	60	10-01-039-02	80,1	601		10,24	77
24	Заполнение дверных проёмов во внутренних стенах	100м <sup>2</sup>	37	10-01-039-01	89,53	414		13,04	61
25	Заполнение дверных проёмов в перегородках	100м <sup>2</sup>	33	10-01-039-03	115	475		4,07	17
26	Устройство полов	100м <sup>2</sup>	1400	11-01-048-01	119,54	20 920		1,42	249
27	Гидроизоляция санузлов с подготовкой под полы	100 м <sup>2</sup>	26	11-01-004-01	32	104		0,98	3
28	Устройство внутренних сетей водоснабжения и канализации	100 м <sup>3</sup>	7700	Приложение 1 [34]	3,5	3 369		-	-
29	Устройство внутренних сетей теплоснабжения и вентиляции	100 м <sup>3</sup>	7700		1,5	1 444		-	-
30	Прокладка внутренних электросетей	100 м <sup>3</sup>	7700		2,2	2 118	-	-	
31	Устройство подвесных потолков вне ядра	100 м <sup>2</sup>	1150	10-06-040-02	105	15 094	0,42	61	
<b>Отделочный цикл</b>									
32	Оштукатуривание поверхностей стен	100 м <sup>2</sup>	2500	15-02-016-03	74	23 125	-	-	-
33	Облицовка плиткой стен в санузлах	100 м <sup>2</sup>	130	15-01-019-07	166,11	2 700		-	-
34	Оштукатуривание потолков в ядре	100 м <sup>2</sup>	235	15-02-016-04	75	2 203		-	-
35	Окраска потолков в ядре	100 м <sup>2</sup>	235	15-04-007-02	63	1 851		-	-
36	Установка сантехнического оборудования	100 м <sup>3</sup>	7700	Приложение 1 [34]	3,2	3 080		-	-
37	Окраска стен	100 м <sup>2</sup>	2370	15-04-007-01	43,56	12 905	-	-	-
38	Облицовка плиткой полов	100 м <sup>2</sup>	1400	11-01-027-03	106	18 550		-	-

39	Установка выключателей, розеток, светильников и т.д.	100 м <sup>3</sup>	7700	Приложение 1 [34]	1,6	1 540			
40	<b>Благоустройство территории</b>			Приложение 1 [34]	5%*Г <sub>общ</sub> = 34 022		-	-	-

**ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ Варианта №1**  
(локальная смета)

Устройство сталежелезобетонной колонны (в летних условиях)  
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание:

Сметная стоимость \_\_\_\_\_ 1 418 тыс. руб.

Средства на оплату труда \_\_\_\_\_ 19 тыс. руб.

Сметная трудоемкость \_\_\_\_\_ 240 чел.час

Составлен в текущих ценах по состоянию на 1 кв. 2021 г.

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием машин	
				всего	эксплуатации машин	материалы	Всего	оплаты труда	эксплуатации машин	материалы	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	<b>ТЕР 06-01-026-19</b>	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке со стальными сердечниками (жесткой арматурой) периметром более 2 м при отношении объема сердечника или жесткой арматуры к объему колонн до 10% (100 куб.м.)	0,19	235 739,6 96 460,14	77 442,47 10 679,97	61 836,95	44 791	18 328	14 714 2 030	11 749	1262,6	240
2	<b>ТССЦ 101-5273</b>	Двутавры с параллельными гранями полок широкополочные, сталь полуспокойная (т.)	13,7	60 560,1		60 560,1	829 674			829 674		
3	<b>ТССЦ 204-0101</b>	Горячекатанная арматурная сталь класса А500С, диаметром 40 мм (т.)	2,3	62 262,37		62 262,37	143 204			143 204		
4	<b>ТССЦ 204-0024</b>	Горячекатанная арматурная сталь периодического профиля класса А-III, диаметром 16-18 мм (т.)	0,253	62 806,38		62 806,38	15 890			15 890		
5	<b>ТССЦ 401-0015</b>	Бетон тяжелый, класс В80 (куб.м.)	17,4	6 413,32		6 413,32	111 592			111 592		

ГРАНД-Смета 2021.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Итого прямые затраты, руб.							1 145 151	18 328	14 714 2 030	1 112 109		240
Накладные расходы, 112% от ФОТ							20 528					
Сметная прибыль, 85% от ФОТ							15 579					
<b>Итого по смете:</b>							<b>1 181 258</b>					<b>240</b>
В том числе:												
Материалы							1 112 109					
Машины и механизмы							14 714					
ФОТ							18 328					
Накладные расходы							20 528					
Сметная прибыль							15 579					
НДС 20 %							236 252					
<b>ВСЕГО по смете</b>							<b>1 417 510</b>					<b>240</b>

Составил: \_\_\_\_\_  
(должность, подпись, расшифровка)

Проверил: \_\_\_\_\_  
(должность, подпись, расшифровка)

**ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ Варианта №2**  
(локальная смета)

Устройство трубобетонной колонны (в летних условиях)  
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание:

Сметная стоимость \_\_\_\_\_ 1 075 тыс. руб.

Средства на оплату труда \_\_\_\_\_ 17 тыс. руб.

Сметная трудоемкость \_\_\_\_\_ 208 чел.час

Составлен в текущих ценах по состоянию на 1 кв. 2021 г.

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием машин	
				всего	эксплуатации машин	материалы	Всего	оплаты труда	эксплуатации машин	материалы	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	<b>ТЕР 09-03-002-11</b>	Монтаж колонн многоэтажных зданий различного назначения (т)	7	5 131,42 715,54	3 389,19 305,9	1 026,69	35 920	5 009	23 725 2 142	7 187	8,07	57
2	<b>ТССЦ 103-1125</b>	Трубы стальные электросварные прямошовные, наружный диаметр 1220 мм, толщина стенки 25 мм (м)	8,4	58 352,53		58 352,53	490 162			490 162		
3	<b>ТЕР 06-01-026-13</b>	Устройство железобетонных колонн в деревянной опалубке высотой более 6 м, периметром до 4 м (100 кв.м.)	0,098	217 322,21 86 814,07	73 503,85 9 004,17	57 004,29	21 298	8 508	7 204 883	5 587	1 136,34	112
4	<b>ТССЦ 204-0103</b>	Горячекатанная арматурная сталь класса А500С, диаметром 36 мм (т.)	3,22	62 262,37		62 262,37	200 485			200 485		
5	<b>ТССЦ 204-0022</b>	Горячекатанная арматурная сталь периодического профиля класса А-III, диаметром 16-18 мм (т.)	0,224	62 721,37		62 721,37	14 050			14 050		

ГРАНД-Смета 2021.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	<b>ТССЦ 401-0015</b>	Бетон тяжёлый, класс В80 (куб.м.)	9	6 413,32		6 413,32	57 720			57 720		
7	<b>ТЕР 13-03-002-4</b>	Огрунтовка металлических поверхностей грунтовкой ГФ-021 за два раза (100 кв.м.)	0,33	2 594,97 527,52	40,39 1,68	2 027,2	857	174	14 1	669	10,62	4
8	<b>ТЕР 13-03-004-24</b>	Окраска металлических огрунтованных поверхностей пастой огнезащитной ВПМ-2 (100 кв.м.)	0,33	127 915,76 8 994,37	1 321,39 226,66	117 600	42 212	2 968	436 75	38 808	106,2	35
Итого прямые затраты, руб.							862 704	16 659	31 379 3 101	814 668		208
Накладные расходы, 112% от ФОТ							18 658					
Сметная прибыль, 85% от ФОТ							14 160					
<b>Итого по смете:</b>							895 522					208
В том числе:												
Материалы							814 668					
Машины и механизмы							31 379					
ФОТ							16 659					
Накладные расходы							18 658					
Сметная прибыль							14 160					
НДС 20 %							179 105					
<b>ВСЕГО по смете</b>							<b>1 074 627</b>					<b>208</b>

Составил: \_\_\_\_\_  
(должность, подпись, расшифровка)

Проверил: \_\_\_\_\_  
(должность, подпись, расшифровка)