

# Воздушное отопление «АНТАРЕС Комфорт» для профессионалов, полупрофессионалов и самоделкиных

С.Н. Егоров

Данная брошюра предназначена для специалистов, которые связаны со строительством частных домов (архитекторов, конструкторов, инженеров и дизайнеров), и застройщиков разного типа (частника, строящего дом для себя, или компанию, занимающуюся строительством индивидуальных домов на продажу).

Цель брошюры – описать порядок и общие принципы проектирования системы воздушного отопления «АНТАРЕС Комфорт» в индивидуальном доме, а также рассказать о монтаже и пуско-наладке системы.

Стиль изложения – повествовательный. Если Вас больше устраивает высушено-научный, то обратитесь к «Методическим рекомендациям ...» <http://antarcom.ru/avn-recom/89-avn-methodic.html>.

## Введение

Как утверждают «Законы Мерфи» - хорошо спланированная работа требует в два раза больше ресурсов, чем планировалось, в то время как плохо спланированная – в три.

В идеале проектирование дома должно одновременно осуществляться по трем направлениям – архитектура, силовая схема дома и инженерные системы. Объединение этих работ позволяет разработать общий проект, который позволит сэкономить деньги на строительстве. Но частник не готов платить сразу значительные деньги за «бумагу», а строитель продает не дом в целом, а квадратные метры. Причём, чем свободнее планировка – тем проще продать. Мы ещё не скоро придём к западному варианту строительства, когда дом продается не только с отделкой и всеми инженерными системами, но и с кухонной мебелью. Частник, сэкономивший вначале, в дальнейшем раскошелится. Причём, потратит денег больше, чем при комплексном подходе. Но, с другой стороны, он увеличит прибыль инженерных компаний и позволит им интенсивнее развиваться (слабое утешение).

Как писал В.И. Ленин – теория без практики беспредметна. Поэтому давайте рассмотрим конкретный дом, который вышел из рук архитектора в виде эскизного проекта, и применим к нему комплексный подход. С одной стороны, ситуация идеальная, но я компенсирую её сложностью дома.

Итак, молодая семья решила построить себе дом на участке 8 соток. Места не избыток, а хочется, чтобы и в доме было уютно и на участке было, где посидеть с друзьями за рюмкой чая. Поэтому было принято решение о строительстве дома в 3 этажа (цокольный – технический, 1-й общий и мансарда – спальни). Голубой мечтой будущей хозяйки дома было разместить в цокольном этаже сауну с бассейном. Отдельный дом для этого на участке не помещается.

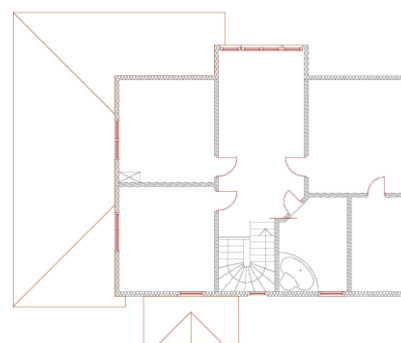
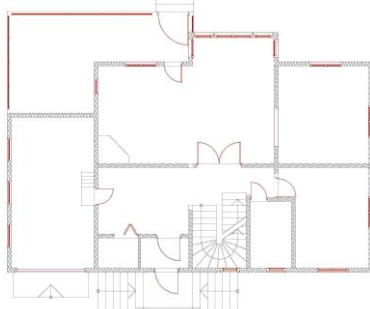
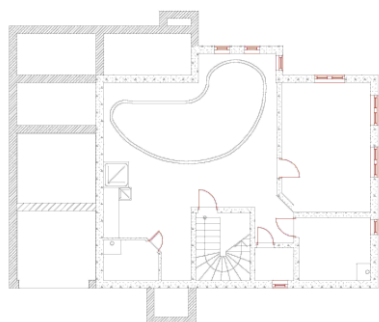
Проанализировав технологии строительства, выбор был сделан на технологии каркасно-панельного строительства – SIP. Эта технология даёт прогнозируемый результат по качеству. В чисто каркасной технологии слишком велик «человеческий» фактор. А как утверждают «Законы Мэрфи» – система, зависящая от человеческой надёжности, не надёжна по определению.



## Архитектура

Архитектор попался покладистый и нарисовал домик таким, каким его хотели видеть заказчики.

Не все люди себе представляют внутренний объём по архитектуре и планировочным решениям. Я неоднократно встречал проекты, в которых размещение предметов мебели и сантехники было таковым, что ими нельзя будет воспользоваться. А уж об инженерных коммуникациях архитекторы чаще всего и не задумываются. В архитектурно-



планировочных решениях не предусматриваются даже элементарные полости и коробка для прокладки вентиляции, канализации, дымоходов, места размещения электрических шкафов и т.д. А зачем? Заказчик этого же не требует. А о воздушном отоплении речи и вообще не ведётся. В тоже время, если это не предусмотреть на начальном этапе проектирования, то в дальнейшем результат может получиться довольно урбанистический – не дом, а химзавод.



Анализ предложенного проекта породил сразу вопрос к заказчику:

– А Вы отдаете себе отчет, что высота потолка на Вашей веранде, если сказать мягко, маленькая. Вы будете чувствовать себя на веранде как в домике в детском городке.

Этот вопрос поставил заказчика в тупик.

– А что делать?

Как писал Дейл Карнеги – если Вам достался лимон, постарайтесь сделать из него лимонад.

– А как Вы относитесь к плоским крышам? Современные материалы позволяют загерметизировать любую конструкцию, – спросил я.  
– Давайте попробуем.

Попробовали, получился вот такой дом. Окна на втором этаже из обычных превратились в панорамные (одна створка балконная дверь) и появилась ещё одна зона отдыха.

Как говорил М.С.Горбачев – процесс пошел.

Анализ планировок цокольного этажа показал, что воззрения заказчика на дом слишком идеалистические, а архитектор не смог найти достойных аргументов, так не делать. Размещение котельной таково, что хозяева дома согласуют установку там газового котла только, если «закрыть» глаза газовщикам. У котельной, по требованиям газовщиков, должен быть выход наружу. Мало того, дымоход девать некуда.

- Зато все санузлы друг над другом.

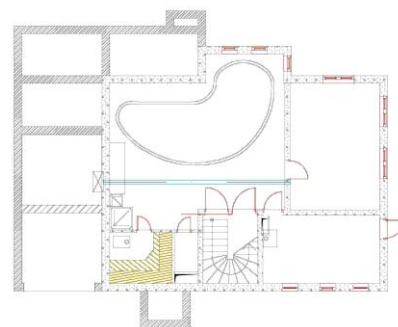
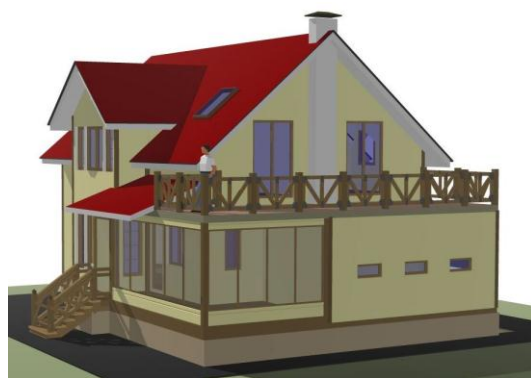
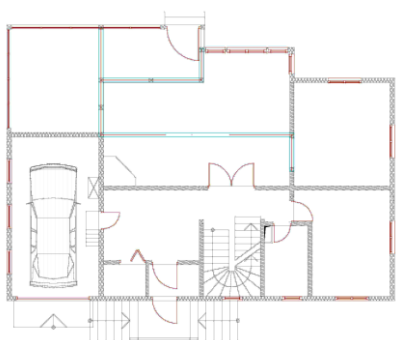
- Это радует, а про кухню забыли? Ведь канализация из кухни пойдет по потолку комнаты отдыха. Вы об этом мечтали всю свою сознательную жизнь?

Как говорил Жванецкий: «Хочется крыть, а нечем».

В конечном итоге решили перенести санузел цокольного этажа к сауне в место, которое изначально предполагалось под душ, увеличить котельную и изменить конфигурацию сауны. В санузле сразу же предусмотрели место для прокладки воздухопроводов системы воздушного отопления и вентиляции санузла.

Получилось вот так.

Одно из перспективных мест разводки магистральных воздухопроводов это углы лестницы. Использование углов не приводит к уменьшению пропускной способности лестницы, зато экономит жизненное пространство дома. Но в проекте, разработанном архитектором, окно на лестнице смещено к одной из сторон. Поставить его по центру мешает крыша крыльца. А на местоположение крыши влияет входная дверь. Последовало резонное предложение сместить на полметра дверь и всё, что с ней связано. Поскольку это никак не отражается на внутреннем убранстве, то результат был очевиден – заказчик не возражал.



У заказчика изначально были сомнения – стоит ли отапливать веранду. Ведь при таком остеклении и теплопотери у неё большие. Но с другой стороны, если не отапливать, то зимой на веранде будет 100% влажность, окна будут обмерзать, а всё остальное гнить. Так дело не пойдет. Будем отапливать.

Но при воздушном отоплении воздух на веранду надо не только подать, но и забрать. Следовательно, нужно дотянуться и подающими воздуховодами и возвратными. Тогда последовало предложение к заказчикам – убрать стену между верандой и гостиной, оставив только столбы и несущие балки для поддержки крыши веранды и стен мансарды. В этом случае воздух кухни, гостиной и бывшей веранды можно забрать в одном месте и сэкономить на воздуховодах.

Таким образом, веранда трансформировалась в зимний сад.

Но ведь летом в этом аквариуме будет жарко! Нет, это северная сторона, и большое остекление делает гостиную (31 м<sup>2</sup>) – зимний сад (22 м<sup>2</sup>) ещё более уютными.

Можно заметить, что в санузле появилась шахта для инженерных коммуникаций.

На мансарде, кроме шахты в санузле, ничего изменять не потребовалось.

Завершив с архитектурой и приведя её в соответствие с инженерными системами, можно приступить к проектированию (наконец-то) отопления.

Первое, что необходимо сделать – это рассчитать теплопотери дома, а если быть более точным – то всех помещений. Но чтобы это сделать, необходимо знать теплотехнические свойства ограждающих конструкций.

С заказчиками мы остановились на следующих основных параметрах.

- Стены и пол цокольного этажа утеплены 100 мм Пеноплекс 45.
- Стены первого этажа и мансарды – SIP-панель Экопан (OSB, пенополистирол, OSB) толщиной 160 мм.
- Пол и потолок зимнего сада, а также крыша дома – Экопан 200 мм.
- Стеклопакеты энергосберегающие.

*Бывают ситуации, когда заказчики меняют своё мнение об утеплении дома, не ставя в известность проектировщиков системы воздушного отопления. К примеру, заказчик решает положить на крышу ещё один слой утеплителя. Результат – на 3-4 градуса температура воздуха на мансарде будет выше, чем расчетная.*

Но вернемся к нашему домику.

Результаты расчета теплопотерь (в Вт) были сведены в таблицу (подробности в Приложении №1).

| Цокольный этаж |         | 1 этаж      |         | Мансарда    |         |
|----------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| Бассейн        | 1519,05 | Веранда     | 3075,98 | Спальня 2   | 959,46  |
| Сауна          | 261,45  | Гостиная    | 836,98  | Спальня 3   | 1000,17 |
| Лестница       | 205,95  | Холл        | 259,63  | Ванная      | 381,78  |
| Санузел        | 112,35  | Гардеробная | 174,08  | Гардеробная | 491,31  |
| Топочная       | 557,63  | Тамбур      | 280,28  | Спальня 1   | 916,63  |
| Комната        | 787,65  | Лестница    | 189,62  | Холл        | 1396,94 |
| Итого          | 3444,08 | Ванная      | 168,80  | Итого       | 5146,29 |
|                |         | Комната     | 633,37  |             |         |
|                |         | Кухня       | 671,45  | Всего       | 14880,6 |
|                |         | Итого       | 6290,19 |             |         |

Ну что ж, для дома в 277 м<sup>2</sup> результат очень не плохой. Так что можно было не переживать об отоплении веранды.

А вот теперь встает вопрос – как этот дом отапливать? Проблема в том, что в доме есть бассейн. Сколько бы ни говорили чистильщики бассейнов, но для обеззараживания воды используются средства, убивающие всякую живность. Поэтому назвать систему очистки воды в бассейне экологически чистой – язык не поворачивается. Мало того, в зоне бассейна температура воздуха должна быть примерно 26-28°С, плюс повышенная влажность. Следовательно, зона бассейна должна иметь свою систему отопления и осушения воздуха.

Выделяем зону бассейна (бассейн, сауна, санузел, лестница) из общего расчета. Пусть зона бассейна отапливается теплыми полами и радиаторами водяного отопления. Мощность радиаторов определяется исходя из мощности теплых полов. Поскольку в доме присутствует водяная система отопления, то используем её и для отопления топочной, дабы не нарушать приточно-вытяжной баланс. В топочной установим водяной радиатор на 500 Вт. Все остальные помещения отапливаются воздушной системой.

*Да простят меня читатели, но в данной брошюре я не буду рассказывать, как проектировать теплые полы и радиаторное отопление. В чём-чём, а тут, все строители сплошь «корейцы» – они в этом собаку съели.*

Но в зоне бассейна должна быть хорошая вентиляция. Конечно, можно постоянно держать открытое окно. А тогда возникает вопрос, а зачем нужен теплый дом, если мы своими руками бесконтрольно пускаем деньги на ветер. Поэтому предлагается рассмотреть следующий вариант.

Установить в зоне бассейна осушитель с производительностью 2 л/час. От воздушной системы подать в зону бассейна 100 м<sup>3</sup>/час и установить приточно-вытяжную установку с рекуперацией тепла и влажности, которая обеспечит вытяжную вентиляцию санузлов и бассейна, и приточную – всего дома. Кроме того, эта установка снимет большую часть нагрузки со штатного увлажнителя системы воздушного отопления.

Теперь подсчитаем, сколько тепла требуется на вентиляцию, Считаем худший вариант. Температура приточного воздуха после рекуператора 0°C, относительная влажность воздуха после рекуператора 80%. Рекуператор имеет расход по воздуху 200 м<sup>3</sup>/ч (ElectroLux EPVS-200).

Нагрев до +22°C потребует:

$$200 \cdot 22 \cdot 0,339 = 1,49 \text{ кВт}$$

Увлажнить нужно до 40% т.е. добавить 4 г воды на 1 м<sup>3</sup> приточного воздуха.

$$200 \cdot 0,004 \cdot 702 = 0,56 \text{ кВт}$$

Итого, мощность отопительного котла, требуемая на приточный воздух,

$$1,49 + 0,56 = 2,05 \text{ кВт}$$

Так, а если накрыть пленкой зеркало бассейна, использовать рекуператор ElectroLux EPVS-350 с производительностью 370 м<sup>3</sup>/ч и подать в зону бассейна не 100 м<sup>3</sup>/ч, а 250, то можно отказаться от радиаторов в бассейне и осушителя! Конечно, затраты на вентиляцию возрастут почти на 2 кВт (в деньгах это примерно 650 рублей за отопительный сезон в текущих ценах на газ), но сократятся затраты на электричество (осушитель без него работать отказывается). Кстати, данный вариант экономичнее и с точки зрения капитальных затрат. Но радиаторное отопление топочной мы оставим, подключив его на контур теплых полов бассейна.

Нелишним будет напомнить, что в топочной должны быть предусмотрены естественный приток воздуха и естественная вытяжка. Требования к ним изложены в «Инструкции по размещению тепловых агрегатов» Минстрой России 13.09.1996 №18-69.

*Минимальная площадь нижнего отверстия (приток) для подачи воздуха из расчёта 5 см<sup>2</sup> на каждые 1,16 кВт мощности оборудования, но не менее 150 см<sup>2</sup>, площадь отверстия верхней вентиляции (вытяжка) выбирается из расчёта 10 см<sup>2</sup> на 1,7 кВт установленной мощности.*

Не стоит переживать, что у Вас из-за этого в топочной всё замерзнет. Более вероятна ситуация, что топочная будет самым теплым помещением в доме.

Итак, останавливаемся на последнем варианте – в зону бассейна подается 250 м<sup>3</sup>/ч воздуха системы воздушного отопления, топочная отапливается радиатором водяного отопления, подключенным к системе теплых полов бассейна. Приточно-вытяжная система топочной – естественная. Приточно-вытяжная система остальной части дома принудительная с использованием рекуператора с производительностью 370 м<sup>3</sup>/ч. Следует заметить, что в соответствии с «Инструкцией по размещению тепловых агрегатов» на кухне также должна быть предусмотрена естественная вытяжка.

*Хочется отметить, что если бы в цокольном этаже не было бы бассейна, то 250 м<sup>3</sup>/ч воздуха, которое мы решили туда подать, полностью обеспечивают отопление этой зоны без использования теплых полов. В этом случае можно было бы полностью отказаться от приточно-вытяжной установки, при тех же эксплуатационных затратах на вентиляцию.*

Конечно, рекомендации АВОК предлагают вычитать теплоизбытки. А когда Вы спите один в доме, то теплоизбытков только от Вас да от холодильника. Простим в расчетах эти 200 Вт (погрешность 1,5%). А то если заказчику сказать, что я его вычеркиваю вместе с холодильником, он может и обидеться.

Ну вот, наконец-то мы добрались до системы воздушного отопления.

*Как, с чего начать?  
 Мою историю, чтоб вновь не повторять  
 Слова знакомые, чтоб людям дать понять  
 Рассказ мой истина, мне нечего скрывать.  
 «История любви» музыка Ф.Лея слова М. Подберёзского*

## С чего начать?

С расчета объемов воздуха, которые необходимо подать в помещения. Объем воздуха пропорционален потребностям помещения в тепле. Эти потребности складываются из теплопотерь помещений и потерь на нагрев приточного воздуха и его увлажнение. Теплопотери воздушной зоны мы уже подсчитали – 12,22 кВт. Потери на нагрев приточного воздуха – 3,6 кВт. Итого – 15,82 кВт.

*Внимание. В этом расчете не учтены зона бассейна и топочная.*

Для простоты, при проектировании системы воздушного отопления «АНТАРЕС Комфорт» следует принять, что 1 м<sup>3</sup> воздуха переносит 10 Вт тепла. Конечно, можно возразить, что температура воздуха зависит от температуры первичного теплоносителя (воды), объема воды, подаваемой на теплообменник воздухонагревателя, и расхода воздуха, поэтому количество тепла в 1 м<sup>3</sup> воздуха величина переменная. Возражений нет. Если Ваша задача написать диссертацию, то, конечно же, нужно так и делать, а для всех остальных 1 м<sup>3</sup> воздуха – 10 Вт тепла.

На практике, хозяева домов сами вручную регулируют температуру теплоносителя водяного отопительного котла, или программируют её в котлах с погодозависимой автоматикой. Цель проста – экономия топлива. Котлы имеют оптимальный режим работы (максимальный КПД) при температуре отопительной воды в диапазоне 30-70°С в зависимости от котла. А характеристики водяного теплообменника приводятся при температуре воды 80/60°С.

*Я надеюсь, что простят меня уважаемые читатели за то, что я тепло подменяю мощностью. Конечно же, правильным является использовать калории, джоули или Вт\*часы. Но смею Вас уверить, столь грамотных специалистов, которые заметили подмену, у нас очень мало. Да и сравнивать проще, мы же рассчитываем мощность отопителя и какую мощность нагрева нужно иметь в каждом помещении.*

Как показывает практика, в помещения с холодным полом (в нашем случае это комната отдыха в цоколе и зимний сад) нужно подавать воздуха на 10% больше, чем следует по расчету. Исходя из этого, получаем распределение воздуха.

| Цокольный этаж |                   | 1 этаж      |                   | Мансарда    |                   |
|----------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Помещение      | м <sup>3</sup> /ч | Помещение   | м <sup>3</sup> /ч | Помещение   | м <sup>3</sup> /ч |
| Бассейн        | 250               | Веранда     | 438               | Спальня 2   | 124               |
| Сауна          |                   | Гостиная    | 108               | Спальня 3   | 129               |
| Лестница       |                   | Холл        | 34                | Ванная      | 49                |
| Санузел        |                   | Гардеробная | 23                | Гардеробная | 64                |
| Топочная       |                   | Тамбур      | 36                | Спальня 1   | 119               |
| Комната отдыха | 112               | Лестница    | 25                | Холл        | 181               |
| Итого          | 362               | Ванная      | 22                | Итого       | 666               |
|                |                   | Комната     | 82                |             |                   |
|                |                   | Кухня       | 87                | Всего       | 1883              |
|                |                   | Итого       | 855               |             |                   |

Затраты на вентиляцию (3,6 кВт) пропорционально были распределены по помещениям в соответствии с их теплопотерями.

Есть ещё один немаловажный момент, который обязательно необходимо проверять. Расход по воздуху системы воздушного отопления должен быть как минимум в 2,3 раза больше, чем объем отапливаемых помещений. Расход воздуха важен по причине того, что он создает движение воздуха в доме. При расходе воздуха меньше рекомендованного скорость движения воздуха в доме будет очень маленькой, и будет создаваться ощущение духоты. Рассматриваемый дом имеет объем 716 м<sup>3</sup>. Следовательно, минимальный расход воздуха – 1650 м<sup>3</sup>/ч. В нашем случае расход больше. Так что всё в порядке.

И вот, наконец, мы добрались до силовой схемы дома и его конструктива. Первой мыслью заказчиков было использовать в качестве межэтажных перекрытий SIP-панели. Но в этом случае практически исчезает возможность использования межбалочного пространства в перекрытиях. В результате обсуждений решили остановиться на двутавровых деревянных балках BALKI DOMMA DJH-300 высотой 300 мм в качестве каркаса межэтажных перекрытий.

Характеристики балок следующие.

Расчетная нагрузка 400 кг/м<sup>2</sup>, максимальный прогиб 1/250. Пролет перекрытия, мм:

|                | <i>Межцентровое расстояние между балками</i> |               |               |               |               |
|----------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                | <i>400 mm</i>                                | <i>500 mm</i> | <i>600 mm</i> | <i>700 mm</i> | <i>800 mm</i> |
| <b>DJH-300</b> | 5800   | 5400          | 5100          | 4800          | 4600          |

Деревянные двутавровые балки хороши ещё тем, что в них можно прорезать отверстия, и они при этом не теряют своей несущей способности.

В качестве нижнего перекрытия зимнего сада было решено использовать SIP-панели, аналогичные тем, что используются на крыше. Если встать (мысленно) в углу зимнего сада низко наклонить голову и искоса посмотреть в сторону гостиной, то можно заметить, что образовался зазор 100 мм по высоте между двутавровыми балками перекрытия цокольного этажа и панелями перекрытия зимнего сада. Этого зазора достаточно для прокладки подающих воздуховодов в фальшполу зимнего сада.



*Внимание. Подача воздуха снизу-вверх хороша только при охлаждении помещения. При нагреве – оптимальным является подача воздуха сверху-вниз или настилающим потоком по полу. На первый взгляд это может показаться абсурдным, ведь батареи водяного отопления располагаются возле пола. Но не надо забывать, что при воздушном отоплении воздух из подающих решеток подается под давлением и, направляя его вниз, мы обогреваем пол. При отоплении с естественной конвекцией с помощью батарей, пол, примыкающий к не отапливаемым помещениям, остается относительно холодным. Таким образом, предложенный для данного дома вариант является компромиссом между общей теорией и дизайном помещения гостиная – зимний сад.*

Давайте теперь разберёмся, по каким воздуховодам подавать воздух в помещения. В системе «АНТАРЕС Комфорт» рекомендуется иметь оконечные воздуховоды гибкие утеплённые с шумоподавлением типа СОНО диаметров 100 и 127 мм. По воздуховодам диаметром 100 мм рекомендуется подавать до 60 м<sup>3</sup>/ч воздуха, по 127 – до 90 м<sup>3</sup>/ч. Рекомендуемая длина воздуховода – от двух метров. При этих расходах и длинах из подающих решёток заведомо не будет доноситься звука работающего вентилятора. В качестве воздухораспределителей рекомендуется использовать настенные и потолочные алюминиевые одно- или двухрядные вентиляционные решетки с регулируемыми жалюзи (типа АМН, RAG и АДН, SAG), а в качестве напольных – американские решетки компании Hart&Cooley 421 Floor Diffuser размера 4"х10" или аналогичные. Размер решёток стандартный. Для воздуховода диаметром 100 мм – решетка 100х200, для 127 – 100х300. Для экономии денег заказчика в настенном и потолочном варианте можно использовать – круглые стальные подающие диффузоры.



*Внимание. Подающие решетки нельзя располагать в зонах длительного нахождения человека – рабочий стол, кресло, кровать и т.д. Но можно подавать из цоколя мебели, стены, противоположной внешней стене при ширине комнаты до 4 м, настилающим потоком по полу. Возвратные решётки можно располагать за диваном или, например, кухонной мебелью, которая имеет отступ от стены. Поэтому при проектировании системы воздушного отопления (в идеале) необходимо знать расстановку мебели в доме. Это позволит «вписать» систему воздуховодов в дом наиболее разумно.*

Пользуясь этими рекомендациями, расставим оконечные воздуховоды по помещениям.

| Цокольный этаж |       | 1 этаж         |              | Мансарда    |                 |
|----------------|-------|----------------|--------------|-------------|-----------------|
| Помещение      | м³/ч  | Помещение      | м³/ч         | Помещение   | м³/ч            |
| Бассейн        | 3/127 | Веранда        | 8/100        | Спальня 2   | 2/100           |
| Сауна          |       | Гостиная       |              | Спальня 3   | 2/100           |
| Лестница       |       | Холл, Лестница | 1/100        | Ванная      | 1/100           |
| Санузел        |       | Гардеробная    | 1/100        | Гардеробная | 1/100           |
| Топочная       |       | Тамбур         | 1/100        | Спальня 1   | 2/100           |
| Комната отдыха | 1/127 | Ванная         | 1/100        | Холл        | 2/127           |
| Итого          | 4/127 | Комната        | 1/127        | Итого       | 8/100 2/127     |
|                |       | Кухня          | 1/127        |             |                 |
|                |       | Итого          | 12/100 2/127 | Всего       | 20/100<br>8/127 |

Замечу, что в комнату отдыха цокольного этажа выведен только один подающий воздуховод диаметром 127 мм, а не два по 100 мм, как рекомендовалось ранее. Делать такое можно при условии, что Вы допускаете появление звука. В данном случае услышать его можно будет только в полной тишине. Более вероятным будет услышать шумы из топочной.

Итак, с оконечными воздуховодами определились. Теперь нужно определиться с магистралями.

Следует придерживаться следующего правила. Крайне не желательно, чтобы скорость воздуха в подающей магистрали была выше 4,5 м/с, а в возвратной – 4 м/с. СНиПы рекомендуют для жилых помещений иметь скорость воздуха в воздуховоде не выше 4 м/с. Кроме того, нужно помнить, что воздух в прямоугольном воздуховоде движется во вписанном эллипсе. Поэтому, для того чтобы рассчитать скорость движения воздуха, необходимо сначала привести прямоугольное сечение воздуховода к эквивалентному круглому по формуле

$$R_{\text{экв}} = a \cdot b / (a + b),$$

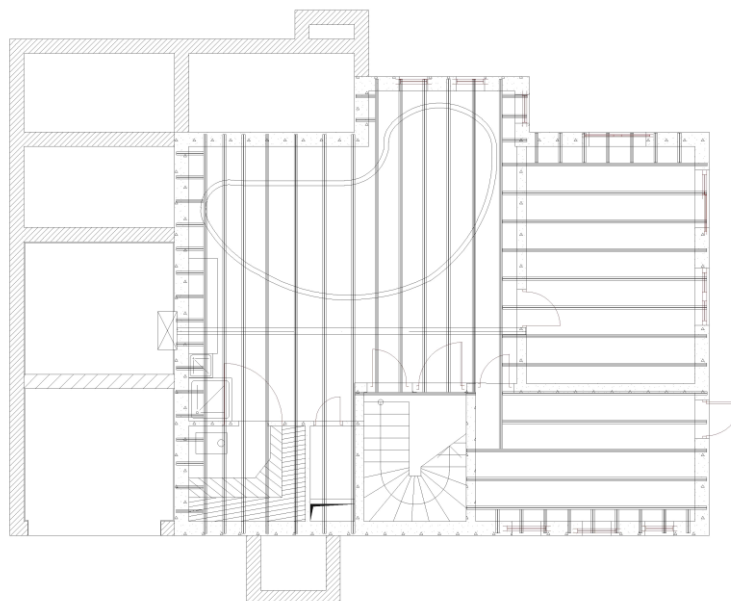
где  $R_{\text{экв}}$  – радиус эквивалентного круглого воздуховода,  
 $a, b$  – стороны прямоугольника.

Скорость воздуха в оконечных воздуховодах (гибких) желательно не поднимать выше 2 м/с.

Принимаем решение – подача воздуха в цокольный этаж и первый будет осуществляться из перекрытия цоколя.

### **Силовая схема перекрытия**

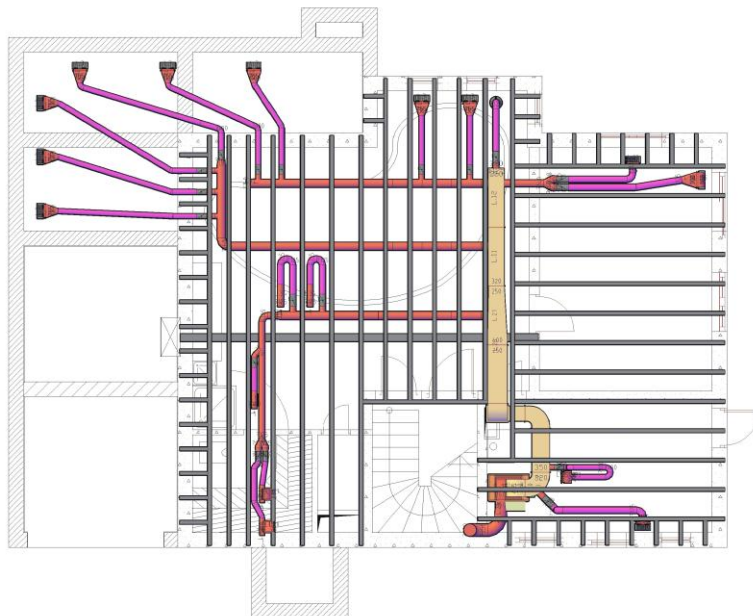
И вот теперь мы сталкиваемся с необходимостью разложить балки перекрытия в соответствии с нагрузками и топологией воздуховодов. Получаем следующую раскладку.



*Я намеренно на этом этапе не стал показывать поперечные вставки между балками. Их расположение не влияет на силовую схему, поэтому целесообразно их расставить после раскладки воздуховодов.*

Ниже уровня деревянных балок в середине дома под стеной первого этажа размещается балка, которая поддерживает перекрытие цоколя, стену 1 этажа и перекрытие мансарды.

Данная система балок позволяет сделать следующую раскладку системы подающих воздуховодов цокольного и первого этажей.



Не трудно заметить, что все воздуховоды разложены в межбалочном пространстве. Исключением является топочная, где высота потолка не принципиальна и зона зимнего сада, где воздуховоды проходят в фальшполу. Не правда ли, красиво получилось.

На данном рисунке присутствуют 3 цвета.

- Красный – воздуховоды из оцинкованной стали. Они в обязательном порядке должны быть оклеены самоклеющимся фольгированным утеплителем толщиной 3-5 мм.
- Песочный – воздуховоды из PirAlu ([www.piralu.ru](http://www.piralu.ru)).
- Сиреневый – гибкие теплоизолированные воздуховоды с шумоподавлением типа Sono.

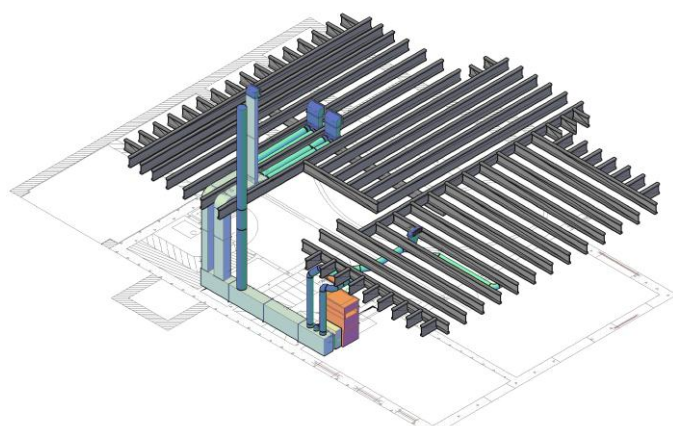
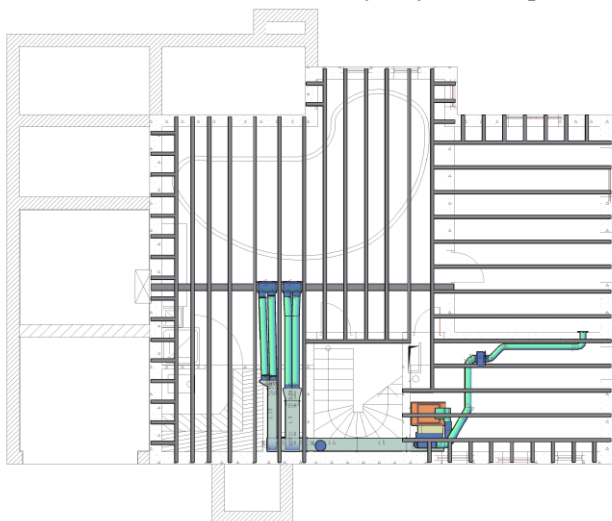
Хотелось заострить внимание на воздуховодах, которые изгибаются на 180°. Это сделано с целью погасить возможный шум вентилятора.

Каждый из оконечных подающих воздуховодов снабжен дроссель-клапаном, который используется для балансировки системы на этапе пуско-наладки.

На рисунке видно, что в одном углу лестницы размещен воздуховод, который подает воздух на мансарду.

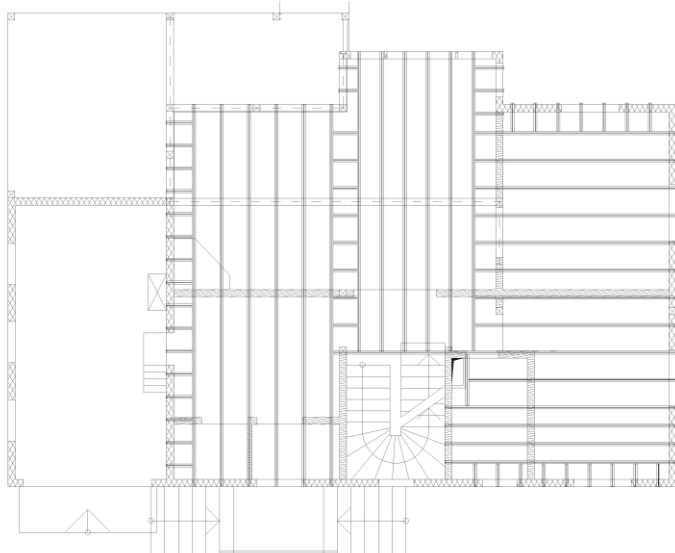
Рассмотри теперь раскладку возвратных воздуховодов цокольного и первого этажей.

В цокольном этаже воздух нужно забрать только в комнате отдыха



Как видно из рисунков, магистральный возвратный воздуховод проходит под лестницей. От него, в оставленной ранее шахте (в санузле), воздуховоды поднимаются к перекрытию. Хочу заметить, что к возвратным решеткам гостиной в параллель подходят по 2 воздуховода с шумоподавлением. Это обеспечит отсутствие шумов из возвратных решёток гостиной. Из зоны коридора 1-го этажа воздух «забирается» из-под потолка. Сам воздуховод проходит внутри стены ограничивающей тамбур. Вообще говоря, воздух в гостиной желательно «забирать» и сверху и снизу. В качестве возвратного воздуховода можно использовать пустоты в строительных конструкциях. Так в данном случае, оставив пустоту в стене, можно установить возвратную решетку у потолка. Когда будет топиться камин эта решетка «заберёт» тёплый воздух, а система «растащит» его по всему дому.

«Забор» воздуха в спальне первого этажа осуществляется из стены в районе пола, хотя этот воздуховод можно дотянуть и в район потолка внутри стены. Всё будет зависеть от дизайна помещения.

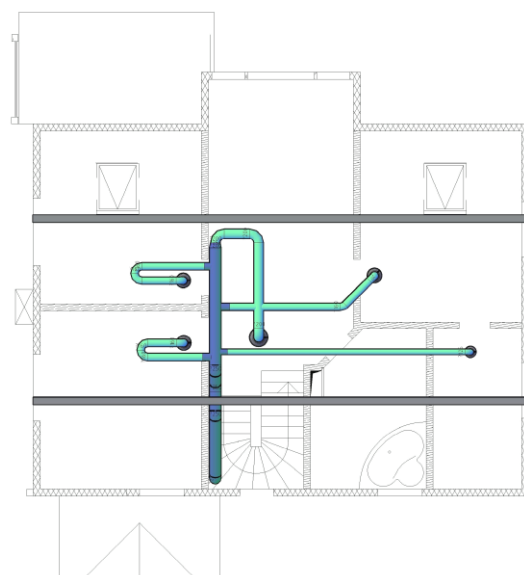
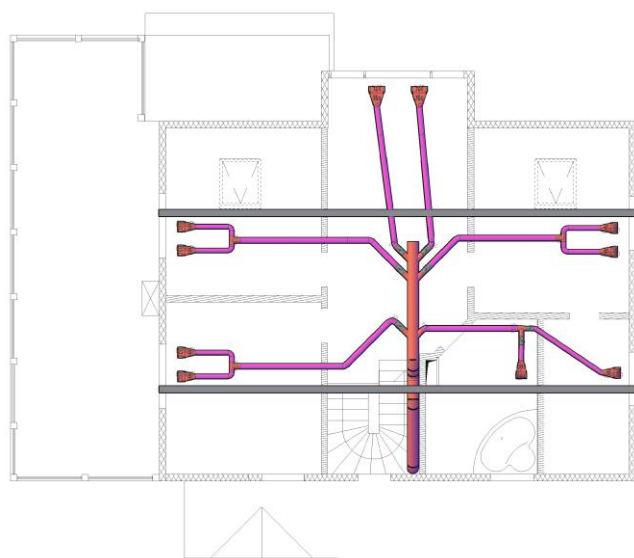


На рисунке показан также магистральный возвратный воздуховод в углу лестницы, который обеспечивает возврат воздуха с мансарды.

Но перед тем как мы подойдем к мансарде, давайте посмотрим на раскладку балок первого этажа.

Каких-либо сложностей в раскладке здесь нет. Единственно, что появилась поперечная балка, которая нужна для поддержки крыши. Эта балка проходит ниже деревянных двутавровых балок.

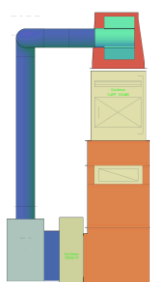
Раскладка воздуховодов на мансарде не представляет никакой сложности, поскольку они раскладываются по чердаку.



На рисунке с подающими воздуховодами показано, что дроссель-клапаны располагаются на воздуховодах, которые затем разделяются надвое. Это сделано с целью понижения сметной стоимости проекта и упрощения пуско-наладочных работ.

Ну а теперь остался последний штрих – приточно-вытяжная вентиляция и дымоход.

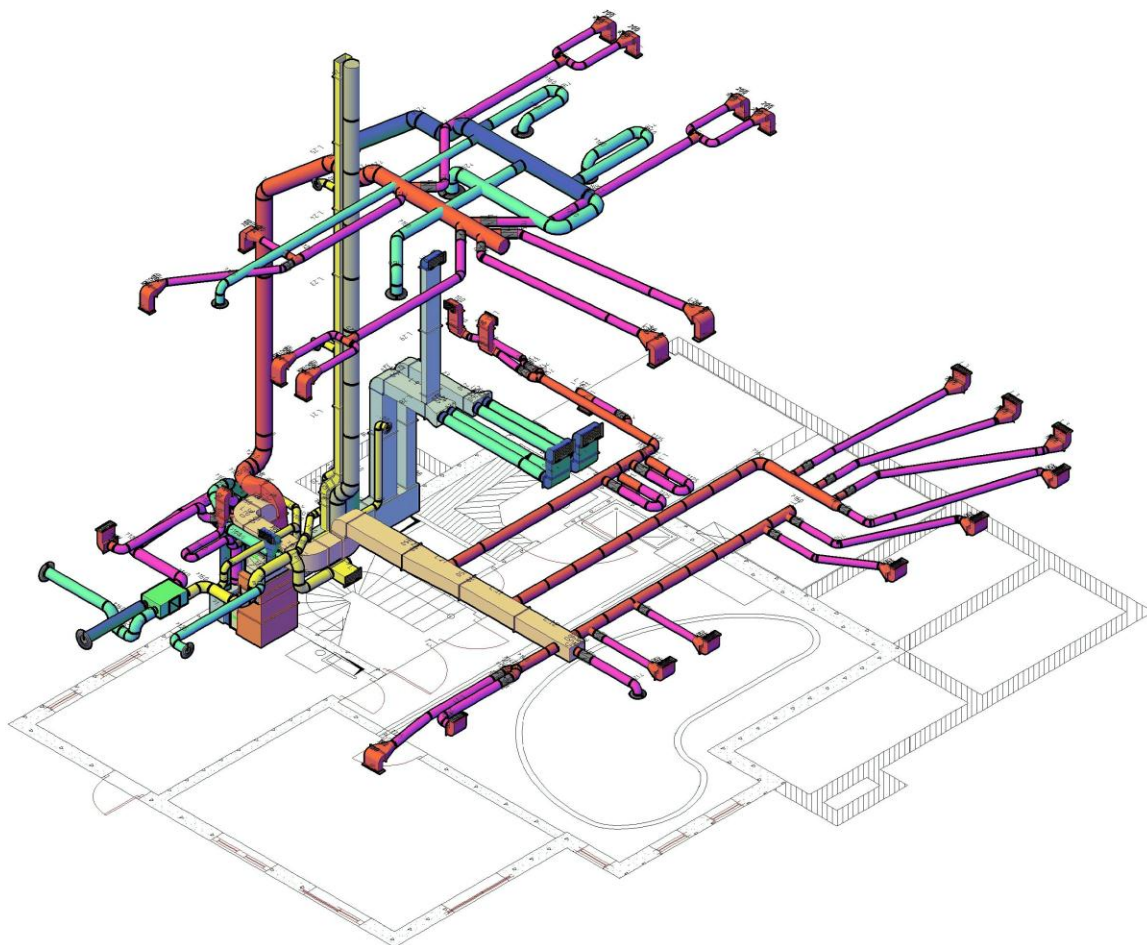
Местечко под это мы оставили, так что вперед и с песнями.



Как видите, балки крыши нам не мешают, высота потолка на мансарде 2,8 м. И осталось ещё место для фанового стояка.

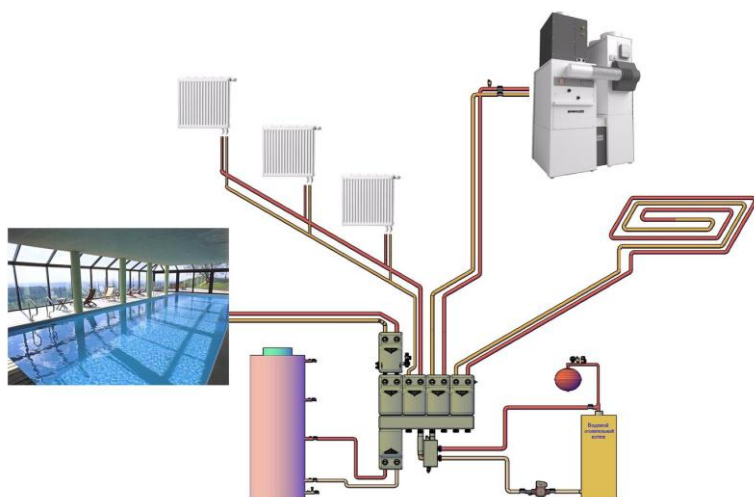
Хотелось бы ещё остановиться на компоновке оборудования. Хотя в полном комплекте оборудования «АНТАРЕС Комфорт» присутствуют отвод-переход и возвратный коллектор, но не очевидно, что их всегда нужно использовать. В данном случае применена не стандартная компоновка. Оптимальность компоновки оборудования определяется проектировщиком.

Ну а теперь посмотрим на получившийся «химзавод».



Здесь, правда, ещё нет воды, теплых полов, канализации, но, всё равно, без привычки это впечатляет. Хотя, если нарисовать в таком же виде водяное отопление, картинка будет не многим проще.

## Общая схема обвязки котельной



А всё-таки приятно, что видимые воздуховоды только в топочной и в углах лестницы.

Чтобы закрыть тему теплоснабжения этого дома, приведу общую схему подключения теплопотребителей к отопительному котлу. Наиболее красивое решение – это использование групп быстрого монтажа Мейбис.

Следует заметить, что для бассейна в эту схему нужно поставить только фильтр – обеззараживатель для воды. Конечно, группы быстрого монтажа стоят денег, но если это делать «на россыпи», то цена окажется не многим меньше, а качество пострадает.

Теперь вопрос о мощности отопительного котла. Мощность котла считается следующим образом.

Мощность котла =  $1,2 * (\text{Теплопотери дома} + \text{Вентиляция и увлажнение} + 2 * \text{Количество человек (ГВС)} + \text{Собственные теплопотери бассейна} + \text{Затраты на испарение воды в бассейне})$

Получаем,

Мощность котла =  $1,2 * (14,88 + 3,6 + 2 * 4 + 0,8 + 1,6) = 34,66 \text{ кВт}$

Следовательно, на этот дом нужен отопительный котел 35 кВт.

Если хозяева дома соберутся отапливать гараж, то потребуются котёл мощностью 40 кВт.

Теперь о вентиляции топочной.

Исходя из мощности отопительного котла, получаем, что для вытяжки требуется воздуховод сечением минимум  $40 / 1,7 * 10 = 236 \text{ см}^2$ , например 250x100. А для притока – отверстие в стене сечением минимум  $40 / 1,16 * 5 = 173 \text{ см}^2$ , например 200x100.

Для составления сметы нам необходимо определиться, какой АВН из четырех (АВН 120, АВН 180, АВН 240, АВН 300) нам подходит.

*АВН – Агрегат ВоздухоНагревательный.*

Частенько бывает, что конкретную модель определяют не теплопотери дома, а расход по воздуху. Посмотрим, расход в рабочем режиме 1883 м<sup>3</sup>/ч, а требуемое тепло 18,5 кВт. В нашем случае однозначно необходимо выбирать модель АВН 240. Но если бы в данном доме не было бы бассейна, и устанавливался рекуператор ElectroLux EPVS-200, то оказалось бы, что по нагреву хватает АВН 180, а ставить надо АВН 240, поскольку АВН 180 не обеспечит требуемую кратность воздухообмена в доме.

Остался последний штрих это смета.

Предварительный расчет сметной стоимости, произведённый до проектирования системы (см. «Калькулятор для расчета стоимости системы» на сайте <http://www.antarcom.ru>) дал ответ

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| - Стоимость проектирования | – 41,5 т.р.  |
| - Оборудование и материалы | – 424,5 т.р. |
| - Монтаж и пуско-наладка   | – 224 т.р.   |
| Итого                      | – 690 т.р.   |

Расчет сметы по данному проекту дал следующий результат

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| - Оборудование и материалы | – 466,1 т.р. |
| - Монтаж и пуско-наладка   | – 194,3 т.р. |
| Итого                      | – 660,4 т.р. |

Таким образом, фактическая смета отличается от предварительной на 11,9 т.р. или 1,8%. Кстати, если бы не бассейн, то смета оказалась бы на 5% меньше, чем дал бы калькулятор.