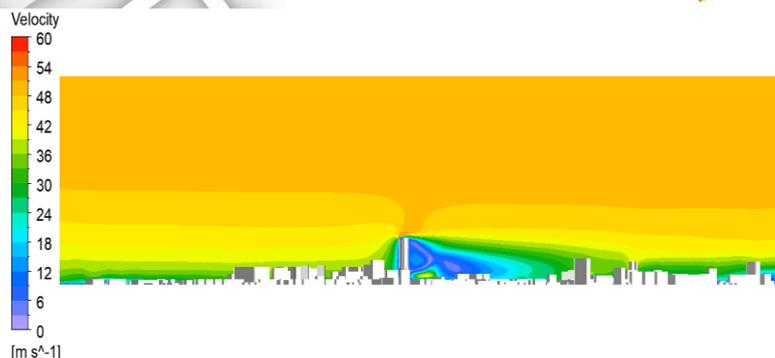
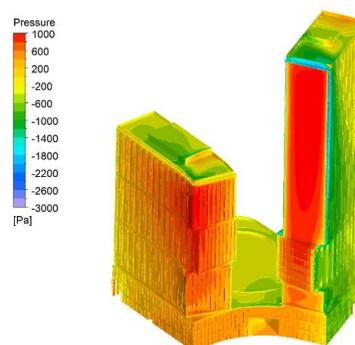
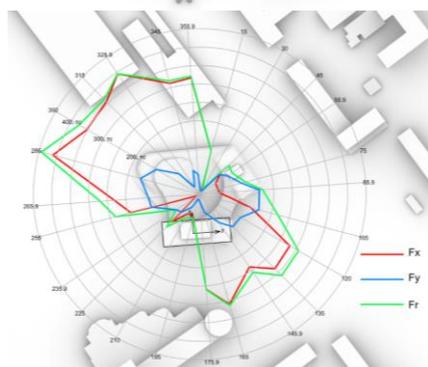
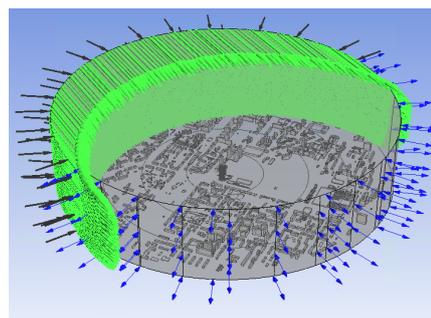


Инв. № НТСП/2022-01-1

Научно-технический отчет

Аэродинамические исследования по Объекту: определение ветровых нагрузок (основной и пиковой) на несущие и фасадные (ограждающие) конструкции на основе решения трехмерных задач аэродинамики с учетом рельефа местности и окружающей застройки, с последующей подготовкой рекомендаций по назначению ветровых нагрузок

Экспериментальные исследования ветровых воздействий для объекта: «Многоэтажная жилая застройка (высотная застройка) (Жилой дом с размещением подземных гаражей и наземных автостоянок, и объектов обслуживания жилой застройки во встроенных, пристроенных и встроенно-пристроенных помещениях многоквартирного дома в отдельных помещениях дома)», расположенного в границах улиц Луначарского и Московского шоссе, в Октябрьском районе г.о. Самара., в т.ч. в аэродинамической трубе



1. Исходные данные. Постановка задач

Постановке целей и задач расчетных исследований

В соответствии с техническим заданием на Этапе 1 НИР ставятся и решаются следующие задачи:

- 1) Анализ и обобщение проектной документации Объекта, постановка задач расчетных исследований.
- 2) Разработка и верификация трехмерных аэродинамических расчетных моделей Объекта с учетом существующей и перспективной окружающей застройки и различных направлений ветра.
- 3) Выявление наиболее опасных и характерных расчетных случаев (направление ветра и наличие/отсутствие планируемого соседнего ЖК) на основе анализа суммарных ветровых нагрузок на несущие конструкции сооружений, полученных в результате численного моделирования.
- 4) Определение поэтажных расчетных средних, пульсационных и суммарной составляющих ветровой нагрузки на несущие конструкции для исследуемых направлений ветра.
- 5) Определение распределения пикового (минимального и максимального) ветрового давления на ограждающие (фасадные) конструкции Объекта.
- 6) Сопоставление собственных результатов математического (численного) моделирования ветровых нагрузок и физического (экспериментального) моделирования, выполненного НИУ МГСУ.
- 7) Выдача рекомендаций по назначению ветровых нагрузок на несущие и фасадные конструкции Объекта.

Площадка строительства, рельеф и застройка объекта

Участок площадью 1,04 га расположен на пересечении улицы Луначарского и Московского шоссе в г. Самаре. Западная и южная границы участка проходят вдоль оживленных улиц общегородского значения и кольцевой транспортной развязки. Северная и западная границы выходят на пустырь, который в перспективе будет застроен жилыми кварталами.

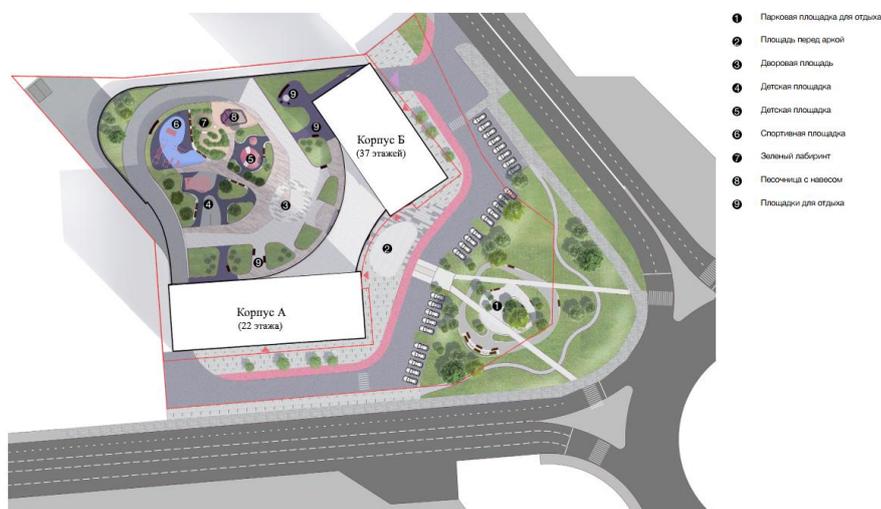


Рис. Генеральный план Объекта

Участок расположен в окружении существующей городской застройки, которая активно развивается. В радиусе пешеходной доступности имеется вся необходимая социальная инфраструктура, имеет выход к Ботаническому саду через прямой бульвар «Парк мира». Из недостатков можно отметить слабо развитую коммерческую инфраструктуру, с учетом перспективной плотной жилой застройки между улицей Луначарского и Московским шоссе

На свободном пространстве, между новым жилым комплексом и автомобильной развязкой предлагается организовать торговую площадь и парк. Площадь примыкает непосредственно к витринам торгового центра, а парк защищает пешеходов от шумной улицы. Предлагается связать площадь и внутренний двор с помощью парадной арки, которая должна стать лицом нового корпуса. Подъем с уровня площади на уровень двора будет сформирован открытым амфитеатром.

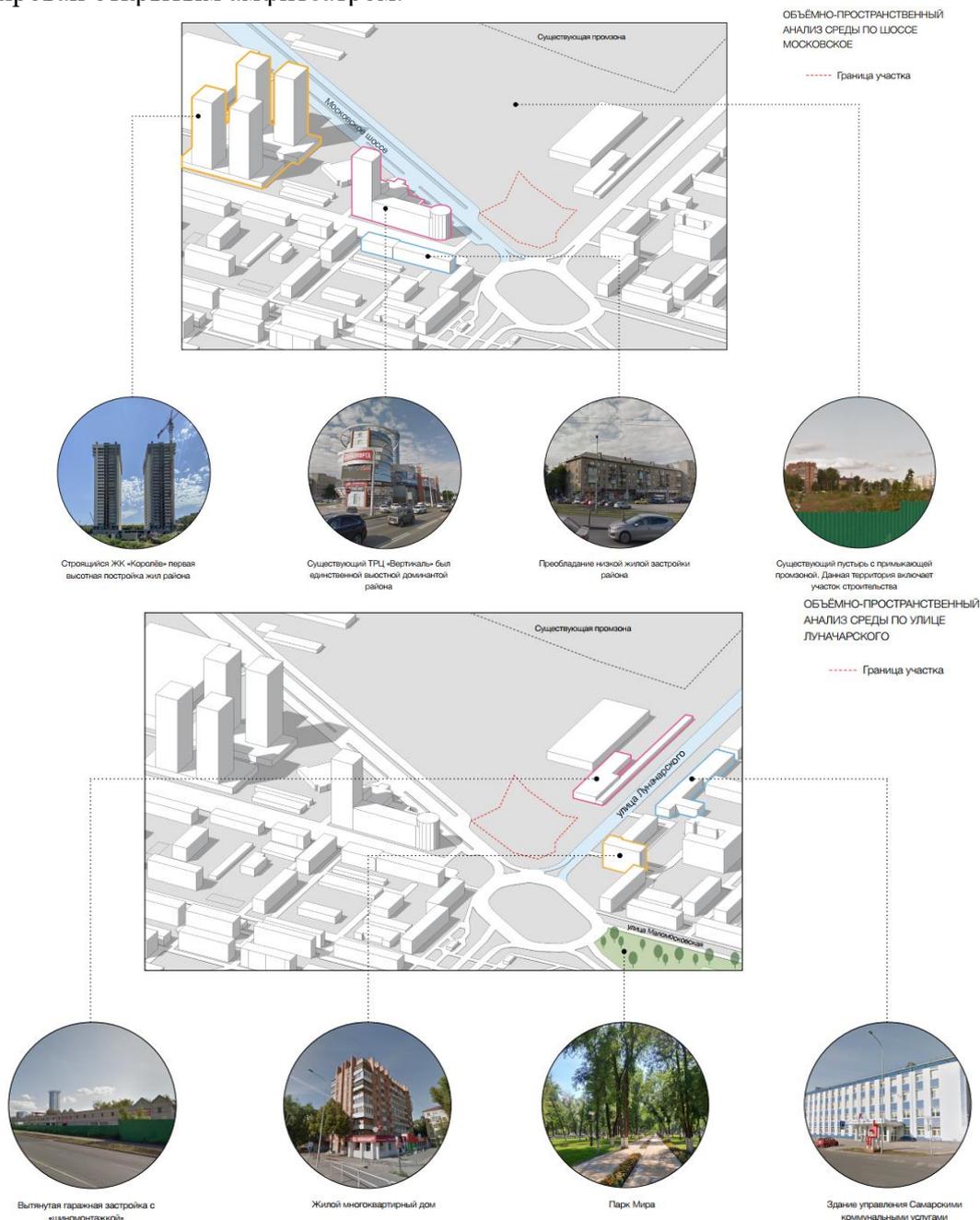


Рис. 1.1 Окружающая застройка Объекта

Непосредственно по соседству с исследуемым объектом планируется строительство ещё одного жилого комплекса с двумя высокими корпусами (высотой до 100м), которые могут оказать значимое влияние на аэродинамику исследуемого Объекта. Влияние планируемого жилого комплекса учитывались в представленной работе.

Рельеф города - умеренно всхолмлённый. Северная часть города (Красноглинский район) отличается наибольшей высотой и граничит с севера с природным комплексом Сокольных гор. Наивысшей точкой местности, входящей в административную городскую черту Самары является гора Тип-Тяв — 286 м над уровнем моря. На юго-юго-запад, вдоль Волги, местность, рассекаемая кое-где оврагами, плавно понижается примерно до площади Революции, после которой быстро снижается до уровня минимальных высот, который составляет 28 м над уровнем моря и совпадает с уровнем Волги. На юг и юго-восток, вплоть до улицы Победы местность понижается более резко, далее очень медленно снижается вплоть до минимальных высот, совпадающих с уровнем реки Самары (те же 28 м над уровнем моря).

Рельеф в районе изысканий равнинный, без видимых перепадов. Площадка выравнена в результате деятельности человека. Абсолютные отметки земли на объекте изыскания колеблются от 122,26 – 123,88м. Перепад высот составляет 1,62 м.

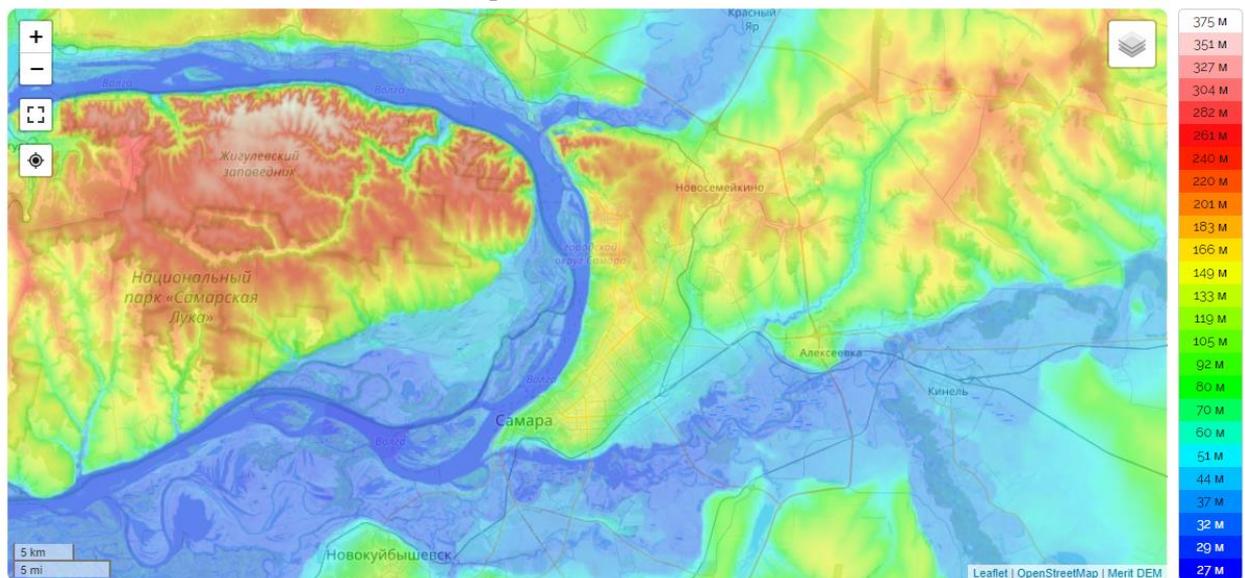


Рис. 1.2 Карта высот Самары по данным OpenStreetMap.

Климат в Самаре умеренно-континентальный. Ближе к югу городского округа континентальные черты становятся более выраженными. Влияние речного воздушного потока Волги делает его более засушливым. Больше всего осадков выпадает в июне, июле, сентябре. Зимой преобладает северный и восточный ветер, летом – западный, весной и осенью – юго-западный (рис. 2.6).

Согласно СП 20.13330.2016 площадка строительства находится в *III ветровом районе* (нормативное значение ветрового давления $w_0 = 0,38 \text{ кПа}$).

Согласно СП 20.13330.2016 при определении ветровых нагрузок принят тип местности – *B*.

Краткая характеристика Объекта

Наземная часть здания представляет собой два жилых корпуса (далее корпус А и корпус Б), поставленных на общий стилобат. Поземная часть состоит из двух подземных этажей.

Корпус А включает 2 секции по 18 жилых этажей (с 5 по 22). Секция 1 имеет типовую планировку и включает 4 квартиры и лестнично-лифтовой узел на каждом этаже. Секция 2 имеет 3 типа планировок (с 5 по 10, с 11 по 16 и с 17 по 22 этажи) и включает 4 квартиры и лестнично-лифтовой узел на каждом этаже. Вход в жилые секции осуществляется с уровня 1 этажа со стороны Московского шоссе через общий вестибюль, с уровня 2 этажа со стороны внутреннего двора через отдельные вестибюли и с уровнями 1, -1 и -2 этажей из помещений парковки через тамбур-шлюз.

Корпус Б включает 1 секцию на 30 жилых этажей (с 5 по 37). Секция имеет 2 типовые планировки (с 5 по 19 и с 20 по 37 этажи) и включает по 9 квартир и лестнично-лифтовой узел на каждом этаже. Вход в жилую секцию осуществляется с уровня 1 этажа со стороны улицы Луначарского, с уровня 2 этажа со стороны внутреннего двора и с уровней 1, -1 и-2 этажей из помещений парковки через тамбур-шлюз.

Стилобат здания представляет собой 3 этажа, включающих помещения общественного назначения. Помещения вдоль главных фасадов, с входами со стороны улицы Луначарского и Московского шоссе представляют себе арендные площади с возможностью разнообразного функционального наполнения. Кроме того, на первом этаже располагаются служебные помещения общедомового назначения. На 2 этаже располагается детский досуговый центр временного пребывания на 20 детей, с входом со стороны двора, и помещение управляющей компании. Объем первого этажа под внутренним двором включает помещение парковки и технические помещения. На 4 этаже расположен технический этаж, используемый для размещения инженерного оборудования. Подземная часть здания включает в себя помещения встроенно-пристроенной парковки с отдельным въездом со стороны улицы Луначарского, кладовые помещения для жителей комплекса и технические помещения для размещения инженерного оборудования.



Рис. Рендеры Объекта. Общий вид
Разработка и верификация расчётных моделей
Для моделирования ветровых нагрузок были созданы две расчетные модели:

- модель 1 с учетом существующей окружающей застройки и планируемого соседнего ЖК;
- модель 2 с учетом существующей окружающей застройки, но без учета планируемого соседнего ЖК.

Геометрические модели

Практическая подготовка расчетных моделей начинается с создания геометрической объемной модели Объекта и окружающей застройки. Геометрия зданий и сооружений Объекта выполнена согласно исходным данным и по открытым GIS источникам.

Объемные геометрические модели создавались в модуле ANSYS SpaceClaim. Начало координат расположено примерно в геометрическом центре объекта.

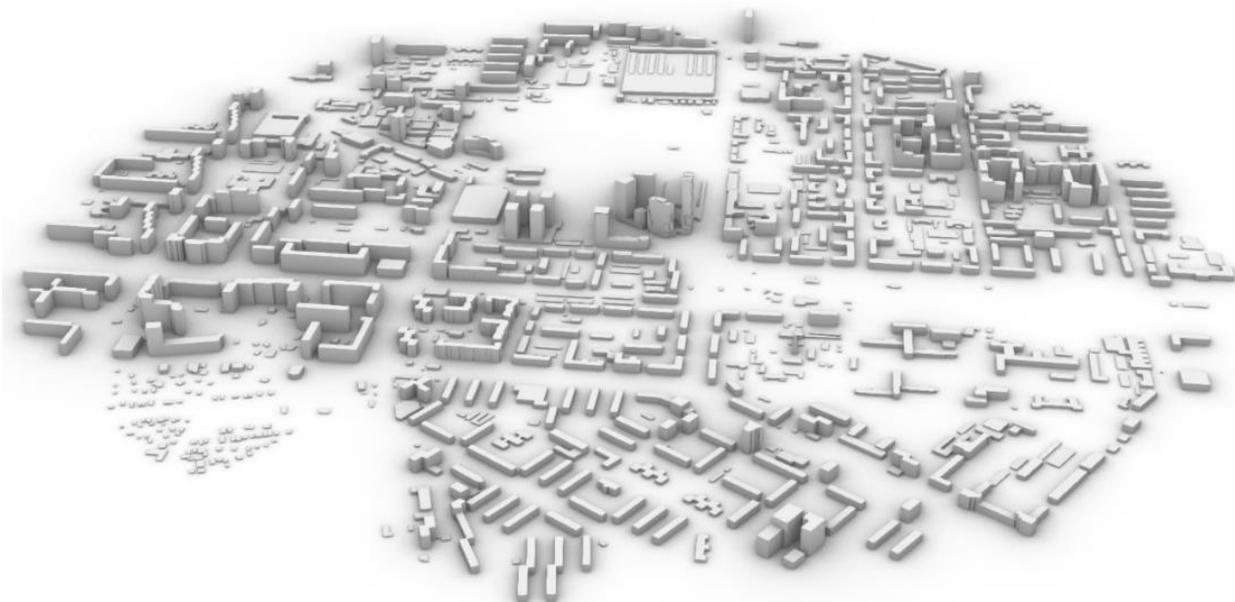


Рис. Геометрическая модель 1. Общий вид



а) модель 1

б) модель 2

Рис. Геометрическая модель. Вид вблизи Объекта

Конечнообъемные сетки

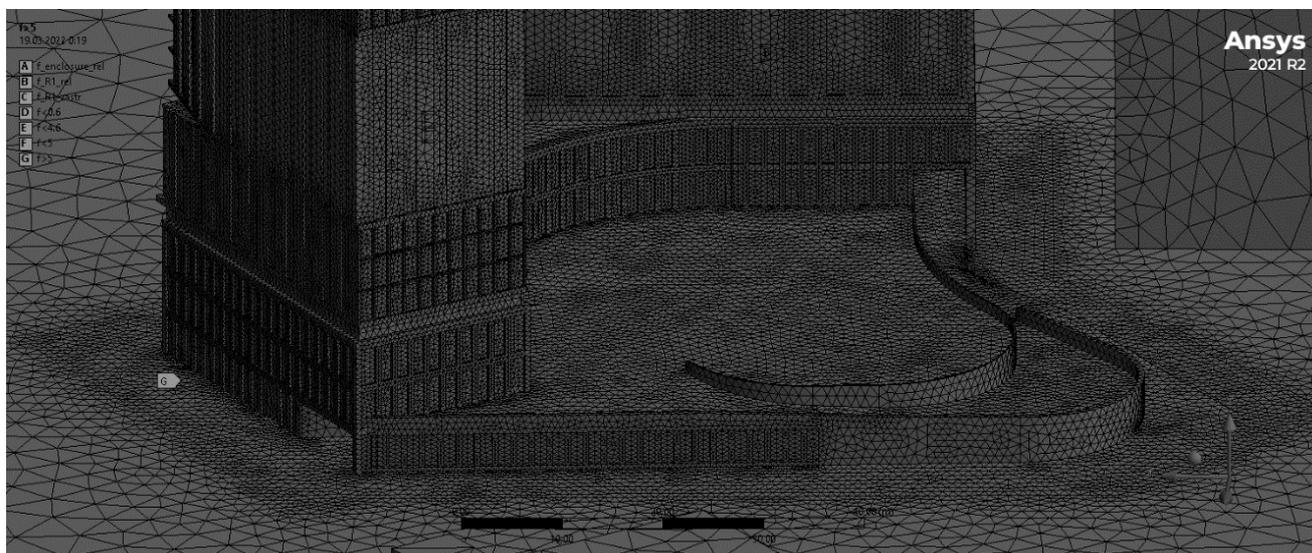


Рис. Фрагмент сетки на поверхностях модели 1

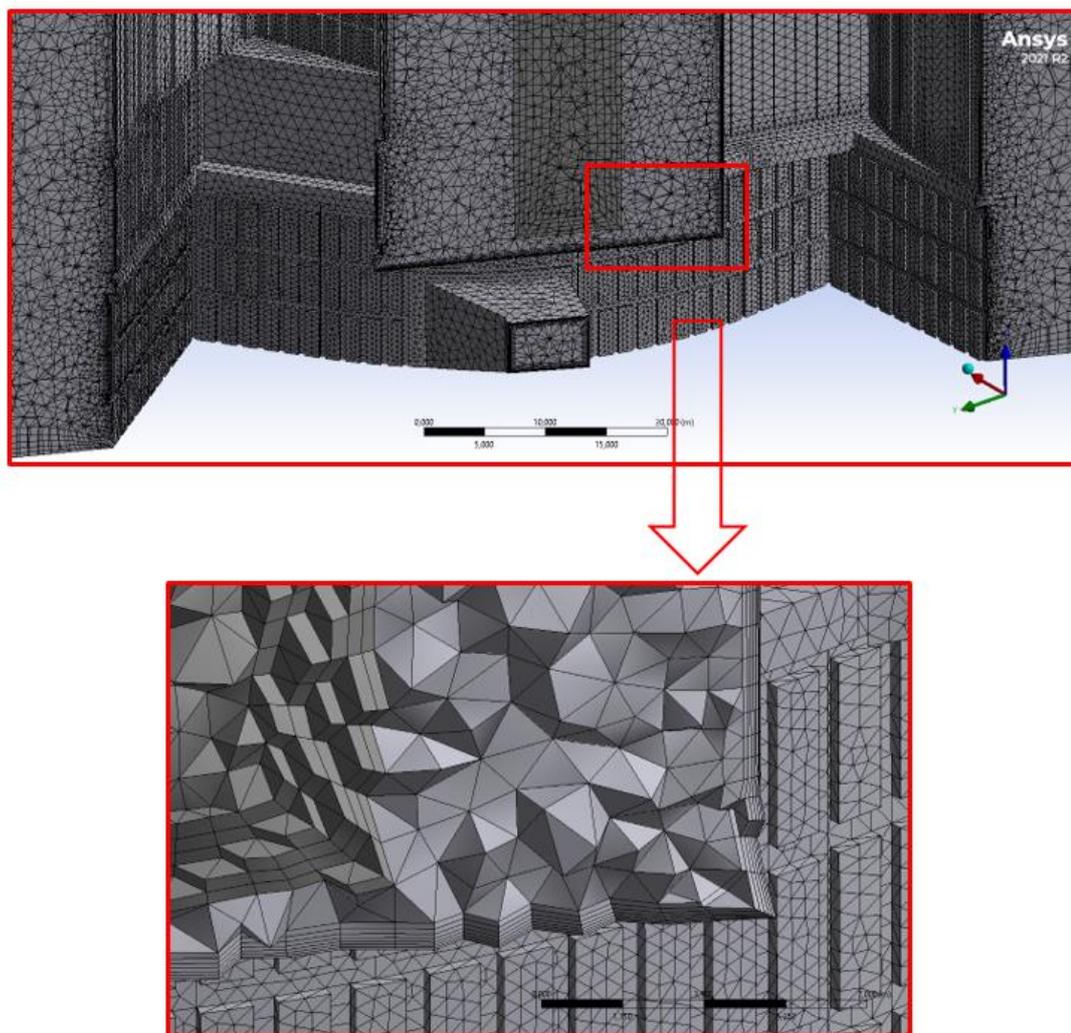


Рис. 1.3 Разрез конечнообъемной модели.

Граничные условия

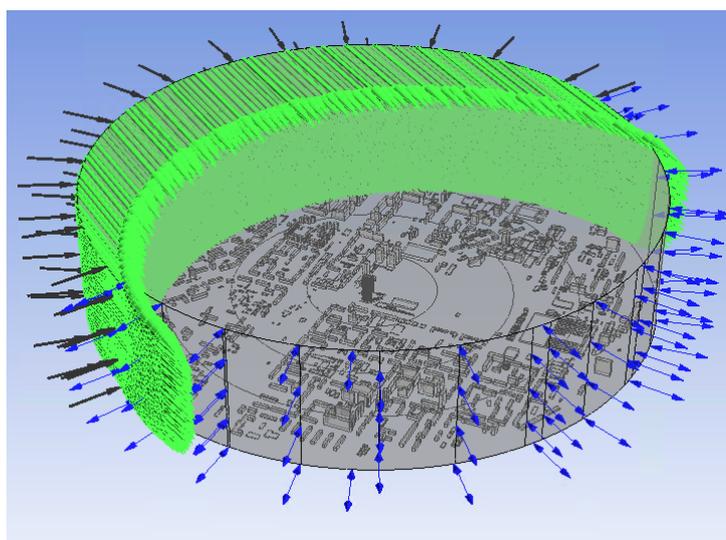


Рис. Расчетная область модели 1 (ANSYS CFX) с обозначенными граничными условиями (зеленые стрелки – Inlet, синие стрелки – Outlet). Угол атаки 180°

Параметры расчетов

Математическое (численное) моделирование ветровых нагрузок проводилось в *стационарной постановке* с использованием подхода турбулентности *RANS* (модель турбулентности *SST*) при 24-х направлениях ветра (углы атаки ветра от 0° до 345° с шагом 15°), при этом углы 0, 60, 90, 150, 180, 240, 270, 330 заменены на углы 355.9, 55.9, 85.9, 145.9, 175.9, 235.9, 265.9, 325.9, которые соответствуют перпендикулярам к плоскостям фасадов корпусов комплекса (A1, B1, A2, B2, A3, B3, A4, B4).

2. Определение ветровых нагрузок

Форма представления и номенклатура результатов

В данном разделе приведены основные результаты выполненных расчетно-экспериментальных исследований по определению ветровых нагрузок на несущие и ограждающие конструкции комплекса. Многовариантные расчетные исследования проводились для двух вариантов окружающей застройки: с учетом планируемого соседнего ЖК (*модель 1*) и без его учета (*модель 2*). Физическое моделирование проводилось только для варианта без учета планируемого соседнего ЖК.

Система координат сооружений Объекта и расчетные направления ветрового потока показаны на рис.

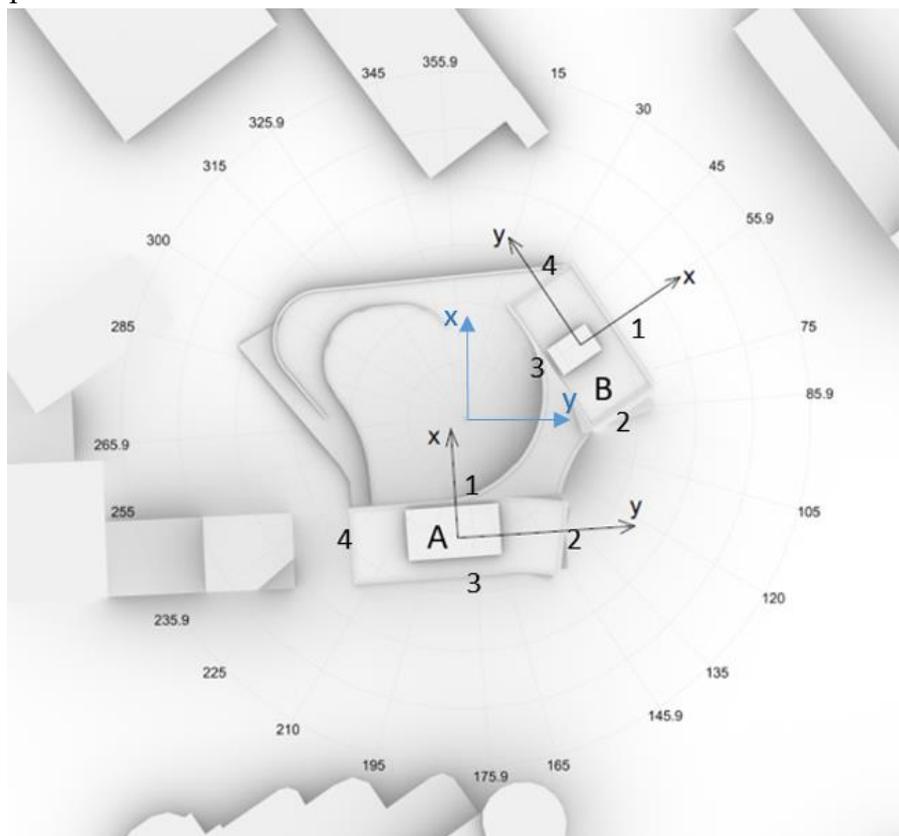


Рис. Схема наименований фасадов комплекса (черным цветом – локальные системы координат корпусов А и Б, синим цветом – глобальная система координат)

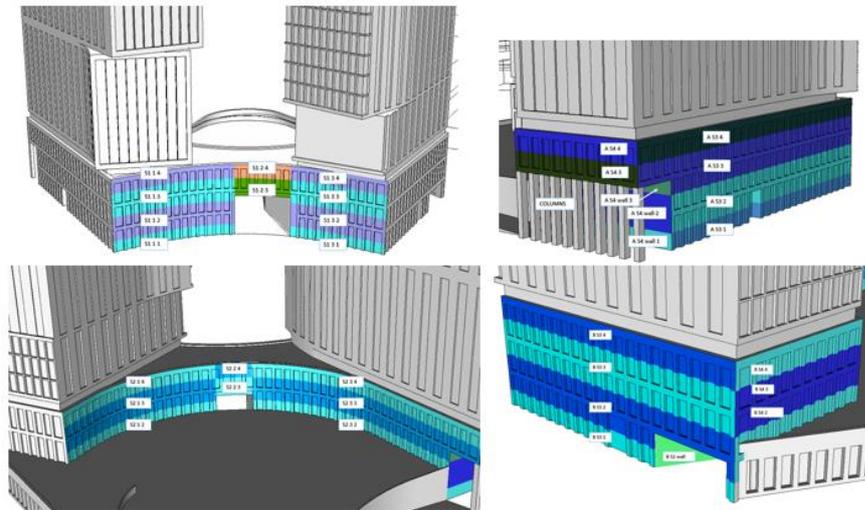


Рис. Внешний вид схем наименований компонент стилобата

Результаты математического моделирования в части средней составляющей ветрового давления получены в результате стационарных расчетов, пульсационная составляющая, максимальные и минимальные значения ветрового давления вычислялись по численной методике, представленной в разделе (п. 3.3.3) настоящего отчета.

Все приведенные в главе значения ветровых нагрузок являются **расчетными** (с учетом коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_f = 1.4$).

Ветровые нагрузки на несущие конструкции по результатам математического моделирования

В соответствующем разделе отчета о НИР были представлены следующие материалы:

- средние *суммарные* (на весь Корпус) ветровые нагрузки на несущие конструкции каждого *Корпуса* в упомянутых выше осях (F_x , F_y , тс) и векторная сумма нагрузки (F_R , тс) для 24-х направлений (шаг по углу 15°) с учетом и без учета планируемого соседнего ЖК представлены в табличном виде и в форме графиков;

- суммарные опрокидывающие моменты силы (M_x , M_y , M_z , кН·м) вокруг осей X, Y и Z в системе координат каждого из корпусов представлены в табличном виде и в форме графиков;

- средние *поэтажные* ветровые нагрузки на несущие конструкции каждого *Корпуса* (f_x , f_y , Н/м) для наиболее опасных направлений ветра с учетом и без учета планируемого соседнего ЖК представлены в табличном виде;

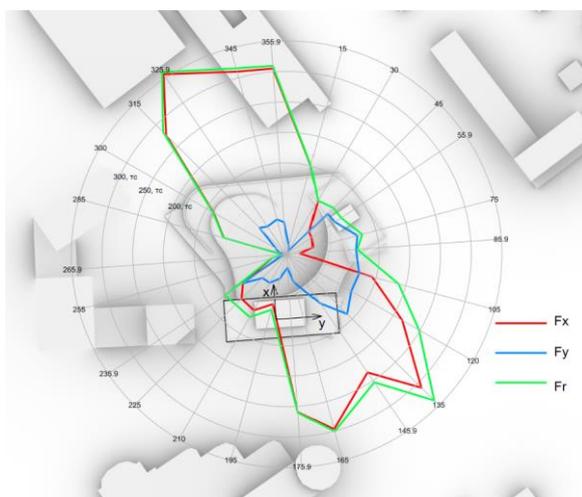
- пульсационные *поэтажные* ветровые нагрузки на несущие конструкции каждого *Корпуса* ($f_{puls\ x}$, $f_{puls\ y}$, Н/м) для наиболее опасных направлений ветра с учетом и без учета планируемого соседнего ЖК представлены в табличном виде;

- суммарные (сумма средней и пульсационной составляющих) *поэтажные* ветровые нагрузки на несущие конструкции каждого *Корпуса* ($f_{sum\ x}$, $f_{sum\ y}$, Н/м) для наиболее опасных направлений ветра с учетом и без учета планируемого соседнего ЖК представлены в табличном виде.

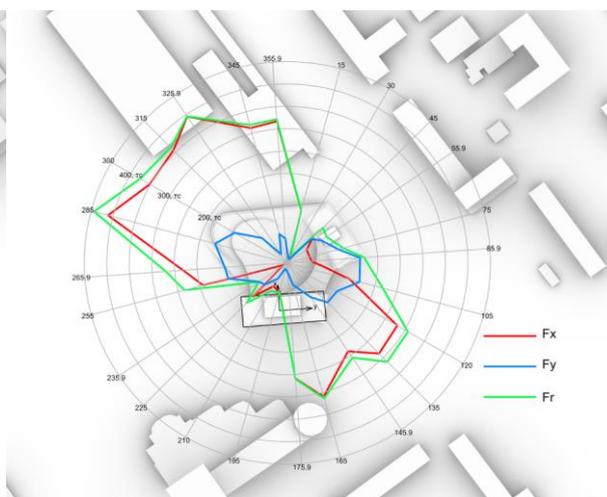
Ниже приведены примеры результатов для корпуса А (поэтажные нагрузки для фасада 1).

Таблица. Суммарные расчетные ветровые нагрузки (F_x , F_y) и векторная сумма нагрузки (F_R) на *Корпус А* в зависимости от направления ветра.

Угол, °	Модель 1			Модель 2		
	F_x , тс	F_y , тс	F_R , тс	F_x , тс	F_y , тс	F_R , тс
15	-151	-15	152	-121	-10	122
30	-102	-5	102	12	9	15
45	52	-94	108	82	-75	111
55.9	49	-95	107	53	-90	104
75	45	-119	127	52	-117	128
85.9	22	-113	115	-55	-161	170
90	-12	-115	115	-23	-161	163
105	144	-122	188	143	-165	218
120	217	-121	248	281	-127	308
135	310	-139	339	287	-125	313
145.9	234	-97	254	239	-92	256
165	297	-48	301	309	-51	314
175.9	260	-22	261	259	-23	260
195	85	41	94	66	13	67
210	106	54	119	61	41	73
225	103	55	117	107	69	127
235.9	85	85	120	-8	76	76
240	118	143	185	-29	132	135
255	24	8	26	-193	135	236
265.9	6	1	6	-231	138	270
285	-105	-13	106	-411	166	443
300	-137	-20	138	-352	135	377
315	-277	-62	284	-356	79	365
325.9	-357	-55	361	-395	23	396
330	-327	-52	331	-355	24	356
345	-310	-59	316	-312	-67	319
355.9	-305	-53	310	-317	-55	322



а)



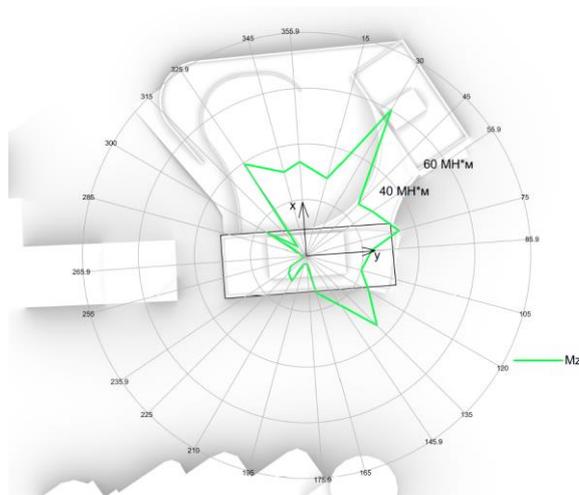
б)

Рис. Суммарные расчетные ветровые нагрузки (C) и векторная сумма нагрузки (F_R) в зависимости от направления ветра на несущие конструкции *Корпуса А*, тс (значения

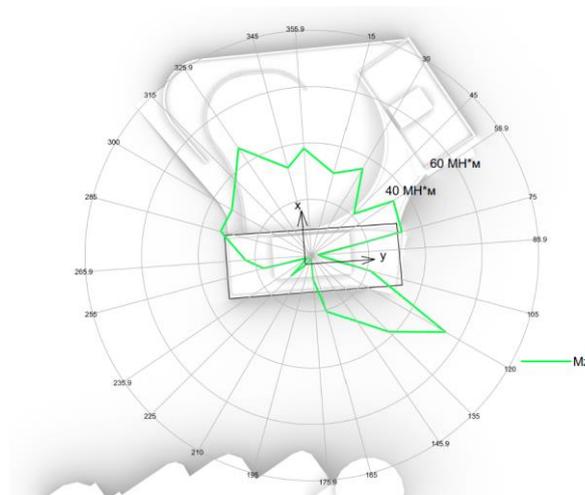
приведены по модулю) : а) с учетом проектируемого здания к западу от Объекта, б) без учета проектируемого здания к западу от Объекта

Таблица. Суммарные опрокидывающие и крутящий моменты силы (M_x , M_y , M_z , кН*м), действующие на корпус А в зависимости от направления ветра.

Угол, °	Модель 1			Модель 2		
	M_x , кН*м	M_y , кН*м	M_z , кН*м	M_x , кН*м	M_y , кН*м	M_z , кН*м
15	-536	69396	9516	397	55443	10088
30	4440	41487	20128	8979	-11152	11879
45	-35999	-28639	8679	-31507	-39961	6967
55.9	-42245	-29272	9385	-41722	-29783	11553
75	-52952	-20136	11353	-53401	-23303	10928
85.9	-52630	-8503	7681	-73197	29043	782
105	-54394	-70687	6709	-70462	-66994	7180
120	-49637	-100178	8516	-54336	-134283	18125
135	-56151	-142862	11795	-51755	-135006	12767
145.9	-38657	-113585	7189	-37051	-117480	9404
165	-11907	-142897	4603	-12018	-149393	6870
175.9	1724	-128490	-989	1722	-130027	2869
195	16890	-45576	-1004	7095	-38081	222
210	24291	-55897	-3467	18183	-36706	-1191
225	27667	-54315	-2977	33199	-58090	-3396
235.9	39629	-45084	-2241	34184	-789	-504
255	10354	-14924	-105	57740	87939	5850
265.9	6045	-3238	-485	63235	108776	7769
285	2492	51102	794	76275	190676	11075
300	1529	65452	-5455	58964	163757	10818
315	-13014	126479	1436	39052	166099	12669
325.9	-9506	164431	13171	18212	182598	15357
345	-14649	144591	10300	-17706	147769	10755
355.9	-12089	142628	11208	-13034	148455	12728



а)



б)

Рис. Крутящий момент (M_z), действующий на корпус А, в зависимости от направления ветра, кН*М (значения приведены по модулю): а) модель 1, б) модель 2

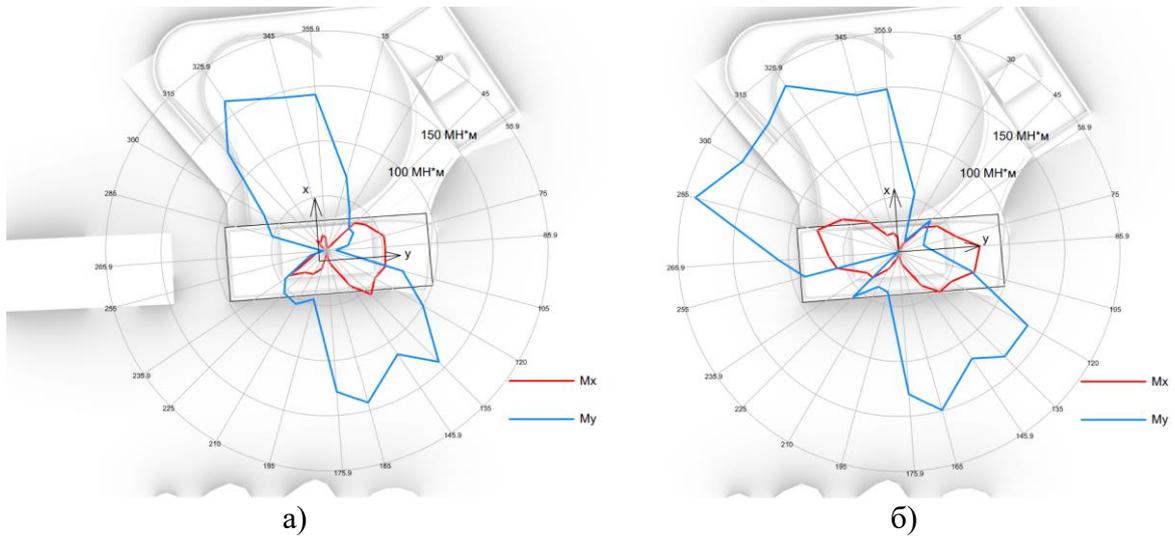


Рис. Опрокидывающие моменты сил (M_x , M_y), действующие на корпус А, в зависимости от направления ветра, $\text{kN}\cdot\text{M}$ (значения приведены по модулю): а) модель 1, б) модель 2

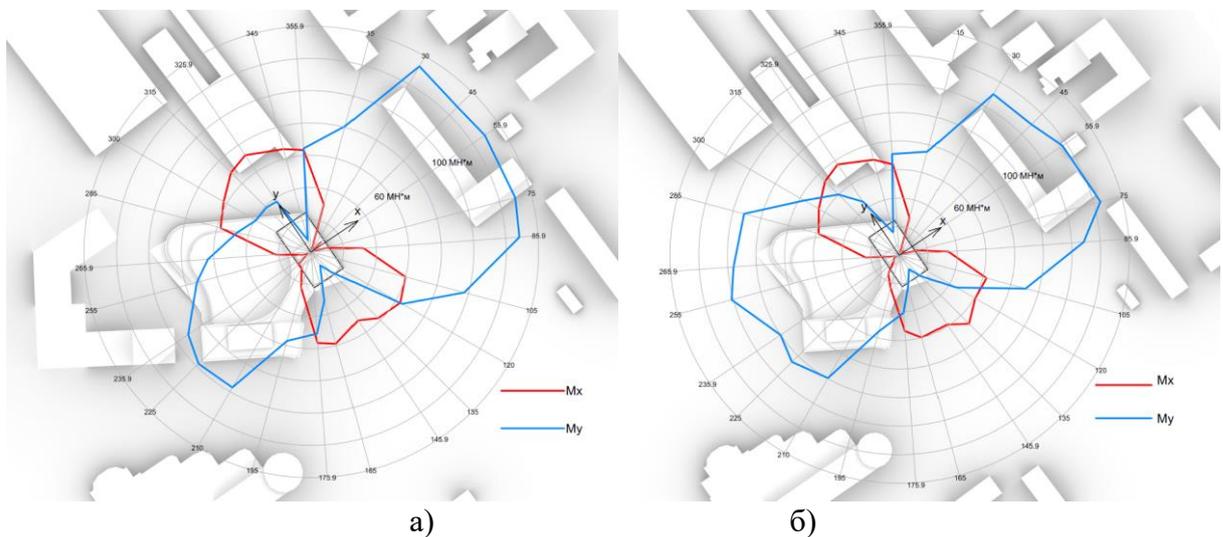


Рис. Опрокидывающие моменты сил (M_x , M_y), действующие на корпус Б, в зависимости от направления ветра, $\text{kN}\cdot\text{M}$ (значения приведены по модулю): а) модель 1, б) модель 2

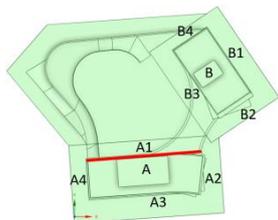


Таблица. Расчетная средняя составляющая поэтажной нагрузки f [Н/м] (в осях ОХУ) для опасных направлений ветра.
Корпус А, Фасад 1

Этаж	Расчетный случай 1		Расчетный случай 2					
	Угол атаки ветра, °		Угол атаки ветра, °					
	135		75		285		325.9	
	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y
5	1625	110	1741	77	-1386	53	-2023	13
6	1321	81	1381	39	-1131	67	-1541	30
7	1339	84	1408	49	-1147	66	-1596	28
8	1350	87	1457	59	-1159	66	-1685	25
9	1384	94	1570	71	-1210	70	-1841	26
10	1660	122	2076	145	-1479	97	-2323	49
11	982	2	1351	-10	-1106	13	-1671	8
12	1233	5	1772	-11	-1487	28	-2304	22
13	1178	6	1796	-21	-1506	29	-2375	22
14	1119	6	1845	-35	-1507	31	-2421	22
15	1073	6	1859	-51	-1494	32	-2445	24
16	1356	7	2458	-65	-1893	35	-3188	26
17	778	32	1390	58	-941	42	-1728	12
18	986	44	1713	35	-1209	58	-2242	18
19	972	44	1679	25	-1163	58	-2205	19
20	968	45	1650	18	-1091	61	-2127	23
21	977	45	1619	10	-974	65	-1977	29
22	1470	62	2280	25	-660	87	-1795	48

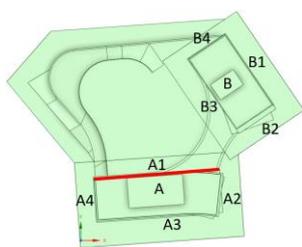


Таблица. Пульсационная составляющая поэтажной нагрузки f_{puls} [Н/м] (в осях ОХУ) для опасных направлений ветра.
Корпус А, Фасад 1

Этаж	Расчетный случай 1		Расчетный случай 2					
	Угол атаки ветра, °		Угол атаки ветра, °					
	135		75		285		325.9	
	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y
5	1017	99	1339	128	1022	52	1321	59
6	774	89	1327	106	1050	58	1301	65
7	559	50	1450	122	1098	56	1369	63
8	519	46	1565	137	1133	54	1420	60
9	530	51	1737	155	1197	56	1505	59
10	635	68	2118	215	1519	78	1886	88

Этаж	Расчетный случай 1		Расчетный случай 2					
	Угол атаки ветра, °		Угол атаки ветра, °					
	135		75		285		325.9	
	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y
11	424	2	1109	4	929	13	1186	10
12	669	3	1350	5	1258	29	1600	23
13	717	3	1551	1	1304	31	1670	24
14	679	2	1796	1	1331	31	1716	22
15	604	3	1962	5	1365	34	1768	25
16	738	1	2614	8	1787	32	2352	23
17	436	19	1494	92	1058	18	1369	23
18	603	26	2079	114	1448	15	1808	23
19	656	26	2090	109	1445	14	1820	21
20	699	26	2082	104	1459	13	1845	20
21	723	26	2074	98	1456	10	1860	17
22	1046	38	2857	133	1998	44	2599	49

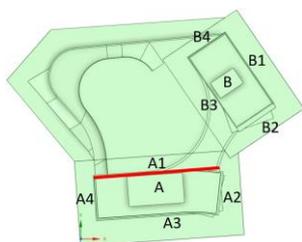


Таблица. Суммарное значение погонной силы f_{sum} [Н/м] (в осях ОХУ) для опасных направлений ветра.
Корпус А, Фасад 1

Этаж	Расчетный случай 1		Расчетный случай 2					
	Угол атаки ветра, °		Угол атаки ветра, °					
	135		75		285		325.9	
	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y
5	2642	209	3079	205	-2408	105	-3344	72
6	2095	169	2708	145	-2181	125	-2842	95
7	1897	134	2858	172	-2245	122	-2964	91
8	1870	133	3022	196	-2292	120	-3105	85
9	1914	145	3307	225	-2408	126	-3346	85
10	2296	190	4194	359	-2998	176	-4208	137
11	1406	4	2461	-14	-2035	26	-2858	18
12	1902	8	3122	-16	-2746	57	-3904	44
13	1894	9	3347	-22	-2810	60	-4046	45
14	1798	8	3640	-36	-2838	61	-4137	45
15	1677	9	3821	-56	-2858	66	-4213	48
16	2094	7	5072	-73	-3680	67	-5541	48
17	1214	51	2884	150	-1999	60	-3097	35
18	1589	70	3792	148	-2657	73	-4050	41
19	1628	71	3769	134	-2608	72	-4024	40
20	1666	71	3732	121	-2551	74	-3972	43
21	1700	72	3692	108	-2430	75	-3838	46
22	2516	100	5137	158	-2659	130	-4394	98

Ветровые нагрузки на несущие конструкции по результатам физического моделирования

На основе значений аэродинамических коэффициентов в дренажных точках, определенных по результатам физического моделирования, методом интерполяции были определены поэтажные расчетные значения ветровых нагрузок для корпусов А и Б, представленные в соответствующем разделе отчета о НИР. Поэтажные ветровые нагрузки представлены для опасных направлений ветра (75° , 285° , 325°), выявленных по результатам математического моделирования.

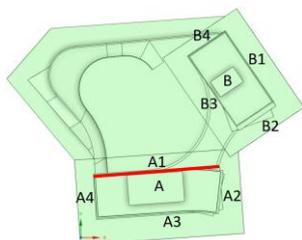


Таблица. Средняя составляющая поэтажной нагрузки f [Н/м] (в осях ОХУ) для опасных направлений ветра.
Корпус А, Фасад 1

Этаж	Угол атаки ветра, °					
	75		285		325	
	f_x	f_y	f_x	f_y	f_x	f_y
5	1302	0	-434	0	-868	0
6	1280	0	-427	0	-853	0
7	1358	0	-453	0	-906	0
8	1430	0	-477	0	-954	0
9	1468	0	-533	0	-1058	0
10	1567	0	-617	0	-1218	0
11	1596	0	-684	0	-1343	0
12	1546	0	-715	0	-1396	0
13	1561	0	-776	0	-1510	0
14	1572	0	-839	0	-1625	0
15	1630	0	-799	0	-1596	0
16	1763	0	-790	0	-1633	0
17	1826	0	-735	0	-1587	0
18	1801	0	-652	0	-1474	0
19	1856	0	-597	0	-1424	0
20	1909	0	-539	0	-1371	0
21	1946	0	-549	0	-1397	0
22	1982	0	-559	0	-1423	0

Пиковые ветровые давления на ограждающие конструкции

На рис. и в табл. показаны огибающие максимального и минимального значений ветрового давления на ограждающие (фасадные) конструкции Корпусов А и Б, для двух вариантов окружающей застройки (*Модель 1* и *Модель 2*) в зависимости от направления ветра. При каждом направлении ветра выбирается максимальное и минимальное значение ветрового давления среди его значений в узлах расчетной сетки по всей поверхности.

В таблицах цветом выделены пиковые (минимальные и максимальные) значения:

- оранжевым цветом – наибольшая положительная ветровая нагрузка на ограждающие конструкции;
- голубым цветом – наибольшая отрицательная ветровая нагрузка на ограждающие конструкции.

На рис. представлены диаграммы поэтажных огибающих минимального и максимального значений ветровых давлений для Корпусов А и Б. Эта же данные в табличном виде.

На рис., в графическом виде представлены изополя верхней огибающей максимальных значений ветрового давления и нижней огибающей минимальных значений ветрового давления.

Изополя верхней огибающей ветрового давления следует использовать в расчетах фасадных конструкций в качестве пиковых положительных w_+ ветровых воздействий.

Изополя нижней огибающей ветрового давления следует использовать в расчетах фасадных конструкций в качестве пиковых отрицательных w_- ветровых воздействий.

Ниже приведены примеры результатов для Корпуса А.

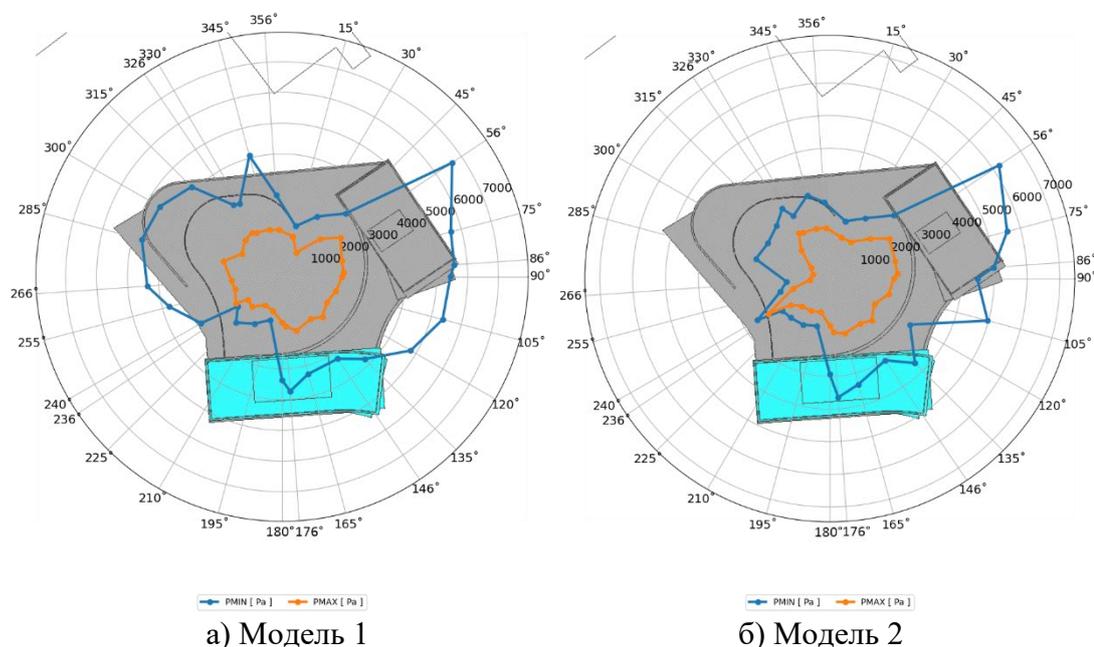


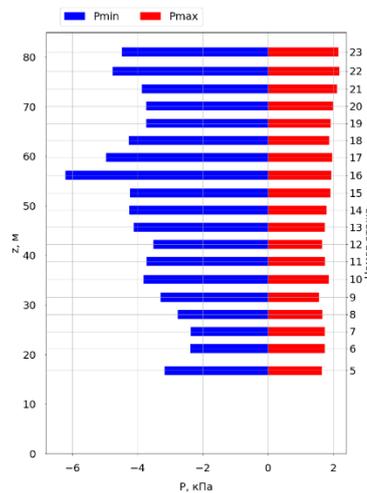
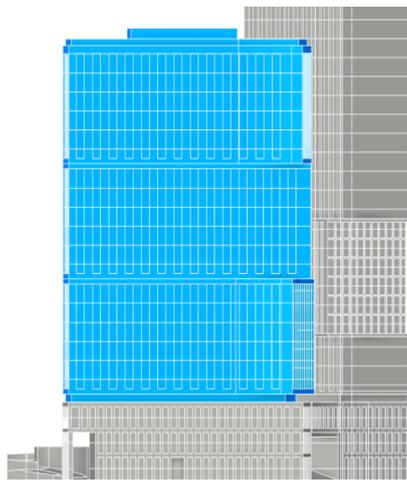
Рис. Огибающие максимального (оранжевая линия) и минимального (синяя линия) пиковых значений давления на ограждающие (фасадные) конструкции *Корпуса А* в зависимости от направления ветра, Па (значения приведены по модулю).

Таблица. Огибающие минимального и максимального значений ветрового давления на ограждающие (фасадные) конструкции Корпуса А

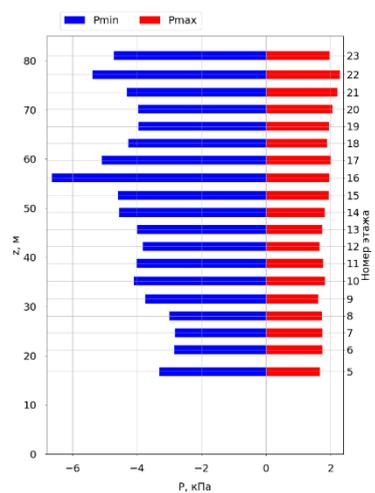
Корпус А					
Модель 1			Модель 2		
Угол, °	Максимальное значение ветрового давления P_{max} , Па	Минимальное значение ветрового давления P_{min} , Па	Угол, °	Максимальное значение ветрового давления P_{max} , Па	Минимальное значение ветрового давления P_{min} , Па
15	1 316	-1 827	15	1 355	-1 702
30	1 296	-2 136	30	912	-2 265
45	1 739	-2 752	45	1 750	-2 916
55.9	2 186	-6 215	55.9	2 285	-6 636
75	2 060	-5 586	75	1 999	-5 653
85.9	2 055	-5 001	85.9	2 003	-5 584
90	1 940	-4 487	90	1 944	-5 444
105	1 852	-4 973	105	1 803	-5 377
120	1 559	-2 818	120	1 671	-4 805
135	1 805	-3 662	135	1 849	-3 786
145.9	1 656	-3 019	145.9	1 660	-3 220
165	1 745	-3 356	165	1 814	-3 277
175.9	1 651	-3 649	175.9	1 621	-3 737
180	1 442	-2 935	180	1 483	-3 358
195	1 060	-1 497	195	1 141	-1 455
210	1 142	-1 630	210	1 071	-1 766
225	1 192	-1 693	225	1 367	-2 106
235.9	1 438	-1 745	235.9	1 342	-1 722
240	2 160	-2 541	240	1 724	-3 026
255	1 155	-1 568	255	1 575	-3 772
265.9	614	-1 320	265.9	1 646	-4 372
285	535	-2 334	285	1 955	-4 692
300	664	-2 175	300	1 501	-4 565
315	1 233	-2 293	315	1 685	-4 141
325.9	1 679	-2 589	325.9	1 737	-2 823
330	1 630	-2 218	330	1 661	-2 747
345	1 586	-2 646	345	1 581	-4 083
355.9	1 559	-2 342	355.9	1 536	-2 662

Таблица. Поэтажные огибающие минимального и максимального ветрового давления на ограждающие (фасадные) конструкции Корпуса А.

Этаж	Корпус А							
	Модель 1				Модель 2			
	P_{max} , Па	$ANG(P_{max})$, °	P_{min} , Па	$ANG(P_{min})$, °	P_{max} , Па	$ANG(P_{max})$, °	P_{min} , Па	$ANG(P_{min})$, °
5	1647	45	-3178	75	1 666	45	-3 307	105
6	1739	45	-2383	325.9	1 750	45	-2 847	85.9
7	1737	45	-2369	85.9	1 750	45	-2 827	85.9
8	1663	45	-2767	85.9	1 722	45	-2 999	90
9	1555	55.9	-3298	85.9	1 617	45	-3 745	105
10	1853	55.9	-3814	105	1 823	55.9	-4 107	105
11	1743	55.9	-3723	75	1 762	55.9	-4 015	90
12	1661	55.9	-3510	90	1 655	75	-3 815	55.9
13	1732	55.9	-4112	85.9	1 737	55.9	-3 996	55.9
14	1794	55.9	-4253	85.9	1 821	55.9	-4 554	55.9
15	1908	55.9	-4234	55.9	1 939	55.9	-4 579	55.9
16	1932	55.9	-6215	55.9	1 961	55.9	-6 636	55.9
17	1968	55.9	-4973	105	2 002	55.9	-5 092	105
18	1873	75	-4276	105	1 888	285	-4 269	105
19	1912	55.9	-3732	85.9	1 950	55.9	-3 955	90
20	1987	55.9	-3736	85.9	2 060	55.9	-3 968	90
21	2111	55.9	-3877	105	2 201	55.9	-4 316	120
22	2186	55.9	-4757	105	2 285	55.9	-5 377	105
покрытие	2160	240	-4487	90	1 971	55.9	-4 708	90

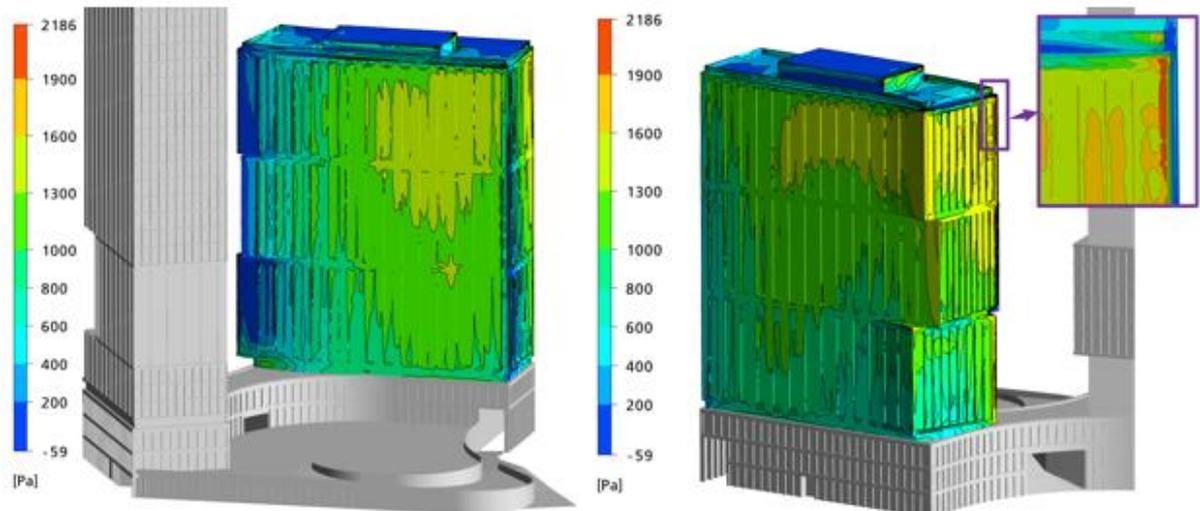


Модель 1

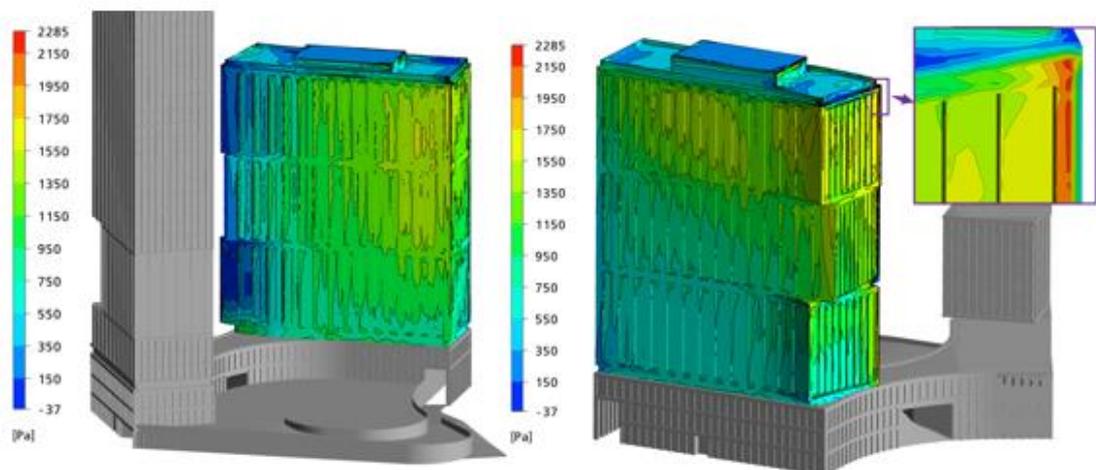


Модель 2

Рис. Поэтажные огибающие минимального (P_{min}) и максимального (P_{max}) значений давления (Па) на ограждающие (фасадные) конструкции Корпуса А с учетом всех направлений ветра.



а) Модель 1



б) Модель 2

Рис. Верхняя огибающая максимальных значений ветрового давления (Па) на ограждающие (фасадные) конструкции Корпуса А.

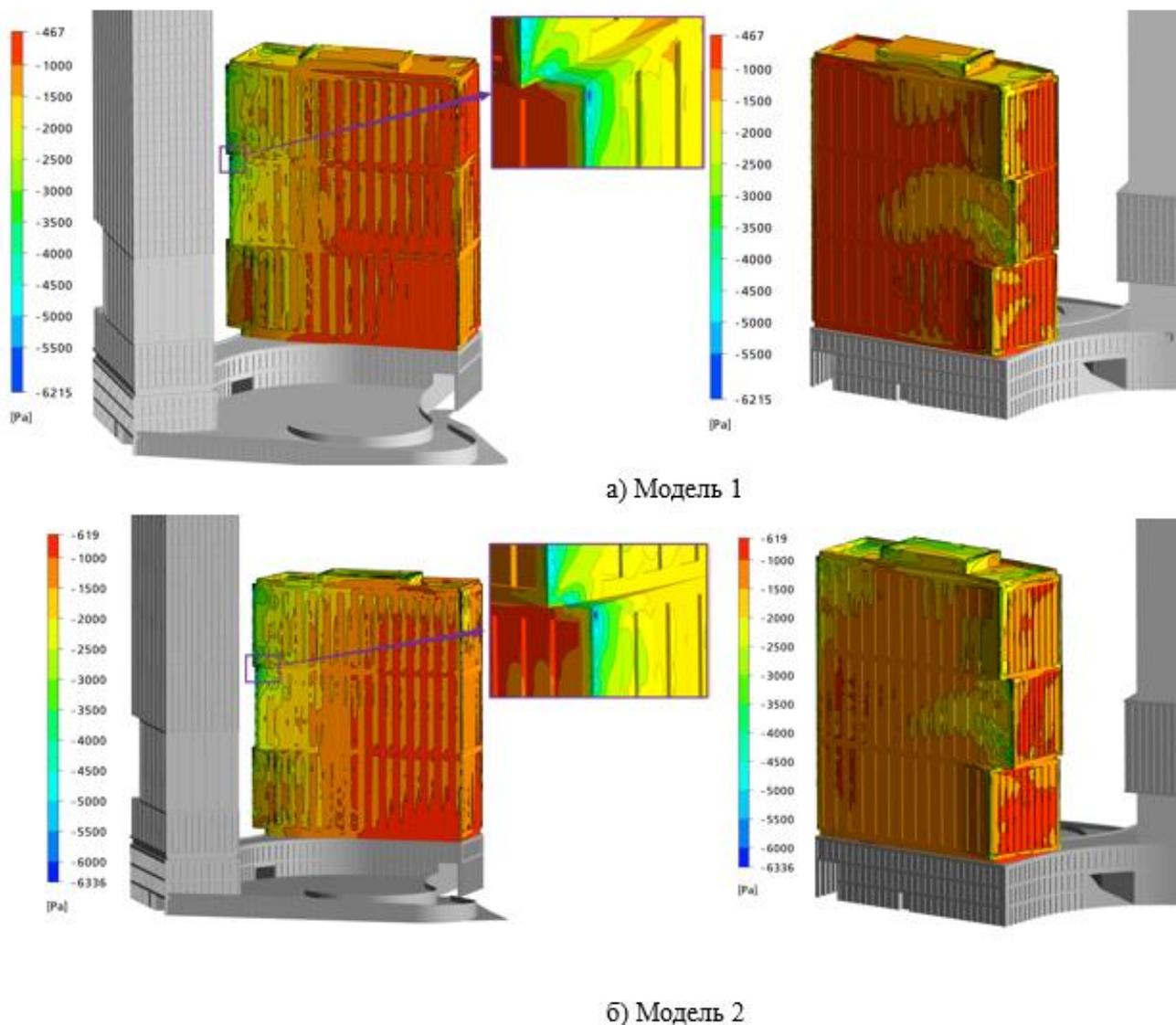


Рис. Нижняя огибающая минимальных значений ветрового давления (Па) на ограждающие (фасадные) конструкции Корпуса А.

3. Сопоставительный анализ результатов математического и физического моделирования

В НИУ МГСУ были проведены работы по физическому (экспериментальному в аэродинамической трубе) моделированию ветровых нагрузок на исследуемый Объект в масштабе 1:150 с учетом ближайших зданий существующей окружающей застройки и без учета планируемого соседнего ЖК.

В данном разделе приводится сопоставительный анализ аэродинамических коэффициентов C_p по результатам физического моделирования (масштаб 1:150) и математического моделирования (1:1) для наиболее опасных направлений ветра: 285° для корпуса А, 75° и 325° для корпуса Б. Сравнение приводится в точках, в которых были размещены датчики давления в эксперименте.

Также приводится сравнение результатов пиковых аэродинамических коэффициентов $C_{p+(-)}$ для всех экспериментальных точек. Для корректного сравнения, значения $C_{p+(-)}$,

полученные по результатам физического моделирования домножены на коэффициент корреляции $\nu_{+(-)} = 0.9(0.85)$ для 5 м^2 согласно таблице 11.8. СП 20.

Расположение и нумерация датчиков давления показана на рис.

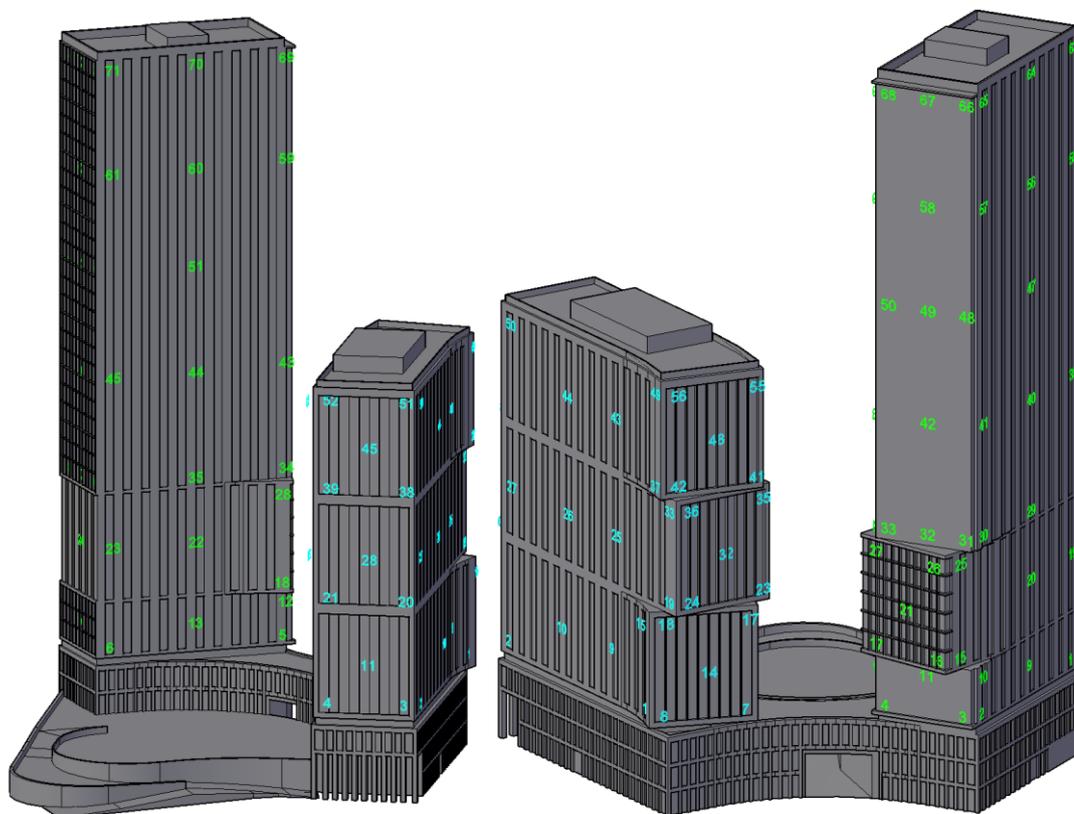


Рис. Схема нумерации дренажных точек. Виды 1-2

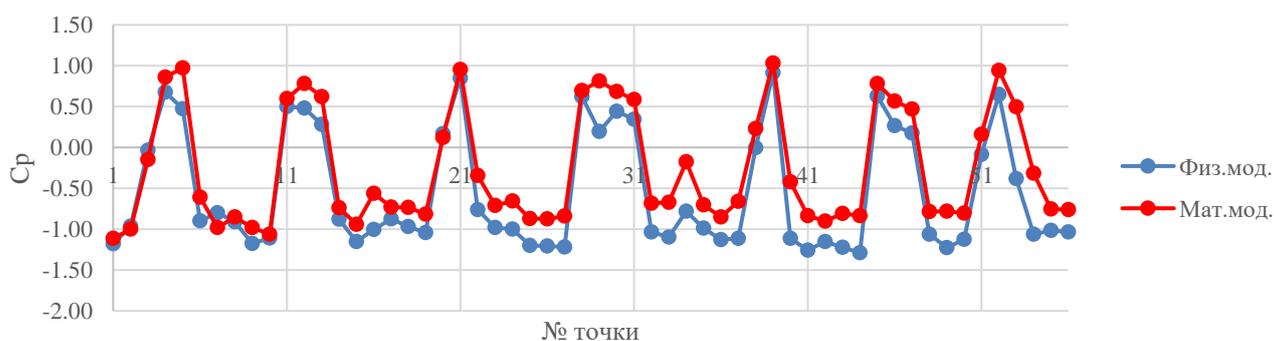


Рис. Значения C_p по результатам физ. и мат. моделирования для точек Корпуса А и направления ветра 285°

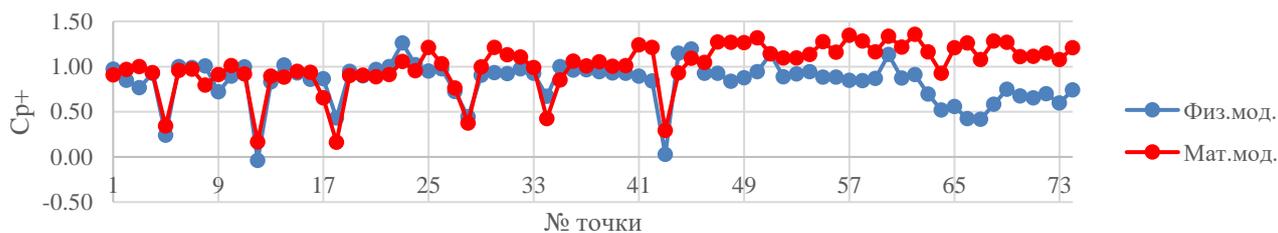


Рис. Значения $C_{p,+}$ в точках корпуса А по результатам физического и математического моделирования

Выводы и рекомендации

По результатам выполненных НИР по научно-техническому сопровождению проектирования (НТСП) Объекта «Многоэтажная жилая застройка (высотная застройка) (Жилой дом с размещением подземных гаражей и надземных автостоянок, и объектов обслуживания жилой застройки во встроенных, пристроенных и встроенно-пристроенных помещениях многоквартирного дома в отдельных помещениях дома)», расположенный в границах улиц Луначарского и Московского шоссе в Октябрьском районе г.о. Самара, можно сформулировать следующие выводы и рекомендации:

1. На основе анализа и обобщения исходных данных разработаны и верифицированы расчетные трехмерные численные аэродинамические модели Объекта для двух вариантов окружающей застройки (с учетом и без учета планируемого соседнего с Объектом ЖК).

2. С использованием современных численных методов гидрогазодинамики, реализованных в программном комплексе ANSYS CFD (CFX), и разработанной методики определения пульсационной составляющей и пиковых значений давления на основе трехмерной стационарной постановки проведены многовариантные расчетные исследования ветровой аэродинамики Объекта при 24-х направлениях ветра с шагом 15° с поправкой на углы, которые соответствуют перпендикулярам к плоскостям фасадов корпусов комплекса) с учетом и без учета планируемого соседнего с Объектом ЖК.

3. По результатам расчетов ветровых нагрузок на несущие конструкции выявлены максимальные значения ветровой нагрузки на Корпуса и Стилобатную часть Объекта.

4. Определены наиболее опасные направления ветра, рекомендуемые к учету в прочностных расчетах. Соответствующие значения ветровых нагрузки приведены в отчете.

5. По результатам расчетов пиковых ветровых нагрузок на ограждающие (фасадные) конструкции выявлены максимальные положительные и отрицательные пиковые ветровые давления.

6. По результатам сопоставительного анализа результатов математического (численного) моделирования, выполненного АО НИЦ СтаДиО, и физического (экспериментального) моделирования, выполненного НИУ МГСУ, для варианта без учета планируемого соседнего ЖК для *несущих конструкций* выявлено:

При обосновании механической безопасности *несущих конструкций* для обеспечения лучшей надежности **рекомендуется** использовать 4 расчетных случая по результатам математического моделирования и 3 расчетных случая по результатам физического моделирования.

Обобщая вышеперечисленное, а также высокую подробность и удобство приложения результатов математического моделирования, представленных в виде поэтажных погонных ветровых нагрузок, при обосновании механической безопасности *несущих конструкций* **рекомендуется** использовать данные соответствующей главы отчета.

7. Сопоставительный анализ результатов математического (численного) моделирования, выполненного АО НИЦ СтаДиО, и физического (экспериментального) моделирования, выполненного НИУ МГСУ, для *ограждающих (фасадных) конструкций* показал следующее: при обосновании механической безопасности ограждающих конструкций **рекомендуется** использовать результаты и физического, и математического моделирования по принципу «огнибающей», выбирая наиболее опасные значения для конкретных фасадных конструкций.