

Университет Правительства Москвы
VIII Конкурс исследовательских и проектных работ обучающихся
образовательных
организаций города Москвы и Московской области
«Мегаполис XXI века – город для жизни» в 2023/2024 учебном году

Конкурсная работа

На тему: «ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ЗД ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ
ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕНОВАЦИИ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ»

Выполнили:
учащиеся 10И класса
ГБОУ «Школа №2090»
Ашкинадзе Тамара Борисовна
Подпись 
Хотеенкова Ульяна Владимировна
Подпись 

Научные руководители работы:
Балицкая Анастасия Викторовна
Спирин Александр Борисович 

Старший методист
ГБОУ «Школа №2090»
Сафонова Оксана Николаевна
Подпись 



Москва

2023-2024

ОТЗЫВ

на конкурсную работу

Тема Применение современных 3д технологий при проектировании и реновации школьных зданий

Работу выполнили: Ашкинадзе Тамара, Хотеенкова Ульяна Ученицы 10И класса ГБОУ «Школа №2090»

1 Объем выпускной конкурсной работы страниц, в т. ч.

а) количество страниц практической (расчетно-аналитической) части 13

б) количество страниц приложений 36

2 Оценка содержания работы, его положительные стороны и недостатки, выводы и предложения Авторы работы показали, что тема модернизации современной школы, проектирование эффективного учебного пространства весьма актуальна в настоящее время. Использование современных 3D технологий, позволяет ускорить и визуализировать данный процесс.

Структура и содержание работы соответствует теме. Работа состоит из семи основных частей. Во введении определены актуальность темы, цель и задачи, решаемые в работе. Теоретическая часть посвящена анализу технологических решений и исследованию уже готовых строений. Так же в теоретической части проанализированы нормы и правила строительства учебных зданий, современные тенденции и запросы. Раскрытие теоретических аспектов темы проведено четко и полно, выявлены современные технологии и материалы необходимые для реализации поставленной задачи. В практической части работы был проведен опрос, на основании которого было создано несколько вариантов проектов здания школы. Из этих проектов был выбран один и процесс проектирования распространился на прилегающую территорию. В результате работы получен проект здания школы и прилегающей территории в виде 3d модели.

Практическая значимость полученных результатов показывает, как эффективнее использовать территорию и помещения школы.

При выполнении работы ученики проявили самостоятельность и организованность, работы выполнена в срок в полном объеме все поставленные задачи были решены.

Оформление работы в целом соответствуют требованиям ГОСТов.

Цель работы реализована.

Оценка Отлично

Научные руководители работы

«29» февраля 2024 г.

/A.В. Балицкая/

/А.Б.Спирина/

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Какой должна быть школа будущего?.....	4
2.1. Современные школы.....	4
2.2. Критерии строительства современных школ.....	8
2.2.1. Открытость.....	9
2.2.2. Просторность.....	9
2.2.3. Мобильность.....	10
2.2.4. Креативность.....	10
2.2.5. Баланс.....	10
3. Требования к строительству образовательных учреждений.....	11
3.1. Требования к размещению образовательных учреждений.....	13
3.2. Требования к территории общеобразовательных организаций.....	13
3.3. Требование к зданию.....	14
4. Мешают ли установленные нормы проектировать современные школы?.....	16
5. Составление и анализ опроса	18
5.1. Первый этап.....	18
5.2. Второй этап.....	26
5.2.1. Модель №1	27
5.2.2. Модель №2	28
5.2.3. Модель №3	28
5.2.4. Модель №4	29
5.2.5. Модель №5	29
6. Объемно-планировочное решение проектируемого здания.....	31
7. Заключение.....	34
8. Список использованных источников и литературы.....	35
9. Приложения.....	36

1. ВВЕДЕНИЕ

Школа – это начало начал. Она, как никто и ничто другое, превращает человека в личность. Именно там мы начинаем раскрываться, делать первую достойную заявку о себе миру.

Школа – это первый шаг к самостоятельной жизни. Ведь многое происходит впервые: и первый урок, и первая победа.

Какой же будет школа будущего? Скорее всего концепция школы не изменится, ученики будут учить материал, сдавать экзамены, поступать в вузы, но то как будет выглядеть сама школа – это уже совсем другой вопрос. Весь современный мир становится всё более и более компьютеризированным и технологичным. Даже сейчас в школах происходят многие изменения, которые ещё пол века назад будоражили бы умы учащихся. Проходит время, городское пространство активно изменяется, но здание нашей школы остается неизменным, пришла пора что-то менять и идти в ногу со временем.

Главная идея такого преображения: «Если интерьер комфортен, то человек стремиться проводить там как можно больше времени». И новое интересное пространство может стать инструментом для пробуждения интереса к учебе.

Цель проекта: Создать макет и чертеж школы будущего, которая будет отлично вписываться в городское пространство и соответствовать всем современным тенденциям.

Задачи:

- 1) Проанализировать современные тенденции строительства и дизайна городских сооружений;
- 2) Создать тест-опросник для учеников, учителей и жителей района;
- 3) Провести опрос среди учеников, учителей и жителей района;
- 4) Проанализировать результаты, полученные в ходе социологического опроса;
- 5) На основе полученных результатов создать чертеж и макет "Школы будущего".

Работа состоит из 6 глав, разделенных на под главы. При работе над проектом были проанализированы современные строения школ, выявлены основные тенденции развития данной отрасли, просмотрены основные документы. Составлен и проведен опрос.

На основе анализа анкет фокус группы был сделан чертеж и макет «школы будущего».

2. КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ ШКОЛА БУДУЩЕГО?

Образовательный смысл в жизни каждого ребёнка несут не только повседневное выполнение домашних заданий, прочтение книг и учебников, но также и общение со сверстниками, и впечатления, и, конечно же, пространство, в котором ребёнок проводит большую часть своей школьной жизни.

Все явления и события оказывают большое влияние на образовательное развитие ребёнка, и пространство школы – не исключение.

Фактически вся современная школьная архитектура остановилась в развитии на своём советском этапе. Большинство наших школьных зданий — это типовые коробки, подобные зданиям заводов, поликлиник, казарм и общежитий.

2.1. СОВРЕМЕННЫЕ ШКОЛЫ

На протяжении многих лет существовали различные попытки модернизировать школу и вывести её на новый уровень. Уже 60-х годах стали появляться школы, чьи здания больше похожи на современные университеты — инновационные, с индивидуальной архитектурной задумкой. Чаще всего такие образовательные учреждения строили при университетах. (Приложение №1)

В 90-е годы появились первые школы-офисы, где у каждого из учащихся есть свои индивидуальные кабинеты или небольшие кубики. (Приложение №2) Подобные примеры преобразования образовательного пространства хотели помочь ученикам почувствовать себя наравне со взрослыми участниками образования.

За последние 4 года, образовательное пространство стало стремительно преображаться. Из множества школ можно выделить несколько примеров необычного перевоплощения:

Название школы, место нахождения	Особенности
Школа Walden Dos, находится на северо-западе Мехико	Внутри и снаружи школы архитектор Мигель Монтор спроектировал сады. Стеклянные двери и окна от пола до потолка отделяют сады от классов, преподаватели могут проводить занятия на свежем воздухе. (Приложение №3,4)
Школа The Ecole Jean-Moulin, находится на севере Франции	Школа состоит из двух корпусов, корпус младшей школы «накрывает волной» корпусом средней школы. Архитекторы старались создать лёгкую атмосферу, создали волнообразные формы и зелёный газон на крыше. (Приложение №5,6)
Школа Hessenwald, расположено между несколькими немецкими деревнями	Здание делится на 3 павильона, которые окружают пространство общественного центра. Парты в классах имеют форму клякс, которые можно собрать как мозаику в одну большую кляксу. У школы есть свой сад, общественный центр, где взрослые и дети играют на музыкальных инструментах, смотрят кино. (Приложение №7,8)
Школа Panta Rei, находится на юге Амстердама в Нидерландах	С внешней стороны здание не представляет никакого интереса, но внутри все сделано в стиле «Panta Rei» («поток»). Главные акценты в интерьере школы — текстовые «узоры». Дизайнеры напечатали любимые произведения учеников на полах, стенах и партах. (Приложение №9,10)

Учебное здание детского сада в Коросале	Архитекторы переделали полуразрушенное старое здание из бетонных блоков с в функциональное и архитектурно примечательное пространство. В бетонных стенах вырезали несколько больших окон, которые сделаны от пола до потолка, что превращает конструкцию в подобие светового фонаря. (Приложение №11)
Детский сад в Эль-Чапарраль	<p>В этом детском саду некоторые стены от пола до потолка сделанные из стекла. Одна такая комната отделена от другой раздвижными стеклянными стенами, что позволяет изменять конфигурацию комнат.</p> <p>Привлекают внимание окрашенные стеклянные окна, последовательность цвета стекол по ходу коридора повторяет последовательность расположения цветов в радуге. (Приложение №12)</p>
Средняя школа для девочек Burntwood в Лондоне	<p>Комплекс зданий школы построенных в 1950-е годы состоял из восьми зданий разного функционала. Учебные корпуса перестали отвечать современным задачам образования, а административные строения стали мешать быстрым связям между корпусами.</p> <p>Участок архитекторы разбили с севера на юг крытым пассажем, который связывает между собой два главных входа на территорию кампуса. (Приложение №13)</p>
Начальная школа Эриха Кестнера в Лейпциге	Школа Эриха Кестнера стала одним из первых объектов, спроектированных по стандартам – пассивный дом. Архитекторы предложили

	концепцию из двух корпусов: трехэтажной школы и отдельно стоящего спортзала. Оба здания связаны между собой одноэтажными яслями, образуя сложную скульптурную композицию со скругленными углами. (Приложение №14,15)
«Хорошевская гимназия», город Москва	Здание «Хорошколы» построено на личные средства семьи главы Сбербанка России Германа Грефа. При строительстве, упор был сделан на увеличение зоны общественного пространства, которое играет большую роль в жизни каждого школьника школьников. При проектировании, было принято решение отказаться от кабинетно-коридорной системы. Прозрачные стены в классах и общественных пространствах, везде предусмотрены окна от пола до потолка. Все административные помещения расположены на цокольном этаже. В столовую можно попасть весьма необычным способом, так как в холле есть горка, по которой можно добраться со второго этажа на первый и оказаться у её дверей. (Приложение №16, 17,18)
Exupery International School, Латвия, Пиньки, Бабите	Школа состоит из двух корпусов, один из которых круглый. Идея проекта в том, что школа — это модель Вселенной, ученикам доступна лесная, загородная, городская и глобальная среда. Коридоры закругленные и совсем нет углов. Вместо стен арт-блока и библиотеки —

	мобильные перегородки. (Приложение №19, 20, 21, 22)
Инженерный корпус школы № 548 (образовательный центр «Царицыно»), Московская область	Объект является отдельно стоящим корпусом давно работающей московской школы. Стены между учебными классами и коридорами полностью прозрачные, любой коридор может стать образовательным пространством. Школа прозрачная: она просматривается от края до края — от пола до стеклянного потолка. (Приложение №23, 24, 25, 26)
Детский сад «Школы сотрудничества», город Москва	Строители и архитекторы уделили огромное внимание созданию эксплуатируемой кровли, организовали дополнительные площадки для детских прогулок. Весной и летом дети ухаживают за растениями — выращивают рассаду на подоконнике, а потом высаживают в грунт во дворе. (Приложение №27, 28, 29)
Детский центр «Малка», Московская область, Одинцовский район, сельское поселение Барвихинское	Клуб расположен на территории Еврейского религиозно-культурного центра. Главная особенность данного строения — вертикальный шкаф-антресоли, многоуровневое игровое пространство, которое занимает всю стену. В этой конструкции обустроены горка, канатный парк, несколько гамаков, натяжная сетка и даже затемненная зона с мягкими обивками, где ребенок может отдохнуть. (Приложение № 30)

2.2. КРИТЕРИИ СТРОИТЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛ

Но что дают подобные здания? Фактически они с детства помещают ребёнка в мир, где он должен действовать как взрослый, тем самым ограничивают его возможности самореализоваться именно как ребёнку.

Но задача школы — не поскорее закончить период детства, а дать ребёнку прожить его, насладиться им и извлечь из него необходимые уроки. Каким должно быть здание школы, где, с одной стороны, не призывают значимость личности ученика, а с другой, дают им возможности оставаться самими собой.

Это здание должно представлять из себя индивидуальное и свободное общественно-культурное пространство. Такое пространство, которое ученик будет готов с удовольствием осваивать по своей воле.

Можно выделить основные критерии строительства современных школ:

1. Открытость;
2. Просторность;
3. Мобильность;
4. Креативность;
5. Баланс.

2.2.1. ОТКРЫТОСТЬ

Учёба в школе, как и жизнь за её пределами, — это не путешествие в одиночку, а совместная деятельность. И школа должна отражать это — для всех учеников и учителей здание должно быть общим, доступным, открытым. (Приложение №31)

Один из базовых принципов открытости состоит в том, чтобы попробовать обеспечить открытый доступ ко всем учебным помещениям и позволить ученикам самостоятельно осваивать их в свободное время. Но одновременно с этим, каждый имеет право на личное пространство. И школьное пространство должно обеспечить возможность побывать наедине со своими мыслями или поговорить с кем-то наедине.

2.2.2. ПРОСТОРНОСТЬ

Внутреннее устройство современных школ наполнено свободным пространством, которое просто радует глаз. (Приложение №32)

В светлом и просторном помещении больше красоты, но не для всех детей такая просторность будет комфортной. Наоборот: есть ученики, которые теряются в таких пространствах, которым в них плохо.

Для обеспечения комфортного пребывания таких детей, в образовательном учреждении необходимо создавать дополнительное пространство с камерной обстановкой.

2.2.3 МОБИЛЬНОСТЬ

Одна из тенденций устройства школы — это вариативность использования пространства. (Приложение №33)

В школах с мобильным внутренним интерьером ребёнок и учитель могут менять пространство под себя. У предметов нет своего места, оно появляется по необходимости. Но у мобильности есть обратная сторона, многие дети и учителя не понимают, что делать в этих пространствах и как заточить их под образовательные задачи.

2.2.4. КРЕАТИВНОСТЬ

Современные школы стремятся как к тому, чтобы отличаться от других школ, так и к тому, чтобы внутри себя иметь функциональное разнообразие. Безусловно, индивидуально спроектированное здание и увлекательное пространство, которое ребёнку будет интересно исследовать, — это важный образовательный тренд. (Приложение №34)

Но у креатива тоже должна быть определённая граница — граница разумности. Образование — это в том числе усвоение нормы, привыкание к функциональному использованию того или иного пространства, предмета.

2.2.5 БАЛАНС

При проектировании здания обязательно необходимо соблюдать баланс:

- открытости и психологической защищенности;
- публичности и возможности уединения;
- свободы движения;
- функциональности и креативности в использовании пространства.

Отсутствие этого баланса — частая ошибка многих школ.

При выборе дизайна нужно быть очень аккуратным, лучше делать внутреннее убранство школы достаточно нейтральным и использовать природные материалы.

Так же образовательным ресурсом могут обладать элементы здания, которые привычно не рассматриваются как образовательные инструменты. Современный тренд — это не только превращение образовательного пространства класса в нечто более сложное, но и превращение лестниц, коридоров, актовых залов — в полноценные образовательные пространства.
(Приложение №35)

3. ТРЕБОВАНИЯ К СТРОИТЕЛЬСТВУ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Каждое образовательное учреждение должно соответствовать нормам СанПиН (санитарно-эпидемиологическим требованиям к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях).

СанПиН включает в себя следующие требования к:

- размещению общеобразовательной организации;
- территории общеобразовательной организации;
- зданию общеобразовательной организации;
- оборудованию помещений общеобразовательной организации;
- воздушно-тепловому режиму общеобразовательной организации;
- естественному и искусственному освещению;
- помещениям и оборудованию общеобразовательных организаций, размещенных в приспособленных зданиях;
- режиму образовательной деятельности;
- санитарному состоянию и содержанию общеобразовательной организации;
- соблюдению санитарных правил.

Санитарные правила распространяются на все общеобразовательные организации, реализующие основные общеобразовательные программы, а также осуществляющие присмотр и уход за детьми в группах продленного дня.

Так же обязательно необходимо учитывать создание условий обучения для детей с ограниченными возможностями здоровья. Необходимо создавать безбарьерную среду, обеспечивающую свободное и беспрепятственное передвижение детей во всех зданиях и помещениях.

3.1. ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Здания школ должны располагаться в зоне жилой застройки, данное требование у нас выдержано, так как новое здание школы строится на месте уже существующего.

При проектировании и строительстве городских общеобразовательных организаций рекомендуется предусмотреть пешеходную доступность учреждений.

3.2. ТРЕБОВАНИЕ К ТЕРРИТОРИИ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Территория общеобразовательной организации должна быть ограждена и озеленена. Территорию рекомендуется озеленять из расчета 50% площади территории, свободной от застройки, в том числе и по периметру территории. Так как район, в котором расположена школа, считается районом с плотной городской застройкой, то площадь озеленения участка может быть снижена до 25-30% площади территории, свободной от застройки.

На территории школы необходимо выделить несколько: зона отдыха, физкультурно-спортивная и хозяйственная. Так же можно добавить учебно-опытную зону, в этом случае можно сократить площадь физкультурно-спортивной зоны. Физкультурно-спортивную зону рекомендуют располагать со стороны спортивного зала.

Спортивно-игровые площадки должны иметь твердое или защитное покрытие, футбольное поле - травяной покров.

При проектировании школы, на территории, необходимо создать зону отдыха для реализации образовательных программ, которые предусматривают проведение внеклассных мероприятий на свежем воздухе.

Территория учреждения должна иметь наружное искусственное освещение.

3.3. ТРЕБОВАНИЕ К ЗДАНИЮ

Архитектурно-планировочные решения здания должны обеспечивать:

- выделение в отдельный блок учебных помещений начальных классов с выходами на участок;
- расположение рекреационных помещений в непосредственной близости к учебным помещениям;
- размещение на верхних этажах учебных помещений и кабинетов, посещаемых обучающимися 8-11 классов, административно-хозяйственных помещений;
- размещение учебных мастерских, актовых и спортивных залов общеобразовательных организаций, их общую площадь, а также набор помещений для кружковой работы по нормам СанПин;

Не допускается использование цокольных этажей и подвальных помещений под учебные помещения, кабинеты, лаборатории, учебные мастерские, помещения медицинского назначения, спортивные, танцевальные и актовые залы.

При проектировании здания гардеробы необходимо размещать на 1 этаже.

В кабинетах химии, физики, биологии должны быть оборудованы лаборантские. Площадь кабинетов информатики должна быть увеличена.

Спортивный зал рекомендуется размещать на 1-м этаже здания или в отдельно пристроенном здании. Рекомендуемые площади спортивных залов: 9,0 x 18,0 м, 12,0 x 24,0 м, 18,0 x 30,0 м. Высота спортивного зала при проектировании должна составлять не менее 6,0 м. При спортивных залах в существующих общеобразовательных организациях должны быть предусмотрены снарядные; раздевальные для мальчиков и девочек. Рекомендуется оборудовать при спортивных залах раздельные для мальчиков и девочек душевые, туалеты.

На каждом этаже должны быть предусмотрены туалеты, оборудованные кабинами с дверями. Количество санитарных приборов определяется из

расчета: 1 унитаз на 20 девочек, 1 умывальник на 30 девочек: 1 унитаз, 1 писсуар и 1 умывальник на 30 мальчиков.

Все строительные и отделочные материалы должны быть безвредны для здоровья детей.

4. МЕШАЮТ ЛИ УСТАНОВЛЕННЫЕ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАТЬ СОВРЕМЕННЫЕ ШКОЛЫ?

На протяжении долгого времени вопрос о проектировании новых школ был не востребован и даже не поднимался, но современный общемировой тренд добрался и до нас. Главная идея такого преображения: «Если интерьер комфортен, то человек стремиться проводить там как можно больше времени». И новое интересное пространство может стать инструментом для пробуждения интереса к учебе.

Нас впечатляют проекты зарубежных школ, наполненных большим количеством разнообразных нововведений: рельефный пол, веревочный трек, скалодром, горки и т.д. Способны ли наши архитекторы создавать такие проекты?

Способны, но такие заказы поступают крайне редко. Почему же?

Ответ прост, никто не хочет брать на себя ответственность за принятие столь кардинальных решений.

Криволинейные конструкции очень редко применяют в строительстве школ, хотя пожарные нормы допускают их использование. В данном примере, проблема заключается в высокой стоимости таких конструкций; не каждый готов вкладывать свои средства в такие идеи (Приложение №36)

Современное образовательное пространство не готово меняться, многие не готовы к таким переменам. Открытый бетон и коммуникации – грязно и не эстетично, личное пространство для учеников – трудно контролировать и т.д. Постоянно появляются новые отговорки, которые тормозят развитие школьной архитектуры и дизайна. (Приложение №37)

Все же существует несколько настоящих «нельзя». Например, нельзя помещать никакие учебные помещения – ни бассейн, ни лекторий – ниже уровня улицы, так как это может привести к затоплению.

Использование деревянных конструкций – безусловный запрет для школ. Но наука не стоит на месте и уже придумали негорючие древесно-композитные панели, которые помогут создать «легальный» и негорючий декор. Эти панели, изготовленные из гипсоволокна и отделаны деревянным щпоном толщиной 0,5 мм, который пропитан специальным раствором, позволяющий использовать данные конструкции при декорировании школьных помещений.

Стекло на потолке? Можно сделать зенитные фонари – например, над лестницами, особенно, если те находятся не по периметру, а в центре здания и нуждаются в освещении. Заодно такой фонарь становится главным узлом дымоудаления: в случае пожара он открывается, и дым вытягивается.

Наконец, о модной «зеленой» теме. В школе, как известно, нельзя ставить цветы на окнах. Но зато – можно делать вертикальное озеленение на стенах. Единственный минус – «зеленые» стены требуют постоянного обслуживания.

В любое пространство можно добавить разнообразия, если подойти четко и обоснованно.

5.СОСТАВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ОПРОСА

Опрос – это метод сбора первичной информации. Источником информации в данном случае служит словесное или письменное суждение человека.

Широкое использование данного метода объясняется его универсальностью, сравнительной легкостью применения и обработки данных. Говоря о методе опроса, имеют обычно в виду метод анкетирования, метод интервью и социометрический метод.

5.1. ПЕРВЫЙ ЭТАП

В первом этапе нашего исследования был использован метод анкетирования. Опросник состоял из 10 вопросов (9 – с одним возможным вариантом ответа и 1 открытый вопрос), составленных на основе анализа современных сооружений.

В опросе участвовало 400 человек: ученики школы, учителя и жители района. (Приложение №38,39) Анкетирование проходило на базе школы, все ответы были получены анонимно.

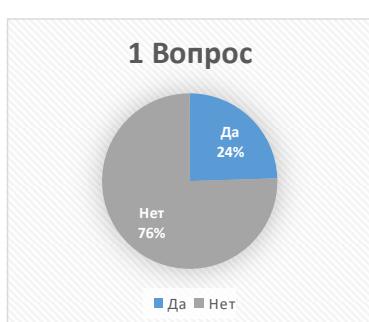
Анкета состояла из следующих вопросов:

1. Нравится ли Вам внешний вид корпуса №3 ГБОУ «Школа №2090»?;
2. Считаете ли Вы, что наша школа выглядит современно?;
3. Должна ли современная школа иметь индивидуальное архитектурное решение?;
4. Какая форма строений вас привлекает?;
5. Как Вы считаете, сколько этажей должно быть у «школы будущего»?;
6. Какие размеры окон должны быть у школы?;
7. Из скольких строений должна состоять современная школа?;
8. Из каких материалов должна быть построена школа?;

9. Должна ли современная школа соответствовать правилам энергоэффективности?;
10. Чем должна быть оборудована «школа будущего»?.

Анализ анкет:

1 ВОПРОС: «Нравится ли Вам внешний вид корпуса №3 ГБОУ «Школа №2090»?» (один возможный вариант ответа)



Варианты ответов:

- Да;
- Нет;

Ответ «Да» дали 98 человек, что составляет 24% от всех опрошенных.

Ответ «Нет» дали 302 человека, что составляет 76% от всех опрошенных.

2 ВОПРОС: «Считаете ли Вы, что наша школа выглядит современно?» (один возможный вариант ответа)



Варианты ответов:

- Да;
- Нет;

Ответ «Да» дали 53 человек, что составляет 13% от всех опрошенных.

Ответ «Нет» дали 347 человека, что составляет 87% от всех опрошенных.

На основе ответов на первые два вопроса, можно сделать вывод о рентабельности данного проекта. Так как большая часть опрошенных недовольна внешним видом корпуса №3 ГБОУ «Школы №2090» и не считает внешний вид данного сооружения современным.

3 ВОПРОС: «Должна ли современная школа иметь индивидуальное архитектурное решение?» (один возможный вариант ответа)



Варианты ответов:

- Да;
- Нет;

Ответ «Да» дали 385 человек, что составляет 94% от всех опрошенных.

Ответ «Нет» дали 15 человек, что составляет 6% от всех опрошенных.

4 ВОПРОС: «Какая форма строений вас привлекает?» (один возможный вариант ответа)

Варианты ответов:

- Прямоугольная;
- Округлая;
- Необычная (неправильная форма);
- Многоугольная;



Ответ «Прямоугольная» дали 63 человека - 16% от опрошенных, «Округлая» - 107 человек - 27%, «Необычная» - 204 человека - 51%, «Многоугольная» - 26 человек – 6 %.

На основе ответов на 4 вопрос можно сделать вывод, что опрошенной группе людей больше всего нравятся здания необычной и округлой формы, на это и будет сделан упор.

5 ВОПРОС: «Как Вы считаете, сколько этажей должно быть у «школы будущего»?» (один возможный вариант ответа)

Варианты ответов:

- 1-2 этажа;
- 3-4 этажа;
- 5-6 этажей;
- 7-10 этажей.



Ответ «1-2 этажа» дали 38 человек - 9 % от опрошенных, «3-4 этажа» дали 213 человек - 53%, «5-6 этажей» дали 115 человек - 29%, «7-10 этажей» дали 34 человек - 9%.

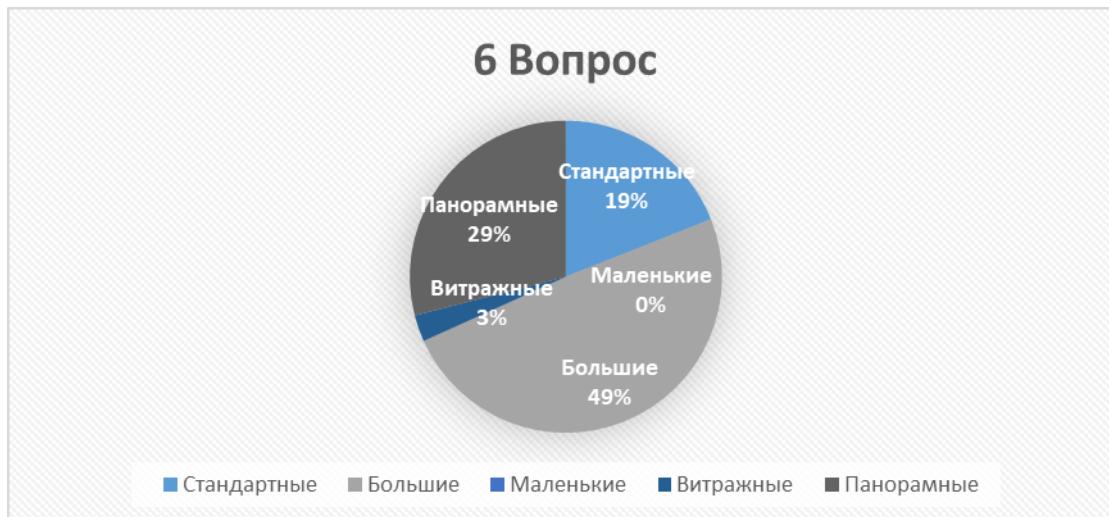
Мнения опрошенных совпали с требования СанПиН и будущее здание должно состоять из 3-4 этажей.

6 ВОПРОС: «Какие размеры окон должны быть у школы?» (один возможный вариант ответа).

Варианты ответов:

- Стандартные;
- Большие;
- Маленькие;

- Витражные;
- Панорамные.



Ответ «Стандартные» дали 76 человек - 19% от опрошенных, «Большие» дали 197 человек - 49 %, «Маленькие» дали 0 человек - 0%, «Витражные» дали 11 человек - 3%, «Панорамные» дали 116 человек - 29%.

Опрошенная группа людей предпочитает большие и панорамные окна. В своем проекте мы попробуем совместить эти два вида окон, сделав с фасадной стороны большие окна, а во внутренний двор будут выходить панорамные окна.

7 ВОПРОС: «Из скольких строений должна состоять современная школа?»
 (один возможный вариант ответа)

Варианты ответов:

- 1 строение;
- 2 строения;
- 3-4 строения;
- Более 5 строений.



Ответ «1 строение» дали 92 человек -23 % от опрошенных, «2 строения» дали 104 человек - 26%, «3-4 строения» дали 113 человек - 28%, «Более 5 строений» дали 91 человек - 23%.

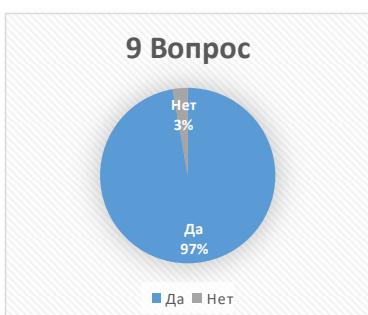
Мнения фокус группы разделились примерно поровну. Для своего проекта мы возьмем среднее количество строений.

8 ВОПРОС: «Из каких материалов должна быть построена школа?» (один возможный вариант ответа).

Варианты ответов:

- метал;
- стекло;
- напечатана на 3Д принтере;
- железобетонная конструкция;
- собрана из СИП панелей.

На данный вопрос фокус группа ответила практически однозначно – железобетонная конструкция, но некоторые ученики школы предпочли напечатать все на 3Д принтере.



9 ВОПРОС: «Должна ли современная школа соответствовать правилам энергоэффективности?» (один возможный вариант ответа).

Варианты ответов:

- Да;

- Нет;

Ответ «Да» дали 389 человек, что составляет 97% от всех опрошенных.

Ответ «Нет» дали 11 человека, что составляет 3% от всех опрошенных.

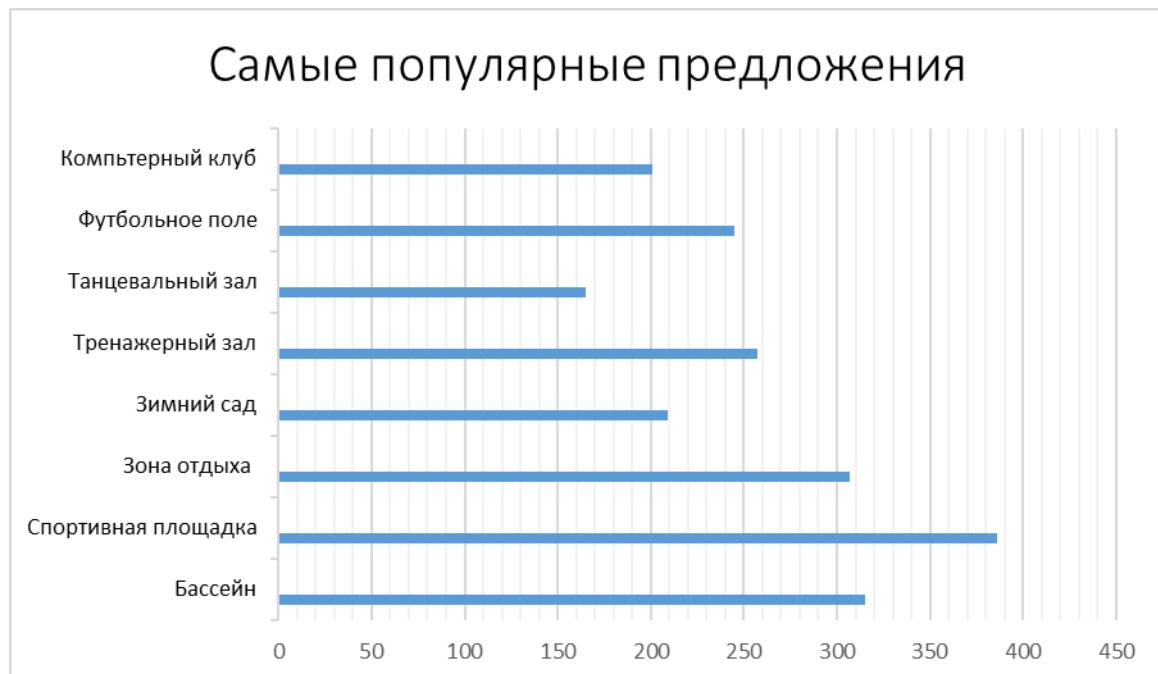
В современном мире вопрос энергоэффективности стоит очень глобально и в своем проекте мы предлагаем использовать солнечные батареи, которые помогут сделать школу немного автономнее.

10 ВОПРОС: «Чем должна быть оборудована «школа будущего»?»
(открытый вопрос).

Какие варианты ответов мы получили:

- Пруд;
- Бассейн;
- Фонтан;
- Фудкорт;
- Детская площадка;
- Спортивные площадки;
- Футбольное поле;
- Волейбольная площадка;
- Парковая зона;
- Вертолетная площадка;
- Тренажерный зал;
- Танцевальный зал;
- Место для занятий экстремальными видами спорта;
- Обсерватория;
- Тир;
- Плац;
- Зоны отдыха;
- Компьютерный клуб;
- Инженерная лаборатория;

- Танцевальная площадка;
- Летняя сцена;
- Скалодром;
- Лифт;
- Аэро труба;
- Спальни;
- Батуты;
- Внутренний дворик и другие, менее популярные, предложения.



В итоговом проекте мы постарались учесть все предложения и создать комфортную среду для современного школьника.

5.2. ВТОРОЙ ЭТАП

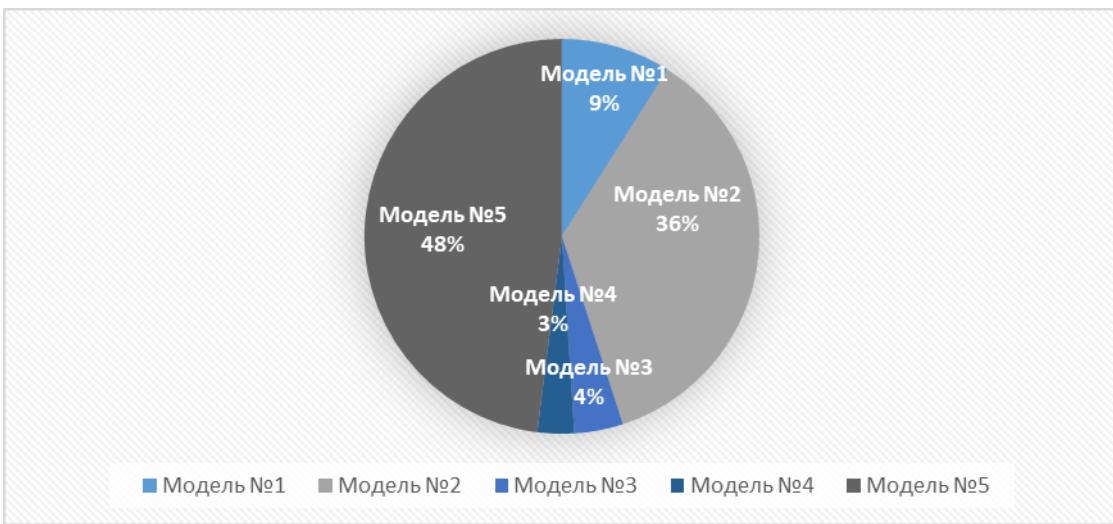
После анализа полученных данных, в программе ArchiCAD, было создано 5 моделей здания будущей школы, удовлетворяющих проведенному опросу.

Все модели были продемонстрированы фокус группе – ученикам школы, в опросе участвовало 200 человек. Анкета состояла только из одного вопроса, ученикам необходимо было выбрать понравившуюся модель и отметить её галочкой. Анкетирование проходило на базе школы, все ответы были получены анонимно.

Демонстрация 3D-моделей проходила в компьютерном классе, в течение одной учебной недели. В результате проведения опроса, были получены следующие результаты:

- За первую модель (Приложение №41) проголосовали 18 учащихся, что составляет – 9% от общей численности учеников принявших участие во втором этапе опроса;
- За вторую модель (Приложение №43) проголосовали 72 ученика, что составляет – 36% от общей численности учеников принявших участие во втором этапе опроса;
- За третью модель (Приложение №45) проголосовали 8 учащихся, что составляет – 4% от общей численности учеников принявших участие во втором этапе опроса;
- За четвёртую модель (Приложение №47) проголосовали 3% учащихся, а это только 6 человек;
- За пятую модель (Приложение №49) проголосовали 96 учеников, что составляет – 36% от общей численности учащихся принявших участие во втором этапе опроса.

На основе полученных данных можно построить круговую диаграмму, которая наглядно покажет предпочтения школьников:



По диаграмме видно, что за модель №5 было отдано самое большое количество голосов, так же ребятам понравилась модель №2.

5.2.1. МОДЕЛЬ №1

Здание восьмиобразной формы в плане с габаритными размерами в осях 18x36м. Высота этажей от пола до потолка – 3.3м.

На 1 этаже расположены холл, гардероб, учебные кабинеты и зоны отдыха. На 2 этаже расположены учебные кабинеты, столовая. На 3 этаже расположены учебные кабинеты, лаборатории, актовый зал. На 4 этаже расположены учебные кабинеты, зоны отдыха, выход на террасу.

Сообщение между этажами осуществляется по лестничной клетке и двум пассажирским лифтам. Выход на кровлю осуществляется с лестничной клетки.

Пути эвакуации выполнены в соответствие с существующими нормативными требованиями.

Отделка фасада 1-3 этажей выполнена из облицовочного кирпича, 4 этаж выполнен из стеклянных панелей.

Конструктивную схему здания принимаем – рамно-связевой каркас, состоящий из монолитных ж/б колонн сечением 0,4x0,4м., монолитных ж/б балок сечением 0,4x0,4м., монолитное ж/б перекрытие толщиной 0,2м. Совместная работа фундаментной плиты, ж/б колонн, и ж/б балок перекрытия обеспечивает пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость

здания. Ж/б колонны располагаем на пересечении осей. Ограждающие конструкции принимаем из газобетона, внешние толщиной 0,4м, внутренние – 0,2м. В кабинетах устанавливаем стандартные двухкамерные металлопластиковые окна.(Приложение №40,41)

5.2.2. МОДЕЛЬ №2

Здание Г-образной формы в плане с габаритными размерами в осях 18x64м. Высота этажей от пола до пола – 3.3м.

На 1 этаже расположены холл, гардероб, учебные кабинеты и зоны отдыха. На 2 этаже расположены учебные кабинеты, столовая. На 3 этаже расположены учебные кабинеты, лаборатории, актовый зал. На 4 этаже расположены учебные кабинеты, зоны отдыха, выход на террасу.

Сообщение между этажами осуществляется по лестничной клетке и двум пассажирским лифтам Выход на кровлю осуществляется с лестничной клетки.

Пути эвакуации выполнены в соответствие с существующими нормативными требованиями.

Отделка фасада выполнена из стеклянных панелей. Торцевые стены наклонной формы. Кровля волнообразная из стеклянных панелей.

Конструктивную схему здания принимаем – рамно-связевой каркас, состоящий из монолитных ж/б колонн сечением 0,4x0,4м., монолитных ж/б балок сечением 0,4x0,4м., монолитное ж/б перекрытие толщиной 0,2м. Совместная работа фундаментной плиты, ж/б колонн, и ж/б балок перекрытия обеспечивает пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость здания. Ж/б колонны располагаем на пересечении осей. (Приложение №42,43)

5.2.3. МОДЕЛЬ №3

Здание овальной формы в плане с габаритными размерами в осях 18x36м. Высота этажей от пола до пола – 3.3м.

На 1 этаже расположены холл, гардероб, учебные кабинеты и зоны отдыха. На 2 этаже расположены учебные кабинеты, столовая. На 3 этаже

расположены учебные кабинеты, лаборатории, актовый зал. На 4 этаже расположены учебные кабинеты, зоны отдыха, выход на террасу.

Сообщение между этажами осуществляется по лестничной клетке и двум пассажирским лифтам Выход на кровлю осуществляется с лестничной клетки.

Пути эвакуации выполнены в соответствие с существующими нормативными требованиями.

Отделка фасада 1-3 этажей выполнена из облицовочного кирпича, 4 этаж выполнен из стеклянных панелей.

Конструктивную схему здания принимаем – рамно-связевой каркас, состоящий из монолитных ж/б колонн сечением 0,4x0,4м. Совместная работа фундаментной плиты, ж/б колонн, и ж/б балок перекрытия обеспечивает пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость здания. Ж/б колонны располагаем на пересечении осей. (Приложение №44,45)

5.2.4. МОДЕЛЬ №4

Здание в виде четырехугольной пирамиды прямоугольной формы в плане с габаритными размерами в осях 18x36м. Высота этажей от пола до пола – 3.3м.

На 1 этаже расположены холл, гардероб, учебные кабинеты и зоны отдыха. На 2 этаже расположены учебные кабинеты, столовая. На 3 этаже расположены учебные кабинеты, лаборатории, актовый зал. На 4 этаже расположены учебные кабинеты, зоны отдыха, выход на террасу.

Сообщение между этажами осуществляется по лестничной клетке и двум пассажирским лифтам Выход на кровлю осуществляется с лестничной клетки.

Пути эвакуации выполнены в соответствие с существующими нормативными требованиями.

Отделка фасада выполнена из стеклянных панелей. (Приложение №46,47)

5.2.5. МОДЕЛЬ №5

Здание подковообразной формы в плане с габаритными размерами в осях 60x66 м. Высота этажей от пола до пола: - 3,2 м.

На 1 этаже расположены холл, гардероб, учебные кабинеты и зоны отдыха. На 2 этаже расположены учебные кабинеты, столовая. На 3 этаже расположены учебные кабинеты, лаборатории, актовый зал. На 4 этаже расположены учебные кабинеты, зоны отдыха, выход на террасу.

Сообщение между этажами осуществляется по лестничной клетке и двум пассажирским лифтам Выход на кровлю осуществляется с лестничной клетки.

Пути эвакуации выполнены в соответствие с существующими нормативными требованиями. (Приложение №48,49)

6.ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО ЗДАНИЯ

Проектируемое здание школы секционного типа представляет собой 4 этажное здание основного учебного корпуса и 2 2-х этажных здания физкультурно-оздоровительного комплекса. Здание подковообразной формы в плане с габаритными размерами в осях 60x66 м. Высота этажей от пола до пола: - 3,2 м. Высота (архитектурная высота здания) от отметки земли до парапета плоской кровли - 13,6 м. Высота здания (пожарно-техническая) - 13 м.

На 1 этаже расположены холл, гардероб, учебные кабинеты и зоны отдыха. На 2 этаже расположены учебные кабинеты, столовая. На 3 этаже расположены учебные кабинеты, лаборатории, актовый зал. На 4 этаже расположены учебные кабинеты, зоны отдыха, выход на террасу.

Сообщение между этажами осуществляется по лестничной клетке и двум пассажирским лифтам Выход на кровлю осуществляется с лестничной клетки.

Пути эвакуации выполнены в соответствие с существующими нормативными требованиями.

Проектирование здания современной школы выполняем в несколько этапов.

Определяем габаритные размеры участка строительства. Участок строительства располагается по адресу г. Москва, 1-я Новокузьминская ул., д. 21. Габаритные размеры участка строительства 110x85м. (Приложение №52)

После определения габаритов участка застройки приступаем к разработке проекта.

Согласно архитектурным эскизам назначаем основные оси здания. Здание неправильной формы в плане, поэтому проектируемое здание будет состоять из 3 блок-секций. Исходя из соображения облегчения работы себе и строителям, принимаем шаг осей 6х6м. (Основные оси здания, Приложение №53).

После согласования всех осей, выполняем опалубочный чертеж фундамента здания. Исходя из строения грунтов и непосредственной близости тоннеля метро, фундамент здания принимаем плитный, мелкого заложения. (Фундаментная плита здания, Приложение №54).

Приступаем к расположению несущих и ограждающих конструкций первого этажа. Конструктивную схему здания принимаем – рамно-связевой каркас, состоящий из монолитных ж/б колонн сечением $0,4 \times 0,4$ м., монолитных ж/б балок сечением $0,4 \times 0,4$ м., монолитное ж/б перекрытие толщиной 0,2 м. Совместная работа фундаментной плиты, ж/б колонн, и ж/б балок перекрытия обеспечивает пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость здания. Ж/б колонны располагаем на пересечении осей. Ограждающие конструкции принимаем из газобетона, внешние толщиной 0,4 м, внутренние – 0,2 м. В кабинетах устанавливаем стандартные двухкамерные металлопластиковые окна, стену выходящую во внутренний двор, стеклим большими витражными окнами (Приложение 55, 56).

Схема расположения несущих и ограждающих конструкций 2-го этажа отличается от расположения ограждающих конструкций 1-го этажа. 1 блок-секция, вдоль цифровых осей меньше на 6 м., вдоль буквенных осей – на 3 м. За счет этого мы получаем небольшое открытые пространство (террасу). На террасе организовываем небольшие зоны отдыха и озеленяем ее. 2 блок-секция остается практически неизменной. В 3 блок-секции появляются консольные участки, которые выступают за габариты ограждающих конструкций 1-го этажа, вдоль цифровых осей – больше на 6 м., вдоль буквенных – на 3 м., (Приложение № 57, 58).

Конструктивная схема 3-го этажа также меняет свою конструктивную схему. В 3 блок-секции для устройства актового зала необходимо запроектировать отверстие в плите перекрытия в осях, а участок в осях разрабатывается под углом 13° к горизонтальной плоскости (Приложение №59, 60)

Конструктивная схема 4-го этажа полностью зеркальна конструктивной схеме 1-го этажа (Приложение №61, 62).

После завершения проектирования архитектурной части здания, приступаем к разработке схеме планировочной организации земельного участка. Площадь нашего участка = 9350 м², площадь застройки = 3970м². При благоустройстве территории школы мы решили установить во внутреннем дворе школы фонтан, с рядом с 1-й блок-секцией будут располагаться открытые спортивные площадки, возле 3-й блок-секции будет располагаться небольшой сад с вечнозелеными и сезонными растениями. По бокам от главного входа располагаются беседки и лавочки (Приложение №63).

На основе чертежей перерабатываем 3д модель здания (Приложение №64, 65).

7.3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Школа — это мастерская, где формируется мысль подрастающего поколения, надо крепко держать ее в руках, если не хочешь выпустить из рук будущее.

От того, какой станет современная школа, зависит не только будущее всех участников образовательного процесса, но и будущее России.

Во время осуществления данного проекта, был проведен анализ современных образовательных сооружений, самые яркие примеры представлены в работе. На основе проанализированных источников мы составили опрос и провели анкетирование. Данных опрос показал заинтересованность людей в данном проекте, и в вообще в преобразовании образовательного пространства.

Благодаря проведенным исследованием мы смогли создать чертеж и макет «школы будущего».

На протяжении долгого времени вопрос о проектировании новых школ был не востребован и даже не поднимался, но современный общемировой тренд добрался и до нас. Главная идея такого преображения: «Если интерьер комфортен, то человек стремиться проводить там как можно больше времени». И новое интересное пространство может стать инструментом для пробуждения интереса к учебе.

В любое пространство можно добавить разнообразия, если подойти четко и обоснованно. Будущее начинается прямо сейчас.

В дальнейшем планируется развитие и расширение данного проекта, разработка и создание внутреннего дизайна школьных помещений, а также детальная разработка оформления школьного двора.

8.СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архитектура. Краткий курс построения частей здания В. Г. Залесский 1904 г Архитектурная физика Лицкевич В., Макриненко Л., Мигалина И. и др. Архитектурные конструкции Казбек-Казиев З., Беспалов В., Дыховичный Ю. и др.
2. Города будущего Рагон М 1969 г.
3. История архитектуры. Том I Герасимов Ю., Годлевский Н., Зубова М.
4. Как это построено Дэвид Малкони бъемно-пространственная композиция Степанов А., Мальгин В., Иванова Г. и др.
5. Проектирование и строительство: Дом, квартира, сад. Иллюстрированный справочник для заказчика и проектировщика Нойферт П., Нефф Л.
6. СП 251.1325800.2016 Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования (с Изменениями N 1, 2)
7. СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях""
8. СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия", Минрегион России, М., 2011- 80c.
9. СП 63.13330.2012 "Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения", Минрегион России, М., 2011- 156с.
10. Изменение №1 к СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия", ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко , М., 2014- 4 с.
11. https://archi.ru/archiru/foreign/guide/agency/eng/object_current.html?id=7120
12. <https://newtonew.com/school/kakoy-dolzhna-byt-sovremennoy-shkola>
13. https://stroi.mos.ru/builder_science/umnaia-arkhitiektura-shkol-nykh-zdanii-arkhitiektura-iunosti-i-dietstva
14. <https://archspeech.com/article/cherez-ne-mogu-meshayut-li-rossiyskie-normy-proektirovat-sovremennoye-shkoly>
15. <https://losko.ru/modern-schools/>
16. <https://www.the-village.ru/village/city/interior/278768-shkola-548>

17. <https://www.the-village.ru/village/children/children-guide/309533-detskie-prostranstva>
18. <https://www.the-village.ru/village/children/children-experience/281362-luchshaya-shkola?from=readmore>
19. <https://www.graphisoft.ru/archicad/>
20. <https://r.autocad-specialist.ru/archicad-landscape>
21. <https://programmydlyacompa.ru/kak-rabotat-v-archicad-programmy/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1



Гимназия при МГУ

Приложение №2



Школа-офис в Аризоне

Приложение №3



Школа Walden Dos, находится на северо-западе Мехико

Приложение №4



Внутреннее убранство школы Walden Dos

Приложение №5



Школа The Ecole Jean-Moulin

Приложение №6



Внутренний двор The Ecole Jean-Moulin

Приложение №7



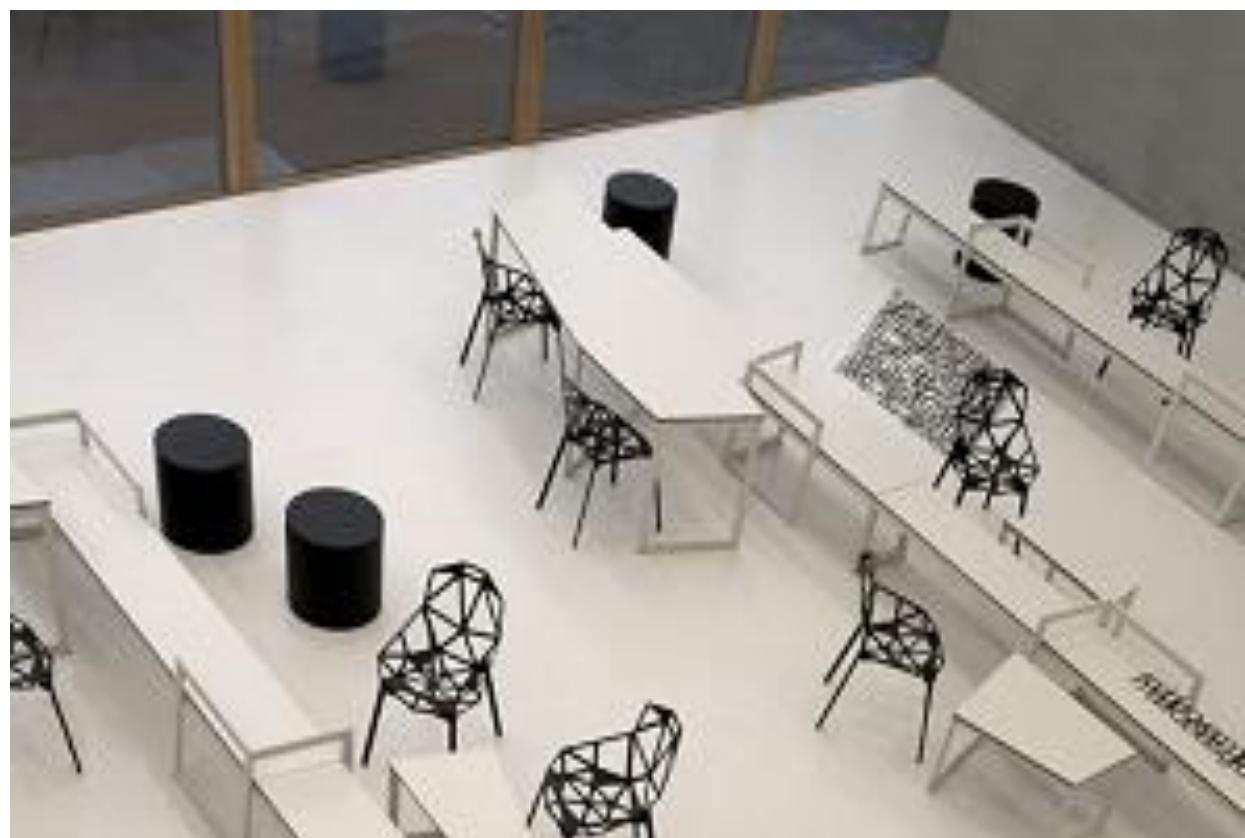
Внутреннее убранство школы Hessenwald

Приложение №8



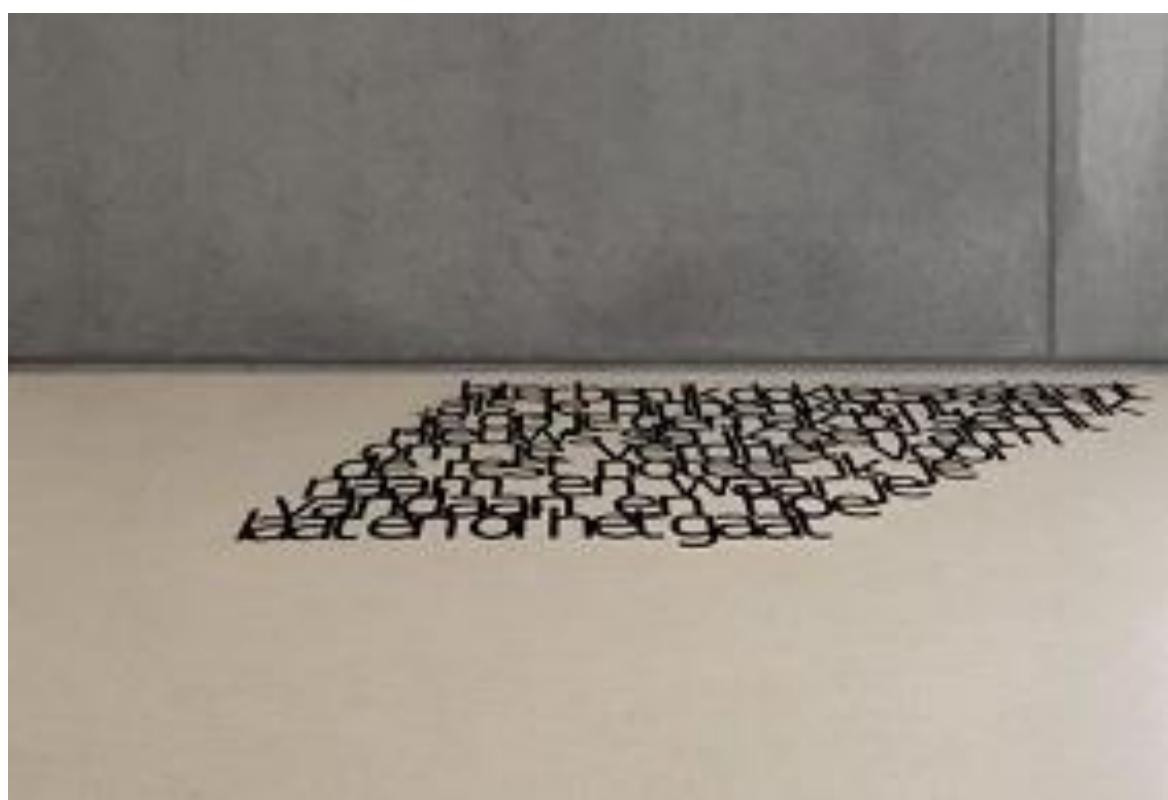
Парты кляксы в школе Hessenwald

Приложение №9



Необычные парты школы Panta Rhei

Приложение №10



Необычное оформление школы Panta Rhei

Приложение №11



Учебное здание детского сада в Коросале

Приложение №12



Детский сад в Эль-Чапарраль

Приложение №13



Средняя школа для девочек Burntwood в Лондоне

Приложение №14



Начальная школа Эриха Кестнера в Лейпциге

Приложение №15



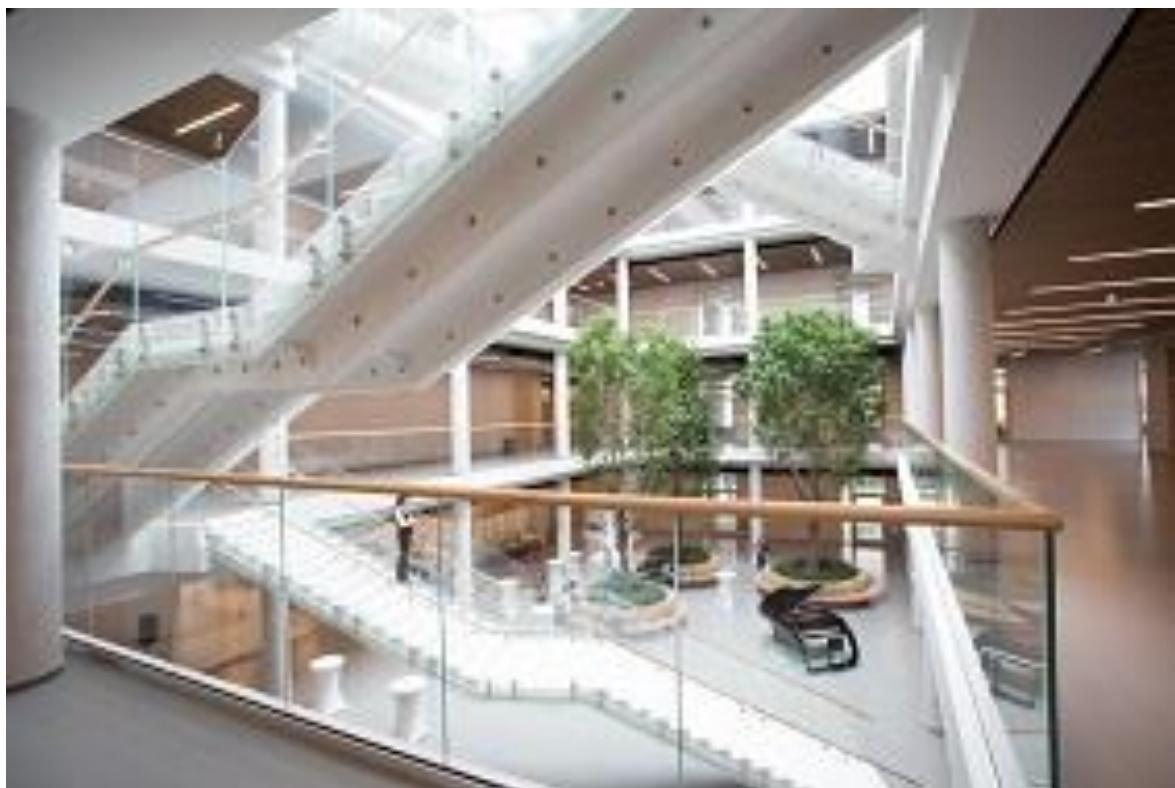
Внутреннее убранство школы Эриха Кестнера

Приложение №16



«Хорошевская гимназия», город Москва

Приложение №17



«Хорошевская гимназия», центральный атриум

Приложение №18



«Хорошевская гимназия», светлые коридоры

Приложение №19



Exupery International School, коридоры комплекса

Приложение №20



Exupery International School, внутренний двор

Приложение №21



Exupery International School, фасад

Приложение №22



Exupery International School, фасад

Приложение №23



Инженерный корпус школы № 548, фасад

Приложение №24



Инженерный корпус школы № 548, один из атриумов

Приложение №25



Инженерный корпус школы № 548, атриум младшей школы

Приложение №26



Инженерный корпус школы № 548 (образовательный центр «Царицыно»)

Приложение №27



Детский сад «Школы сотрудничества», город Москва

Приложение №28



Детский сад «Школы сотрудничества», внутренний двор

Приложение №29



Детский сад «Школы сотрудничества», использование дополнительной среды

Приложение №30



Детский центр «Малка», вертикальный шкаф-антресоли

Приложение №31



Архитектурная концепция «Умной школы», Иркутск

Приложение №32



Один из атриумов «Хорошколы», Москва

Приложение №33



Атриум в инженерном корпусе школы № 548, Москва

Приложение №34



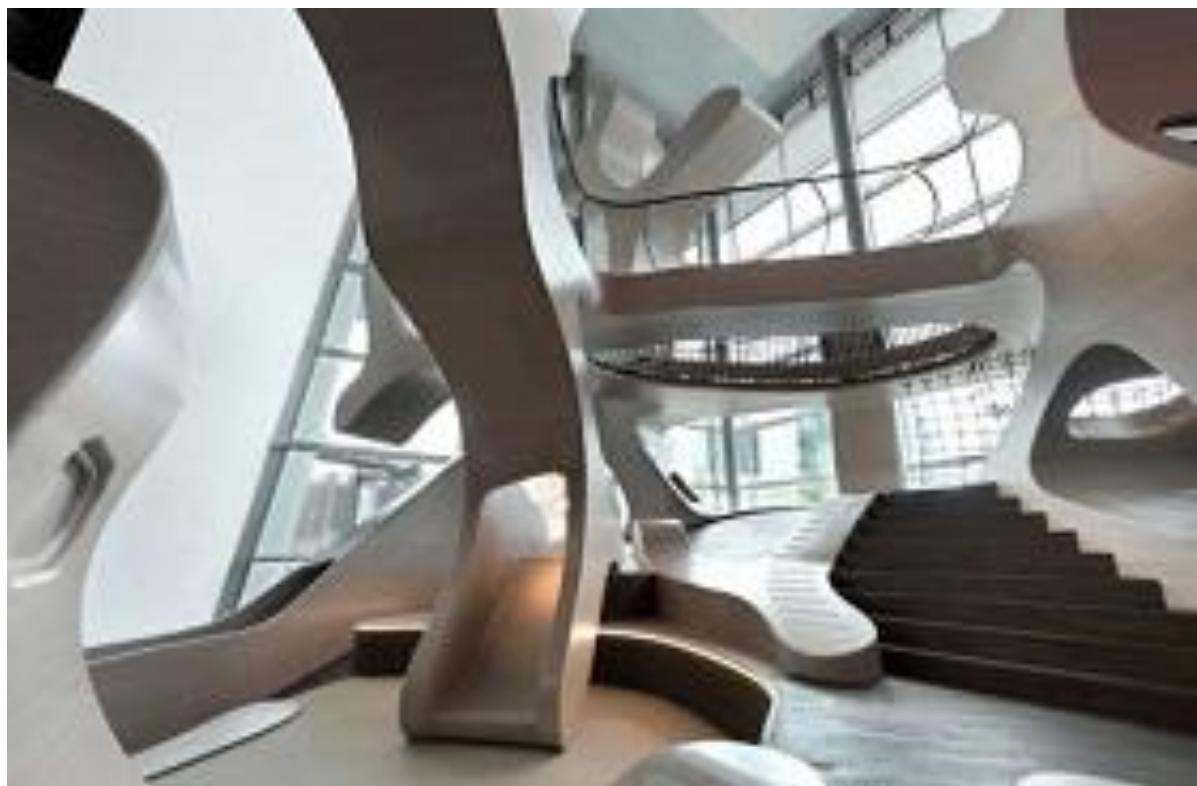
Креативное оформление общественного пространства в начальной школе Св. Марии, Мельбурн

Приложение №35



Актовый зал в московской «Новой школе»

Приложение №36

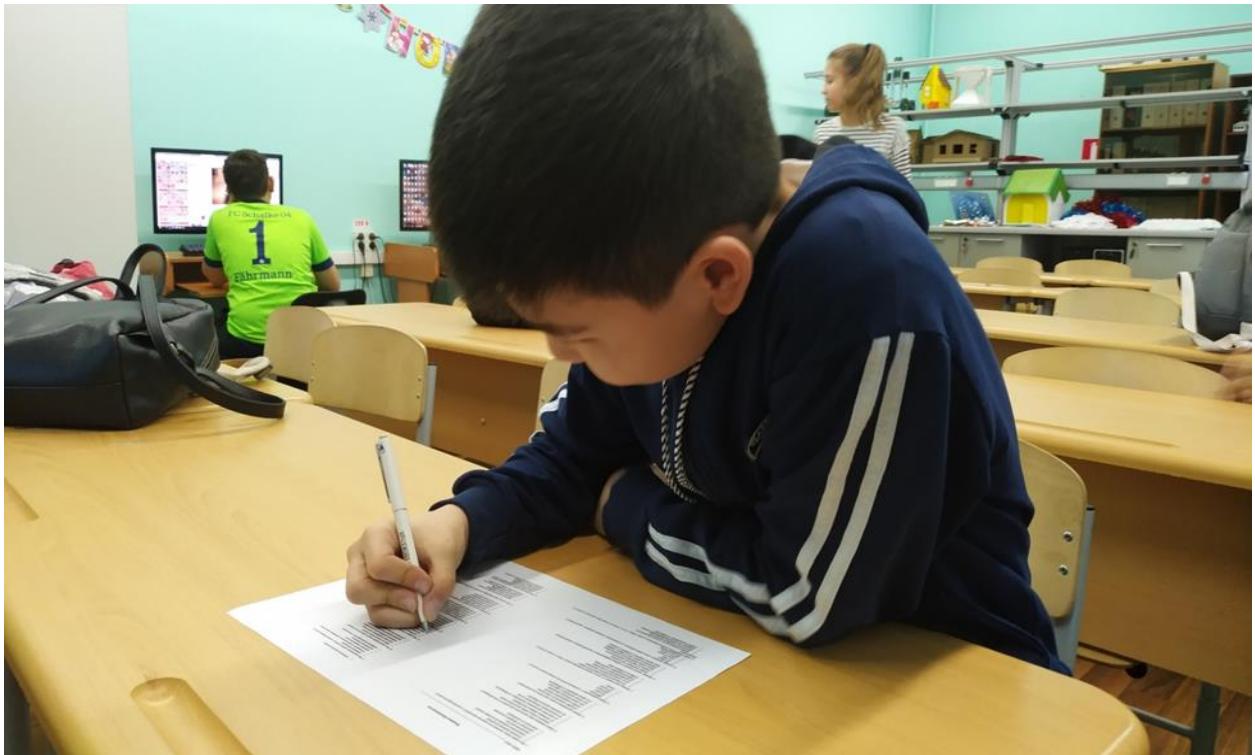


Криволинейные конструкции

Приложение №37

Можно, но не нужно

Приложение №38



Опрос школьников

Приложение №39



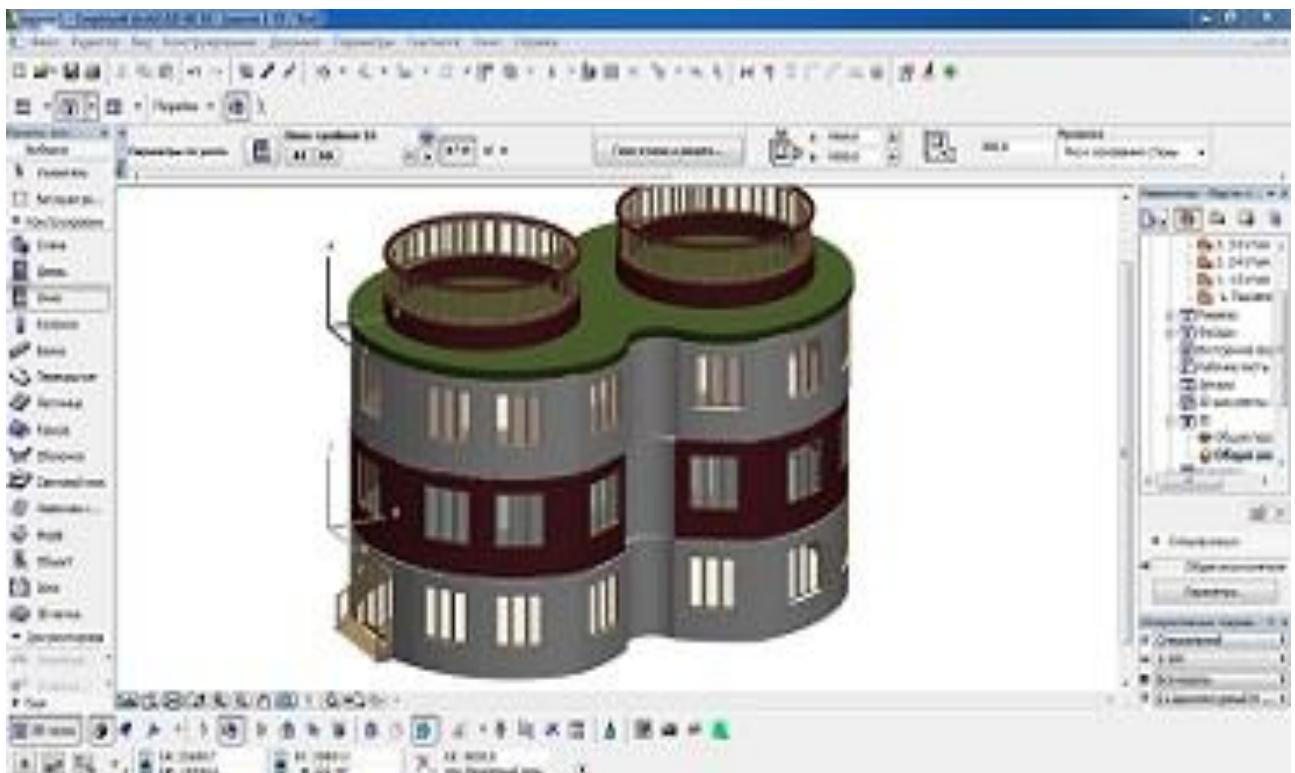
Опрос

Приложение №40



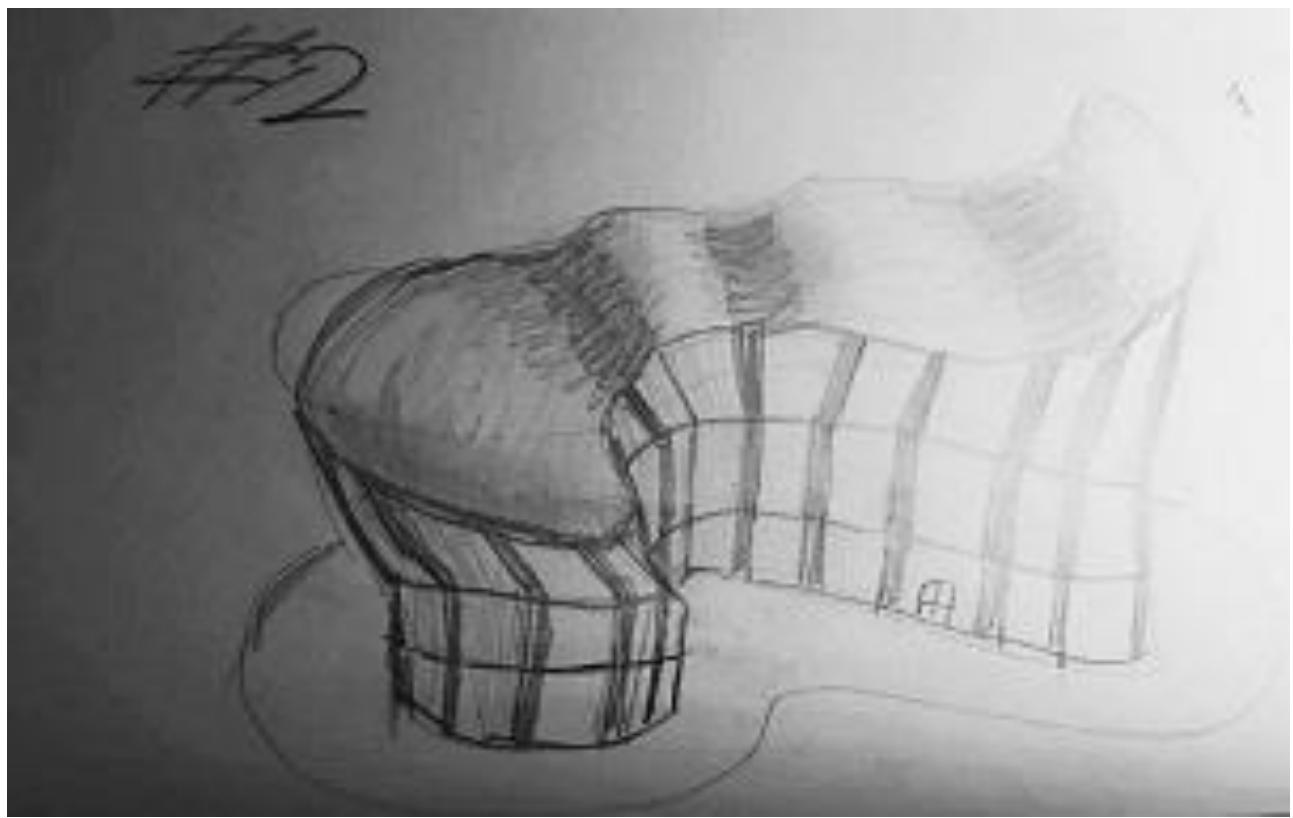
Эскиз модели №1

Приложение №41



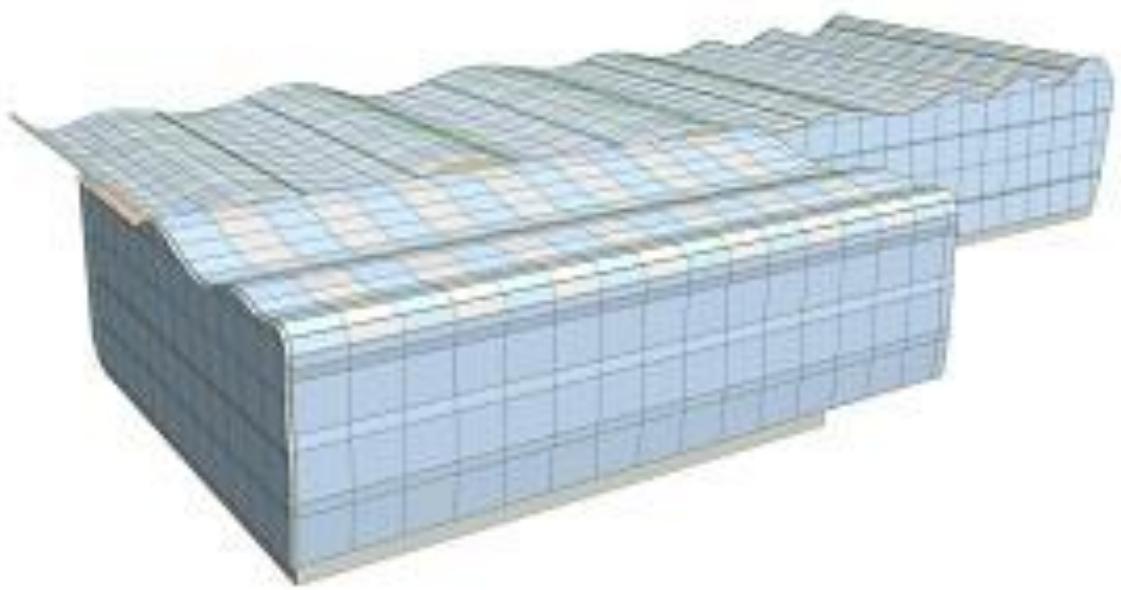
Модель №1

Приложение №42



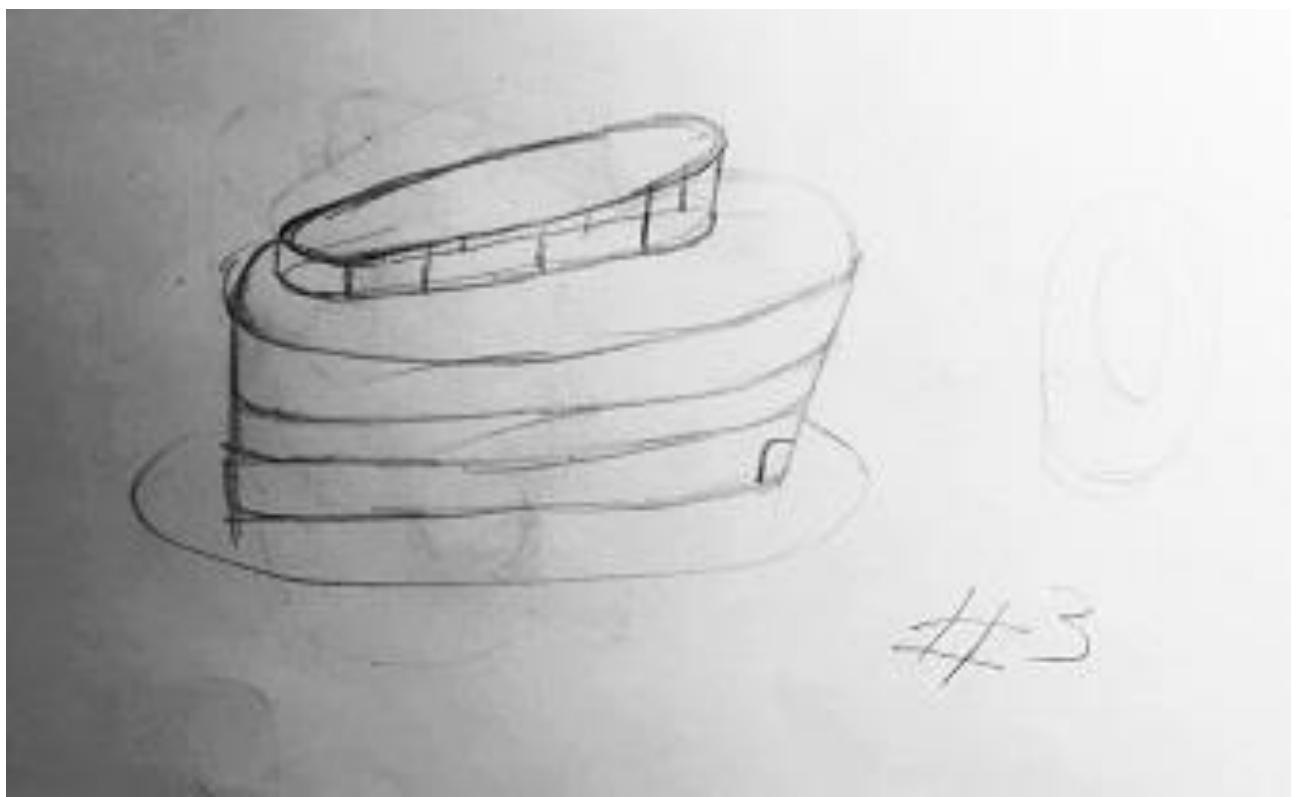
Эскиз модели №2

Приложение №43



Модель №2

Приложение №44



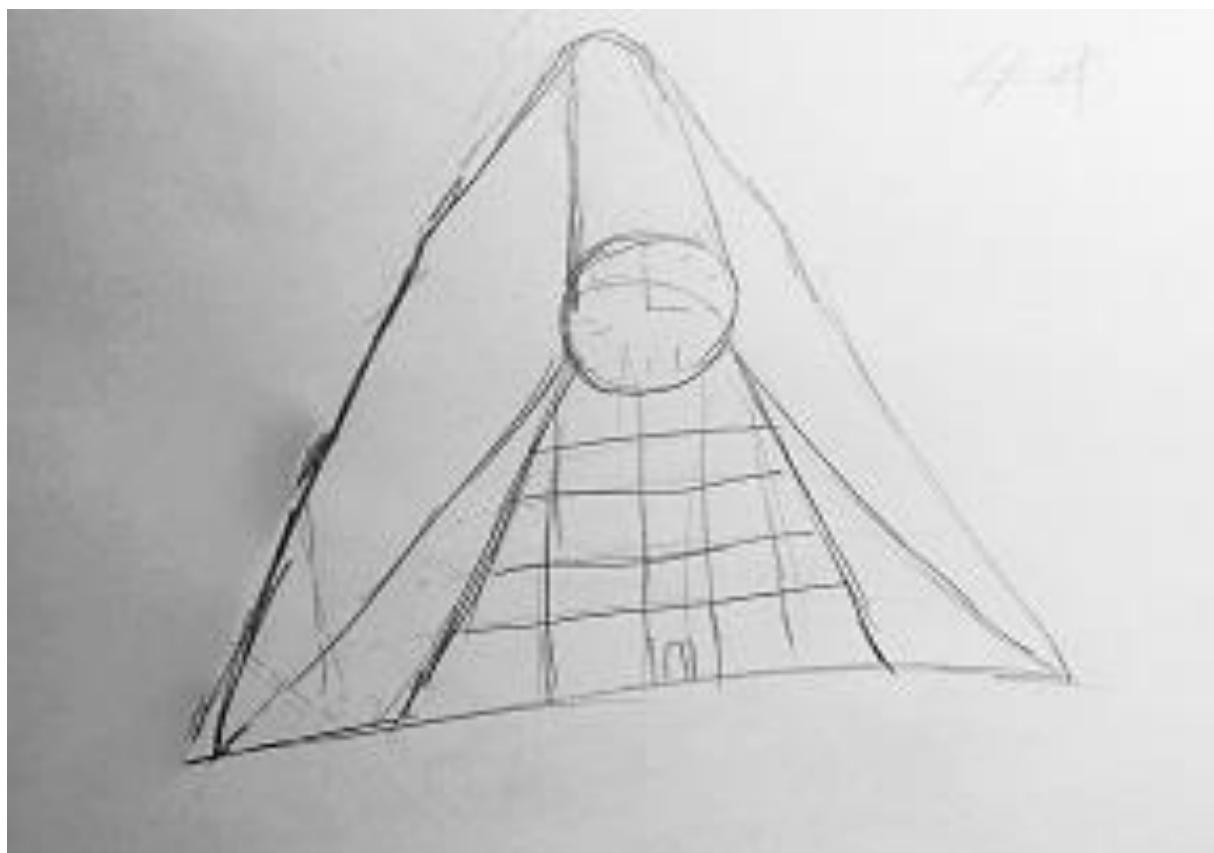
Эскиз модели №3

Приложение №45



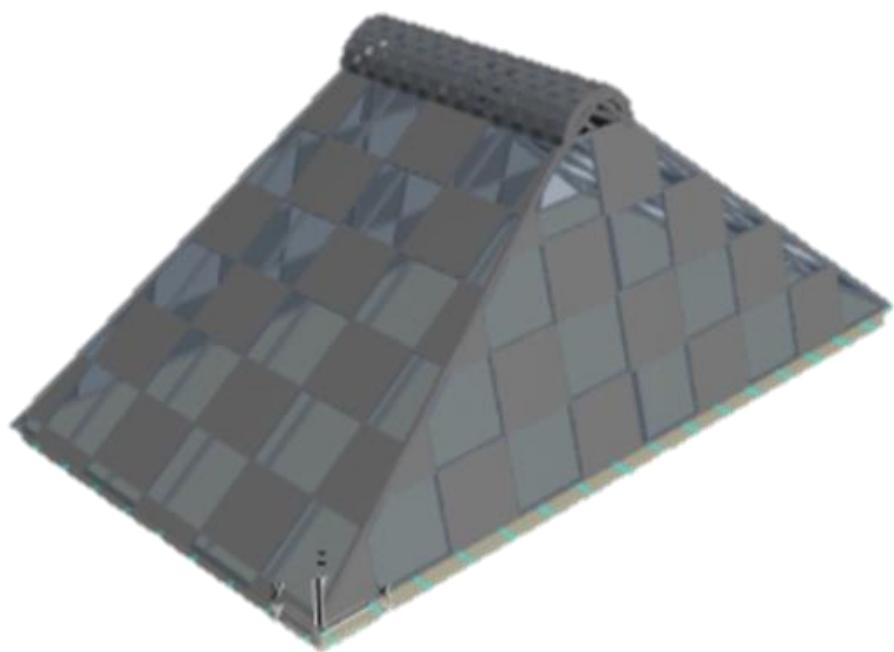
Модель №3

Приложение №46



Эскиз модели №4

Приложение №47



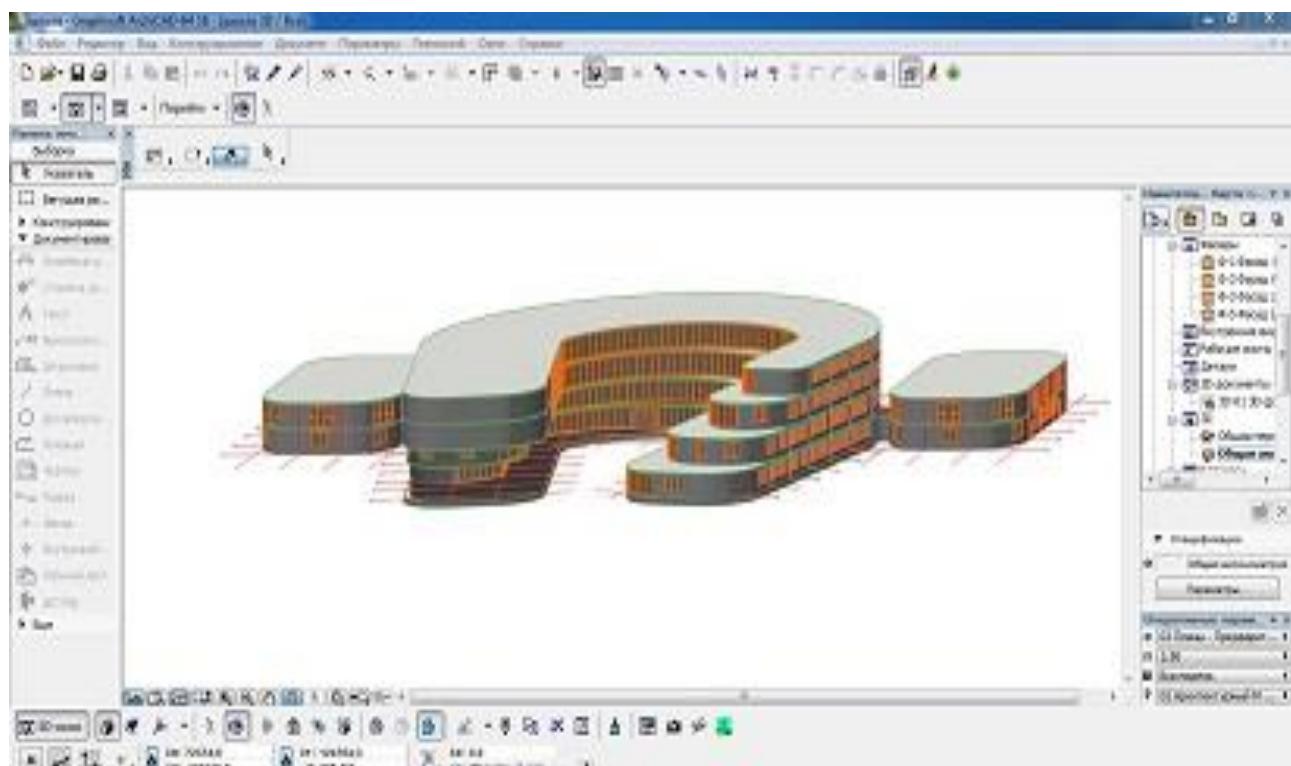
Модель №4

Приложение №48



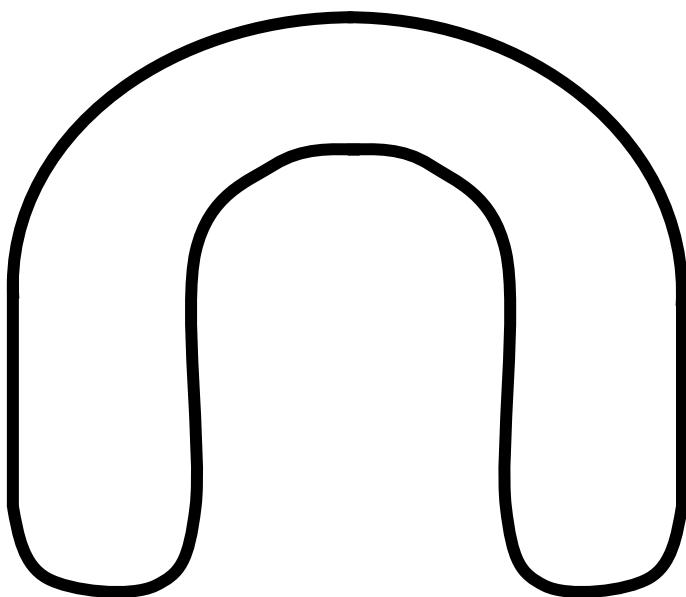
Эскиз модели №5

Приложение №49



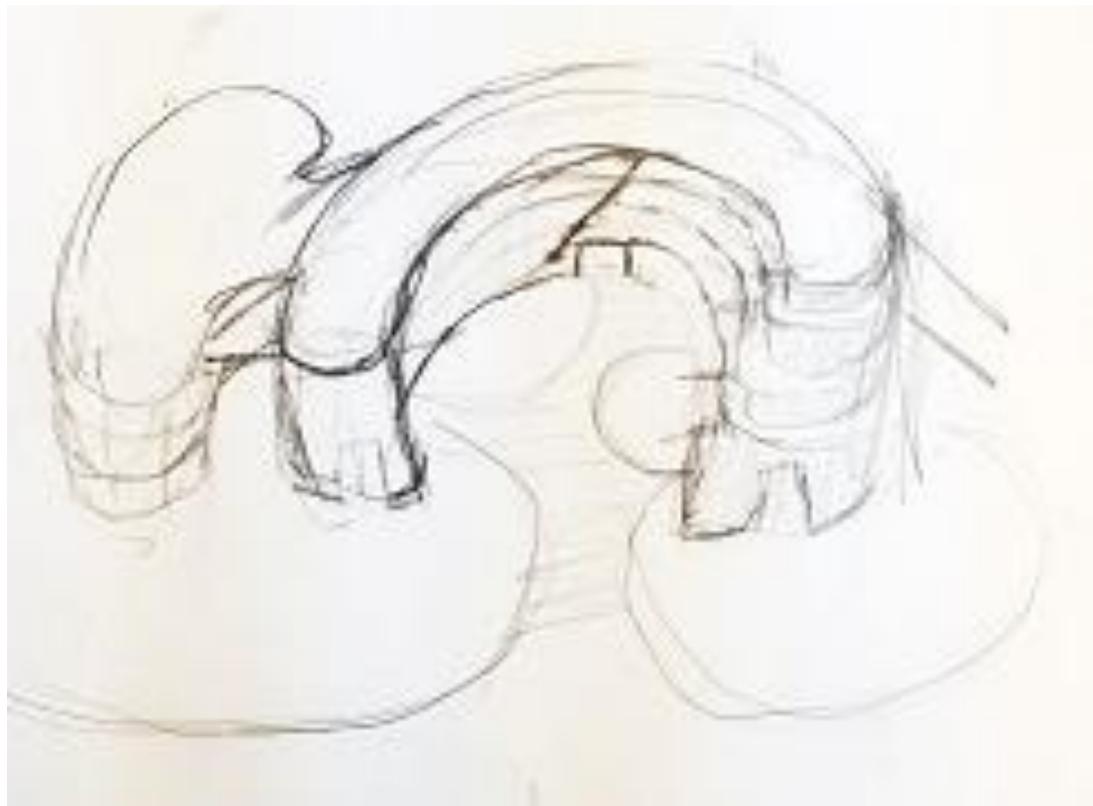
Модель №5

Приложение №50



Форма основного здания

Приложение №51



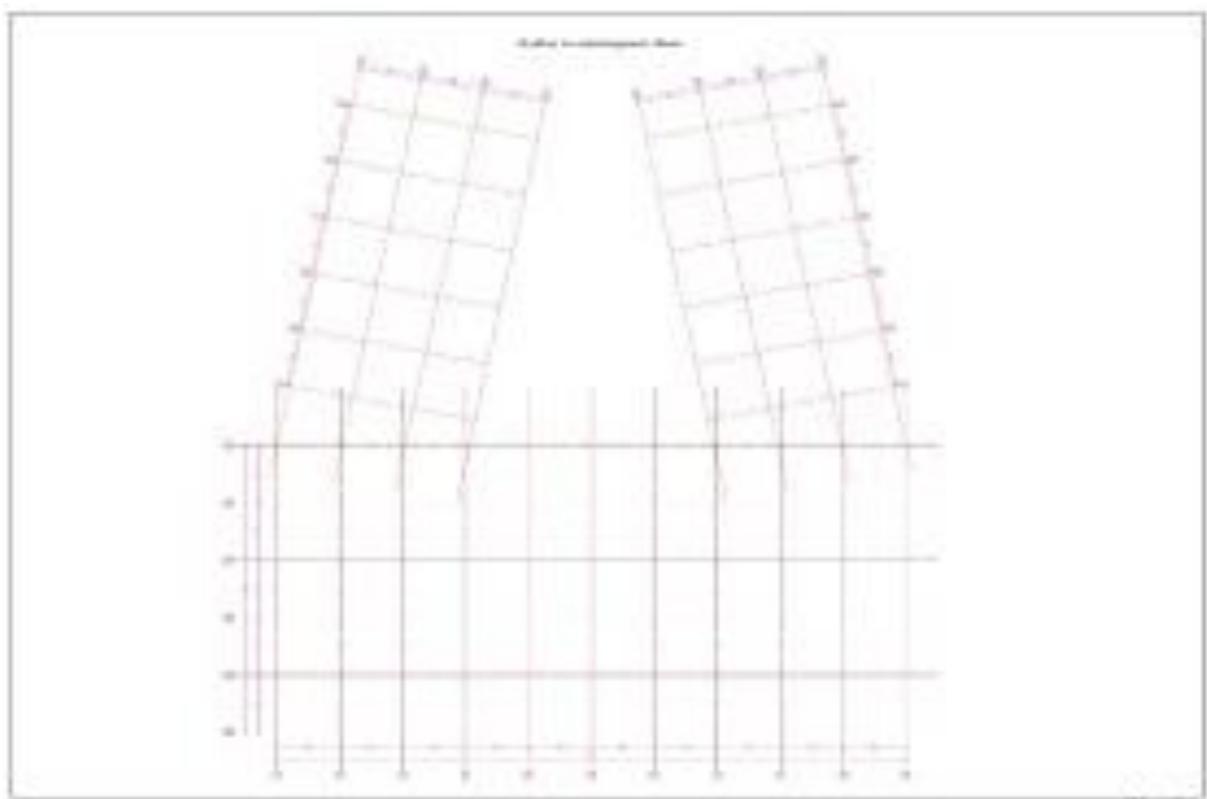
Дизайнерское решение

Приложение № 52



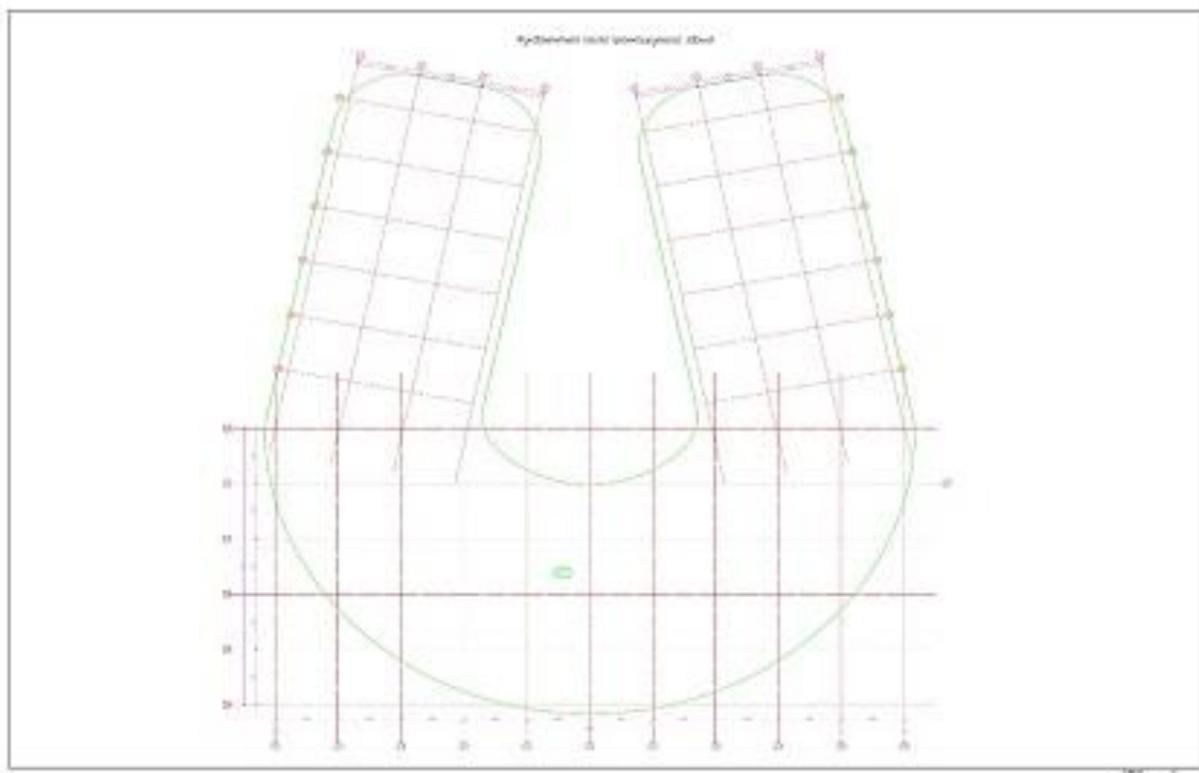
Современный план школы

Приложение №53



Основные оси здания

Приложение №54



Фундаментная плита здания

Приложение №55

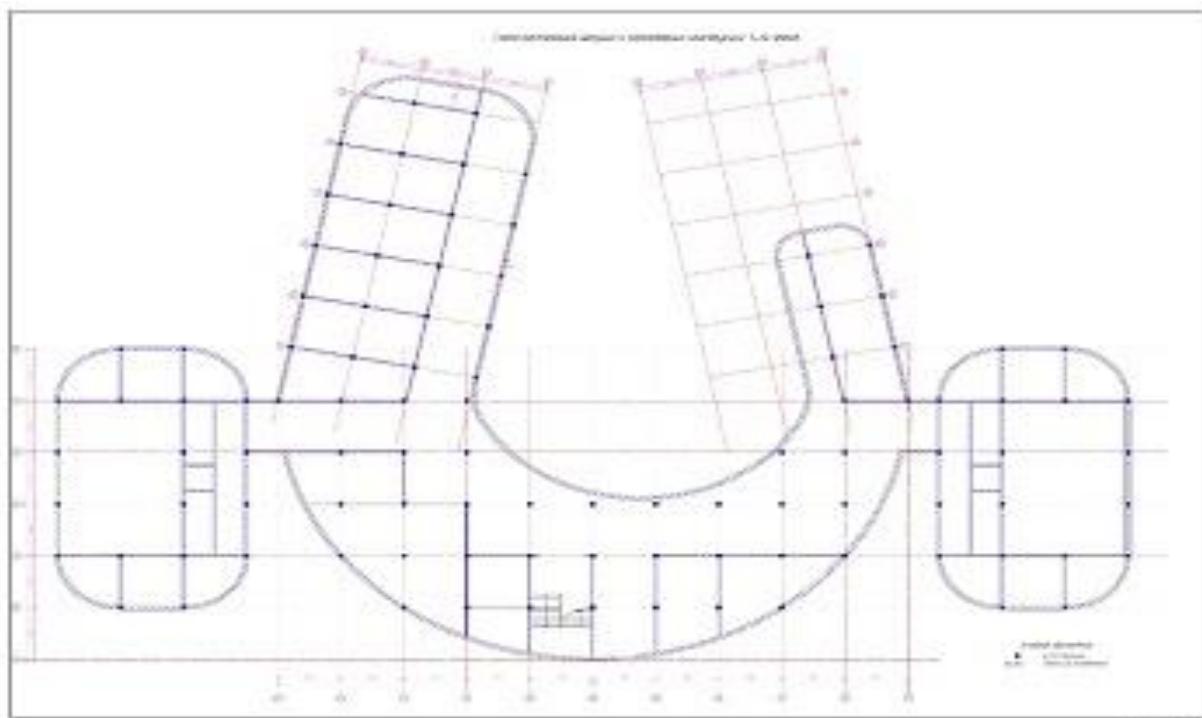


Схема расположения несущих и ограждающих конструкций

Приложение №56

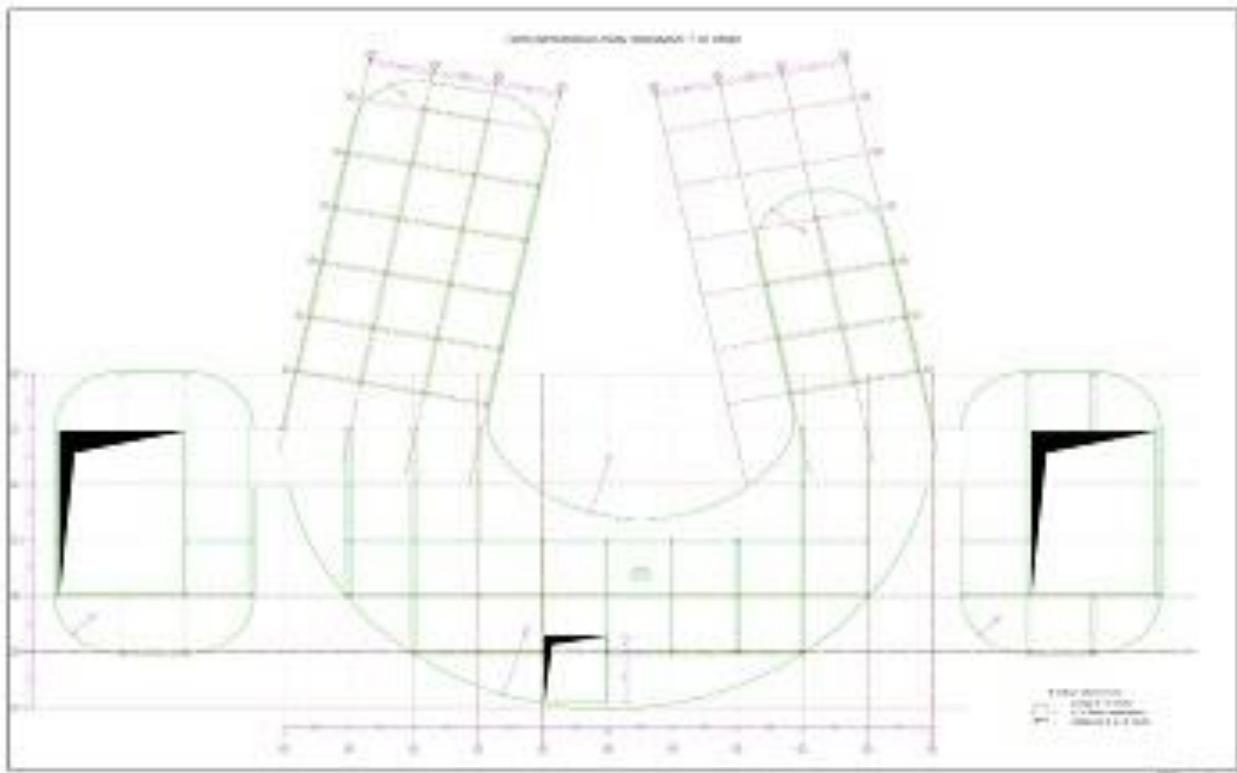


Схема расположения плиты перекрытия

Приложение №57

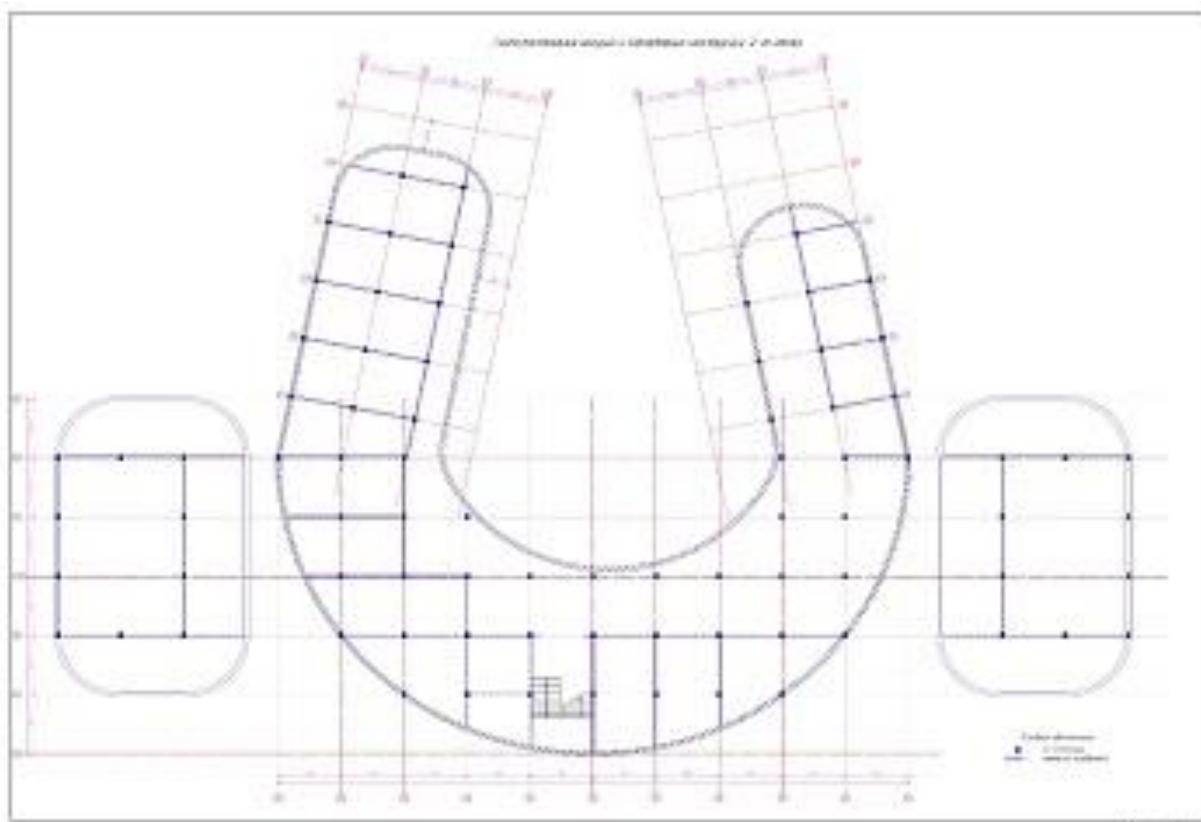


Схема расположения несущих и ограждающих конструкций 2-го этажа

Приложение №58

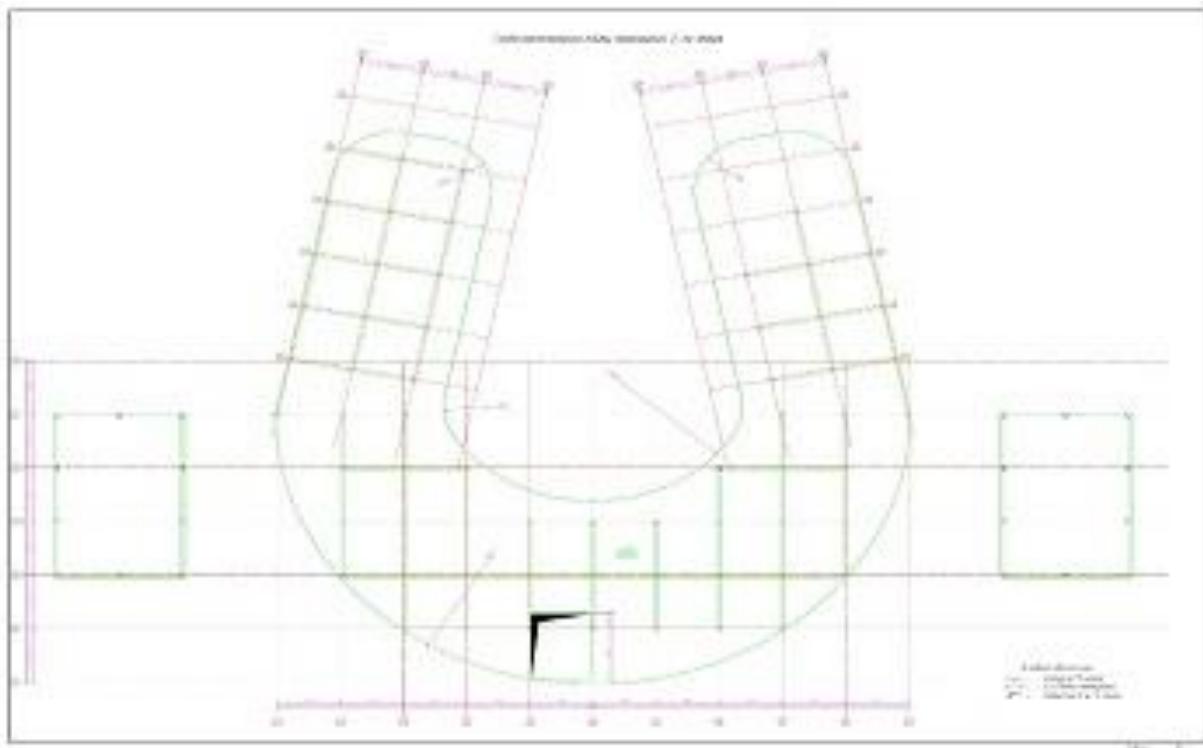
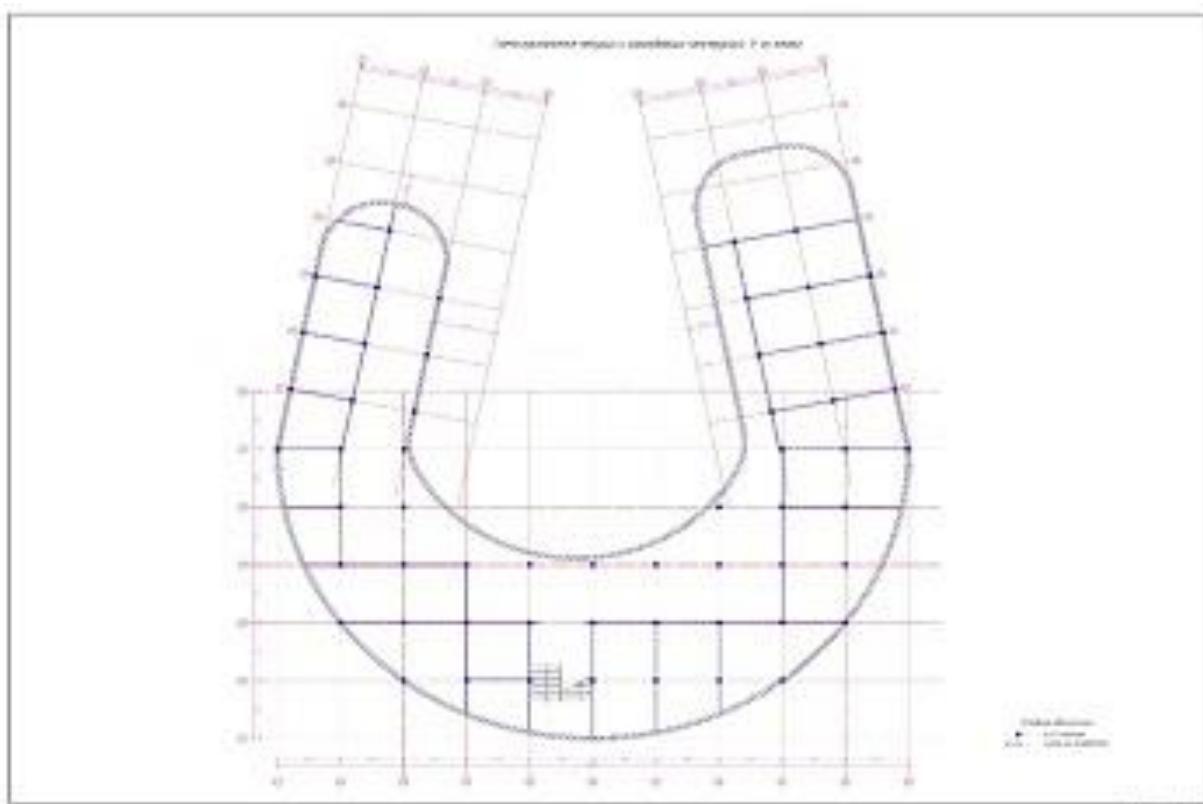


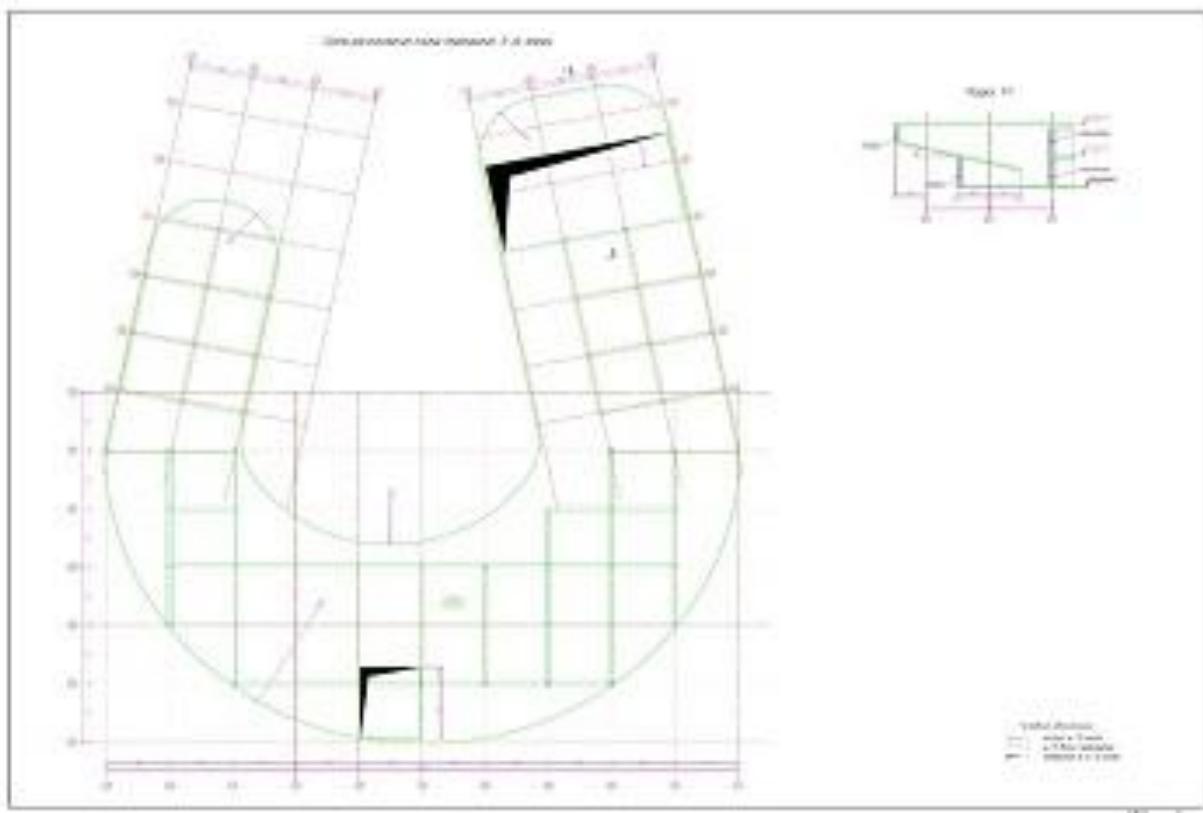
Схема расположения плиты перекрытия 2-го этажа

Приложение №59



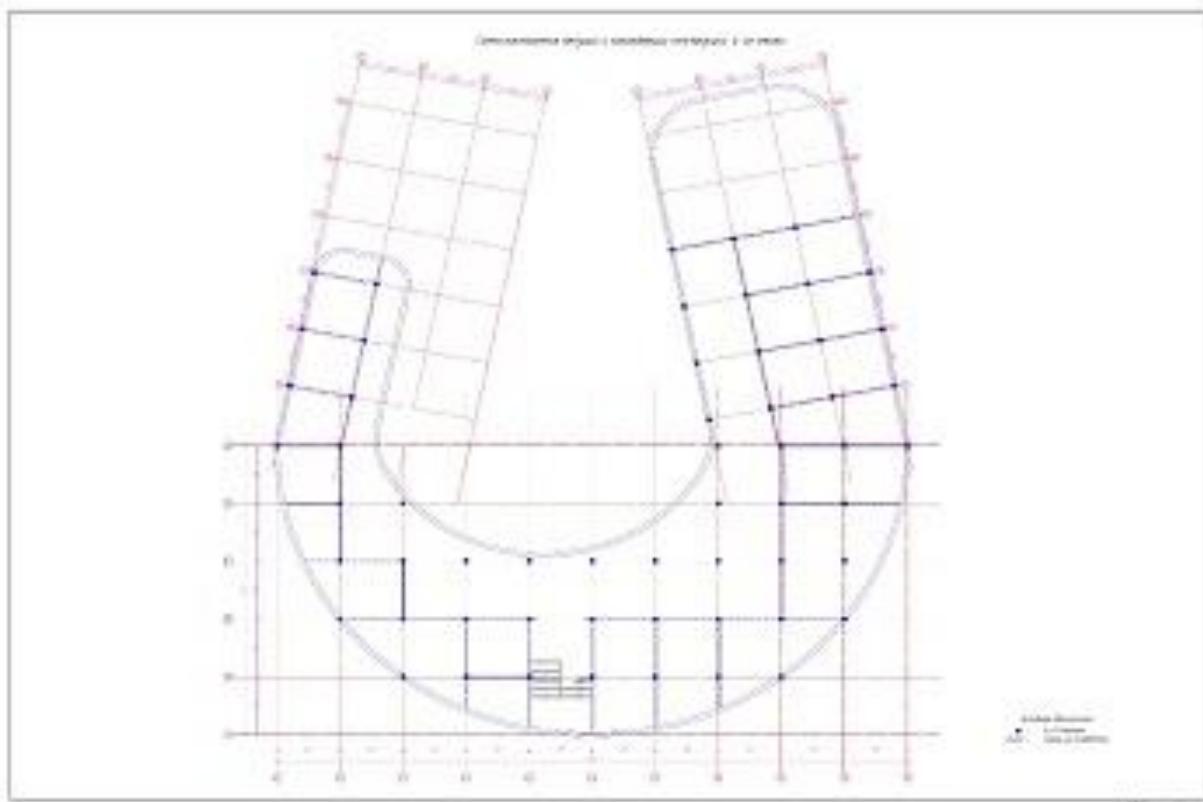
Схему расположения несущих конструкций 3-го этажа

Приложение №60



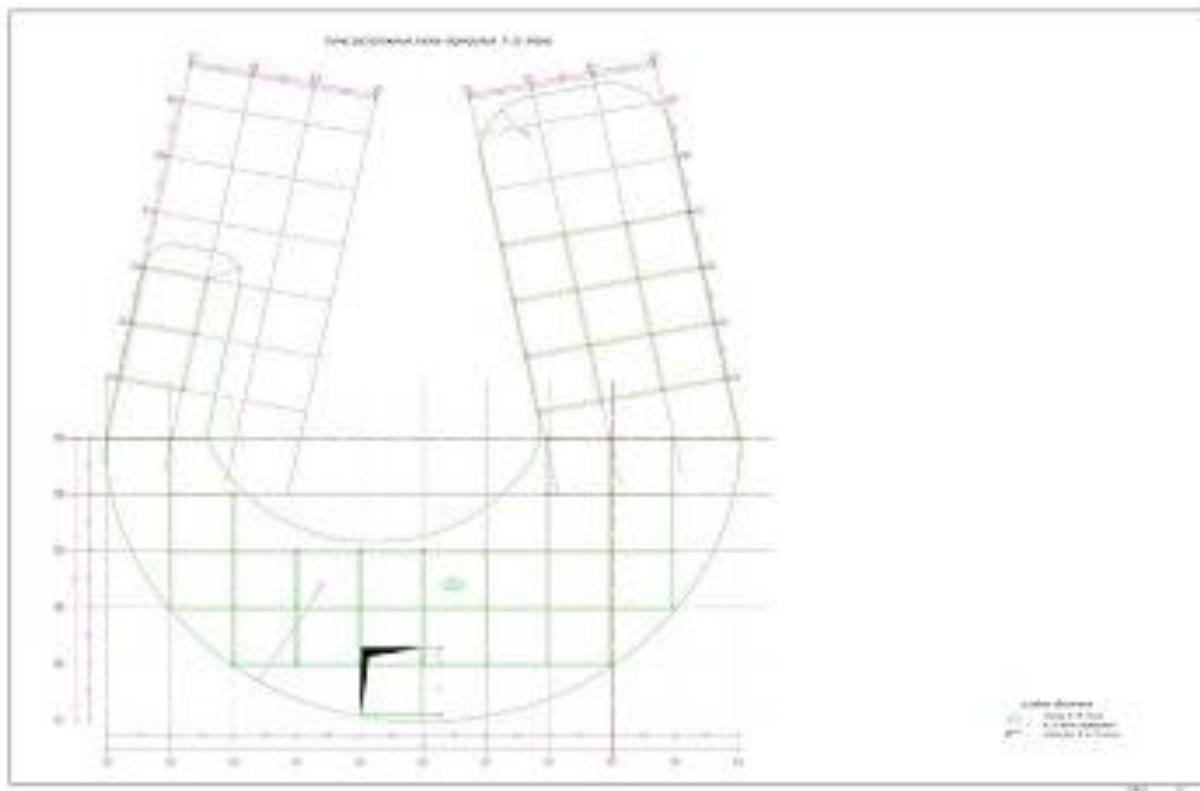
Схему расположения плиты перекрытия 3-го этажа

Приложение №61



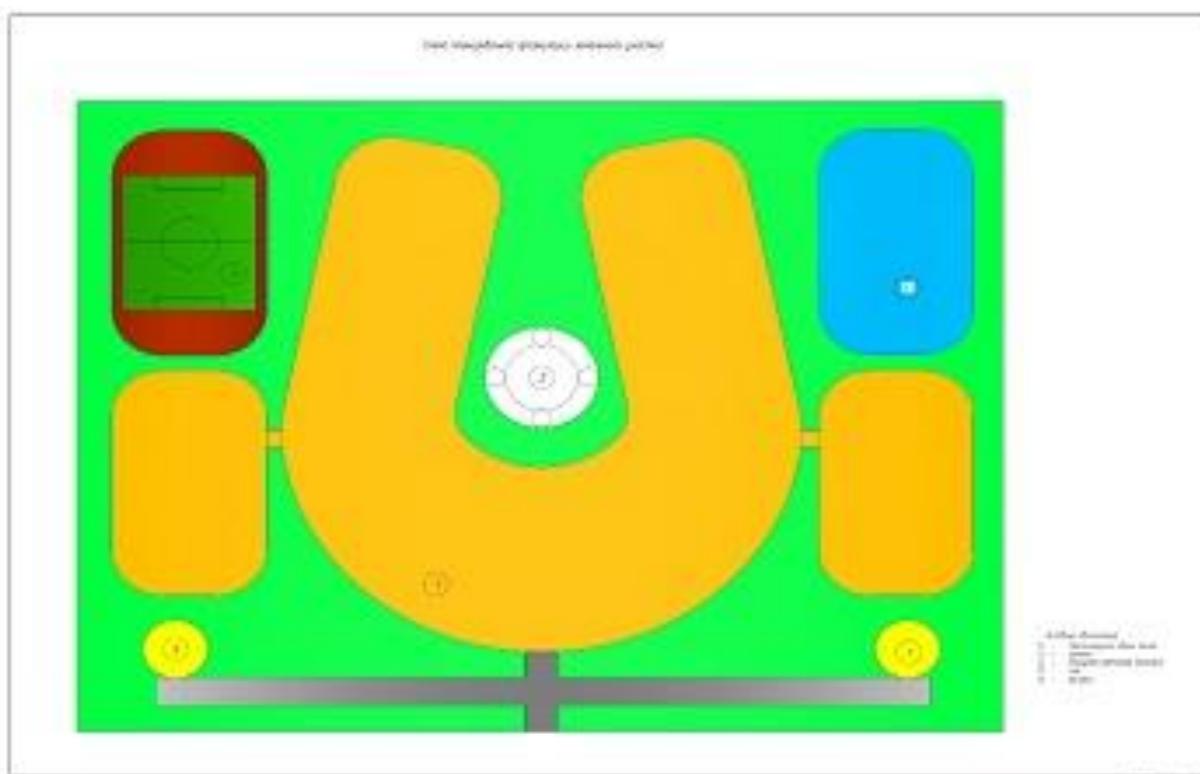
Схему расположения несущих конструкций 4-го этажа

Приложение №62



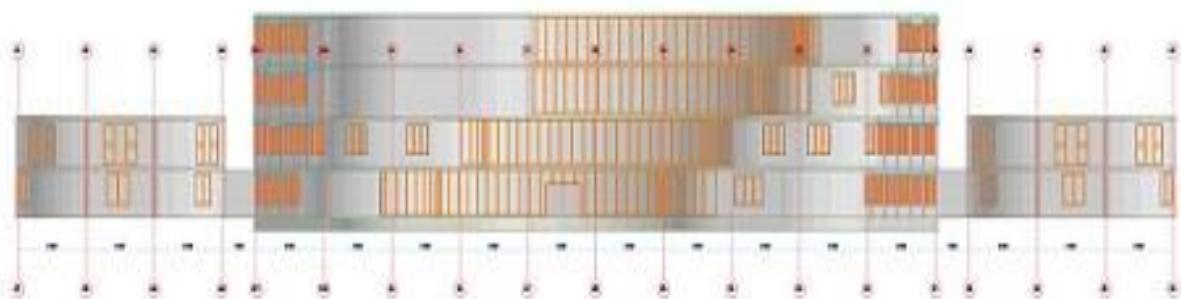
Схему расположения плиты перекрытия 4-го этажа

Приложение №63



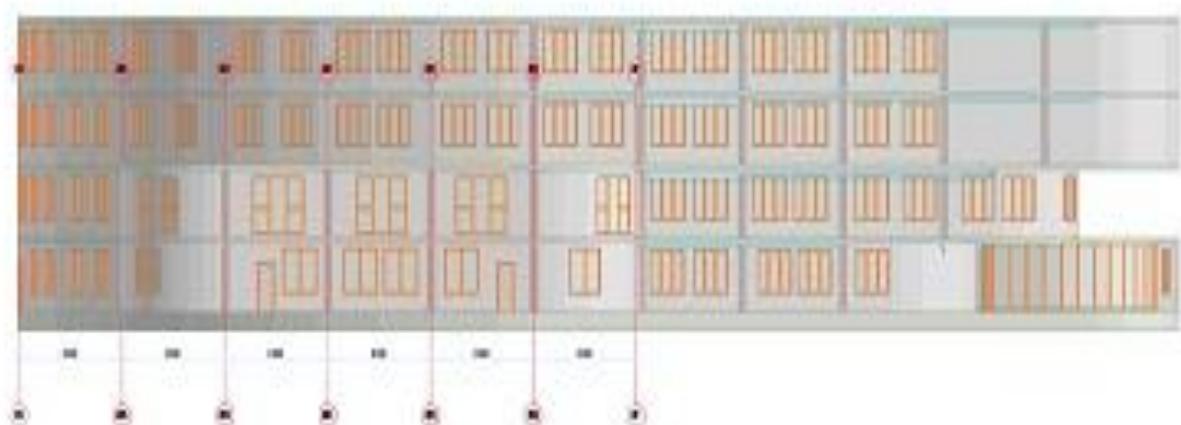
План застройки

Приложение №64



3д модель проектируемого здания (фасад)

Приложение №65



3д модель проектируемого здания (вид с боку)

Приложение №66



Создание внешней архитектуры здания

Приложение №67



Создание чертежей

Приложение №68



Вырезаем детали конструкций

Приложение №69



Склеваем конструкции

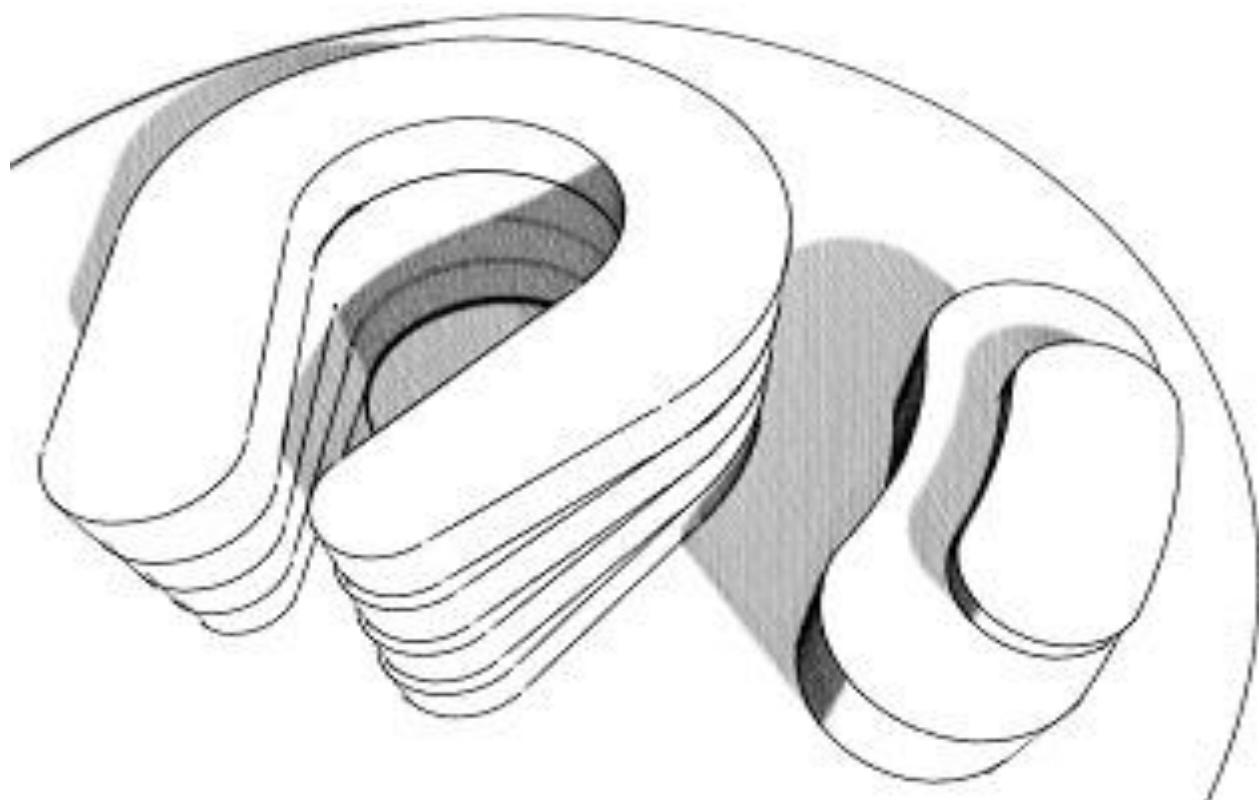
Приложение №70



Склеиваем бумажную конструкцию конструкции

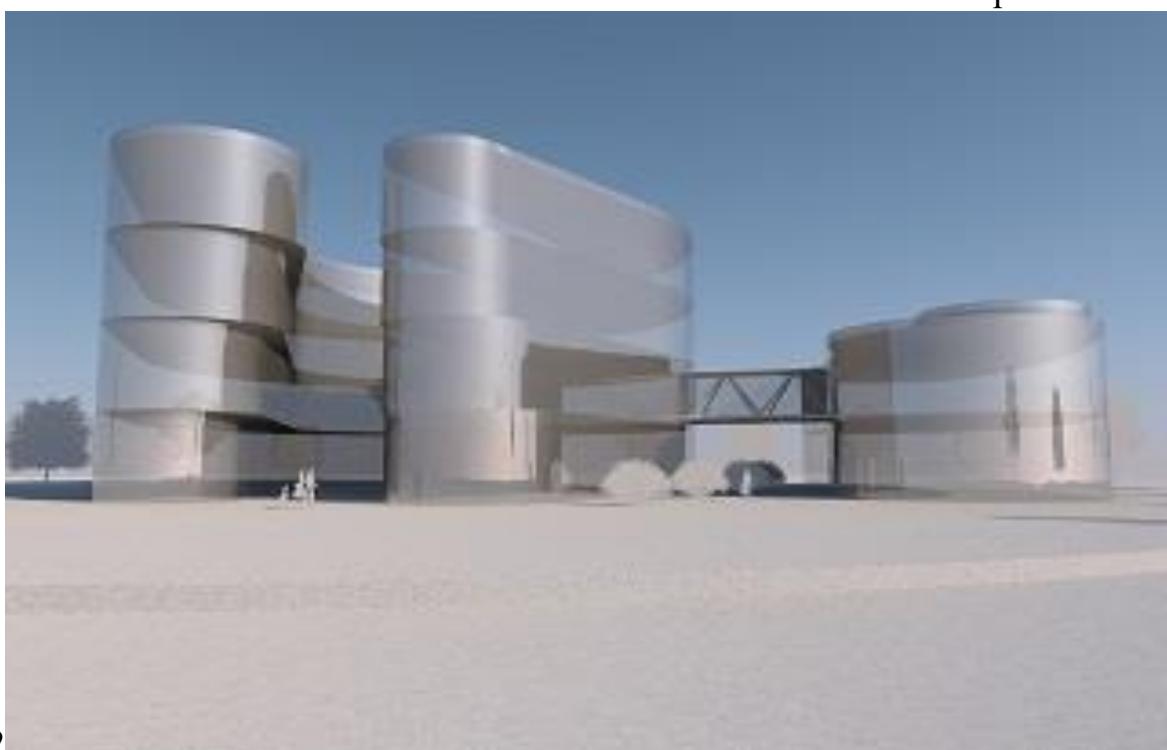
Промежуточный результат

Приложение №71



Дизайн конструкции (промежуточный результат)

Приложение



№72

Промежуточный результат