

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*На правах рукописи*

**АНШУКОВА Екатерина Аркадьевна**

**ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ТЕПЛЫХ ЧЕРДАКОВ  
МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА СОСТОЯНИЕ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Специальность 2.1.3. - «Теплоснабжение, вентиляция,  
кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор  
ДАЦЮК Тамара Александровна

Санкт-Петербург – 2021 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ С ТЕПЛЫМИ ЧЕРДАКАМИ.....	10
1.1 Системы естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий.....	10
1.2 Методы расчета естественной вентиляции при наличии теплого чердака .	15
1.3 Анализ нормативных требований для проектирования систем естественной вентиляции с теплым чердаком .....	20
1.4 Влияние параметров микроклимата теплых чердаков на ограждающие конструкции.....	22
Выводы по главе 1.....	23
ГЛАВА 2 НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ТЕПЛЫХ ЧЕРДАКОВ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ .....	25
2.1 Анализ существующих проблем при эксплуатации многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком .....	25
2.2 Характеристика объекта исследования.....	26
2.3 Обследование ограждающих конструкций теплого чердака и расчет их характеристик .....	29
2.3.1 Результаты обследования наружных стен чердака .....	29
2.4 Результаты испытания кирпича облицовочного слоя .....	31
2.5 Исследование параметров микроклимата теплого чердака. Мониторинг теповлажностных характеристик .....	32
2.6 Тепловизионная диагностика.....	39
Выводы по главе 2.....	42

ГЛАВА 3 РАСЧЕТ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛОГО ЧЕРДАКА .....	43
3.1 Расчет сопротивления теплопередаче наружных стен по методике СП 50.13330-2012.....	43
3.2 Расчет сопротивления теплопередаче перекрытия и покрытия .....	44
3.3 Расчет паропроницаемости наружной стены .....	45
3.4 Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще конструкция ограждения и определение возможности образования конденсата в толще ограждения .....	48
3.5 Расчет воздухопроницаемости наружных стен .....	49
3.6 Расчет температурных полей в ограждающих конструкциях теплого чердака .....	52
3.6.1 Результаты обследования наружных стен чердака .....	53
3.6.2 Расчет температурного поля узла примыкания перекрытия и наружной стены .....	54
3.7 Расчет узла примыкания оконного блока .....	59
Выводы по главе 3.....	60
ГЛАВА 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ОБЪЕМЕ ТЕПЛОГО ЧЕРДАКА .....	63
4.1 Разработка численной модели.....	63
4.2 Влияние скорости выхода, удаляемого из квартир воздуха, в чердак как герметичный объем.....	69
4.2.1 Влияние скорости выхода воздуха, удаляемого из квартир на формирование поля скоростей в объеме чердака .....	69
4.2.2 Формирование полей температуры в объеме теплого чердака для условий полной герметичности .....	79

4.2.3 Формирование полей относительной влажности воздуха .....	82
4.3 Формирование параметров микроклимата в объеме чердака для зимних условий .....	83
4.3.1 Формирование полей температуры и влажности.....	82
4.4 Влияние воздухопроницаемости ограждающих конструкций .....	92
4.4.1 Расчет при условии полной герметичности объема чердака.....	92
4.4.2 Влияние воздухопроницаемости ограждающих конструкций (расчетная воздухопроницаемость) .....	92
4.5 Влияние скорости ветра на условия выхода факела удаляемого из вентиляционной шахты воздуха в атмосферу .....	96
Выводы по главе 4.....	99
ГЛАВА 5 МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ТЕПЛОМ ЧЕРДАКЕ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА .....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	118
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	121
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	134
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Протокол испытаний кирпича.....	135
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Характеристики средств измерения.....	136
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Результаты работы с измерительным комплексом .....	137
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Данные натуральных измерений измерительным компьютерным комплексом iButton Data Logger Revisor (iBDLR), установленным у наружной стены в помещении теплого чердака .....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Данные натуральных измерений измерительным компьютерным комплексом iButton Data Logger Revisor (iBDLR), установленным у выхода воздуха у вентканала теплого чердака .....	161
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Расчет паропроницаемости наружной стены.....	182

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще конструкция ограждения и определение возможности образования конденсата в толще ограждения .....	187
ПРИЛОЖЕНИЕ З. Расчет предложенной конструкции наружной стены .....	189

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

В настоящее время широко распространено строительство многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком. Такой вариант устройства систем вентиляции отвечает требованиям по энергосбережению и повышает долговечность кровли. Тепловлажностный режим теплого чердака оказывает влияние на эффективность работы, как систем естественной вентиляции, так и состояния ограждающих конструкций.

Работа систем естественной вентиляции, состояние и долговечность ограждающих конструкций в значительной степени зависят от характеристик температурно-влажностного режима теплого чердака, и должны рассматриваться как комплексная задача с учетом воздухопроницаемости ограждающих конструкций и ветрового режима застройки.

К сожалению, данный подход не отражен в существующих рекомендациях по проектированию систем естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком.

Вопросам устройства теплых чердаков, особенностям работы системы естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком посвящено немало исследований, в которых решены конкретные задачи, направленные в основном на повышение эффективности работы систем вентиляции.

Опыт эксплуатации многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком выявил ряд нерешенных на сегодняшний день проблем, которые связаны не только с ошибками проектирования, но и отсутствием количественной информации о закономерностях формирования температурно-влажностного режима в объеме теплого чердака и его влиянии на ограждающие конструкции.

В связи с отмеченным выше, целесообразно проведение дополнительных исследований, направленных на выявление условий формирования и влияния

тепловлажностного режима теплого чердака на наружные стены с учетом климатических условий.

Степень разработанности темы исследования.

Особенности влияния теплого чердака на работу системы вентиляции многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком изучали И.И. Староверова, Е. Г. Малявина, О. А. Сизенко, М. Н. Кучеренко, А. П. Прохоренко, Н.И. Ватин. Известны исследования, в которых теплый чердак отдельной секции здания выделен как отдельный объем, воздух из которого удаляется в атмосферу через одну общую шахту, проведенные авторами О. А. Сизенко, М. Н. Кучеренко. Однако в проведенных исследованиях не рассматривалось вопросы формирования тепловлажностного режима теплых чердаков и его влияния на ограждающие конструкции.

Объектом исследования являются теплые чердаки многоэтажных жилых зданий с естественной вентиляцией.

Предметом исследования является тепловлажностный режим теплых чердаков и ограждающие конструкции.

Цель исследования – выявление условий формирования тепловлажностного режима теплых чердаков и его влияния на ограждающие конструкции.

Задачи исследования:

1. Провести анализ существующих рекомендаций по проектированию систем естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком.
2. Провести натурное обследование состояния ограждающих конструкций и тепловлажностного режима теплых чердаков в переходный период года и в отопительный сезон;
3. Разработать численные модели:
  - для расчета теплотехнических характеристик ограждающих конструкций;
  - для исследования условий формирования и распределения параметров микроклимата в объеме теплого чердака.

1. Оценить влияние температуры, воздухопроницаемости ограждающих конструкций и климатических условий на формирование тепловлажностного режима теплых чердаков.
2. Выявить причину деструкции наружных стен теплых чердаков многоэтажных жилых зданий.
3. Разработать рекомендации по результатам исследований для проектирования систем вентиляции жилых зданий с теплым чердаком.

Научная новизна:

1. Разработана комплексная методика натурного эксперимента для определения тепловлажностных характеристик воздушной среды и состояния ограждающих конструкций в помещениях теплых чердаков.
2. Разработана численная модель для расчета теплотехнических характеристик ограждающих конструкций.
3. Разработана численная модель тепловлажностного режима теплых чердаков многоэтажных жилых зданий с учетом влияния внешних условий.
4. Выявлены физические факторы, определяющие условия формирования тепловлажностного режима теплых чердаков и состояния наружных ограждающих конструкций.

Теоретическая значимость работы состоит в анализе тепловлажностного режима теплых чердаков многоэтажных жилых зданий, исследовании распределения параметров микроклимата в объеме теплого чердака, выявления комплексной причины деструкции наружных ограждающих конструкций.

Практическая значимость работы состоит в разработке рекомендаций по выбору ограждающих конструкций, планировке теплого чердака и выбора места расположения вентиляционной шахты, полученных при изучении условий формирования тепловлажностного режима теплых чердаков многоэтажных жилых зданий.

Область исследования соответствует паспорту специальности 2.1.3. «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение», а именно пункту 5: «Тепловой, воздушный и влажностный режимы

зданий различного назначения, тепломассообмен в ограждениях и разработка методов расчета энергосбережения в зданиях».

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты натурного обследования тепловлажностного режима и ограждающих конструкций теплых чердаков многоэтажных жилых зданий;
2. Результаты теплотехнического расчета ограждающих конструкций теплого чердака с использованием численной модели.
3. Результаты исследования условий формирования тепловлажностного режима теплого чердака (влияние температуры воздуха, воздухопроницаемости ограждающих конструкций и климатических факторов) с использованием численной модели.
4. Рекомендации для проектирования теплых чердаков систем естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий, разработанные по результатам исследования.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов подтверждается сходимостью результатов, полученных численным моделированием и натурными исследованиями.

Основные результаты диссертации были представлены на следующих конференциях: на 1-ой международной научно-технической конференции «Инженерные системы и энергоэффективность в строительстве, природообустройстве» (АСиА, 2018) 74-ой научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Актуальные проблемы современного строительства» (СПбГАСУ, 2020), 18-ой Всероссийской научно-технической конференции, посвященной столетию МИСИ-МГСУ «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции» (НИУ МГСУ, 2020).

# ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА О ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ С ТЕПЛЫМИ ЧЕРДАКАМИ

## 1.1 Системы естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий

В многоэтажных жилых зданиях широко распространено устройство систем вентиляции с естественным побуждением. Воздух поступает в жилые помещения с улицы без очистки за счет гравитационного давления, обусловленного разницей в плотности наружного и внутреннего воздуха, через неплотности в оконных проемах или специально установленные клапаны. Удаление воздуха из квартир происходит, как правило, из помещений кухонь, санитарных узлов, ванных или совмещенных санузлов.

Теплый чердак в системе естественной вентиляции зданий представляет собой камеру статического давления. В него поступает удаляемый из квартир воздух, объем, температура и влагосодержание которого изменяется во времени.

Наиболее неблагоприятные периоды для работы такой системы вентиляции – переходные периоды года, особенно период до включения систем отопления. Следует также отметить, что при проектировании теплый чердак рассматривается как герметичный объем, что, однако, не соответствует реальным условиям строительства и эксплуатации зданий.

При наличии теплого чердака воздух из квартир под действием перепада давления через вентиляционные решетки поступает в каналы-спутники, а затем через сборный канал в вентблоки, расположенные в пространстве теплого чердака. Пространство теплых чердаков между разными секциями здания должны быть разделены герметичными перегородками. Ограждающие конструкции теплого чердака выполняются аналогично основным конструкциям здания [80].

Воздух из теплого чердака удаляется в атмосферу через одну сборную шахту. Поддержание температуры воздуха в чердачном объеме происходит за счет

больших объемов теплого воздуха, поступающего из жилых помещений, а также за счет теплоотдачи трубопроводов, проложенных в помещении чердака.

Теплые чердаки жилых многоэтажных зданий рассматриваются как элемент системы естественной вентиляции и представляют собой камеру статического давления (КСД), основная функция которой – выравнивание и распределение скорости удаляемого из вентиляционных шахт воздуха. Воздух свободно выходит в пространство чердака, давление падает, а затем через шахту поступает в атмосферу. Для уменьшения потерь давления на выходе вентиляционного воздуха в пространство чердака устанавливаются специальные диффузоры [87].

К преимуществам устройства теплых чердаков относят следующее. В системе естественной вытяжной вентиляции с устройством теплого чердака происходит увеличение гравитационного давления, что улучшает её работу. Аэродинамическое сопротивление сборных участков воздуховодов снижается с устройством теплого чердака. Часть тепловой энергии, идущей от жилых помещений расходуется на обогрев чердака, а не уходит в атмосферу, соответственно общие теплопотери здания снижаются. Кроме того, потери тепла через чердачное перекрытие с устройством теплого чердака будут меньше, чем в случае бесчердачного покрытия. Наличие теплого чердака позволяет обеспечить нормативные температуры на потолке верхней квартиры жилого здания.

Наличие теплого чердака позволяет интенсифицировать движение воздуха, создать дополнительное побуждение к естественному перепаду давления. Температура воздуха внутри теплого чердака оказывает большое влияние на работу системы естественной вентиляции. Она должна быть ниже температуры теплого вентиляционного воздуха, поступающего из жилых помещений для создания необходимого дополнительного давления. Нижний предел температуры воздуха в объеме теплого чердака ограничен точкой росы, что должно обеспечивать невыпадение конденсата на поверхностях ограждающих конструкций.

При повышении температуры на улице происходит увеличение температуры воздуха в объеме чердака, что приводит к падению располагаемого давления,

снижая эффективность естественной вентиляции. Такая ситуация может привести к созданию недостаточного воздухообмена в жилых помещениях. Работа естественной вентиляции с теплым чердаком считается наиболее эффективной при температуре воздуха в нем ниже 16 °С.

Естественная вентиляция в переходные периоды года работает нестабильно. В связи с этим, ряд авторов [85] предлагают вариант устройства комбинированной системы вентиляции, что более предпочтительно также для систем с теплым чердаком. При смешанной схеме вентиляции в холодное время года, когда за счет разницы температуры создается необходимое давление, система вентиляции работает в обычном режиме. В переходные периоды года, когда располагаемое давление снижается, создается дополнительное побуждение для движения воздуха за счет механических устройств. Побудители тяги позволяют обеспечивать нормативный воздухообмен в помещениях при неблагоприятных условиях.

Однако устройство дополнительного элемента механической вентиляции может создать другие проблемы. Необходимо исключить подсосы воздуха, что требует хорошей герметичности вентиляционных каналов. Такая система более сложная для регулирования параметров и в эксплуатации.

В работах ряда авторов отмечается, что фактический объем удаляемого воздуха через вентиляционные каналы санузлов и кухонь практически всегда не соответствует нормативным требованиям. [86] Экспериментально также установлено, что на нижних этажах воздухообмен превышает нормативные величины, а на верхних – кратность воздухообмена не соответствует нормативным требованиям. Расход приточного воздуха свыше нормативных значений приводит к дополнительным теплотерям зданий. Расчеты, приведенные в работе [84], показали, что с понижением температуры с +5° С до -30 °С фактическая величина воздухообмена на 1 этаже 9-этажного жилого дома в 3,5 раза превышает нормативную величину, что приводит к увеличению затрат тепла на отопление на 74 Вт/м<sup>2</sup>.

В качестве варианта решения данной проблемы предлагается устраивать систему вентиляции с дополнительным механическим побуждением (естественно-

механическую). Естественно-механическая вентиляция с эжекторной вытяжной установкой, схема которой приведена на рисунке 1.1, предложена М. А. Малаховым. [67,68] В случае гибридного варианта естественно-механической вытяжной системы, в теплый период года она работает за счет эжектора низкого давления. В таком варианте создается дополнительная эжекция воздуха из теплого чердака. При неработающем эжекторе создается естественная вытяжка воздуха за счет ветрового и гравитационного давления.

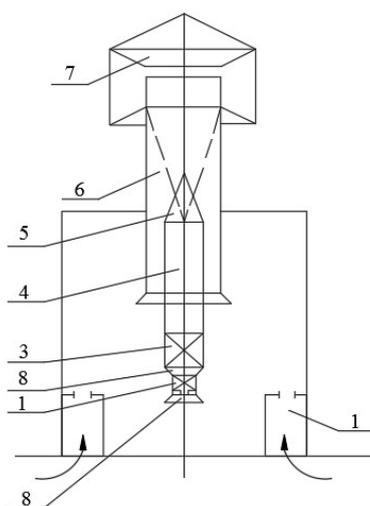


Рисунок 1.1 - Схема эжекторной вытяжной установки

1 – шумоглушитель, 2 – осевой вентилятор, 3 – выпрямитель потока, 4 – патрубок эжектора, 5 – сопло эжектора, 6 – ствол дефлектора, 7 – дефлектор, 8 – переходы

Также была предложена гибридная вентиляция со статодинамическими дефлекторами, которые являются комбинированным средством ветрового и механического побуждения естественной вентиляции.

Большое влияние на эффективность работы систем естественной вентиляции также оказывает ветровое давление. Воздействие внешней среды не учитывается в нормативных документах и не оценивается при проектировании систем вентиляции.

Эффективность систем естественной вентиляции в значительной степени зависит от особенностей организации притока наружного воздуха. Установка герметичных оконных блоков без дополнительных устройств, оконных или стеновых клапанов, не позволяет обеспечить требуемые кратности воздухообмена для жилых квартир. Известны исследования работы естественной вентиляции при

установке стеновых клапанов КИВ. Проводились замеры температуры и скорости удаляемого воздуха на выходе из вентшахт при открытых клапанах КИВ в жилых квартирах, а также почасовые замеры температуры и влажности воздуха на выходе из вентиляционных каналов на теплом чердаке и на входе в общую вентшахту. При проведении исследований фиксировались также температура и влажность удаляемого воздуха из теплого чердака и скорость ветра. [101] Эксперимент показал, что объем воздуха, выходящего из теплого чердака, превышает объем воздуха, поступающего из жилой секции более чем на 20%, что говорит о притоке воздуха на теплый чердак через щели, отверстия и другие неплотности.

Авторами [78, 87] также рассматривались возможные причины отрицательного влияния режимов эксплуатации теплого чердака на работу системы вентиляции. Проводился аэродинамический расчет, в котором отдельно учитывались вытяжные шахты квартир и общая шахта из теплого чердака. Расчет показал, что существует дефицит располагаемого давления по всем этажам здания. Разрежение, создаваемое вытяжной шахтой недостаточно для покрытия данного дефицита давления.

Проблемы работы систем естественной вентиляции с теплым чердаком в жилых многоэтажных зданиях обусловлены также влиянием аэродинамического режима застройки. Сборные вытяжные шахты теплых чердаков устанавливаются на несколько метров выше кровли, а значит, могут оказаться в области повышенного динамического давления близко расположенных зданий. Ветровое давление на уровне устья шахты может превышать величину располагаемого гравитационного давления. В таком случае может произойти опрокидывание вентиляции, особенно в каналах с вытяжным воздухом из верхних этажей, так как на этих участках располагаемое давление невелико. Для решения данной проблемы предлагалось увеличивать высоту шахты, например, за счет установки диффузора. [78]

## 1.2 Методы расчета естественной вентиляции при наличии теплого чердака

При проектировании естественной вентиляции с теплым чердаком в аэродинамическом расчете располагаемое давление определяется без учета температуры на чердаке. Как уже было отмечено, теплый чердак рассматривается как камера статического давления. В результате расчет приводит к таким результатам, которые оказываются выше, чем располагаемое давление воздуха, имеющееся в квартирах жилых зданий.[86]

Авторами [87] была выведена формула для определения температуры внутреннего воздуха в помещении чердака с учетом естественной вентиляции жилого здания, исходя из уравнений теплового и воздушного баланса чердачного помещения.

Согласно общепринятой методике аэродинамического расчета систем естественной вентиляции жилых зданий с теплыми чердаками системы естественной вентиляции представляются как единые с общими камерами статического давления, которыми являются теплые чердаки. Располагаемое давление,  $p_{расп}$  Па, для них находится с учетом общей высоты от центра вытяжного отверстия в помещении до верха устья вытяжной шахты.

$$p_{расп} = H \cdot \left( \frac{353}{273+t_n} - \frac{353}{273+t_b} \right) \cdot g, \quad (1)$$

где  $p_{расп}$  – располагаемое давление, Па,  $H$  - высота от центра вытяжного отверстия в помещении до верха устья вытяжной шахты, м,  $t_n$  – температура наружного воздуха, °С,  $t_b$  – температура внутреннего воздуха, °С,  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>. [87]

Однако некоторые авторы отмечают, что располагаемое давление меньше полученного входе расчетов по данной методике [86]. Теплый чердак, имеющий больший по сравнению с вытяжными каналами объем, не может считаться просто камерой статического разрежения. Наличие большого объема воздуха, теплообмена с атмосферным воздухом, поступления и удаления теплоты с воздухом вытяжных систем естественной вентиляции здания приводит к

разделению единой системы вентиляции на две. Первая система — «жилое помещение – теплый чердак» высотой  $H_1$ , м, вторая система - «теплый чердак – атмосферный воздух» высотой  $H_2$ , м.

По предложенной авторами методике, для отдельных систем общее располагаемое давление равно:

$$p_{\text{расп}} = H_1 \cdot \left( \frac{353}{273} - \frac{353}{273+t_ч} \right) \cdot g + H_2 \cdot \left( \frac{353}{273+t_н} - \frac{353}{273+t_ч} \right) \cdot g, \quad (2)$$

где  $H_1$  – высота системы «жилое помещение – теплый чердак», м,  $H_2$  – высота системы «теплый чердак – атмосферный воздух», м.

Первый член в уравнении учитывает давление для вентиляционных стояков, второй член – давление общей вытяжной шахты. Общее располагаемое давление определяется как их сумма. Принимаются следующие разности плотностей воздуха: для стояков - при температуре воздуха в пределах чердака  $t_ч$  и температуре воздуха внутри помещения  $t_в$ ; для шахты — при температуре наружного воздуха  $t_н$  и температуре воздуха в теплом чердаке  $t_ч$ . [86]

В работе приводится формула для определения ориентировочной температуры воздуха на чердаке  $t_ч$ :

$$t_ч = \frac{\left( \frac{F_{\text{п}} + c_{\text{в}} \cdot Q \cdot n}{R_{\text{п}}} \right) \cdot t_в + \frac{1,08 \cdot F_{\text{н.с.}}}{R_{\text{н.с.}}} \cdot t_н + \alpha_{\text{в}} \cdot F_{\text{к}} \cdot (t_{\text{т.р.}} + 1) + k \cdot F_{\text{тр}} \cdot t_{\text{вод}}}{\frac{F_{\text{п}} + c_{\text{в}} \cdot Q \cdot n}{R_{\text{п}}} + \frac{1,08 \cdot F_{\text{н.с.}}}{R_{\text{н.с.}}} + \alpha_{\text{в}} \cdot F_{\text{к}} + k \cdot F_{\text{тр}}} \quad (3)$$

где  $F_{\text{п}}$ ,  $F_{\text{н.с.}}$ ,  $F_{\text{к}}$  – площади, соответственно, чердачного перекрытия, наружных стен, кровли, м<sup>2</sup>;

$k$  – теплоотдача трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения, проложенных на чердаке, при  $\Delta t = 1$  °С, Вт/град;

$t_{\text{т.р.}}$  – температура точки росы, °С;

$t_{\text{вод}}$  – средняя температура воды в трубопроводах, °С;

$Q$  – количество воздуха, поступающего в теплый чердак из каждой квартиры, кг/ч;

$n$  – число квартир;

$R_{\text{п}}$ ,  $R_{\text{н.с.}}$  – сопротивления теплопередаче соответственно перекрытия верхнего этажа, наружных стен, кровли, м<sup>2</sup> °С/Вт.

Температуру воздуха теплого чердака можно определить, решив систему уравнений, представляющих собой тепловой и воздушный балансы чердачного помещения:

$$\begin{cases} 3,6 \cdot q_1 - 3,6 \cdot q_2 + \sum_{i=1}^n G_{ni} \cdot c_B \cdot t_{ni} - \sum_{j=1}^m G_{mj} \cdot c_B \cdot t_{mj} = 0; \\ \sum_{i=1}^n G_{ni} - \sum_{j=1}^m G_{mj} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

где  $q_1, q_2$  – соответственно теплопоступления и теплопотери через ограждающие конструкции, Вт;

$G_{ni}, G_{mj}$  – соответственно массовый расход приточного и вытяжного воздуха, кг/ч;

$t$  – температура поступающего либо удаляемого воздуха, °С.

Во втором уравнении системы массовые расходы воздуха равны:

$$G_{\text{ч}} = G_{\text{су}} + G_{\text{к}} \quad (5)$$

где  $G_{\text{ч}}$  – количество воздуха, удаляемого через вентиляционную шахту, кг/ч;

$G_{\text{су}}, G_{\text{к}}$  – количество воздуха, поступающего в чердачное помещение соответственно из санитарных узлов и кухонь, кг/ч.

В конечном виде уравнение для определения температуры воздуха теплого чердака принимает следующий вид:

$$t_{\text{ч}} = \frac{t_{\text{в}} \cdot k_{\text{пер}} \cdot F_{\text{пер}} + t_{\text{н}} \cdot (k_{\text{ст}} \cdot F_{\text{ст}} + k_{\text{кр}} \cdot F_{\text{кр}}) + 98 \cdot \left( Q_{\text{су}} + Q_{\text{к}} - 273 \cdot \frac{Q_{\text{су}}}{273 + t_{\text{су}}} - 273 \cdot \frac{Q_{\text{к}}}{273 + t_{\text{к}}} \right)}{98 \cdot \left( \frac{Q_{\text{су}}}{273 + t_{\text{су}}} + \frac{Q_{\text{к}}}{273 + t_{\text{к}}} \right) + k_{\text{пер}} \cdot F_{\text{пер}} + k_{\text{ст}} \cdot F_{\text{ст}} + k_{\text{кр}} \cdot F_{\text{кр}}} \quad (6)$$

где  $t_{\text{в}}, t_{\text{н}}, t_{\text{су}}, t_{\text{к}}$  – температура воздуха соответственно внутри помещений квартир, наружного, в помещениях санитарных узлов, в кухнях, °С;

$k_{\text{пер}}, k_{\text{ст}}, k_{\text{кр}}$  – коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций соответственно перекрытий верхних этажей, наружных стен, кровли, Вт/м<sup>2</sup>°С;

$F_{\text{пер}}, F_{\text{ст}}, F_{\text{кр}}$  – площади поверхностей ограждающих конструкций соответственно верхних этажей, наружных стен, кровли, м<sup>2</sup>;

$Q_{cy}, Q_k$  – объемы воздуха, поступающего в помещения чердаков соответственно из санитарных узлов и кухонь, м<sup>3</sup>/ч;

98 – переходный коэффициент, Вт·ч/м<sup>3</sup>.

Температура воздуха на чердаке от температуры наружного воздуха аппроксимируется для панельных типовых зданий и в диапазоне температур наружного воздуха от -5 до +10 °С. При увеличении либо понижении температуры наружного воздуха прямолинейность зависимости теряется. Исходя из этого, авторами получено выражение для определения температуры воздуха теплого чердака в диапазоне -5...+10°С:

$$t_{ч} = 17,75 + 0,139 \cdot t_{н} \quad (7)$$

где  $t_{ч}$  – температура в помещении чердака, °С;  $t_{н}$  – температура наружного воздуха, °С.

Расчет температуры воздуха в чердаке проведен согласно методике, описанной во второй главе, необходимой для соблюдения требований теплозащиты и исключения выпадения влаги на поверхностях ограждения.

Результат расчета по методике говорит о пропорциональной зависимости температуры воздуха на чердаке от температуры наружного воздуха. В ходе расчета температуры наружного воздуха принимались в соответствии с данными о фактических температурах на улице в период проведения натурных измерений. Расчеты велись при нормируемых значениях воздухообмена. Для диапазона температур минус 5...+24°С была рассчитана температура чердака, необходимая для соблюдения норм теплозащиты. При расчете были использованы следующие исходные данные: температура внутреннего воздуха  $t_{в} = 20$  °С; температура воздуха в санузлах  $t_{cy} = 23$  °С; температура воздуха в кухнях  $t_{кух} = 22$  °С; коэффициент теплопередачи перекрытия верхнего этажа  $k_{пер} = 9,709$  Вт/м<sup>2</sup>°С; коэффициент теплопередачи наружных стен  $k_{ст} = 0,334$  Вт/м<sup>2</sup>°С; коэффициент теплопередачи кровли  $k_{кр} = 0,231$  Вт/м<sup>2</sup>°С; площадь поверхности верхних этажей  $F_{пер} = 248,3$  м<sup>2</sup>; площадь поверхности наружных стен  $F_{ст} = 127,4$  м<sup>2</sup>; площадь поверхности кровли

$F_{кр} = 248,3 \text{ м}^2$ ; объем воздуха, поступающего в помещение чердака из санузлов  $Q_{су} = 4050 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; объем воздуха, поступающего в помещение чердака из кухонь  $Q_{к} = 4860 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Результаты расчета представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Расчет температуры воздуха внутри помещения чердака для наружной температуры минус 5 ...+24°C

№ п/п	Температура наружного воздуха	Температура в помещении чердака	№ п/п	Температура наружного воздуха	Температура в помещении чердака
1	-5	20,9	16	10	21,1
2	-4	20,9	17	11	21,2
3	-3	20,9	18	12	21,2
4	-2	20,9	19	13	21,2
5	-1	20,9	20	14	21,2
6	0	21,0	21	15	21,2
7	1	21,0	22	16	21,3
8	2	21,0	23	17	21,3
9	3	21,0	24	18	21,3
10	4	21,0	25	19	21,3
11	5	21,1	26	20	21,3
12	6	21,1	27	21	21,3
13	7	21,1	28	22	21,4
14	8	21,1	29	23	21,4
15	9	21,1	30	24	21,4

### **1.3 Анализ нормативных требований для проектирования систем естественной вентиляции с теплым чердаком**

На сегодняшний день действуют Рекомендации по проектированию систем естественной вентиляции с теплым чердаком с теплым чердаком для многоэтажных жилых зданий [80], разработанные в конце 80-х годов. Согласно Рекомендациям, наличие теплого чердака повышает эффективность работы вентиляции верхних этажей, долговечность кровли, а также обеспечивает снижение теплопотерь зданий.

Технические решения, принятые при проектировании теплых чердаков апробированы при строительстве большого количества жилых зданий. Основным требованием является герметичность теплого чердака, отсутствие окон в наружных стенах. К ограждающим конструкциям теплого чердака предъявляются такие же теплозащитные требования, как и к основным ограждающим конструкциям здания. Требуемое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия (уровень пола чердака) и покрытия (потолок чердака) теплого чердака определяют согласно пунктам 11.1.1 и 11.1.3 СП 345.1325800.2017, стен – согласно СП 50.13330-2012 в зависимости от градусо-суток отопительного периода климатического района строительства при расчетной температуре воздуха в чердаке, указанной в п. 11.1.1 СП 345.1325800.2017. Должно быть обеспечено невыпадение конденсата на внутренних поверхностях ограждающих конструкций.

Чердачное помещение выполняется в виде единого объема в пределах планировочной секции дома. Внутри теплого чердака не допускается устройство изолированных отсеков с температурно-влажностным режимом, отличающимся от условий теплого чердака. Применение сплошных внутренних конструкций, разделяющих чердачное пространство не рекомендуется.

Теплый чердак является сборным каналом для воздуха из всех вертикальных каналов жилой секции. Требования к размещению и устройству шахты регламентированы пунктами 3.3-3.4 Рекомендаций, а также п. 9.9 СП 54.13330-2016.

Смежные секции теплого чердака должны быть разделены сплошными несгораемыми стенами или перегородками с установкой в проеме герметичной двери (п. 2.3 Рекомендаций).

В наружных стенах теплого чердака не должно быть открытых проемов, щелей. При устройстве световых проемов (окон) в стенах теплого чердака их рекомендуется заполнять стеклянными пустотелыми блоками, устанавливаемыми, как правило, в два ряда в плоскости стены (п. 2.8 и 4.1 Рекомендаций).

Проектировать теплые чердаки целесообразно в зданиях высотой 9 и более этажей (п. 7.1 Рекомендаций). Рекомендованный диапазон температуры воздуха чердака составляет 14-16°C.

Сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия устанавливается рекомендациями исходя из требования соответствия тепловому потоку через него с тепловым потоком, проходящим через бесчердачное покрытие при нормативном сопротивлении теплопередаче по условию энергосбережения. Сопротивление теплопередаче покрытия над теплым чердаком выбирается с учетом заданной температуры в помещении теплого чердака. Учитываются тепловые потери через ограждающие конструкции и тепловые притоки от инженерного оборудования. Нормативный перепад температуры у потолка верхнего этажа составляет 3 °С.

Анализ рекомендаций по проектированию систем естественной вентиляции с теплым чердаком показал, что для эффективной работы таких систем должны выполняться следующие условия:

- расположение вентблоков должно обеспечивать обогрев всего объема чердака теплым вытяжным воздухом;
- вытяжную шахту (высота 4,5м) необходимо располагать по центру относительно расположения вентблоков;
- должно предусматриваться дополнительное утепление зон перекрытия над верхним этажом в зонах пониженной температуры;
- на оголовках вентблоков, выходящих в объем чердака следует располагать диффузоры, направленные в сторону вытяжной шахты;

- оголовок шахты должен был выполнен таким образом, чтобы обеспечивалось продувание на несколько сторон;
- в пространстве чердака не должны быть установлены перегородки, балки и другие конструкции, препятствующие свободному движению воздуха в сторону вытяжной шахты.

Проблема теплых чердаков жилых многоэтажных зданий на сегодняшний день актуальна и связана не только с неэффективной работой систем естественной вентиляции, особенно на последних этажах, но и с деструкцией наружных стен. Наружные стены теплых чердаков проектируются аналогично жилой части здания, что не соответствует условиям их эксплуатации. Повышенная влажность воздуха, которая может достигать 70-80%, колебания температуры приводит к их преждевременному разрушению.

В холодный период года при низкой температуре наружных ограждающих конструкций, возможно выпадение конденсата на поверхностях. В наружных слоях конструкций стен происходят фазовые переходы влаги, что приводит к их разрушению.

#### **1.4 Влияние параметров микроклимата теплых чердаков на ограждающие конструкции**

Теплый, влажный воздух поступает в чердачное помещение без очистки и осушения. В связи с этим, в переходные периоды года наблюдается повышенная влажность воздуха (более 50%) в объеме чердака, что приводит к дополнительному увлажнению наружных стен, особенно, в переходные периоды года. Климатические условия Санкт-Петербурга даже в отопительный период не стабильны; температура воздуха может переходить через 0 градусов 3-5 раз в сутки. В помещении чердака подвижность воздуха мала, в связи с чем, могут образовываться локальные застойные зоны повышенного влагосодержания или низкой температуры воздуха. Наиболее вероятно, что такие зоны будут образовываться вблизи северных стен (окон), где может происходить выпадение

конденсата. В результате такого воздействия в поверхностном слое (например, газо- или пенобетон) увеличивается влагосодержание. Кроме того, увлажнение конструкций происходит вследствие сорбции, поскольку, как правило, отсутствует защита внутренней поверхности стен от проникновения влаги. Отмеченное выше в комплексе с другими разрушающими воздействиями приводит к деградации ограждающих конструкций теплого чердака.

В настоящее время теплые чердаки продолжают активно проектироваться и строиться, как элемент естественной вентиляции, однако отрицательное влияние тепловлажностного режима в помещениях на наружные стены очевидно и должно быть исследовано дополнительно.

### **Выводы по главе 1**

1. В настоящее время в практике проектирования жилых многоэтажных зданий широко распространено применение системы естественной вентиляции с теплым чердаком.

2. Анализ литературных источников показал, что существует два варианта при оценке эффективности работы системы вентиляции:

- первый – рассматривает чердак как элемент системы естественной вентиляции, и представляют собой камеру статического давления, основная функция которой выравнивание и распределение скорости удаляемого воздуха из вентиляционных каналов;
- второй – рассматривает теплый чердак как отдельный объем, располагаемое давление определяется как сумма давлений для жилой части здания и чердака.

3. Современные нормативные документы не учитывают все особенности проектирования теплых чердаков [СП 54.13330-2016 (п. 9.9), СП 60.13330-2020 (п. 7.11.1) и СП 50.13330-2012 (п.5.2), СП 345.1325800-2017 (разд. 10 и 11).]

На основании анализа проблем, связанных с работой систем вентиляции с теплым чердаком, выявлены характерные дефекты:

- не обеспечивается нормативная кратность воздухообмена жилых помещений;

- не обеспечивается герметичность чердачного пространства;
- расчет систем вентиляции не учитывает пространственное распределение параметров микроклимата по объему открытого чердака;
- ограждающие конструкции теплых чердаков эксплуатируются в условиях повышенного влагосодержания воздуха, что снижает их долговечность.

4. Отмеченные дефекты снижают эффективность работы систем естественной вентиляции и оказывают неблагоприятное воздействие на состояние ограждающих конструкций.

Для разработки рекомендаций по повышению эффективности работы систем естественной вентиляции многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком необходимо комплексное исследование, которое включает:

- проведение комплекса натурных обследований состояния ограждающих конструкций и параметров микроклимата в объеме теплого чердака, как в переходный период года, так и в отопительный сезон;
- численное моделирование процессов теплообмена в ограждающих конструкциях и объеме теплого чердака с учетом влияния внешних условий.

## ГЛАВА 2 НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ТЕПЛЫХ ЧЕРДАКОВ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

### 2.1 Анализ существующих проблем при эксплуатации многоэтажных жилых зданий с теплым чердаком

Проблема разрушения поверхностного слоя наружных стен теплых чердаков многоэтажных жилых зданий с естественной вентиляцией на сегодняшний день для Санкт-Петербурга весьма актуальна. Обследование чердачных помещений ряда многоэтажных жилых зданий показало, что проблема деструкции наружных стен теплого чердака характерна именно для такого типа зданий, независимо от конструктивных особенностей стен (рисунки 2.1 и 2.2).



Рисунок 2.1 - Деструкция наружных стен теплых чердаков (эффективный и лицевой кирпич)

Из рисунка 2.1 видно, что в зданиях с теплым чердаком, наружные стены которых выполнены из кирпича (0,72 м), ул. Коллонтай, д.17, корп.1-3 также имеет место деструкция стен теплого чердака, но выражена более слабо.

На рисунке 2.2 приведены дефекты наружных стен теплого чердака, которые выявлены в ЖК «Всеволожский каскад» Ленинградская область, г. Всеволожск, Колтушское шоссе, д. 44, к. 1, 2. (здание построено и введено в эксплуатацию в

2012). Конструкции наружных стен газобетон + лицевой кирпич. [24]



Рисунок 2.2 - Деструкция наружных стен (лицевой кирпич + газобетон)

## 2.2 Характеристика объекта исследования

Исследование параметров микроклимата теплого чердака проводилось для многоэтажного жилого здания с выявленной проблемой разрушения наружного слоя стены теплого чердака. Исходные данные были получены в результате обследования состояния ограждающих конструкций и тепло-влажностного режима помещения теплого чердака 25-этажных жилых зданий по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, поселок Мурино, ул. Новая, д.7, корпуса 1-3.

В ходе натурного обследования зданий были выполнены следующие работы:

- анализ чертежей раздела АР проекта;
- локальные вскрытия и зондирования конструкций;
- визуальное обследование наружных стен и стен конструкций, выходящих на кровлю, строительных конструкций технических и нижерасположенных этажей, а также крыш;
- определение характеристик кирпича облицовочного слоя (прочность, морозостойкость), отобранного в местах наиболее интенсивной деструкции.

Измерения параметров микроклимата в объеме теплого чердака проводилось в помещениях (секций 2-5 д.7, корпус 2).

Обследуемые здания имеют 25 этажей и теплый чердак. Год постройки - 2015. Высота чердака -2,3 м. Объем теплого чердака -580 м<sup>3</sup>.

Ситуационная схема комплекса здания, где проводилось комплексное обследование, представлена на рисунке 2.3. Фасады корпусов представлены на рисунках 2.4, 2.5. Разрез здания приведен на рисунке 2.6.



Рисунок 2.3 - Ситуационная схема объекта



Рисунок 2.4 - Общий вид жилого комплекса



Рисунок 2.5 - Общий вид здания со стороны дворовой территории (наружные стены теплового чердака затянуты сеткой, предотвращающей падение кирпичей)

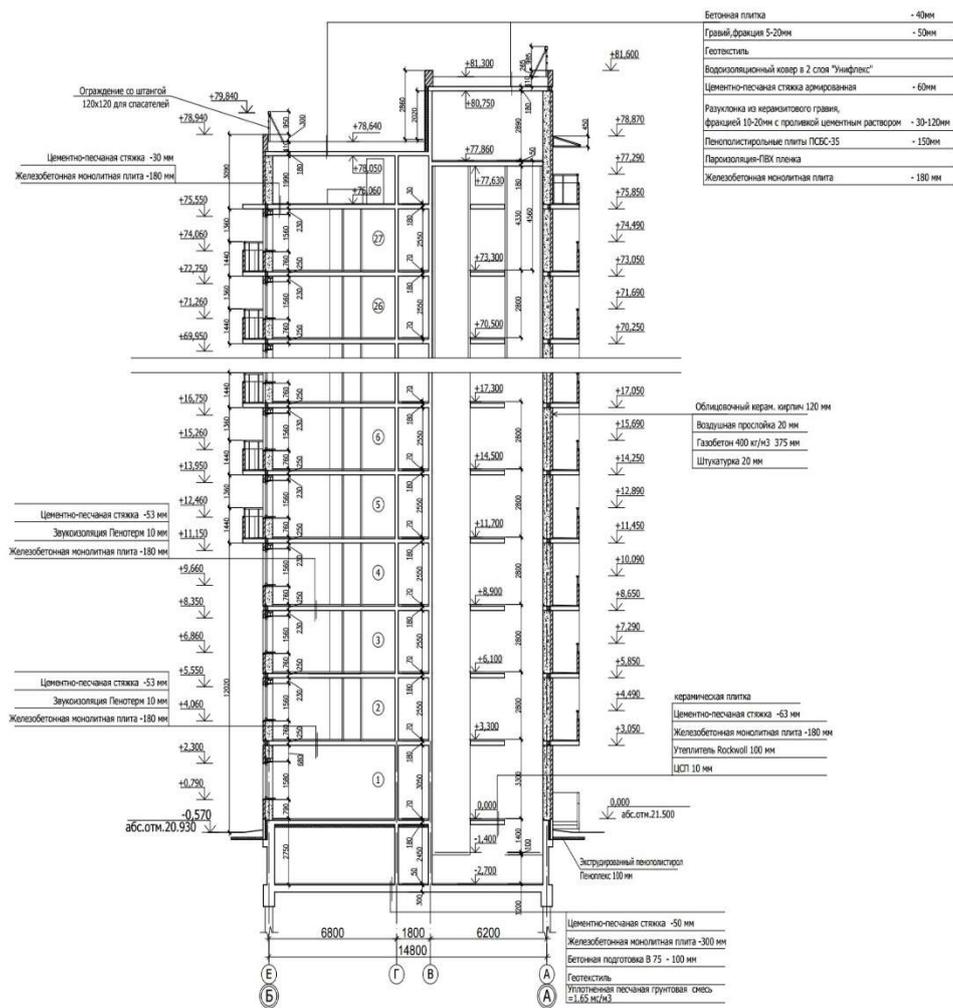


Рисунок 2.6 - Разрез здания

Наружные стены здания многослойные: облицовочный керамический кирпич 120 мм, воздушная прослойка 0,02 м, газобетон (плотностью 400 кг/м<sup>3</sup>) 0,375 м, штукатурка 0,02 м. Стены поэтажно опираются на перекрытия. В узлах сопряжения лицевого слоя с железобетонной колонной предусмотрен утеплитель (минеральная плита) толщиной 0,1 м.

Внутренняя поверхность наружных стен теплого чердака не оштукатурена.

Стены вытяжных шахт, выходящих на крышу, трехслойные: слой лицевого кирпича 0,12 м, утеплитель ROCKWOOL «Лайт Баттс» 0,15 м, кирпичная кладка 0,25 м.

Покрытие - железобетонная монолитная плита 0,18 м, тепло- и пароизоляция, защищенная цементно-песчаной стяжкой, армированной 0,06 м, а также бетонной плиткой 40 мм.

Оконные блоки: однокамерный стеклопакет с ПВХ переплетами. Сопротивление теплопередаче  $R=0,46 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ . Площадь оконных блоков 4,5 м<sup>2</sup>.

## **2.3 Обследование ограждающих конструкций теплого чердака и расчет их характеристик**

### **2.3.1 Результаты обследования наружных стен чердака**

Перечень приборов, которые использовались при проведении натурного обследования:

- тепловизор «Testo 882» (свидетельство о поверке С-СП/26-05-2021/66368422 до 26.05.22);
- влагомер «Testo 606-2» №38725666/007 (свидетельство о поверке № 210-9647 до 26.12.2019);
- термометр контактный типа ТК- 5.05 (свидетельство о поверке №19117-пз/20 до 12.11.2021);
- комбинированный прибор «Testo 425» № 01387490 (свидетельство о поверке № С-СП/27-05-2021/66580132 до 26.05.2022); пределы измерения минус 20 °С до +70 °С, разрешение 0,1 °С (измерение температуры);

– термогигрометр – «Testo 610» №210-9901, (свидетельство о поверке № С-СП/04-06-2021/68762668 до 03.06.2022) (измерение относительной влажности воздуха).

Обследование наружных стен чердака показало, что конструкции наружных стен теплого чердака имеют дефекты. Пример типичных дефектов, выявленных при визуальном обследовании корпусов, приведен на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 - Деструкция наружных стен теплых чердаков и поверхность вентиляционных шахт

По результатам визуального обследования можно сделать следующие выводы:

- наружный слой из керамического пустотного кирпича (ГОСТ 530) в зоне расположения теплого чердака всех корпусов имеет дефекты;
- выявлены большие зоны, где имеет место отслоение наружного слоя кирпича;
- отслоение наружного слоя кирпича зафиксировано также на вентиляционных шахтах, степень деструкции зависит от ориентации стен;
- более интенсивная деструкция наружного слоя стен корпусов, выходящих на юг, юго-запад и юго-восток.

Обследование внутренней поверхности стен теплого чердака (газобетонных блоков) не выявило существенных дефектов. На внутренней поверхности стен отсутствует штукатурка и пароизоляционный слой. Имеют место локальные разрушения раствора в швах газобетонных блоков.

Влагосодержание поверхностного слоя, измеренное с использованием прибора, влагомера «Testo 606-2» №38725666/007 превышало нормативные значения 12%. В среднем, по результатам измерений в различных секциях корпуса 2, влагосодержание поверхностного слоя газобетонных блоков составило 20–22%.

#### **2.4 Результаты испытания кирпича облицовочного слоя**

Для определения свойств кирпича было отобрано 5 образцов в уровне чердака в здании дома 7, секция Г.

Место отбора образцов кирпича показано на рисунке 2.8.

Испытания отобранных образцов проводились в аккредитованной лаборатории СПбГАСУ. Протокол испытаний приведен в приложении А. Водопоглощение кирпича по результатам испытаний составило 12%, прочность – М-150. Морозостойкость не определялась, т.к. согласно ГОСТ 530-2012 морозостойкость определяется только для новых кирпичей.

По результатам испытаний кирпич соответствует требованиям ГОСТ 530-2012, так как водопоглощение не менее 6,0%, прочность М-150. Однако влагосодержание поверхностного слоя кирпича достигает 11% (водопоглощение кирпича – 12%), то есть содержание влаги в кирпиче практически соответствует водопоглощению, в то время как в соответствии с СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии», приложение Ч предельное значение влажности кирпича ограничено как 2%.

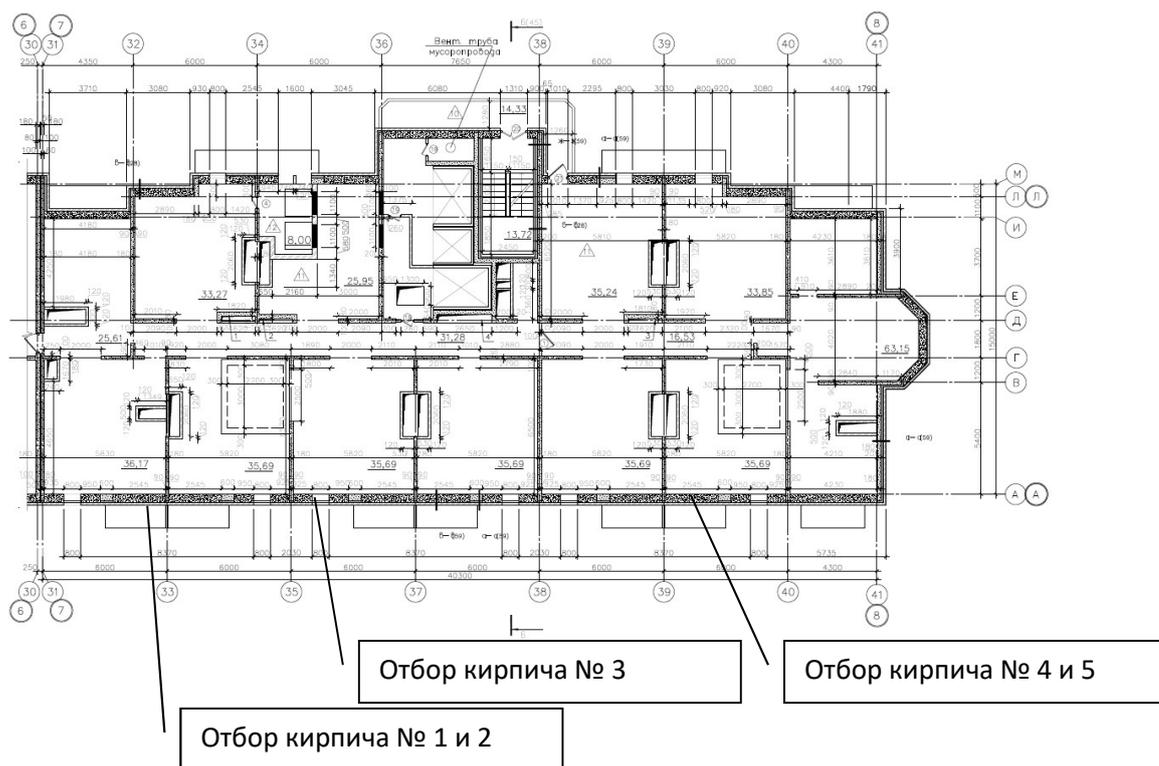


Рисунок 2.8 - Место отбора образцов кирпича

## 2.5 Исследование параметров микроклимата теплого чердака Мониторинг тепловлажностных характеристик

Обследование тепловлажностных параметров в объеме теплого чердака секций 1-3 корпуса 2 проводилось в разные периоды года.

Используемые приборы:

- комбинированный прибор «Testo 425» № 01387490. Свидетельство о поверке № С-СП/27-05-2021/66580132 до 26.05.2022. Пределы измерения минус 20 °С до +70 °С, разрешение 0,1 °С (измерение температуры);
- термогигрометр – «Testo 610» №210-9901. Пределы измерения 0 % – 100 %, разрешение 0,1 %. Свидетельство о поверке № С-СП/04-06-2021/68762668 до 03.06.2022 (измерение относительной влажности).

Температура и влажность внутреннего воздуха измерялась на уровне 1,2 м от поверхности пола.

Для мониторинга температуры внутреннего воздуха в помещении теплого чердака и относительной влажности использовался «Измерительный компьютерный комплекс iButton Data Logger Revisor» (iBDLR), предназначенный для полного цикла обслуживания устройств семейства iButton Data Loggers, являющиеся регистраторами, обеспечивающими мониторинг температуры и относительной влажности. Комплекс iBDLR-3 включает в себя регистратор DS1923-F5 (устройство ГИГРОХРОН), выполняющий следующие функции: термогигрограф с диапазоном регистрации температуры от минус 20 °С до +85 °С и диапазоном регистрации относительной влажности от 0% до 100%. Минимальная градация регистрации температуры 0,5 °С, влажности 0,65%.

С помощью данного комплекса осуществлялся сбор данных по изменению внутренней температуры воздуха в помещении теплого чердака, а также его относительной влажности в течение продолжительного периода времени с указанием пределов записываемых данных. В процессе подготовки датчиков к установке для снятия значений были проведены необходимые предварительные настройки. Частота регистрации – 120 минут. При достижении значения температур верхнего предела установки и нижнего, датчик делает отметку. После записи значений датчики были остановлены и переведены в энергосберегающий режим до запуска следующей сессии сбора информации.

Мониторинг проводился в течение продолжительного периода времени, в том числе в переходные периоды года.

Первое обследование было выполнено в период с 05.10.2018 по 02.11.2018. Инструментальное исследование тепло-влажностного режима в помещениях теплого чердака проводилось в доме № 7, корпус 2, секции 3-5.

При проведении обследования температура внутри помещения чердака изменялась от 1,6°С до 15,8 °С, влажность воздуха изменялась от 40 до 83 %.

Наружная температура воздуха изменялась от минус 2 °С до +18 °С. Относительная влажность воздуха изменялась в диапазоне 81-90 %.

Средняя влажность воздуха в помещении теплого чердака за период наблюдений составила 52%, средняя температура внутреннего воздуха 8,9 °С.

Средняя влажность наружного воздуха 85%, средняя температура наружного воздуха + 8,6 °С.

Измерение скорости выхода вентиляционного воздуха на выходе из вентиляционных каналов в чердачное пространство в секциях 3-5 показало, что в период проведения наблюдений скорости варьировались в диапазоне 0,5–0,8 м/с.

Скорость выхода воздуха из вентиляционных шахт, расположенных на кровле, в переходный период составляла 0,2– 0,5 м/с.

Результаты обследования приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Результаты наблюдений параметров микроклимата в помещении чердака

Измеряемые параметры		Влажность воздуха в помещении технического этажа	Температура воздуха в помещении технического этажа	Наружная температура воздуха	Направление ветра	Скорость ветра
Единицы измерения		%	°С	°С		м/с
5 октября	9:00	57,8	6,5	6,5	Ю	4,9
	17:00	57,6	7,2	7,2	ЮЗ	5,0
8 октября	9:00	57,7	9,9	7,6	ЮЗ	2,5
	17:00	81,3	11,2	7,7	Ю	5,6
9 октября	9:00	72,7	12,3	9,1	ЮЗ	3,0
	17:00	81,1	13,0	10,6	ЮЗ	3,0
10 октября	9:00	74,3	13,2	12,0	ЮЗ	2,0
	17:00	82,5	15,0	12,7	ЮЗ	3,0
11 октября	9:00	55,2	12,3	14,1	З	2,0
	17:00	52,0	13,0	8,3	З	2,0
12 октября	9:00	43,1	11,1	10,1	ЮЗ	3,0
	17:00	51,0	11,7	9,3	ЮЗ	3,0
15 октября	9:00	44,4	12,2	18,9	ЮЗ	2,0
	17:00	41,4	15,8	15,5	ЮЗ	2,0
16 октября	9:00	40,8	11,3	15,2	З	3,0
	17:00	41,5	12,4	12,2	З	3,0
17 октября	9:00	50,8	12,4	14,0	Ю	2,0
	17:00	51,4	12,7	14,2	Ю	2,0
18 октября	9:00	46,9	12,9	16,3	ЮЗ	2,0
	17:00	47,0	14,7	11,1	ЮЗ	2,0
19 октября	9:00	52,3	12,4	10,4	З	4,0
	17:00	49,2	13,2	8,9	З	4,0
22 октября	9:00	55,1	9,7	10,1	СЗ	2,0
	17:00	49,9	8,5	8,2	СЗ	2,0
23 октября	9:00	50,7	6,5	6,7	Ю	3,0
	17:00	51,3	6,2	6,3	Ю	3,0
24 октября	9:00	44,5	7,1	7,1	СВ	3,0
	17:00	42,3	5,9	4,1	СВ	3,0

25 октября	9:00	42,8	5,5	4,6	ЮЗ	3,0
	17:00	39,8	3,0	1,0	ЮЗ	3,0
26 октября	9:00	40,7	3,2	4,3	0	0
	17:00	37,5	2,7	1,1	0	0
29 октября	9:00	44,6	2,0	2,3	В	2,0
	17:00	34,1	2,1	2,0	В	2,0
30 октября	9:00	38,2	1,6	1,9	В	1,0
	17:00	37,5	3,0	1,1	В	1,0
31 октября	9:00	35,2	3,0	3,9	Ю	3,0
	17:00	34,8	3,2	4,2	Ю	3,0
1 ноября	9:00	50,9	8,3	12,8	ЮЗ	3,0
	17:00	46,8	9,6	11,1	ЮЗ	3,0
2 ноября	9:00	46,8	8,6	10,5	ЮЗ	2,0
	17:00	43,0	9,5	8,0	ЮЗ	2,0

Графически изменение температуры воздуха в помещении чердака приведено на рисунке 2.9.



Рисунок 2.9 - Температура воздуха в помещении чердака (красная линия) и на улице в период измерений (синяя линия)

Средние годовые значения параметров наружного климата для Санкт-Петербурга приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Среднегодовые значения параметров наружного воздуха для Санкт-Петербурга

Параметры наружного климата		
Месяц	$t_{н}, ^\circ\text{C}$	$\phi$
Январь	-6,6	0,86
Февраль	-6,3	0,84
Март	-1,5	0,78

Апрель	4,5	0,73
Май	10,9	0,66
Июнь	15,7	0,68
Июль	18,3	0,71
Август	16,7	0,77
Сентябрь	11,4	0,81
Октябрь	5,7	0,84
Ноябрь	0,2	0,87
Декабрь	-3,9	0,88

В помещении теплого чердака в переходный период наблюдалось резкое изменение температуры воздуха от +1,6 °С до +15,8 °С. Изменение относительной влажности воздуха изменялось от 40 до 80%. Резкие скачки температуры и влажности воздуха в помещении теплого чердака оказывают влияние на состояние ограждающих конструкций.

Вторая серия измерений проводилась в помещении теплого чердака дома 7, корп.2 (секции 1-3) в отопительный период с 05.03.2019 по 16.06.2019.

В процессе натурных исследований проводились замеры температуры и влажности воздуха в объеме теплого чердака. Замеры производились в местах расположения вентканалов, удаляющих воздух из жилых помещений, а также у внутренней поверхности наружной стены чердака, на которой происходили деструктивные процессы.

Для натурных наблюдений использовался «Измерительный компьютерный комплекс iButton Data Logger Revisor» (iBDLR). Характеристики средств измерений приведены в приложении Б.

В результате проведения натурных исследований был получен массив данных по изменению температуры и относительной влажности внутри помещения теплого чердака. Результаты измерений приведены в приложении В. Результаты

наблюдения параметров микроклимата в помещении чердака приведены в приложении Г и приложении Д.

При проведении обследования в отопительный период температура внутри помещения чердака разных секций изменялась от +12°C до + 30 °С, влажность воздуха изменялась от 24 до 60 %.

Для оценки результатов натурные данные были разделены на следующие периоды: март, апрель, май, июнь. Значения средней температуры и влажности воздуха в объеме чердака приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Значения средней температуры и влажности воздуха

Рассматриваемый период	Температура воздуха у наружной стены, °С	Влажность воздуха у наружной стены, %	Температура воздуха у вентканала, °С	Влажность воздуха у вентканала, %
Март	19,0	45	21,5	37
Апрель	22,0	36	22,8	35
Май	22,8	38	23,2	39
Июнь	22,5	48	22,4	48

Изменение температуры и влажности воздуха в помещении чердака, а также наружного воздуха, по данным датчиков, представлены на рисунках 2.10- 2.13.



Рисунок 2.10 - Изменение температуры внутреннего и наружного воздуха в марте

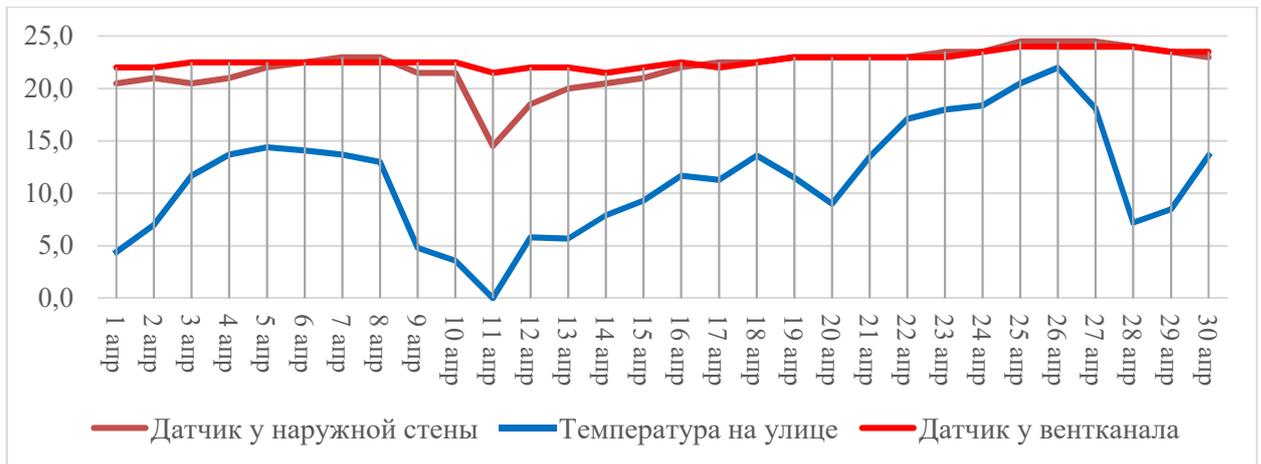


Рисунок 2.11 - Изменение температуры внутреннего и наружного воздуха в апреле

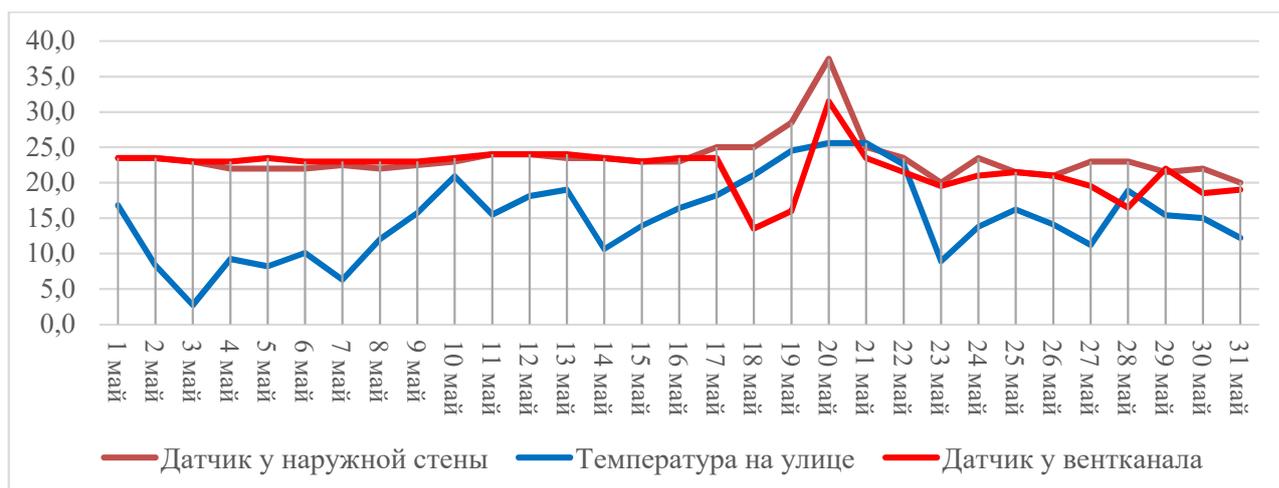


Рисунок 2.12 Изменение температуры внутреннего и наружного воздуха в мае

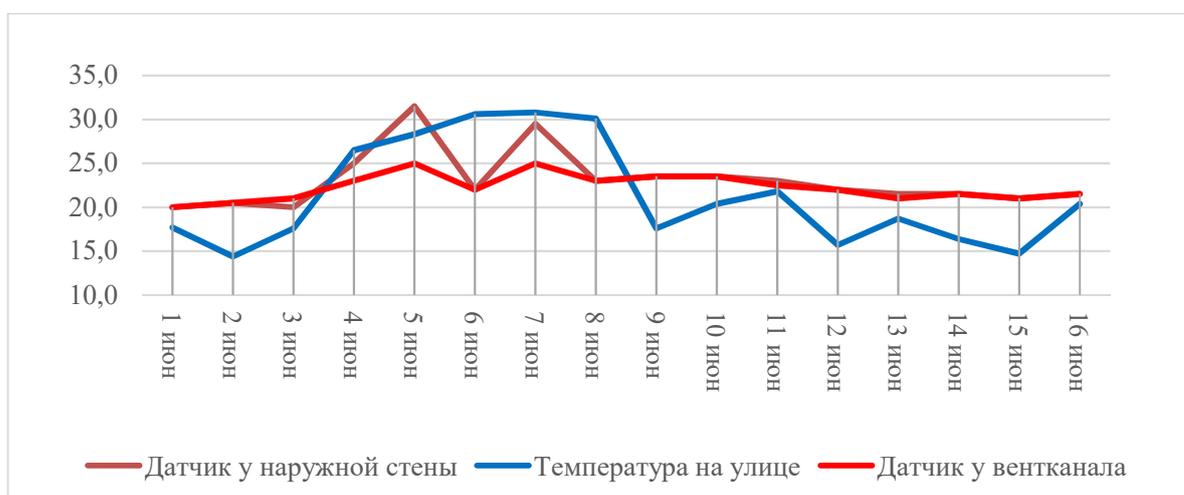


Рисунок 2.13 - Изменение температуры внутреннего и наружного воздуха в июне

## 2.6 Тепловизионная диагностика

Тепловизионная диагностика проводится в соответствии с ГОСТ 54852-2011 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций».

Принцип работы тепловизора – тепловое излучение от исследуемого объекта через оптическую систему передается на приемник, представляющий собой неохлаждаемую матрицу термодетекторов. Далее полученный видеосигнал, посредством электронного блока измерения, регистрации и математической

обработки оцифровывается и отображается на экране компьютера или дисплее тепловизора.[70]

Тепловизионное обследование наружных ограждающих конструкций теплого чердака зданий по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, поселок Мурино, ул. Новая, д.7, корпуса 1-3 проводилось 12.12.2019 г.

При обследовании зданий выявлялись следующие дефекты:

- дефекты кирпичной кладки;
- неоднородность швов и стыков газобетонных блоков;
- дефекты кровельного пирога;
- инфильтрация через неплотности оконных блоков;
- качество монтажа оконных блоков и производственные дефекты;
- качество теплоизоляции трубопроводов систем теплоснабжения;

На качество ИК термограммы (ИК изображения) влияют:

- температура объекта;
- наличие внешнего излучателя;
- коэффициенты излучения и отражения объекта;
- свойства передающей среды (атмосферы).

Примеры выявленных дефектов по результатам тепловизионного обследования наружных ограждающих конструкций теплого чердака приведены на рисунке 2.14.

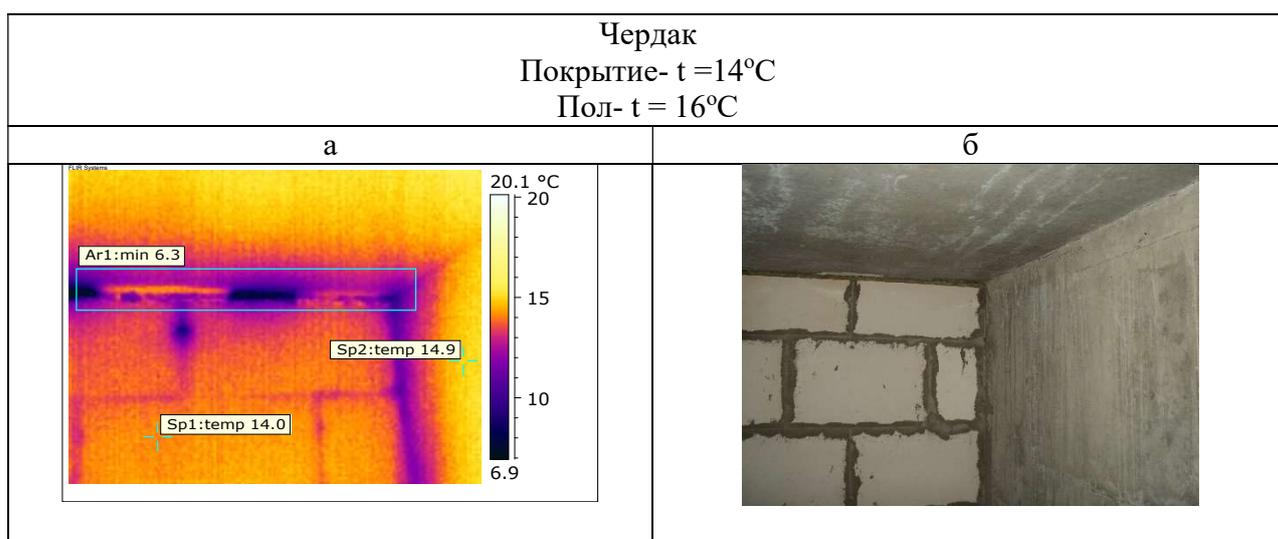


Рисунок 2.14 - Стык наружной стены и покрытия: а- область пониженных температур при сопряжении наружной стены с покрытием. Температура на  $7,7^{\circ}\text{C}$  ниже, чем на наружной стене

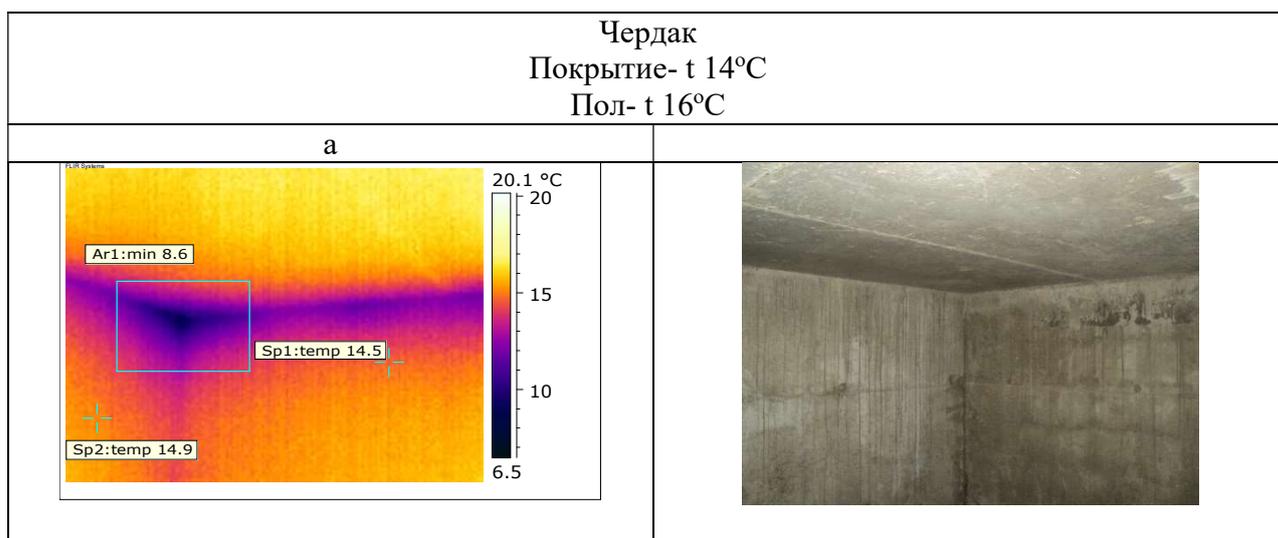


Рисунок 2.15 - Стык наружной стены с покрытием и перегородкой: а - область пониженных температур при сопряжении наружной стены с покрытием и перегородкой. Температура на 5,9°C ниже, чем на наружной стене

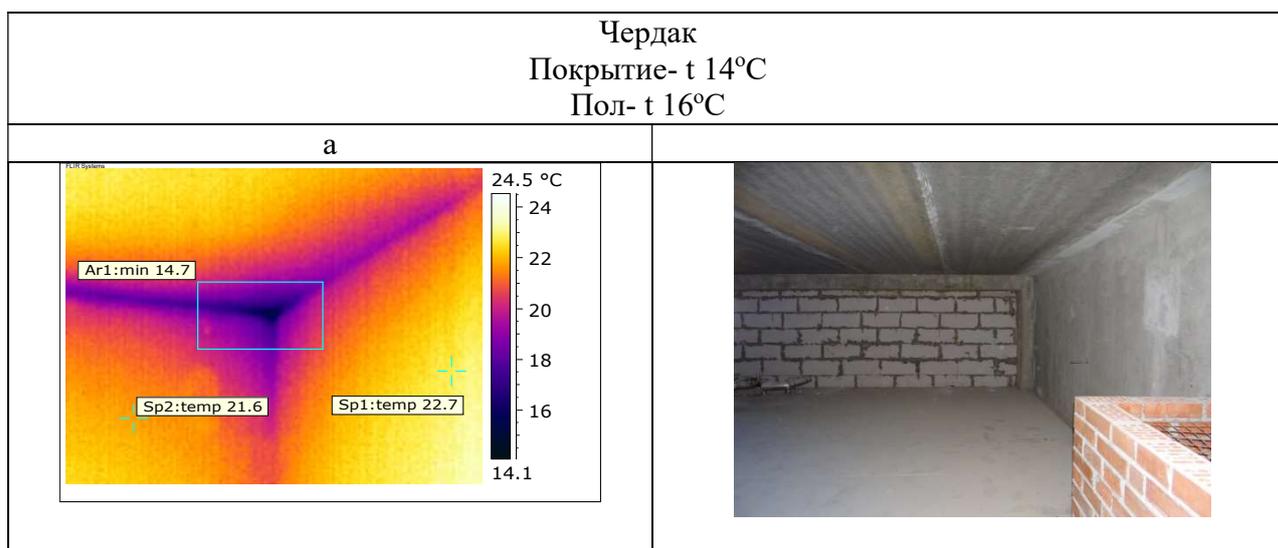


Рисунок 2.16 - Стык наружной стены с покрытием и перегородкой: а - область пониженных температур при сопряжении наружной стены с покрытием и перегородкой. Температура на 5,9°C ниже, чем на наружной стене

## Выводы по главе 2

1. Анализ данных, полученных при натурном обследовании, показал, что:
  - температура и влажность воздуха в помещении теплого чердака в переходный период изменялись в широком диапазоне: температура от +2 до +16°C, влажность в пределах 40–80 %;
  - влажность воздуха в помещении теплого чердака в отопительный период находилась в пределах, допустимых значений для чердака 40-60%;
  - температура в помещении теплого чердака в отопительный период превышала рекомендуемый диапазон и составляла 18-25°C;
  - наличие перегородок в помещении теплого чердака препятствует свободному распределению воздуха по всему объему чердака, и может приводить к образованию застойных зон с повышенной влажностью;
2. По результатам обследования выявлена деструкция поверхностного слоя кирпича наружных стен теплого чердака и стен вытяжных шахт на кровле во всех обследованных секциях. Дефекты поверхностного слоя вентиляционных шахт более выражены для Ю и ЮВ сторон.
3. Результаты испытания кирпича, отобранного при обследовании, в аккредитованном ИЦ СПбГАСУ показали, что влагосодержание поверхностного слоя кирпича достигает 11% (водопоглощение кирпича – 12%). Содержание влаги в кирпиче практически соответствует водопоглощению.
4. Внутренний газобетонный слой наружных стен существенных дефектов и повреждений не имеет. Отмечены локальные разрушения швов газобетонных блоков. Влагосодержание внутреннего слоя газобетона в переходный период составляло 20-22%, что в 1,5–1,8 раз выше нормируемых величин.
5. Для выявления условий формирования тепловлажностного режима в объеме чердака при влиянии различных факторов и причин деструкции наружных стен требуются дополнительные исследования, которые реализуются с применением регламентированных методик и методом численного моделирования с использованием данных натурных экспериментов.

## ГЛАВА 3 РАСЧЕТ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛОГО ЧЕРДАКА

### 3.1 Расчет сопротивления теплопередаче наружных стен по методике СП 50.13330-2012

Расчет теплотехнических характеристик ограждающих конструкций теплового чердака проводился по СП 50.13330-2012 и методом численного моделирования.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены теплового чердака выполнен при нормируемом влагосодержании. Конструкция наружной стены приведена на рисунке 3.1.

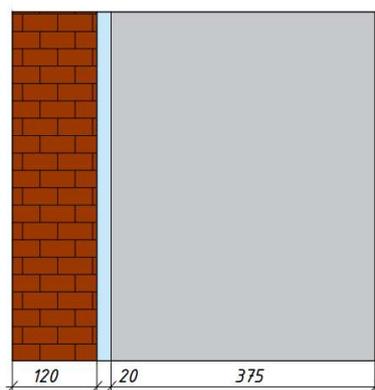


Рисунок 3.1 - Конструкция наружной стены

1. Кладка из керамического пустотного кирпича ГОСТ 530 ( $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$ ), толщина  $\delta_1=0,12 \text{ м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б1}=0,64 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ , паропроницаемость  $\mu_1=0,14 \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$
2. Замкнутая воздушная прослойка, толщина  $\delta_2=0,02 \text{ м}$
3. Газобетон ( $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$ ), толщина  $\delta_3=0,375 \text{ м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б3}=0,15 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$ , паропроницаемость  $\mu_3= 0,23 \text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$

Условное сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{усл}}$ , ( $\text{м}^2\text{С/Вт}$ ) определяется по формуле:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum S R_s + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (8)$$

где  $\alpha_B$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м<sup>2</sup>°С;  $\alpha_H$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/м<sup>2</sup>°С;  $R_s$  - термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, м<sup>2</sup>°С/Вт.

Условное сопротивление теплопередачи наружной стены составляет

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + 0,15 + \frac{0,12}{0,64} + \frac{0,375}{0,15} + \frac{1}{23} = 2,99 \text{ м}^2\text{°С/Вт.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{пр}$ , (м<sup>2</sup>°С/Вт) с учетом коэффициента теплотехнической однородности  $r = 0,75$  составляет:

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r ; R_0^{пр} = 2,99 \cdot 0,75 = 2,24 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

где  $r$ -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений,  $r = 0,75$

### 3.2 Расчет сопротивления теплопередаче перекрытия и покрытия

Конструкция перекрытия:

1. Железобетонная плита ( $\rho = 180 \text{ кг/ м}^3$ ), толщина  $\delta_1 = 0,18 \text{ м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б1} = 2,04 \text{ Вт/(м°С)}$ ,

2. Цементно-песчаная стяжка, толщина  $\delta_2 = 0,03 \text{ м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б1} = 0,81 \text{ Вт/(м°С)}$ ,

Условное сопротивление теплопередачи перекрытия составляет:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,18}{2,04} + \frac{0,03}{0,81} + \frac{1}{12} = 0,32 \text{ м}^2\text{°С/Вт.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{пр}$ , (м<sup>2</sup>°С/Вт) с учетом коэффициента теплотехнической однородности  $r = 0,9$  составляет:

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r ; R_0^{пр} = 0,32 \cdot 0,9 = 0,29 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Конструкция покрытия:

1. Железобетонная плита ( $\rho = 180 \text{ кг/ м}^3$ ), толщина  $\delta_1 = 0,18 \text{ м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б1} = 2,04 \text{ Вт/(м°С)}$ ,

2. Пенополистирол ПСБС -35, толщина  $\delta_2 = 0,15$  м, коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б2} = 0,035$  Вт/(м°C),

3. Керамзитовый гравий 30, толщина  $\delta_3 = 0,12$  м, коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б3} = 0,13$  Вт/(м°C),

4. Цементно-песчаная стяжка, толщина  $\delta_4 = 0,06$  м, коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б4} = 0,93$  Вт/(м°C),

5. Гравий, толщина  $\delta_5 = 0,05$  м, коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б5} = 0,13$  Вт/(м°C),

6. Бетонная плита, толщина  $\delta_6 = 0,04$  м, коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б6} = 1,75$  Вт/(м°C)

Условное сопротивление теплопередаче покрытия:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,18}{2,04} + \frac{0,15}{0,035} + \frac{0,12}{0,13} + \frac{0,06}{0,93} + \frac{0,05}{0,13} + \frac{0,04}{1,75} + \frac{1}{23} = 5,93 \text{ м}^2\text{°C/Вт.}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{пр}$ , (м<sup>2</sup>°C/Вт) с учетом коэффициента теплотехнической однородности  $r = 0,8$  составляет:

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r ; R_0^{пр} = 5,93 \cdot 0,8 = 4,74 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

### 3.3 Расчет паропроницаемости наружной стены

Расчет паропроницаемости наружной стены выполнен по методике СП 50.13330-2012 «Тепловая защита зданий», п. 8 «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций».

Расчет выполнен на температуру 14°C, для переходных периодов.

Сопротивление паропроницанию наружной стены  $R_{п}$ :

$$R_{п} = \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг} \quad (9)$$

где  $\delta_i$  – толщина слоя конструкции, м,

$\mu_i$  – паропроницаемость материала слоя, м<sup>2</sup> · ч · Па/мг.

$$R_{п} = \frac{0,375}{0,230} + \frac{0,120}{0,140} = 2,487 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$$

Сопротивление паропроницанию  $R_{п}$ , м<sup>2</sup>·ч·Па/мг, должно быть не менее нормируемых сопротивлений паропроницанию, приведенных ниже.

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации,  $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$ :

$$R_{\text{п1}}^{\text{тр}} = \frac{(e_{\text{в}} - E) \cdot R_{\text{п.н.}}}{E - e_{\text{н}}} \quad (10)$$

где  $e_{\text{в}}$  – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха при расчетных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, Па,

$E$  – парциальное давление насыщенного водяного пара при температуре внутреннего воздуха помещения, Па,

$R_{\text{п.н.}}$  – сопротивление паропроницанию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения,  $(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$ ,

$e_{\text{н}}$  – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период, Па.

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$ :

$$R_{\text{п2}}^{\text{тр}} = \frac{0,0024 \cdot z_0 (e_{\text{в}} - E_0)}{\rho_{\text{w}} \cdot \delta_{\text{w}} \cdot \Delta w + \eta} \quad (11)$$

где  $z_0$  – продолжительность периода влагонакопления, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха, сут,

$E_0$  – парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления, Па,

$\rho_{\text{w}}$  – плотность материала увлажняемого слоя,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ,

$\delta_{\text{w}}$  – толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, принимаемая равной  $2/3$  толщины однородной (однослойной) стены или толщине слоя многослойной ограждающей конструкции, в котором располагается плоскость максимального увлажнения, м,

$\Delta w$  – предельно допустимое приращение влажности в материале увлажняемого слоя за период влагонакопления, % по массе,

$$e_B = \left(\frac{\varphi_B}{100}\right) \cdot E_B \quad (12)$$

Нормируемое сопротивление паропрооницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации:

$$R_{п1}^{тр} = \frac{(871-1042) \cdot 0,86}{1042-775} = -0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропрооницанию  $R_{п2}^{тр}$  из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха для периода  $z_0$ , сут, определяется средняя температура  $t_0$ , °C:  $z_0 = 131$  сут,  $t_0 = -4,6$ °C.

Температура  $t_0$ , °C, в плоскости возможной конденсации для этого периода  $t_0 = 14 - \frac{14 - (-4,6)}{2,99} \cdot 2,76 = -3,2$ °C

Парциальное давление водяного пара  $E_0$  в плоскости возможной конденсации:

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-5330}{273+t}\right), \text{ Па} \quad (13)$$

при  $t_0 = -3,2$ °C составляет  $E_0 = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-5330}{273+(-3,2)}\right) = 468$  Па

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги для газобетона ( $\rho = 400 \text{ кг/м}^3$ ) и кладка из керамического пустотного кирпича ГОСТ 530( $\rho=1400 \text{ кг/м}^3$ )  $\Delta w_1 = 6\%$   $\Delta w_2 = 1,5\%$  соответственно. Средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами равна  $e_{н.отр} = 365$  Па.

Коэффициент  $\eta$  определяется по формуле:

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (E_0 - e_{н.отр}) \cdot z_0}{R_{п.н.}} \quad (14)$$

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (492 - 365) \cdot 131}{0,86} = 46,4$$

$R_{п2}^{тр}$  определяется по формуле (8.2) СП 50.13330.2012

$$R_{п2}^{тр} = \frac{0,0024 \cdot 131(871 - 468)}{(400 \cdot \frac{0,375}{2} \cdot 6 + 1400 \cdot \frac{0,120}{2} \cdot 1,5 + 46,4)} = 0,203 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$$

Условия паропроницаемости выполняются  $R_n > R_{n1}^{TP}$  ( $1,63 > -0,55$ ),

$R_n > R_{n2}^{TP}$  ( $1,63 > 0,203$ ).

Полностью расчет паропроницаемости наружной стены приведен в приложении Е.

### 3.4 Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще конструкция ограждения и определение возможности образования конденсата в толще ограждения

Сопротивление паропроницанию ограждения:

$$R_n = \frac{0,375}{0,230} + \frac{0,120}{0,140} = 2,487 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$$

Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще конструкция ограждения и определение возможности образования конденсата в толще ограждения приведен в приложении Ж.

Кривые распределения фактического и максимального парциального давления пересекаются (рисунок 3.2). Плоскость конденсации располагается в зимний период в замкнутой воздушной прослойке.

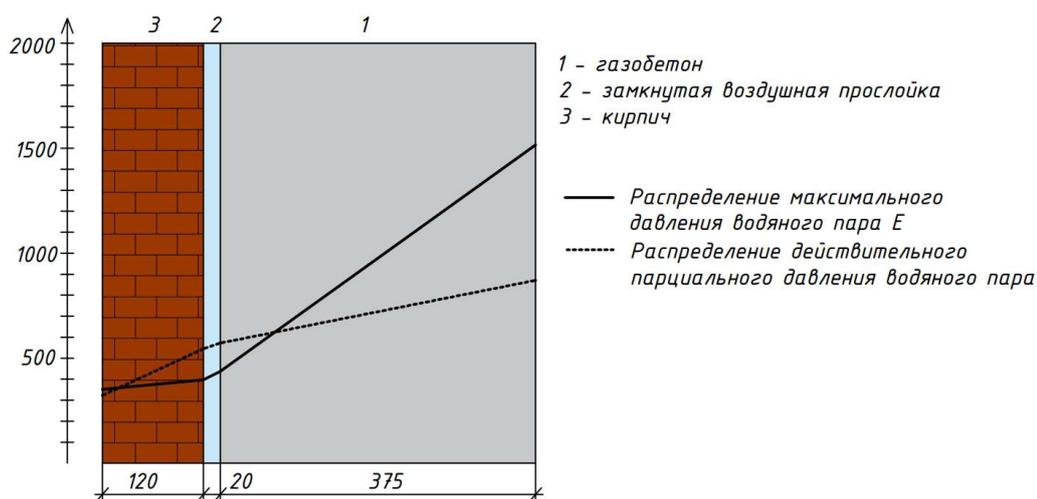


Рисунок 3.2 - Распределение фактического и максимального парциального давления

Так как  $R_{n1}^{TP} = -0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$  высыхание наружной стены в теплый период год происходит как внутрь помещения чердака, так и в атмосферу.

### 3.5 Расчет воздухопроницаемости наружных стен

Расчет выполнен по СП 50.13330-2012 «Тепловая защита зданий» п.7.

Плотность воздуха в помещении  $\rho_{в}$ , кг/м<sup>3</sup>, при температуре  $t_{в} = +20$  °С и на наружного  $\rho_{н}$  при температуре самой холодной пятидневки  $t_{н} = -24$  °С определяются по формулам:

$$\rho_{н} = \frac{\mu \cdot P}{R \cdot T_{н}}, \quad (15)$$

$$\rho_{в} = \frac{\mu \cdot P}{R \cdot T_{в}} \quad (16)$$

где  $\mu$  - молярная масса воздуха, равная 0,029 кг/моль;

$P$  – барометрическое давление, равное 101кПа;

$R$  – универсальная газовая постоянная, равная 8,31Дж/(моль К);

$T$  – температура воздуха, К.

$$\rho_{н} = \frac{0,029 \cdot 101000}{8,31 \cdot (-24 + 273)} = 1,42, \text{ кг/м}^3,$$

$$\rho_{в} = \frac{0,029 \cdot 101000}{8,31 \cdot (20 + 273)} = 1,20, \text{ кг/м}^3,$$

Тепловой перепад давления, Па:

$$\Delta P_{т} = 0,55(\rho_{н} - \rho_{в}) \cdot g \cdot H \quad (17)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;  $H$  – высота здания, до устья вент шахты,  $H = 85$  м.

$$\Delta P_{т} = 0,55(1,43 - 1,20) \cdot 9,81 \cdot 85 = 105,5 \text{ Па}$$

Расчетная скорость ветра  $v$ , (максимальное значение скорости ветра из тех румбов за январь месяц, для которых повторяемость ветра составляет 16% и более),  $v = 3$  м/с

Ветровой перепад давления:

$$\Delta P_{в} = 0,3 \cdot \rho_{н} \cdot v^2 \quad (18)$$

$$\Delta P_{в} = 0,3 \cdot 1,43 \cdot 9 = 3,86 \text{ Па}$$

и суммарный (расчетный) перепад, действующий на ограждение:

$$\Delta P = \Delta P_T + \Delta P_B, \text{ Па} \quad (19)$$

$$\Delta P = 105,5 + 3,86 = 109,4 \text{ Па}$$

Нормативная воздухопроницаемость наружных стен и покрытия

$$G^H = 0,5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч}).$$

Требуемое (минимально допустимое) сопротивление инфильтрации,  $\text{м}^2\text{чПа}/\text{кг}$

$$R_{и}^{\text{тр}} = \frac{\Delta P}{G^H} \quad (20)$$

$$R_{и}^{\text{тр}} = \frac{109,4}{0,5} = 219 \text{ м}^2\text{чПа}/\text{кг}$$

Сопротивление воздухопроницанию каждого слоя наружной стены даны в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Расчетные значения сопротивления воздухопроницанию материалов конструкций

Номер слоя	Материал	Толщина слоя, мм	Сопротивление $R_{иi}$ , $\text{м}^2\text{чПа}/\text{кг}$
1	Кирпич	120	2
2	Газобетон	375	13

Располагаемое сопротивление воздухопроницанию:

$$R_{и} = \Sigma R_{иi} = 26 \text{ м}^2\text{чПа}/\text{кг}$$

Располагаемое сопротивление воздухопроницанию наружных стен меньше требуемого значения. Для обеспечения нормативных требований внутреннюю поверхность необходимо оштукатурить цементно-печаным раствором, сопротивление воздухопроницанию которого при толщине 0,15 м составляет  $373 \text{ м}^2\text{чПа}/\text{кг}$ .

Требуемое (минимально допустимое) сопротивление инфильтрации оконных блоков,  $\text{м}^2\text{ч}/\text{кг}$ :

$$R_{\text{тр}} = \frac{1}{G_{д}^H} \left( \frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{0.67} \quad (21)$$

$$G^H = 5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч}), \Delta P_0 = 10 \text{ Па}, G_{д}^H = 7 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч})$$

Требуемое сопротивление воздухопроницанию окон составит  $0,99 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч})$ .

Требуемое сопротивление воздухопроницанию дверей составит  $0,47 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч})$ .

$$R_{\text{тр}} = 0,47 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч}).$$

Количество воздуха, проходящее через окна и двери под действием расчетной

разности давлений, кг/ч:

$$G_{in} = \frac{S_w}{R_{hw}} \left( \frac{\Delta P}{10} \right)^{2/3} + \frac{S_d}{R_{hd}} \left( \frac{\Delta P}{10} \right)^{1/2} \quad (22)$$

Через окна и двери в помещение чердака поступает  $G_{inf} = 27,3$  кг/ч.

Количество воздуха, проходящее через стены, кг/ч (кирпич + газобетон) определяется как:

$$G = \frac{\Delta P}{R_w} \cdot S_w \quad (23)$$

Общая площадь стен  $S = 132$  м<sup>2</sup>, площадь окон  $S_o = 4.5$  м<sup>2</sup>, площадь дверей  $S_o = 1,6$  м<sup>2</sup>

Количество воздуха, проходящее через стены при выполнении нормативных требований по воздухопроницаемости, составляет

$$G = \frac{109,4}{219} \cdot 132 = 66 \text{ кг/ч}$$

Общее количество воздуха, поступающее через стены, окна и двери в теплый чердак, используя нормативные значения, составляет  $G_{inf} = 92,3$  кг/ч.

Количество воздуха, проходящее через стены при сопротивлении воздухопроницанию стен  $26$  м<sup>2</sup>чПа/кг составляет

$$G^n = \frac{\Delta P}{R_n^{mp}} = \frac{109,4}{26} \cdot 132 = 556,4 \text{ кг/ч}$$

Так как воздухопроницаемость наружных стен не соответствует нормативным требованиям, то в помещение теплого чердака поступает в 6 раз больший объем инфильтрационного воздуха. Это, в свою очередь, увеличивает теплопотери здания и снижает эффективность работы системы вентиляции.

Количество воздуха, поступающее в пространство теплого чердака через стены  $556,4$  кг/ч, что составляет 3,8% от общего объема удаляемого воздуха из квартир по нормативным значениям равного  $14315$  кг/ч.

### 3.6 Расчет температурных полей в ограждающих конструкциях теплого чердака

Нестационарный перенос тепла теплопроводностью описывается уравнением Фурье – Кирхгофа, которое устанавливает связь между временным и пространственным изменением температуры в любой точке тела: [47]

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + Q(x, y, z, t, T) \quad (24)$$

где  $\rho$  – плотность,  $c$  – удельная теплоемкость,  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности,  $Q(x, y, z, t, T)$ , – мощность внутренних источников тепловыделения.

Для решения дифференциального уравнения требуется постановка граничных условий. Наиболее простой вариант граничное условие первого рода – распределение температуры на поверхности (или границе) тела для каждого момента времени:

$$T = T_w(x, y, z, t) \quad (25)$$

где  $T_w$  – температура на поверхности тела.

При использовании граничного условия второго рода – задается значение теплового потока для каждой точки нормали к поверхности (или границе) тела в любой момент времени:

$$-\lambda \left( \frac{\partial T}{\partial n} \right) = q_w(x, y, z, t) \quad (26)$$

Граничные условия третьего рода – учитывают взаимосвязь между потоком тепла за счет теплопроводности от твердой поверхности и тепловым потоком из окружающей среды за счет температурного напора (закон Ньютона – Рихмана):

$$-\lambda \left( \frac{\partial T}{\partial n} \right) = \alpha(T_w - T^B) \quad (27)$$

Дифференциальное уравнение (А) вместе с условиями однозначности дает полную математическую формулировку краевой задачи теплопроводности. При

решении конкретных краевых задач нестационарной теплопроводности используют методы математического моделирования, метод конечных разностей или метод конечных элементов.

Инструментом исследования в настоящей работе является вычислительный комплекс STAR-CCM+, основанный на численном решении трехмерных дифференциальных уравнений. [47] Расчет температурных полей элементов ограждающих конструкций теплого чердака выполнен с целью определения зон выпадения конденсата.

### 3.6.1 Расчет температурного поля наружной стены и перекрытия

Расчет выполнен с применением программы STAR CCM+. Результаты расчета приведены на рисунке 3.3

Температура наружного воздуха  $-24^{\circ}\text{C}$ , внутреннего воздуха  $20^{\circ}\text{C}$ . Коэффициент теплообмена: на наружной поверхности  $\alpha = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$ : на внутренней поверхности  $\alpha = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$ . Примечание: температура воздуха  $20^{\circ}\text{C}$  принята при расчете температурных полей в конструкциях принята по средней температуре воздуха в чердаке в отопительный период

Температурное поле конструкции наружной стены теплого чердака приведено на рисунке 3.3.

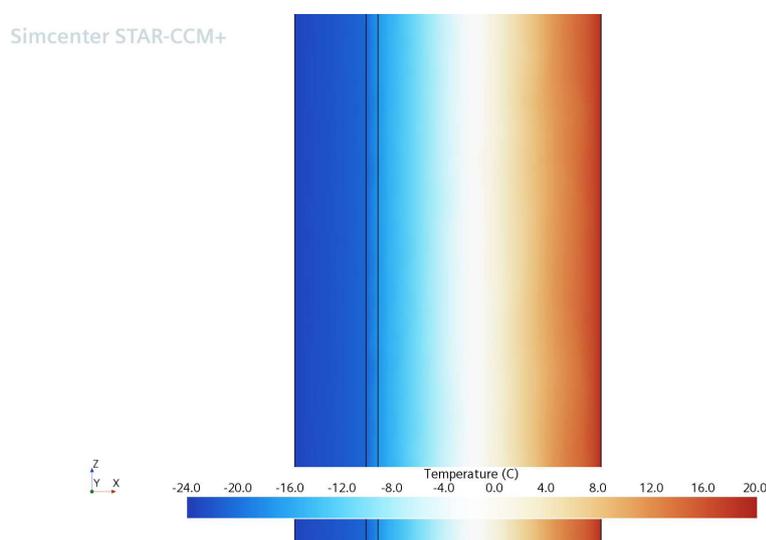


Рисунок 3.3 - Температурное поле конструкции наружной стены теплого чердака

Плотность теплового потока через наружную стену составила  $14,2 \text{ Вт/м}^2$ . Температура внутренней поверхности  $14,2^\circ\text{C}$ . Температура наружной поверхности  $-23,38^\circ\text{C}$ .

Температурное поле покрытия теплого чердака приведено на рисунке 3.4.

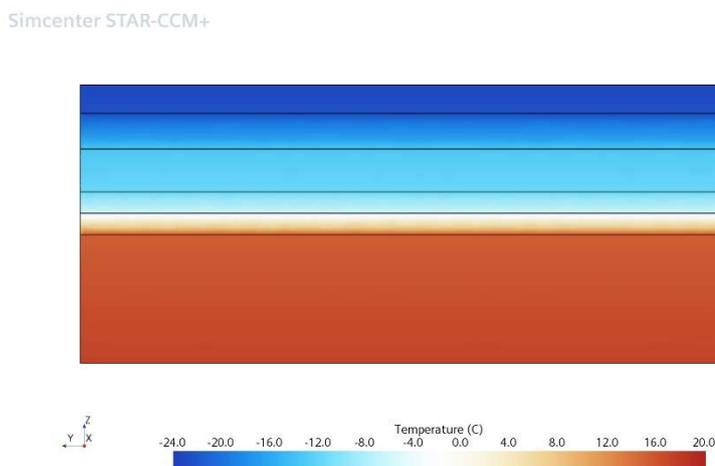


Рисунок 3.4 - Температурное поле конструкции покрытия теплого чердака

Плотность теплового потока через перекрытие составила  $24,25 \text{ Вт/м}^2$ . Температура внутренней поверхности  $17,21^\circ\text{C}$ . Температура наружной поверхности  $-22,95^\circ\text{C}$ .

### 3.6.2 Расчет температурного поля узла примыкания перекрытия и наружной стены

Несмотря на то, что ограждающие конструкции удовлетворяют требованиям СП 50.13330, в местах сопряжения конструктивных элементов возможно наличие зон с температурой ниже точки росы.

Расчет выполнен для условий холодного периода года. В процессе моделирования получены температуры на поверхностях и в объеме конструкции.

Конструкции, для которых выполнен расчет температурных полей отмечены на плане теплого чердака (рисунок 3.5).

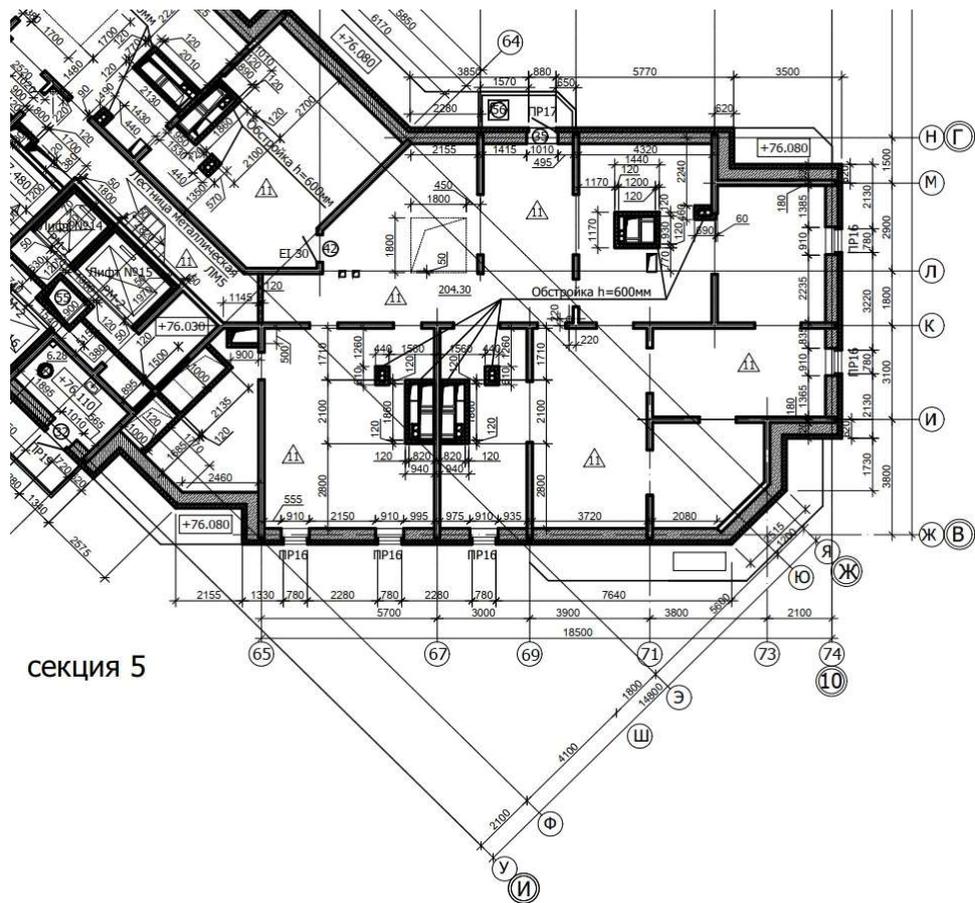


Рисунок 3.5 - План чердака, фрагменты конструкций, для которых выполнялся расчет температурных полей

Для расчета выбран наиболее удаленный от вентканалов, выбрасывающих в объем теплого чердака теплый воздух, внешний угол в осях И-74.

Температура наружного воздуха принята равной минус 24 °С. Температура внутреннего воздуха принята равной 20 °С. Температура точки росы принята равной 10,7 °С (при 55 %). Конструктивный элемент здания, для которого выполнен расчет в формате 3D, приведен на рисунке 3.5. Модель конструктивного элемента выполнена в программе Solidworks.

Результаты моделирования представлены в виде полей распределения температуры на рисунках 3.6 – 3.9. С целью определения зоны выпадения конденсата построена изоповерхность по температуре точки росы (рисунок 3.10).

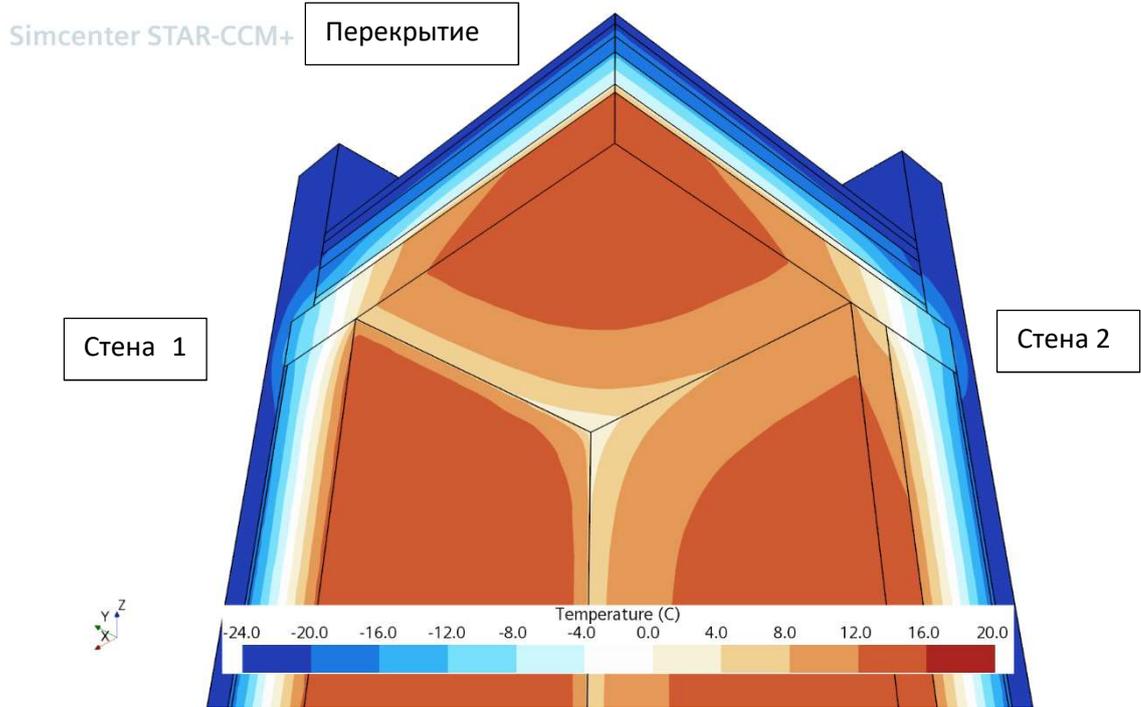


Рисунок 3.6 - Вид расчетного узла наружного угла в осях И-74

Температурное поле в вертикальном сечении приведено на рисунках 3.6-3.8.

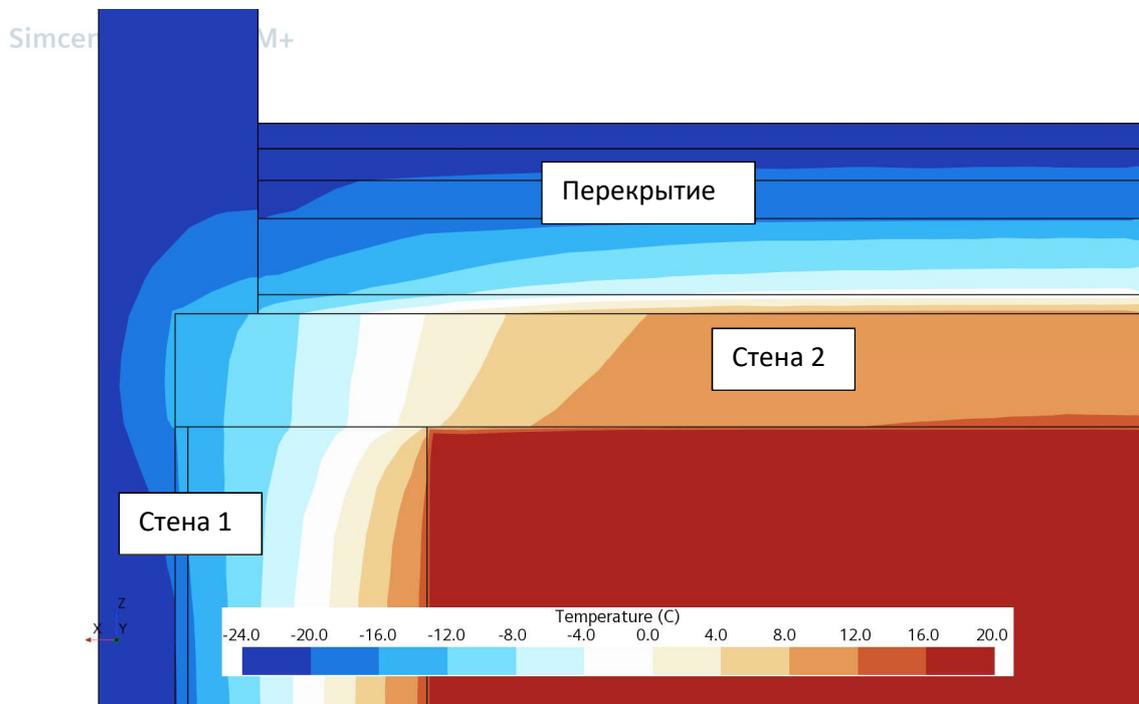


Рисунок 3.7 - Температурное поле в вертикальном сечении 1 наружный угол в осях И-74

Simcenter STAR-CCM+

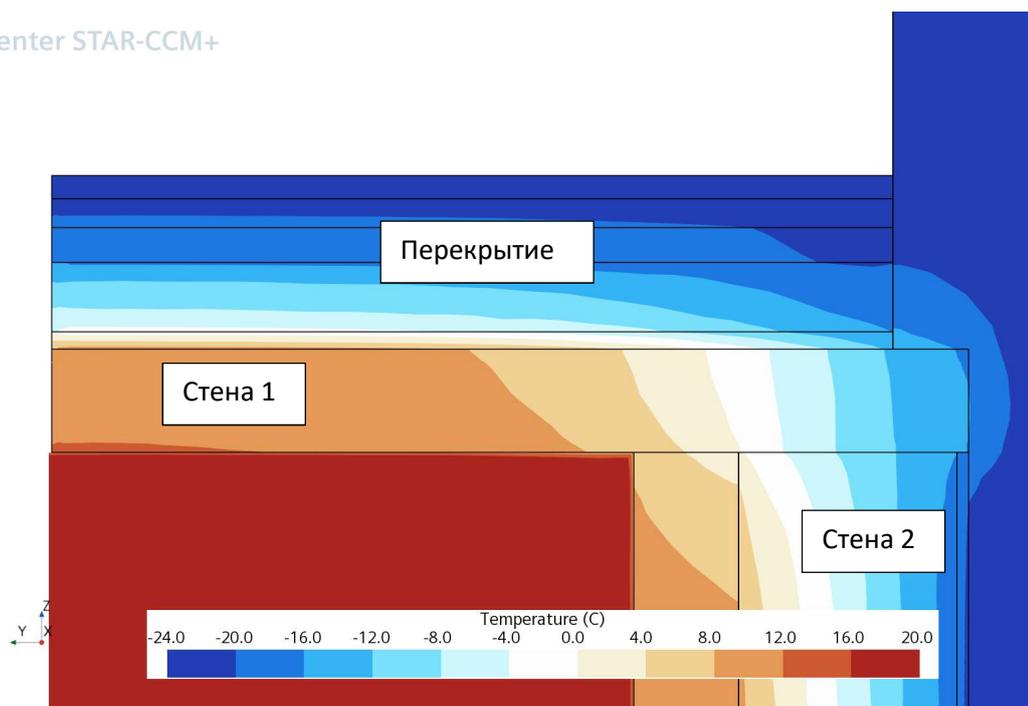


Рисунок 3.8 - Температурное поле в вертикальном сечении 2, наружный угол в осях И-74

Температурное поле в горизонтальном сечении приведено на рисунке 3.9.

Simcenter STAR-CCM+

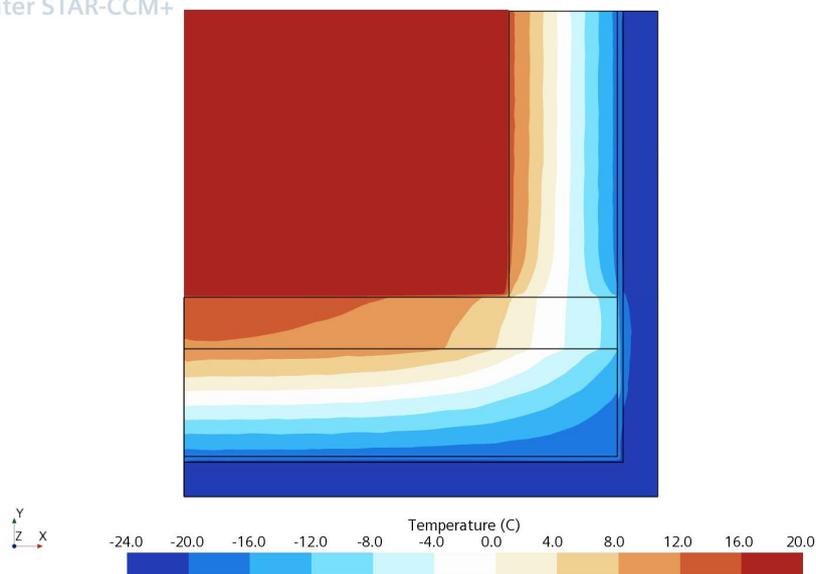


Рисунок 3.9 - Горизонтальное сечение по наружному углу в осях И-74

На рисунках 3.10 и 3.11 соответственно приведены изоповерхность при температуре 10,8 °С и тепловые потоки через конструкции.

Simcenter STAR-CCM+

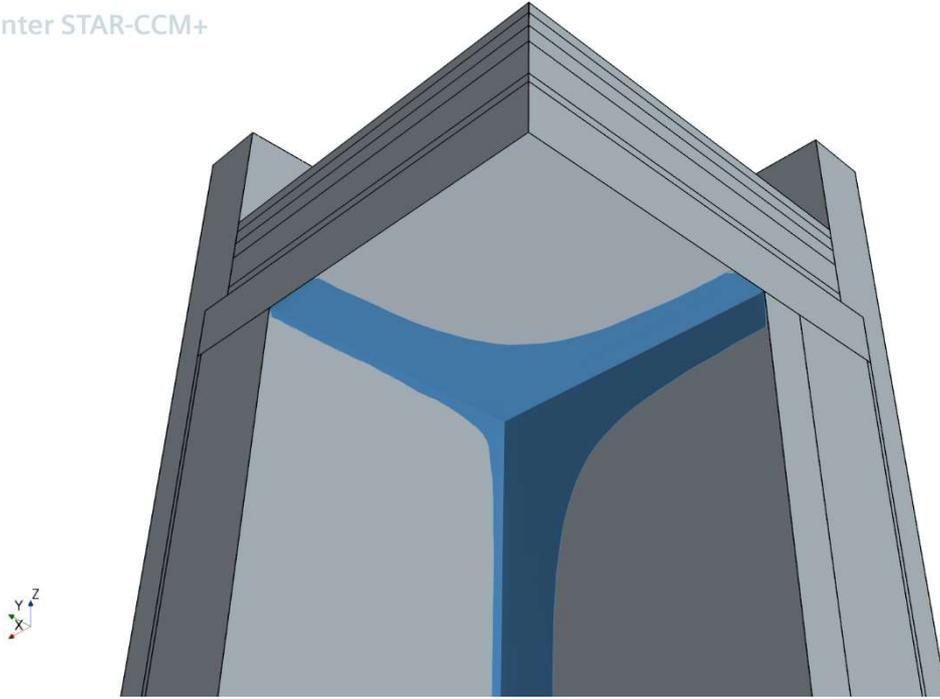
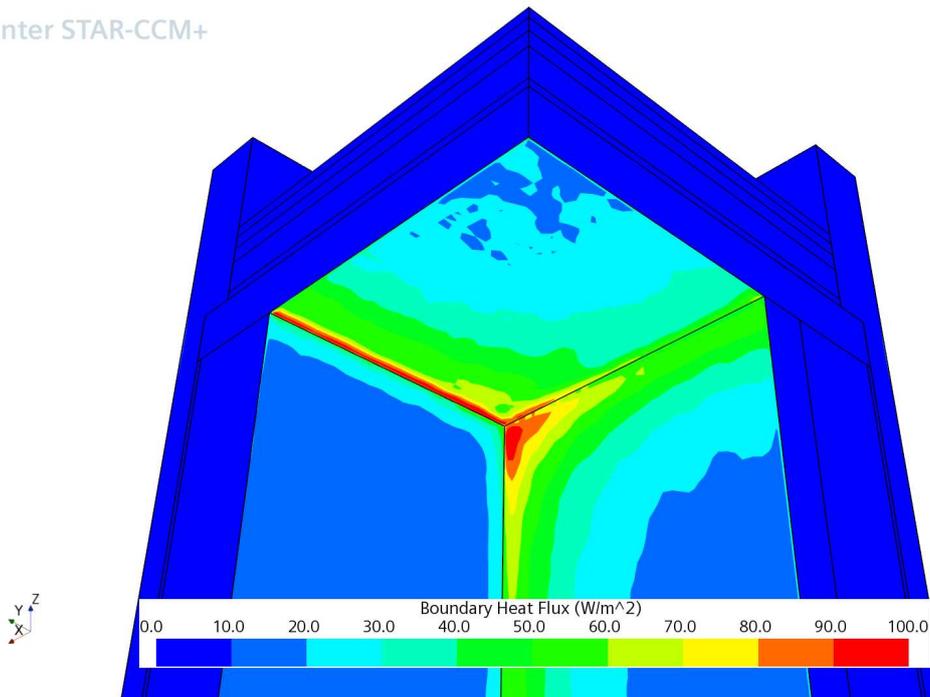


Рисунок 3.10 - Изоповерхность по температуре 10,8°C по наружному углу в осях И-74

Simcenter STAR-CCM+

Рисунок 3.11 - Тепловой поток, Вт/м<sup>2</sup> по наружному углу в осях И-74

Результаты расчета.

При расчете получены температуры на поверхностях и в объеме конструкции. Результаты моделирования указывают на то, что в месте примыкания перекрытия к конструкции наружной стены (оси И-74) на внутренней поверхности ограждений

существует зона пониженных температур. Наименьшая температура в углу  $-0,41^{\circ}$  (рисунки 3.6-3.8).

Плотность теплового потока через стену 1 –  $14,80 \text{ Вт/м}^2$ . Плотность теплового потока через стену 2 в два раза выше –  $30,36 \text{ Вт/м}^2$ . Плотность теплового потока через перекрытие –  $37,45 \text{ Вт/м}^2$ .

Выполненные расчеты показали, что распределение температуры на внутренней поверхности наружных стен неравномерное. Средняя температура поверхности стены 1  $-13,14^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура поверхности стены 2  $-11,37^{\circ}\text{C}$ . Изоповерхность по температуре  $10,8^{\circ}\text{C}$  (рисунок 3.10) показал выпадение конденсата при расчетных температуре и влажности воздуха теплого чердака.

В переходные периоды на конструкциях, наиболее удаленных от вентканалов, возможно выпадение конденсата.

### 3.7 Расчет узла примыкания оконного блока

Цель расчета определение температуры на поверхности оконных блоков и в местах примыкания к стене. В наружных стенах теплого чердака установлены оконные блоки размером  $780 \times 860 \text{ мм}$  из ПВХ профиля со стеклопакетами 4М1-16-4М. Приведенное сопротивление теплопередаче оконного блока  $R = 0,46 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ .

Температура внутренней поверхности конструктивных элементов остекления окон зданий (кроме производственных) должна быть не ниже плюс  $3^{\circ}\text{C}$ , а непрозрачных элементов окон - не ниже температуры точки росы при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года СП 50.13330. Температура внутреннего воздуха принята  $+20^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность воздуха  $55\%$ , точка росы  $10,7^{\circ}\text{C}$ . Для наружного воздуха – температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью  $0,92 t_n = -24^{\circ}\text{C}$ .

Коэффициенты теплоотдачи, принятые при расчете:

- внутренних поверхностей светопрозрачных конструкций  $\alpha_e = 8,0 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- внутренних поверхностей стеновых конструкций  $\alpha_e = 8,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- наружной поверхности ограждающих конструкций для оконных блоков

$$\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{С.}$$

Коэффициенты теплопроводности материалов:

ПВХ профиль  $\alpha = 0,17 \text{ Вт/(м } ^\circ\text{С)}$ ;

Воздушная прослойка  $\alpha = 0,16 \text{ Вт/м}^0\text{С}$ ;

В качестве «контрольных точек» выбраны точки примыканий коробок оконных блоков к наружной стене как имеющих наиболее низкую температуру.

Температурное поле в месте расположения оконного блока приведено на рисунке 3.12.

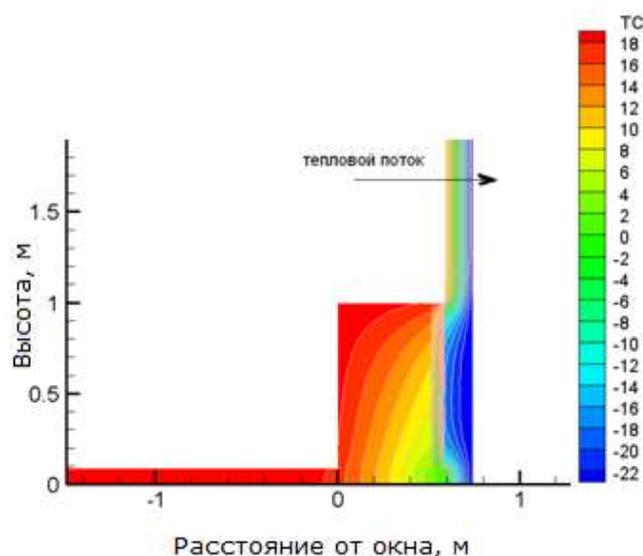


Рисунок 3.12 - Температурное поле. Нижнее примыкание оконного блока

Температура в точке примыкания коробки оконного блока составляет  $+ 10,6 \text{ } ^\circ\text{С}$ .  
Возможно выпадение конденсата.

### Выводы по главе 3

На основании теплотехнического расчета ограждающих конструкций и расчета температурных полей можно сделать следующие выводы:

1. Проектные значения сопротивления теплопередаче наружных стен и перекрытия соответствуют нормативным требованиям при регламентированной влажности строительных материалов.
2. Воздухопроницаемость стен выше нормативных значений, в объем теплого чердака поступает в 6 раз больше инфильтрационного воздуха, чем по нормативным требованиям, что составляет 5,6% от нормативного объема удаляемого воздуха из квартир одной секции (по нормативным значениям равного 8250 м<sup>3</sup>/ч).
3. В отопительный период температура на внутренней поверхности стен чердака выше точки росы, однако, имеют место локальные зоны пониженной температуры в местах соединения конструкций.
4. Численный расчет температурных полей в местах сопряжения конструкций показал, что в этих зонах при температуре внутреннего воздуха чердака имеет место выпадение конденсата.
5. Деструкция наружных стен теплых чердаков происходит вследствие того, что эксплуатационная влажность материалов наружных стены выше нормируемых значений. Это имеет место вследствие следующих причин:
  - резких колебаний температуры и влажности воздуха в помещении чердака в переходный период года;
  - увлажнения газобетонных блоков, которое происходит вследствие сорбции, и диффузии водяных паров в холодный период года и увлажнения атмосферной влагой.
6. В зимний период температура в плоскости возможной конденсации отрицательная, что приводит к замерзанию влаги и усилению разрушения пустотного кирпича.
7. Толщина слоя резких колебаний температуры (приблизительно 9-10 см) располагается в кирпичной кладке. Различие теплофизических свойств пустотного кирпича и раствора приводит к возникновению тепло-влажностных деформаций, которые также способствуют деструкции

пустотного кирпича с влажосодержанием до 11% (влагопоглощение кирпича 12%).

8. Для устранения выявленных дефектов ограждающих конструкций теплого чердака требуется:

– обеспечить нормативные требования по воздухопроницаемости наружных стен за счет оштукатуривания внутренней поверхности стен цементно-песчаным раствором.

– при условии нормативного влажосодержания строительных материалов наружных стен (газобетона и кирпича) рекомендуется устройство гидроизоляции с целью предотвращения проникновения влаги в газобетонные блоки.

## ГЛАВА 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА В ОБЪЕМЕ ТЕПЛОГО ЧЕРДАКА

Для определения условий формирования тепловлажностного режима теплого чердака проведены исследования на численной модели.

На распределение параметров микроклимата в объеме теплого чердака влияет планировка чердака, наличие перегородок, скорость выхода воздуха из вентканалов, параметры микроклимата, а также направление и скорость ветра. При естественной вентиляции внутренняя среда здания и окружающая его атмосфера взаимосвязаны и представляют собой единую динамическую систему. [6]

### 4.1 Разработка численной модели

При расчетах рассматривается одна секция теплого чердака как отдельный объем, в который поступает воздух, удаляемый из 75 квартир. Воздух в пространство теплого чердака поступает из квартир через вентблоки по два вентблока на квартиру. По нормативным требованиям объем воздуха, который должен удаляться из квартир составляет 8250 м<sup>3</sup>/ч. Воздух удаляется через 6 вентканалов сечением 0,4х0,65 м. Скорость выхода воздуха из вентканалов согласно нормативным требованиям составляет 1,47 м/с. Из санузлов вытяжка 50 м<sup>3</sup>/ч и из кухни – 60 м<sup>3</sup>/ч. При расчетах был принят средний объем –55 м<sup>3</sup>/ч. При расчетах скорость выхода воздуха варьировалась от 0,5 м/с до 2 м/с.

Над теплым чердаком устроена вытяжная шахта размерами 1,8х1,8 м и высотой 2,5 м над кровлей.

Инструментом исследования в настоящей работе является гидродинамический вычислительный комплекс STAR-CCM+, основанный на численном решении трехмерных дифференциальных уравнений сохранения. [47]

Уравнения, описывающие течение в объеме рассматриваемого пространства теплого чердака:

Уравнение сохранения массы

$$\frac{d\rho}{dt} + \nabla \cdot (\rho \vec{V}) = 0; \quad (9)$$

уравнение сохранения импульса

$$\frac{d\rho \vec{V}}{dt} + \nabla \cdot (\rho \vec{V} \vec{V}) = -\nabla p + \nabla \cdot (\bar{\tau} + \bar{\tau}_t) + \rho \vec{g} \quad (10)$$

тензор вязких напряжений определен с помощью реологического закона Ньютона

$$\bar{\tau} = \mu \left( \nabla \vec{V} + [\nabla \vec{V}]^T \right) - \frac{2}{3} \mu \nabla \cdot \vec{V} \bar{I}; \quad (11)$$

Тензор турбулентных напряжений в соответствии с обобщенной гипотезой Буссинеска

$$\bar{\tau}_t = \mu_t \left( \nabla \vec{V} + [\nabla \vec{V}]^T \right) - \frac{2}{3} \mu_t \nabla \cdot \vec{V} \bar{I} - \frac{2}{3} \rho k \bar{I}; \quad (12)$$

уравнение сохранения энергии

$$\frac{d\rho E}{dt} + \nabla \cdot (\vec{V} [\rho E + p]) = \nabla \cdot (\vec{V} \cdot [\bar{\tau} + \bar{\tau}_t]) - \nabla \cdot (\vec{q} + \vec{q}_t); \quad (13)$$

молекулярная составляющая вектора плотности теплового потока

$$\vec{q} = -\lambda \nabla T; \quad (14)$$

турбулентная составляющая вектора плотности теплового потока

$$\vec{q}_t = -\lambda_t \nabla T; \quad (15)$$

турбулентная теплопроводность определяется как

$$\lambda_t = \frac{c_p \mu_t}{Pr_t}; \quad (16)$$

Система дополняется уравнением сохранения массы для компоненты газа

$$\frac{d\rho_i}{dt} + \nabla \cdot (\rho c_i \vec{V}) = -\nabla \cdot (\vec{J}_i + \vec{J}_{jt}); \quad (17)$$

Диффузионный поток компоненты

$$\vec{J}_j = -\rho D \nabla c_i; \quad (18)$$

Турбулентный поток массы компоненты

$$\vec{J}_{jt} = -\frac{\mu_t}{Sc_t} \nabla c_i; \quad (19)$$

При расчете смеси в уравнении переноса энергии молекулярную и турбулентную составляющие вектора плотности теплового потока следует рассчитывать с учетом переноса тепла компонентой:

молекулярная составляющая вектора плотности теплового потока

$$\vec{q} = -\lambda \nabla T + \sum_j h_j \vec{J}_j; \quad (20)$$

турбулентная составляющая вектора плотности теплового потока

$$\vec{q}_t = -\lambda_t \nabla T + \sum_j h_j \vec{J}_{jt}; \quad (21)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха,  $\vec{V}$  – скорость потока,  $T$  – температура воздуха,  $\lambda$  – теплопроводность воздуха,  $C_p$  – теплоемкость воздуха при постоянном давлении,  $t$  – время.

Для замыкания уравнений использована модели турбулентности k-ε:

$$\frac{d}{dt}(\rho k) + \nabla \cdot [\rho \vec{V} k - (\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}) \nabla k] = \mu_t (P + P_B) - \rho \varepsilon \quad (22)$$

$$\frac{d}{dt}(\rho \varepsilon) + \nabla \cdot [\rho \vec{V} \varepsilon - (\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon}) \nabla \varepsilon] = C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \mu_t P + C_{\varepsilon 3} \frac{\varepsilon}{k} \mu_t P_B - C_{\varepsilon 2} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (23)$$

генерационный член в уравнениях переноса

$$P = \mu (\nabla \vec{V} + [\nabla \vec{V}]^T) \cdot \nabla \vec{V} \quad (24)$$

$P_B$  – дополнительный генерационный член, учитывающий влияние сил плавучести на характеристики турбулентности

$$P_B = -\frac{1}{Sc_t} \frac{1}{\rho} \vec{g} \cdot \nabla \rho; \quad (25)$$

где  $k$  – кинетическая энергия турбулентности,  $\varepsilon$  – скорость диссипации – кинетической энергии турбулентности,  $\mu_t$  – турбулентная вязкость,  $C_{\varepsilon 1}$ ,  $C_{\varepsilon 2}$ ,  $C_{\varepsilon 3}$  – полуэмпирические коэффициенты модели турбулентности.

Для изучения распределения тепловлажностных параметров воздуха в теплом чердаке при различных начальных условиях была создана модель теплого чердака отдельной секции жилого дома в программе Solidworks (рисунки 4.1-4.3). Размеры помещения 13х20 м, высота 1,98 м. В пространстве чердака устроено множество перегородок, модель построена на основании чертежей исследуемого здания.



Рисунок 4.1 - Модель здания с двумя секциями



Рисунок 4.2 - Модель теплого чердака, устроенного над одной секцией жилого здания

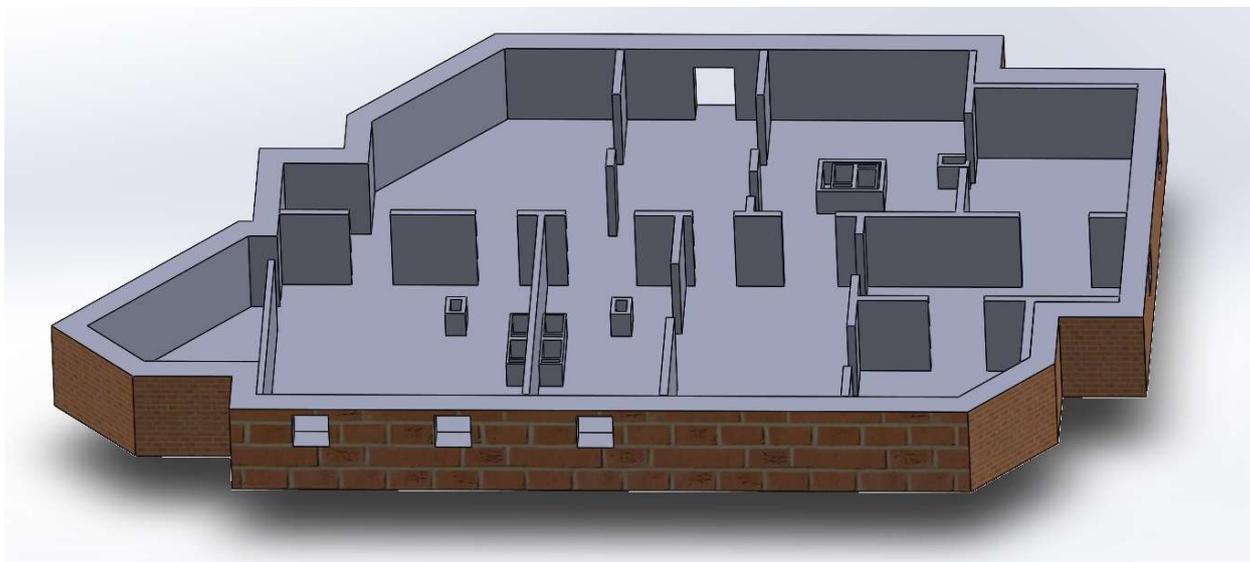


Рисунок 4.3 - Горизонтальное сечение теплого чердака на высоте 1,2 метра

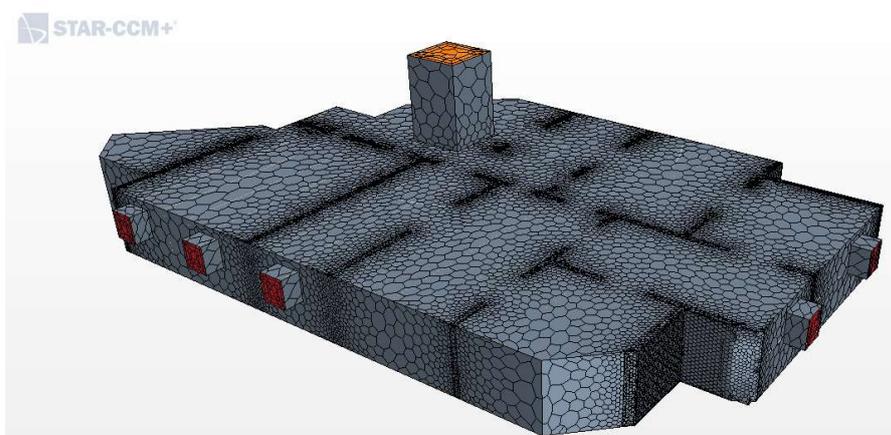


Рисунок 4.4 - Расчетная сетка

Расчетная модель представляет собой объем чердака, где расположены 6 вентканалов, удаляющие воздух из квартир, а также одна вытяжная шахта. Сетка для расчета имеет 96000 ячеек (рисунок 4.4).

Последовательность проведения расчетов.

Таблица 4.1 - Исходные данные для численных расчетов модели

Исходные данные для расчета						
Раздел	Режимы для расчета модели	Скорость выхода воздуха из вентблоков	Температура внутреннего воздуха	Температура наружного воздуха	Влажность внутреннего воздуха	Результаты расчета
4.2.1 - 4.2.4	Переходный период года (условие герметичности и чердака)	0,5 м/с	20	5°C	60%	Поля скорости, температуры и влажности воздуха
		1,0 м/с				
		1,5 м/с				
4.3	Отопительный период (условие герметичности чердака)	0,5 м/с	20	-24°C	60%	Поля скорости, температуры, влажности воздуха
		1,0 м/с				
		1,5 м/с				
4.4.1 - 4.4.2	Отопительный период. Расчетная воздухопроницаемость	0,5 м/с	20	-24°C	60%	Поля скорости
		1,0 м/с				
		1,5 м/с				

Для оценки влияния разных факторов на тепловлажностный режим помещения теплого чердака проводились отдельные серии расчетов.

1. Расчет полей скорости, температуры и влажности воздуха в объеме чердака для переходного периода года при фиксированных значениях температуры наружного воздуха 5°C и влажности наружного воздуха 60% для условий полной герметичности объема чердака.

2. Расчет полей скорости, температуры и влажности воздуха в объеме чердака для отопительного периода года (температура наружного воздуха минус 24 °C, влажность 60% для условий полной герметичности объема чердака.

3. Влияние скорости выхода удаляемого из квартир воздуха, которая изменялась в диапазоне 0,5-1,5 м/с при полной герметичности объема чердака.

4. Влияние расчетной воздухопроницаемости наружных конструкций (стен и окон), согласно проекту обследуемого здания.

5. Влияние скорости ветра на условия выхода воздуха из вентшахты.

## 4.2 Влияние скорости выхода, удаляемого из квартир воздуха, в чердак как герметичный объем

### 4.2.1 Влияние скорости выхода воздуха, удаляемого из квартир на формирование поля скоростей в объеме чердака

Исходные данные: переходный период температура наружного воздуха 5 °С, температура воздуха, удаляемого из квартир, 20 °С, влажность 60%, скорость выхода воздуха из вентблоков 0,5-1,5 м/с.

На рисунке 4.5 приведен план секции теплого чердака, принятый при расчете, с указанием сечений, которые использованы для иллюстрации характеристик потока в объеме чердака.

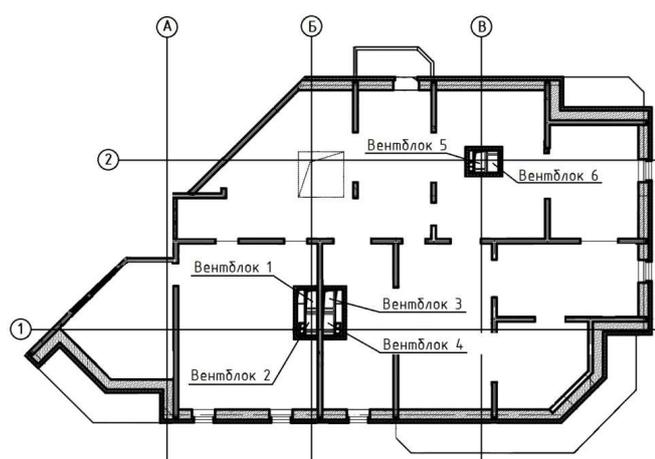


Рисунок 4.5 - План секции теплого чердака с указанием выбранных сечений для иллюстрации характеристик потока

Полученные в результате расчета поля скорости, которые формируются в объеме теплого чердака при варьировании скорости выхода воздуха из вентканалов, приведены на рисунках 4.6 – 4.15.

При оценке влияния скорости выхода на параметры микроклимата в объеме теплого чердака как герметичного объема скорость выхода изменялась в диапазон 0,5-2,5 м/с. Ниже приведены результаты для скоростей выхода  $v = 0,5-1,5$  м/с, как наиболее вероятных для реальных условий.

#### 4.2.1.1 Скорость выхода $v = 0,5$ м/с

На рисунках 4.6-4.8 приведены поля скорости в объеме теплого чердака при скорости выхода воздуха из вентблоков  $v = 0,5$  м/с.

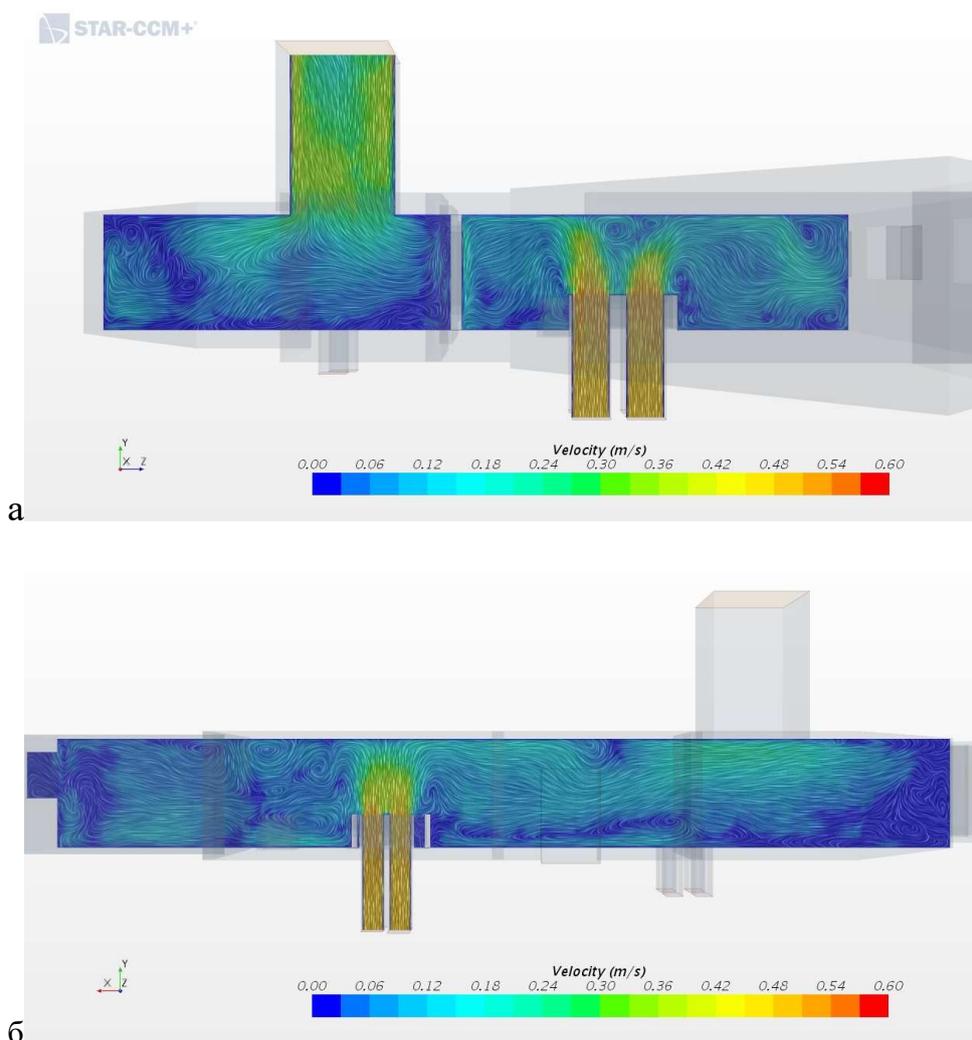


Рисунок 4.6 - Поле скорости воздуха в вертикальной плоскости при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=0,5$  м/с: а- сечение Б, вентблоки 1 и 2; б- сечение 2, вентблоки 6 и 5

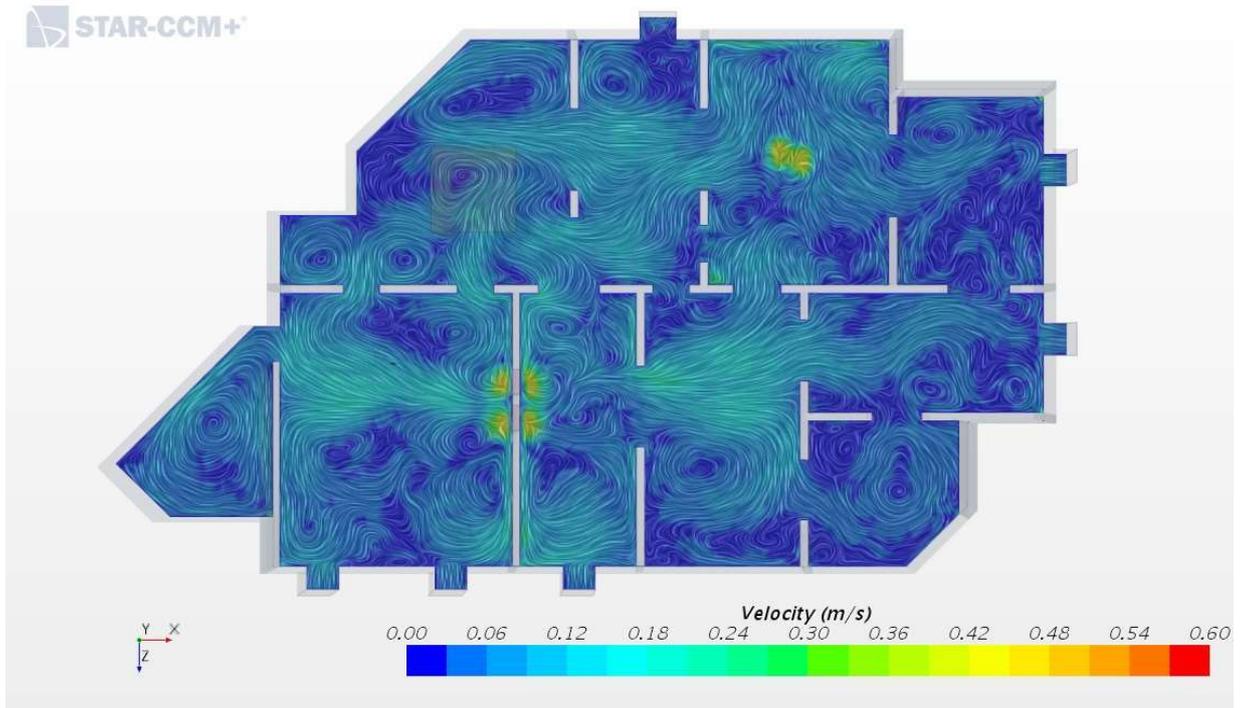


Рисунок 4.7 - Поле скорости при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v = 0,5$  м/с. Сечение на отметке 1,2 м

Поля скорости в угловых сечениях для скорости выхода воздуха из вентблоков  $v = 0,5$  м/с приведены на рисунках 4.8 а и б.

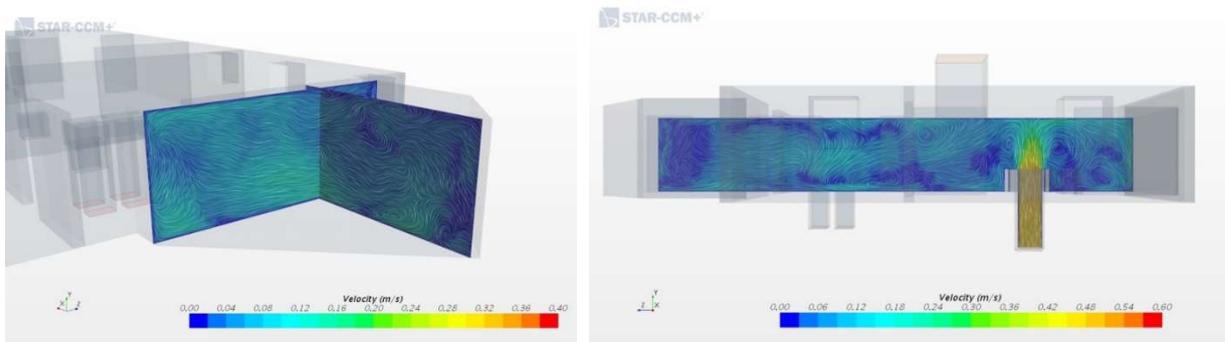


Рисунок 4.8 - Поля скорости воздуха в вертикальной плоскости при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=0,5$  м/с: а- сечение А-1; б- сечение В, вентблок 6

Результаты расчета показали, что при скорости выхода воздуха  $v = 0,5$  м/с, удаляемого из вентканалов, скорость воздуха на выходе из общей вентиляционной шахты составила  $V=0,24$  м/с. Подвижность воздуха составляет 0,35 м/с. Застойные области локализованы у наружных углов чердака.

Эффективность вентиляции при скорости выхода воздуха из вентканалов  $v = 0.5$  м/с – 34%. Объем удаляемого воздуха из вентканалов – 2808 м<sup>3</sup>/ч.

#### 4.2.1.2 Скорость выхода $v = 1$ м/с

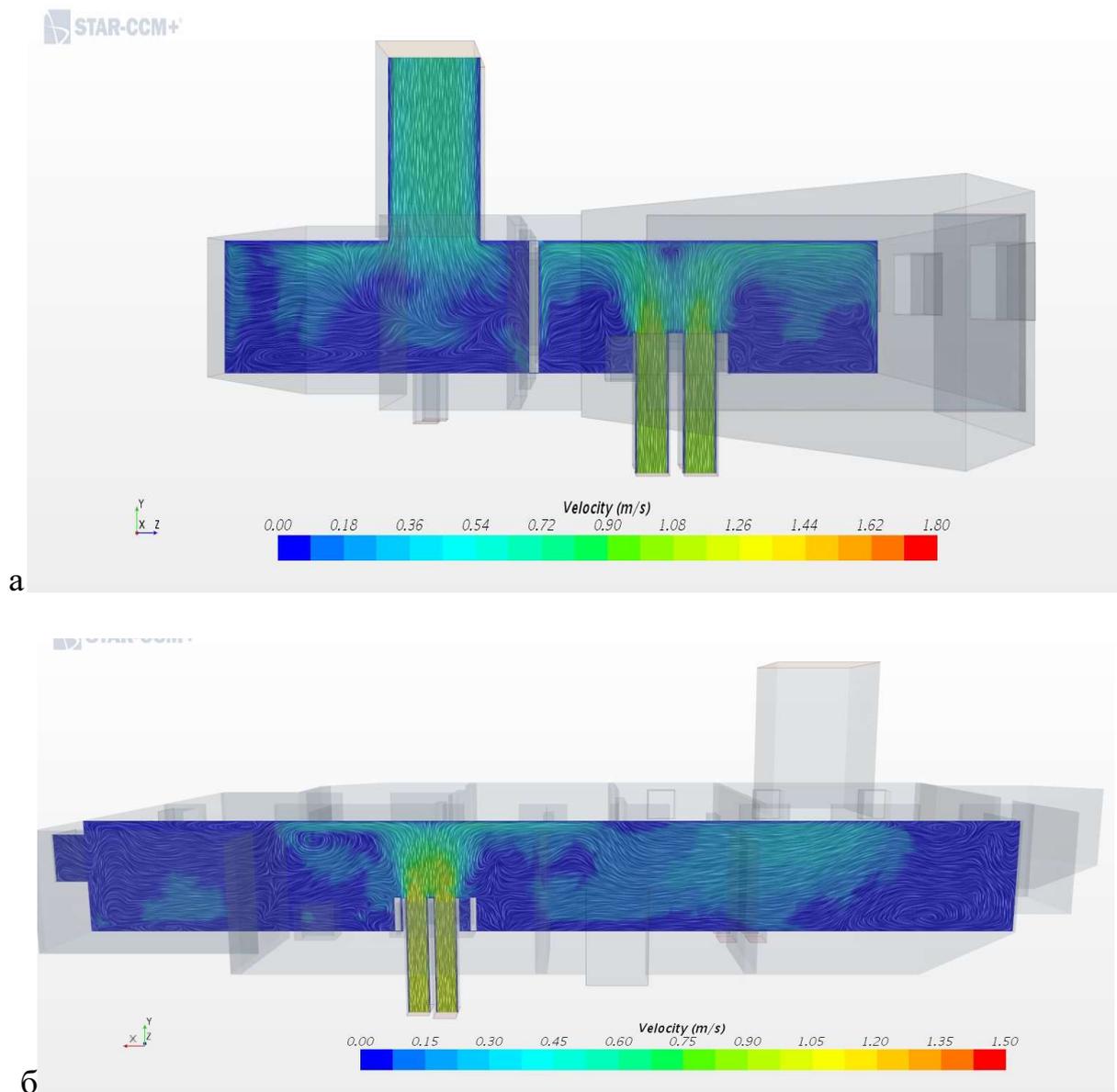


Рисунок 4.9 - Поля скорости воздуха в вертикальной плоскости при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1$  м/с: а сечение Б, вентблоки 1 и 2; б- сечение 2, вентблоки 6 и 5

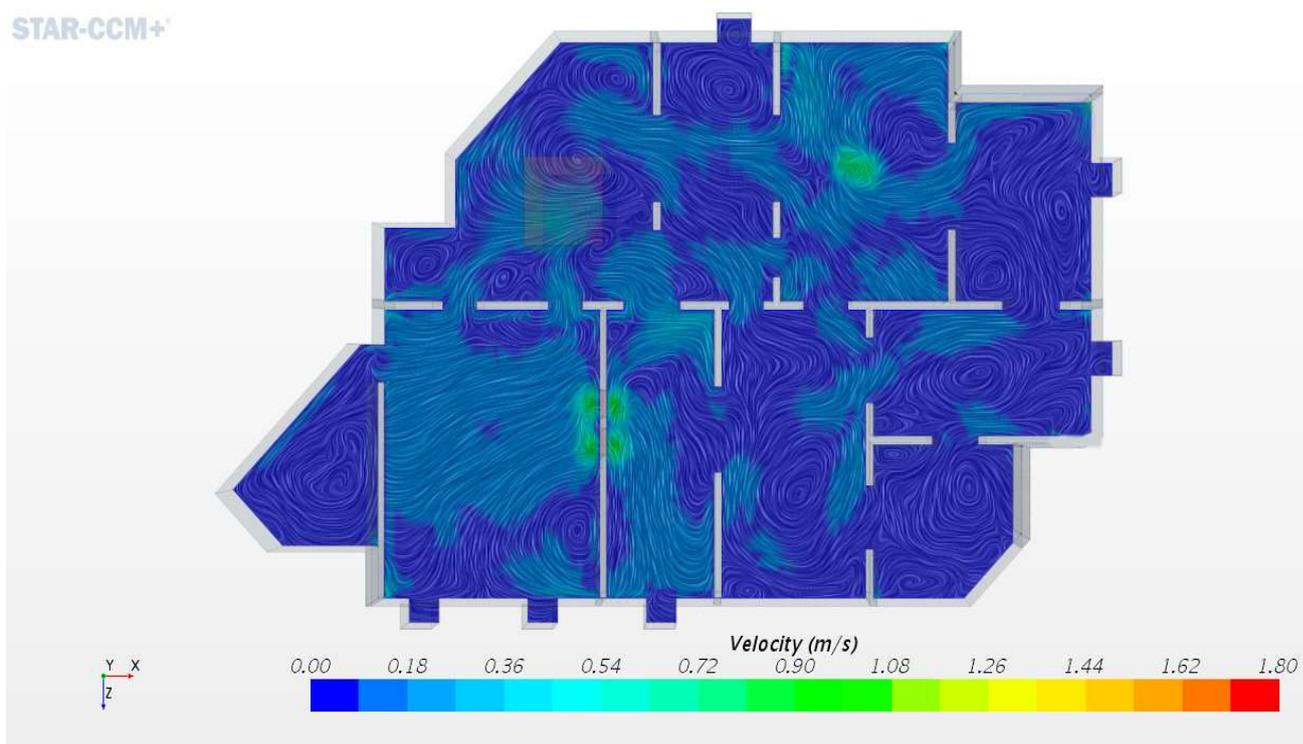


Рисунок 4.10 - Поле скорости воздуха при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v = 1$  м/с. Сечение на отметке 1,2 м

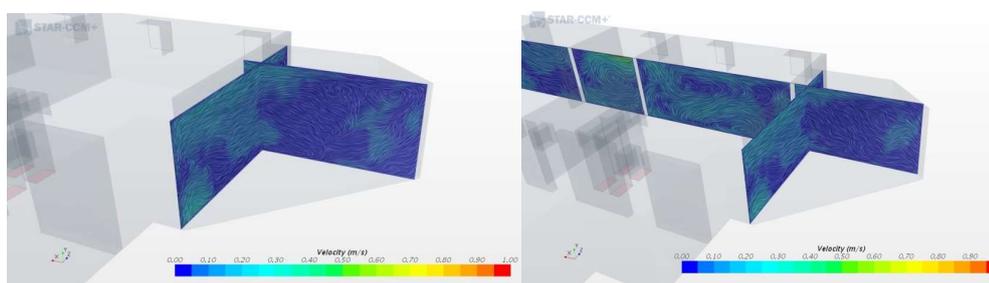


Рисунок 4.11 - Поля скорости воздуха в вертикальной плоскости при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков №№ 1-6  $v=1$  м/с: а- сечение А-1; б- сечение В

Анализ распределения скорости в объеме теплого чердака в горизонтальной плоскости выявил наличие большого количества застойных зон, локализованных у наружных стен в углах. Подвижность воздуха в застойных зонах менее 0,1 м/с. Характер распределения потоков воздуха сохраняется.

Результаты расчета показали, что при скорости выхода  $v=1$  м/с удаляемого из вентканалов воздуха скорость на выходе из общей вентшахты составила 0,48 м/с. Подвижность воздуха составляет 0,5 м/с. Эффективность вентиляции – 68%. Объем удаляемого воздуха из вентканалов – 5616 м<sup>3</sup>/ч.

### 4.2.1.3 Скорость выхода $v = 1,5$ м/с

Поля скорости воздуха в объеме чердака при условии полной герметичности его объема для скорости выхода, удаляемого из вентканалов воздуха  $v=1,5$  м/с, приведены на рисунках 4.12-4.14.

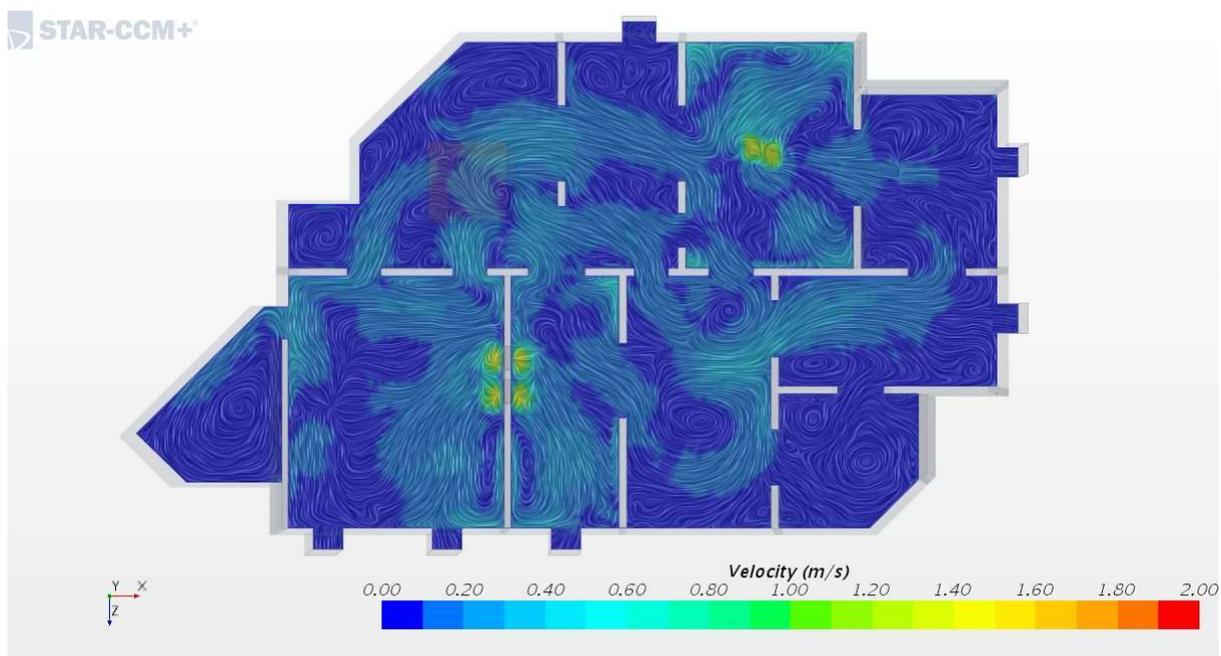
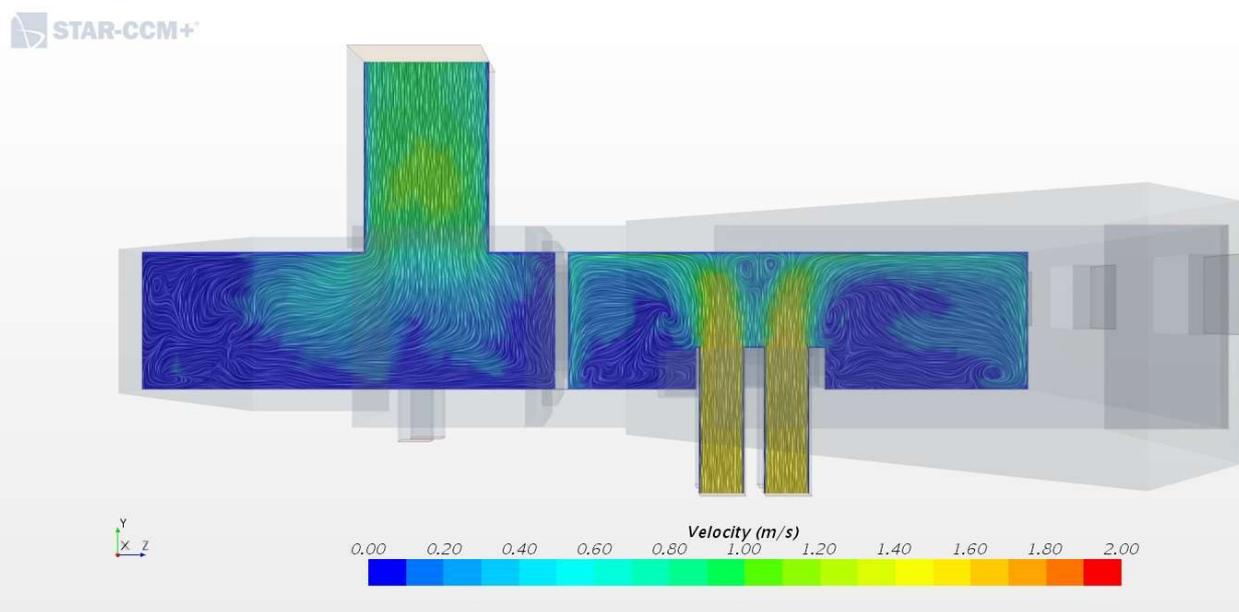


Рисунок 4.12 - Распределение скоростей потоков воздуха при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v = 1,5$  м/с. Сечение на отметке 1,2 м



STAR-CCM+

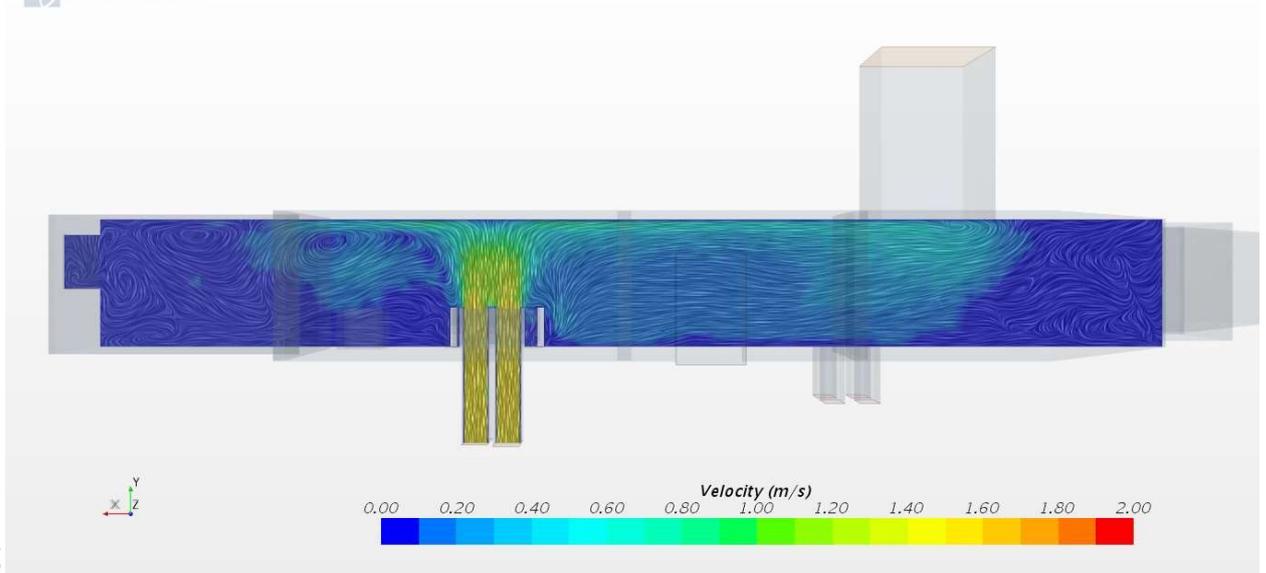
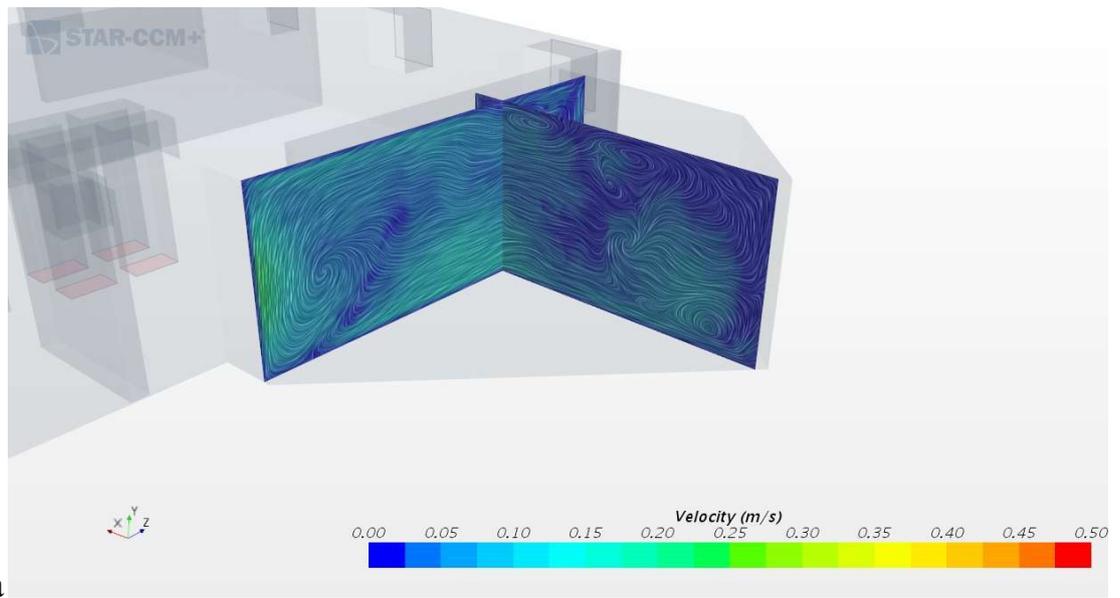


Рисунок 4.13 - Распределение скоростей воздуха в вертикальной плоскости при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков в чердак  $v=1,5$  м/с: а – сечение Б, вентиляционные блоки 1 и 2; б – сечение 2, вентиляционные блоки 6 и 5



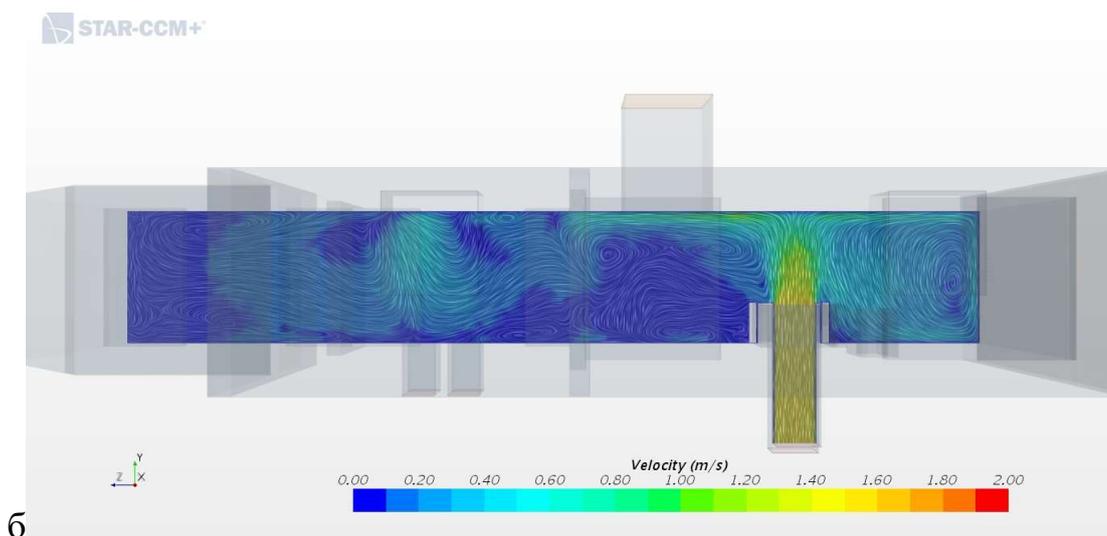


Рисунок 4.14 - Распределение скоростей воздуха в вертикальной плоскости при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков в чердак  $v = 1,5$  м/с: а – оси А-1; б – оси В, вентблок б

Застойные зоны сохраняются в углах чердака. Подвижность воздуха в этих зонах менее 0,1 м/с. Характер распределения потоков воздуха сохраняется. Скорость воздуха в сечении на отметке 1,2 м составляет 0,6–0,7 м/с.

Результаты расчета показали, что при скорости выхода воздуха  $v = 1,5$  м/с, удаляемого из вентканалов, скорость на выходе из общей вентшахты составила 0,72 м/с. Эффективность вентиляции 100%. Объем удаляемого воздуха из вентканалов – 8424 м<sup>3</sup>/ч.

При увеличении скорости выхода воздуха, удаляемого из вентканалов, в 3 раза заметно увеличение интенсивности движения воздуха в объеме чердака. Однако, в целом, характер потоков сохраняется. Имеют место застойные зоны, и области циркуляции потока, которые отчетливо прослеживаются на полях скорости. Застойные зоны в основном локализованы вблизи наружных углов чердака.

На вертикальных сечениях при скоростях выхода воздуха из вентканалов  $v = 1$  м/с и 1,5 м/с четко прослеживаются выходящие струи, которые достигают потолка, настилаются на потолок, распространяясь в противоположные стороны.

#### 4.2.1.4 Количественная оценка скорости воздуха в объеме чердака

Для более наглядной количественной оценки влияния скорости выхода воздуха из вентканалов на формирование полей скорости в объеме теплого чердака при условии полной его герметичности приведены изменения скорости по оси струй, выходящей из вентканалов и в вентиляционной шахте.

На рисунке 4.15 приведены точки определения скорости, значения которых приведены в таблице 4.2.

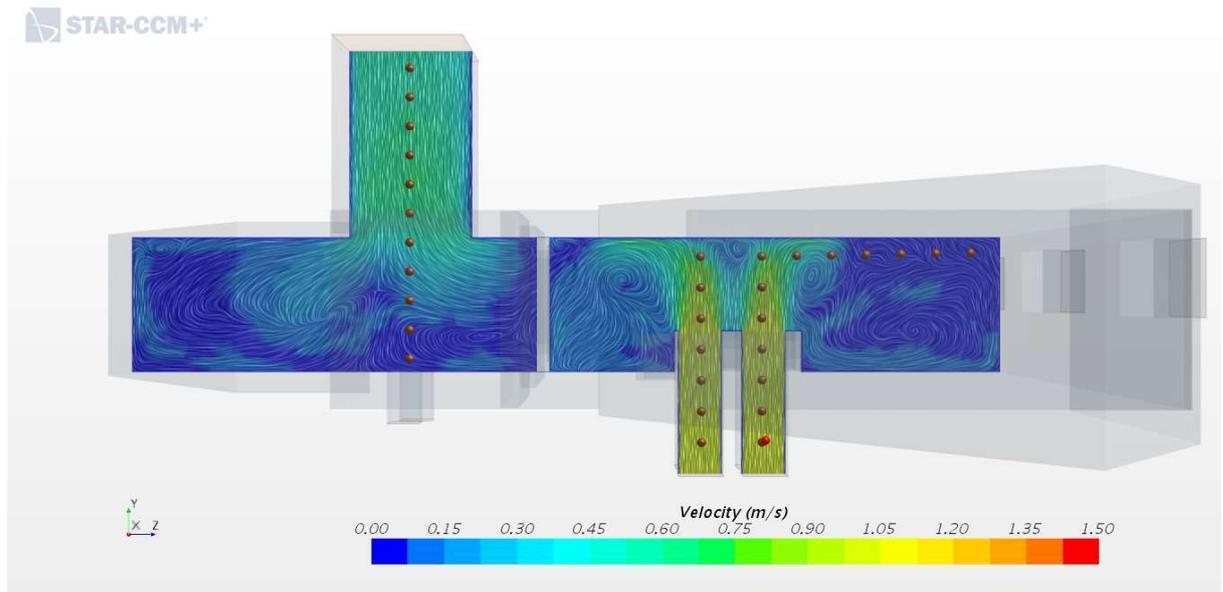


Рисунок 4.15 - Точки определения скорости для вентблоков 1 и 2 и вентшахты

Таблица 4.2 - Изменение скорости потока по оси вентблока № 1 и 2

Скорость выхода воздуха из вентблоков, м/с	Изменение скорости по сечению вентблока 1 при высоте от уровня пола Н					
	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
0,5	0,52	0,52	0,43	0,43	0,32	0,17
1	1,00	1,04	1,05	1,00	0,92	0,87
1,5	1,57	1,57	1,35	1,39	1,18	0,81
2	2,07	2,05	1,89	1,76	1,51	1,51
2,5	2,6	2,6	2,21	2,31	1,98	1,36
Скорость выхода воздуха из вентблоков, м/с	Изменение скорости по сечению вентблока 2 при высоте от уровня пола Н					
	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5
0,5	0,51	0,52	0,48	0,4	0,28	0,07
1	1,03	1,05	1,05	0,91	0,93	0,78

1,5	1,56	1,57	1,49	1,39	1,31	0,79
2	2,07	2,03	1,71	1,83	1,56	1,17
2,5	2,59	2,61	2,49	2,33	2,14	1,90

Таблица 4.3 - Изменение скорости потока по оси вентблока №5 и 6

Скорость выхода воздуха из вентблоков, м/с	Изменение скорости по сечению вентблока 5 при высоте от уровня пола Н						
	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5
0,5	0,49	0,49	0,46	0,40	0,32	0,32	0,22
1	1,03	1,03	1,02	0,96	0,88	0,73	0,73
1,5	1,55	1,54	1,42	1,32	1,13	1,13	0,81
2	2,06	2,08	2,09	1,78	1,85	1,56	1,11
Скорость выхода воздуха из вентблоков, м/с	Изменение скорости по сечению вентблока 6 (расположенного ближе к окну) при высоте от уровня пола Н						
	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5
0,5	0,52	0,51	0,41	0,42	0,36	0,29	0,19
1	1,04	1,04	1,02	0,86	0,91	0,79	0,62
1,5	1,56	1,53	1,29	1,38	1,19	0,89	0,69
2	2,07	2,03	1,71	1,83	1,56	1,17	0,88
2,5	2,58	2,54	2,13	2,28	1,94	1,47	1,09

Таблица 4.4 - Изменение скорости потока по оси вентиляционной шахты

Скорость выхода воздуха из вентблоков	Изменение скорости по сечению вентшахты при высоте от уровня пола Н									
	0,7	1,1	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3
0,5	0,07	0,09	0,17	0,23	0,33	0,34	0,33	0,31	0,22	0,24
1,0	0,04	0,13	0,31	0,41	0,62	0,68	0,67	0,65	0,58	0,58
1,5	0,09	0,19	0,35	0,53	0,86	1,06	1,05	1,03	0,95	0,95
2,0	0,14	0,23	0,50	0,75	1,17	1,44	1,42	1,38	1,31	1,26
2,5	0,24	0,35	0,59	0,92	1,42	1,73	1,72	1,68	1,59	1,55

## 4.2.2 Формирование полей температуры в объеме теплого чердака для условий полной герметичности

### 4.2.2.1 Скорость выхода $v = 0,5-1,5$ м/с

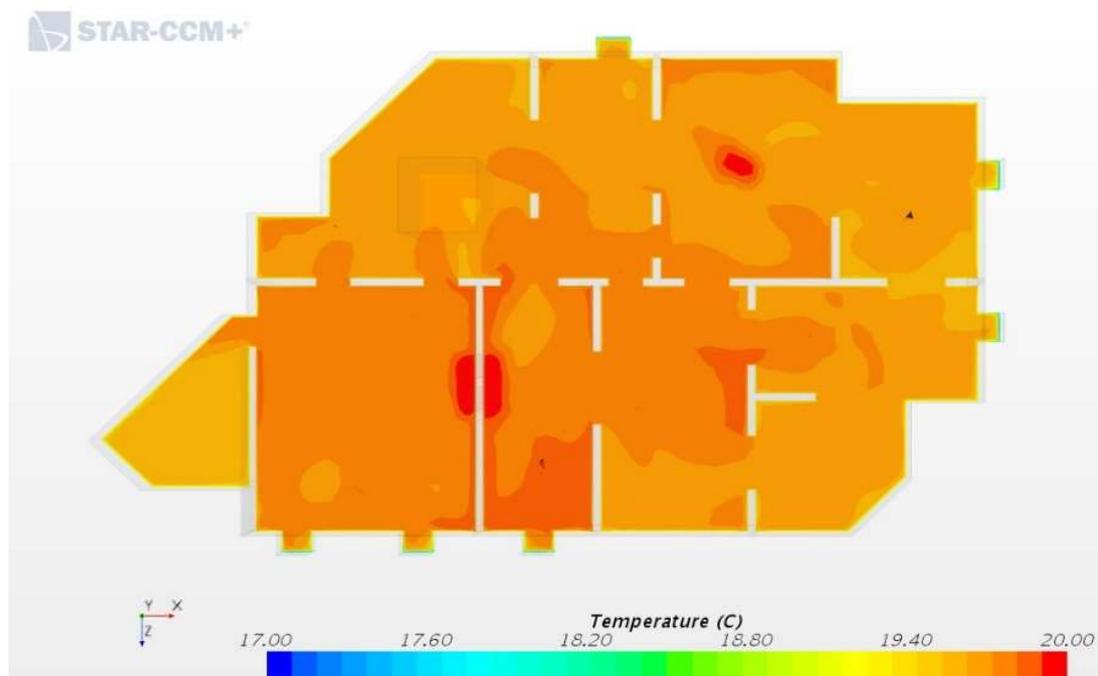


Рисунок 4.16 - Поле температуры воздуха на отметке 1,2 м при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=0,5$  м/с

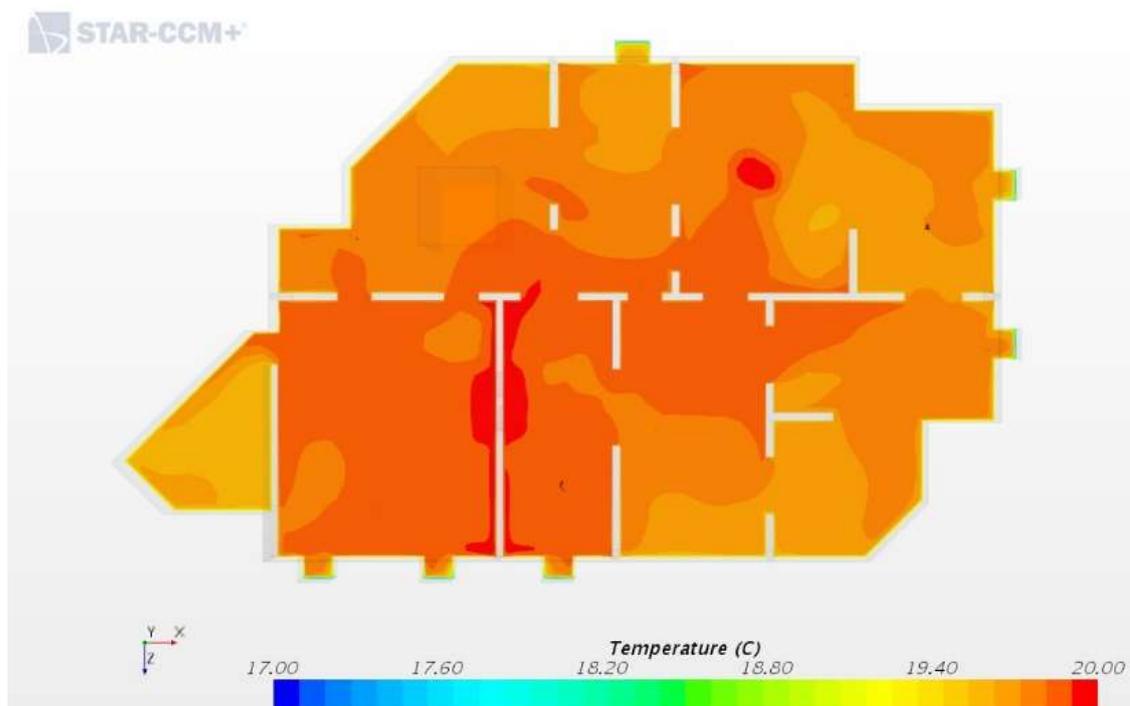


Рисунок 4.17 - Поле температуры воздуха на отметке 1,2 м при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1$  м/с

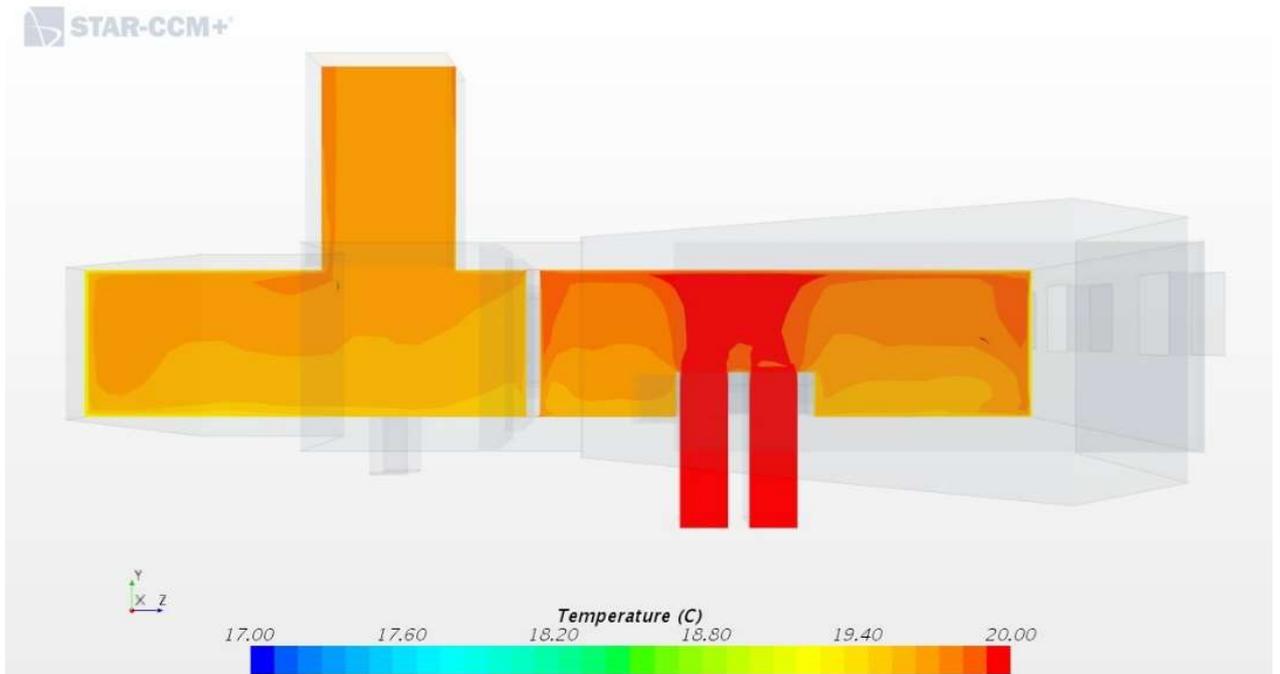


Рисунок 4.18 - Поле температуры воздуха при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха  $v=0,5\text{ м/с}$ , сечение по оси Б

#### 4.2.2.2 Скорость выхода $v = 1 \text{ м/с}$

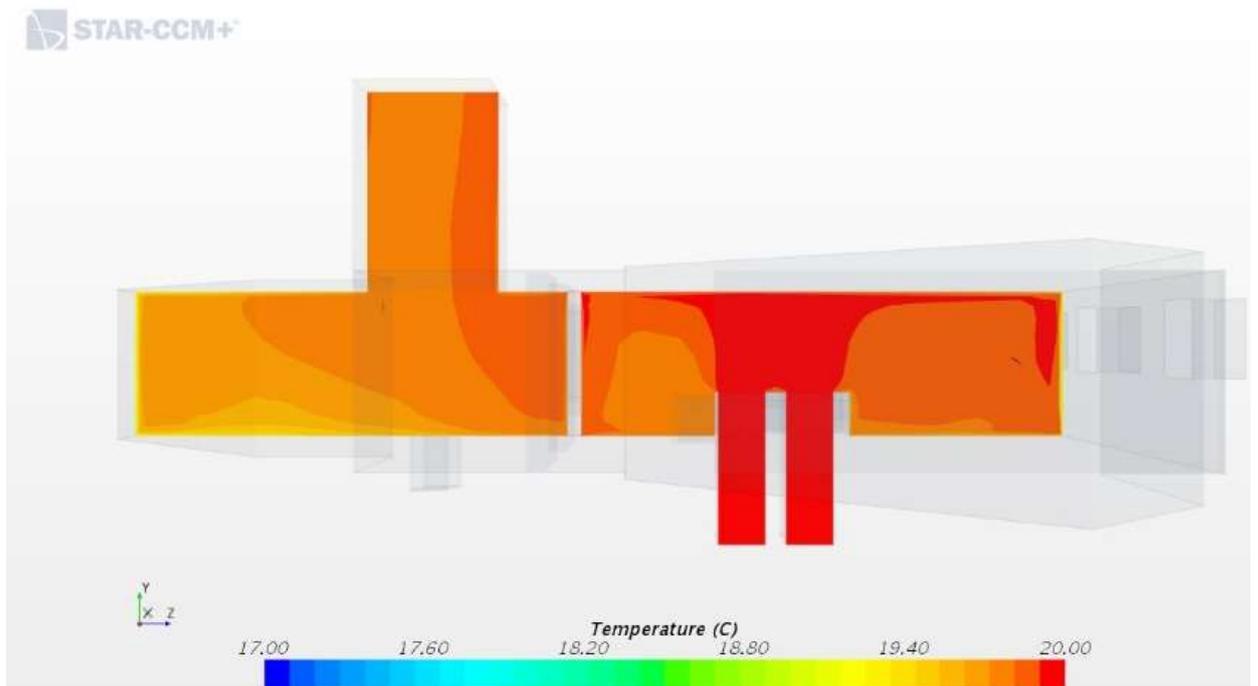


Рисунок 4.19 - Поле температуры воздуха при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха  $v=1,0 \text{ м/с}$ , сечение по оси Б

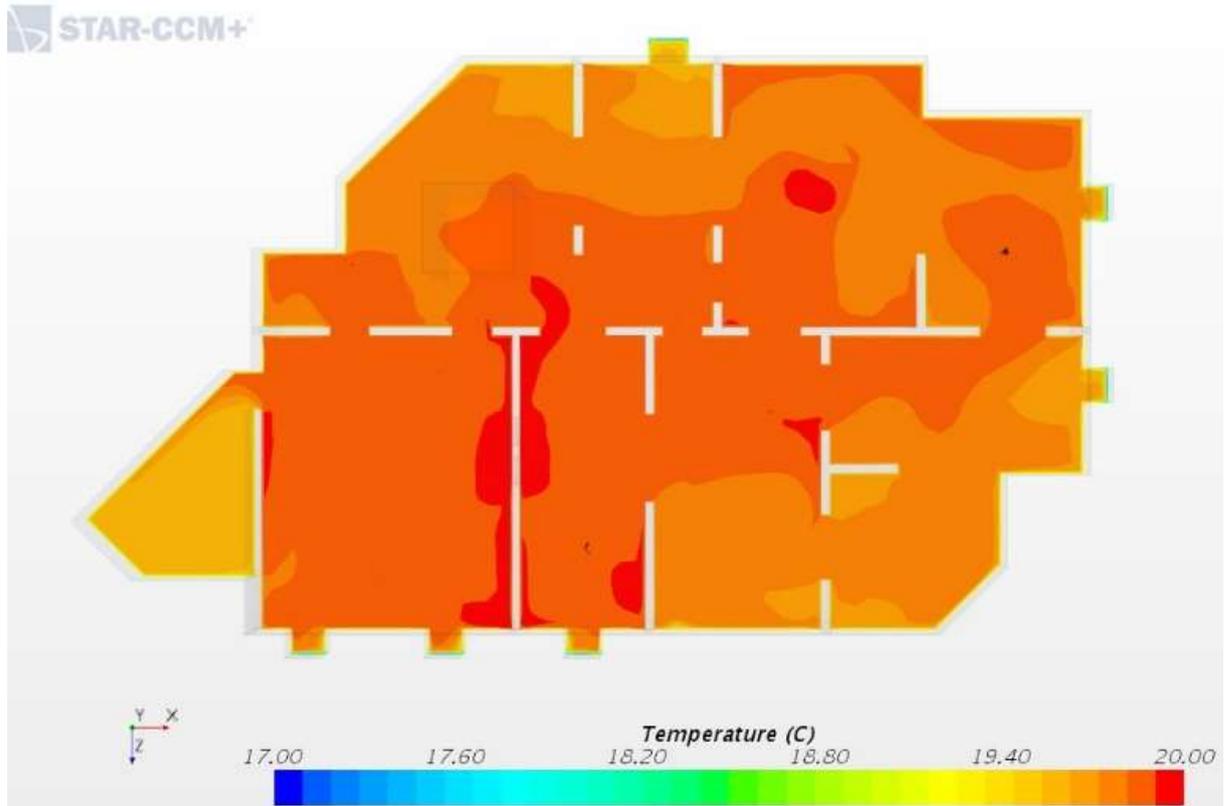


Рисунок 4.20 - Поле температуры воздуха на отметке 1,2 м при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=1,5$  м/с

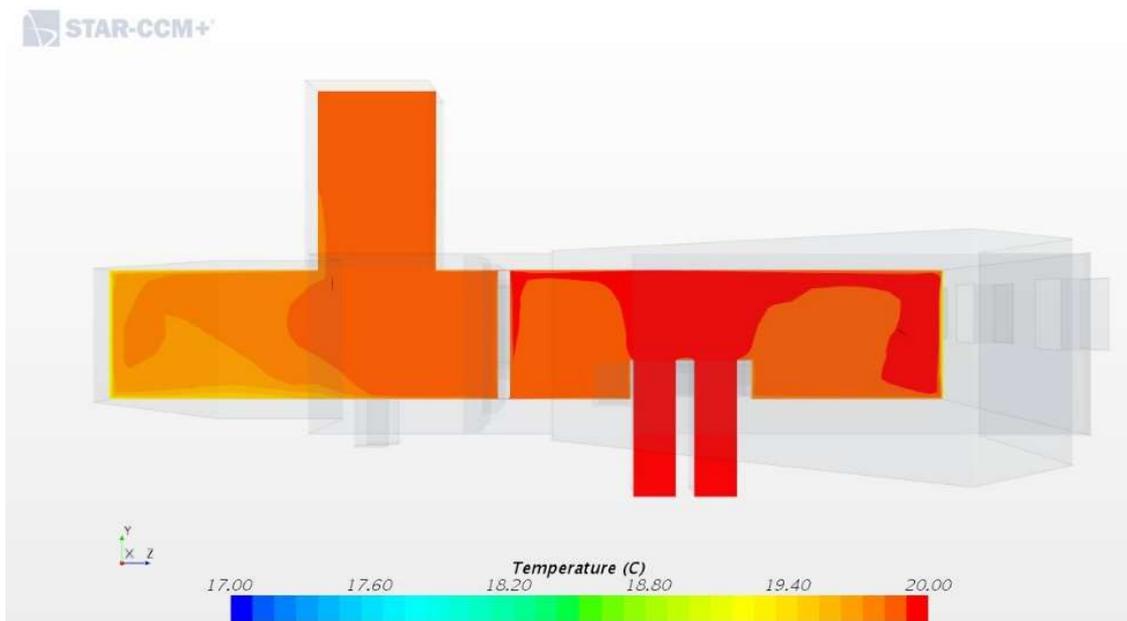


Рисунок 4.21 - Поле температуры воздуха при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха  $v=1,5$  м/с, сечение по оси Б

### 4.2.3 Формирование полей относительной влажности воздуха

Поля влажности воздуха в объеме теплого чердака для условий полной герметичности для скоростей выхода из вентканала 0,5-1,5 м/с приведены на рисунках 4.22- 4.24.

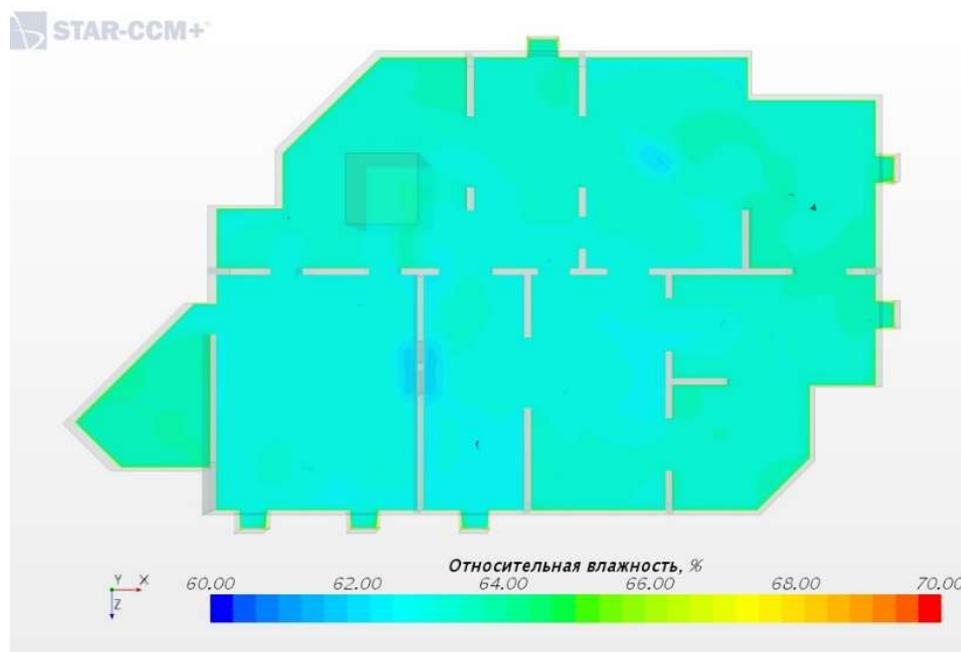


Рисунок 4.22 - Поле влажности воздуха на отметке 1,2 м при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=0,5$  м/с

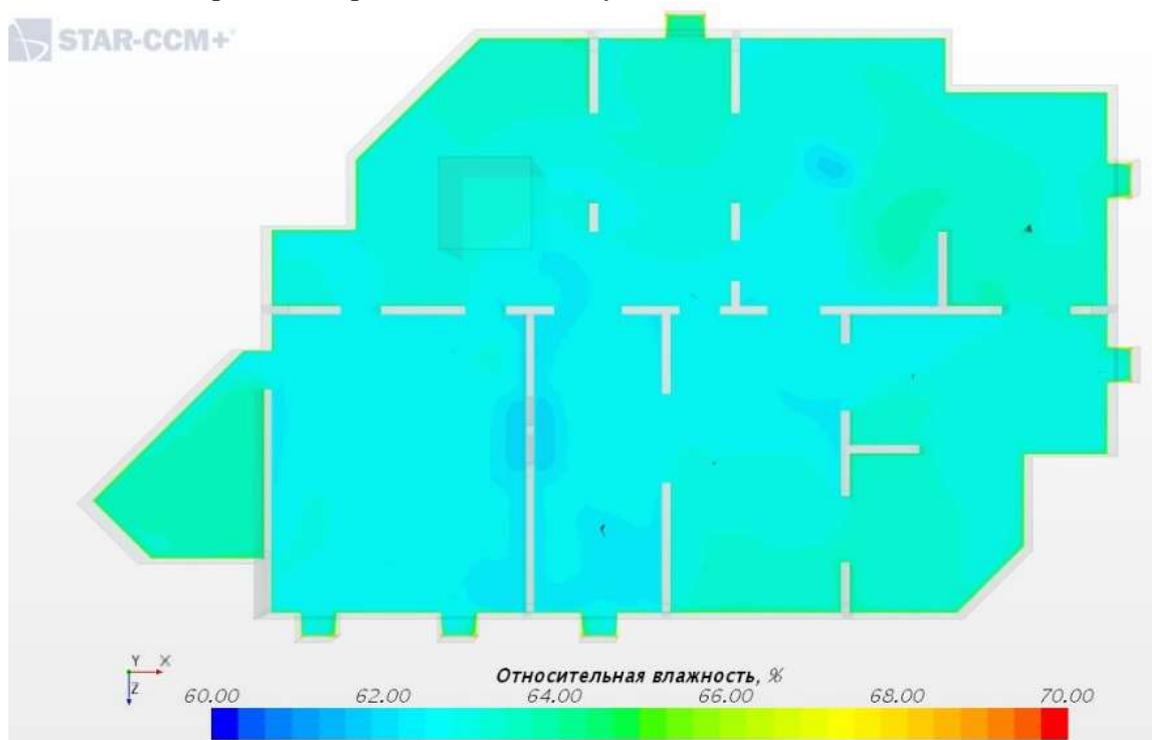


Рисунок 4.23 - Поле влажности воздуха на отметке 1,2 м при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1,0$  м/с

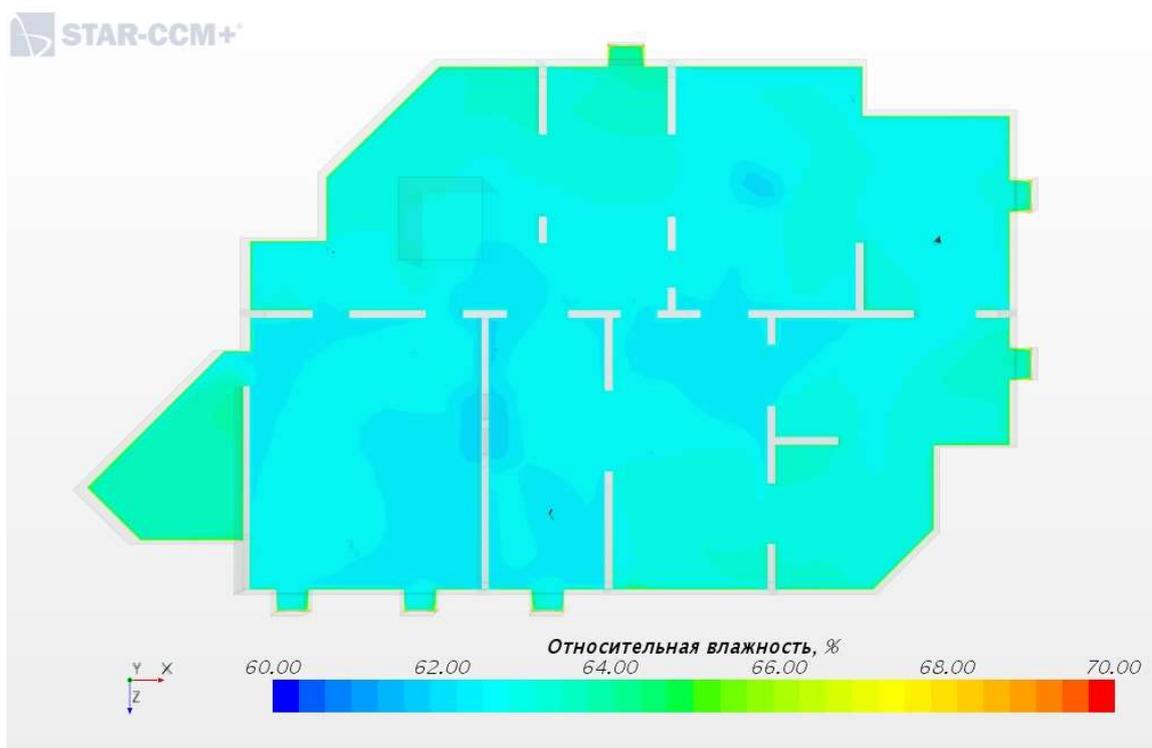


Рисунок 4.24 - Поле влажности воздуха на отметке 1,2 м при условии полной герметичности чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1,5$  м/с

### 4.3 Формирование параметров микроклимата в объеме чердака для зимних условий

Исходные данные: расчетная наружная температура минус  $24^{\circ}\text{C}$ . Температура на внутренней поверхности стен  $15^{\circ}\text{C}$ , окон  $7^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.3.1 Формирование полей температуры и влажности

##### 4.3.1.1 Скорость выхода воздуха из вентблоков $v=0,5$ м/с

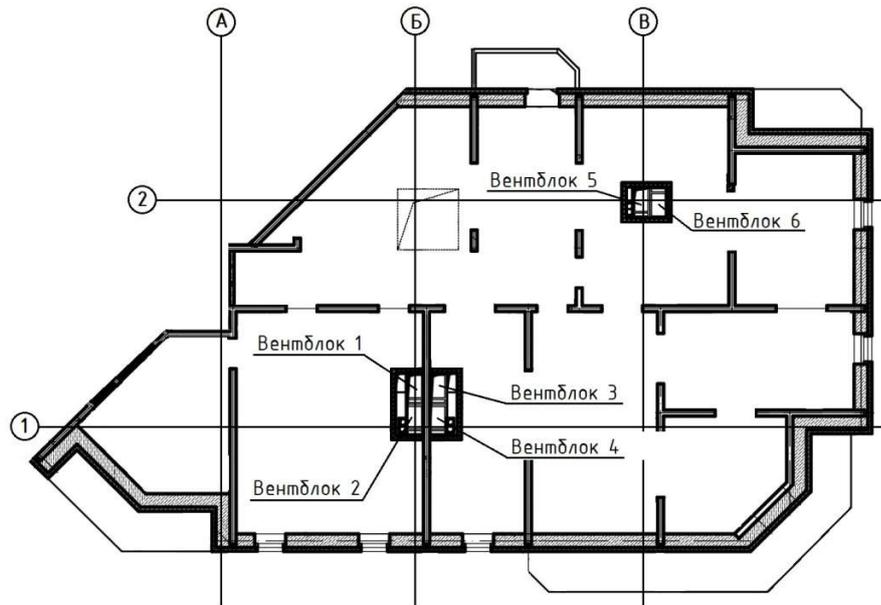


Рисунок 4.25 - План чердака с указанием сечений

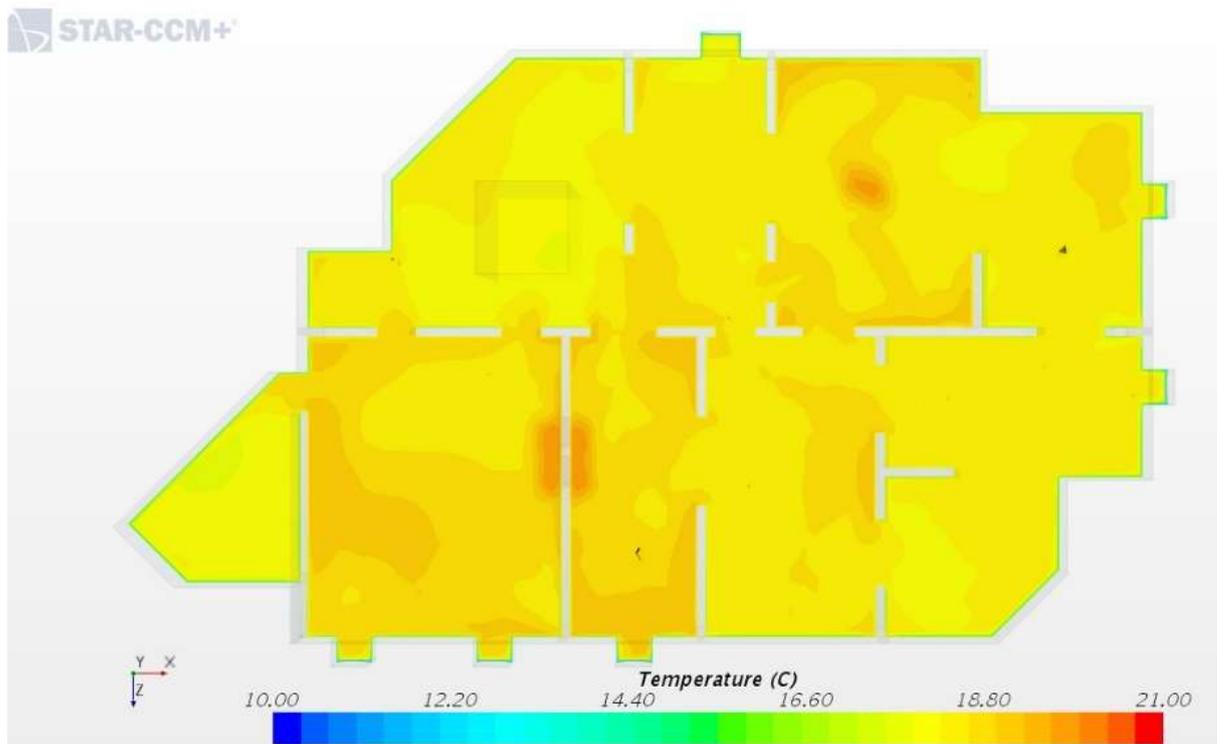


Рисунок 4.26 - Поле температуры. План на уровне 1,2 м от пола теплого чердака. Температура на внутренней поверхности стен 15 °С, окон 7 °С. скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=0,5$  м/с

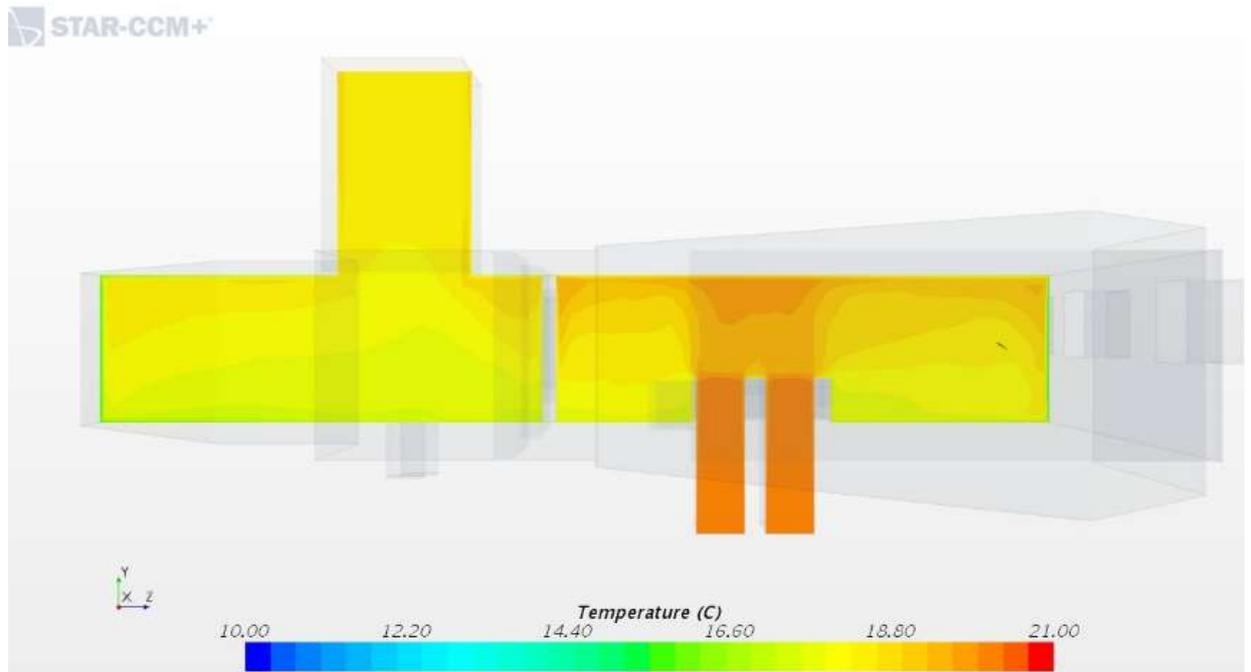


Рисунок 4.27 - Поле температуры. Сечение вдоль оси Б. Температура на внутренней поверхности стен 15 °С, окон 7 °С. скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=0,5$  м/с

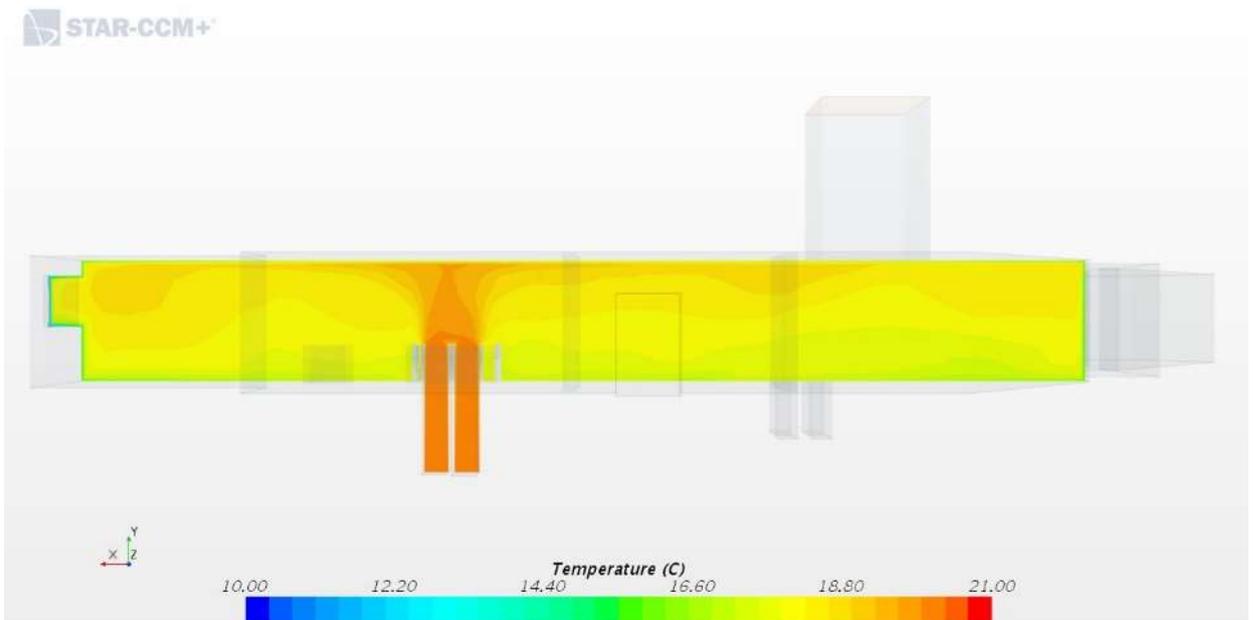


Рисунок 4.28 - Поле температуры. Сечение вдоль оси 1. Температура на внутренней поверхности стен 15 °С, окон 7 °С. скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=0,5$  м/с

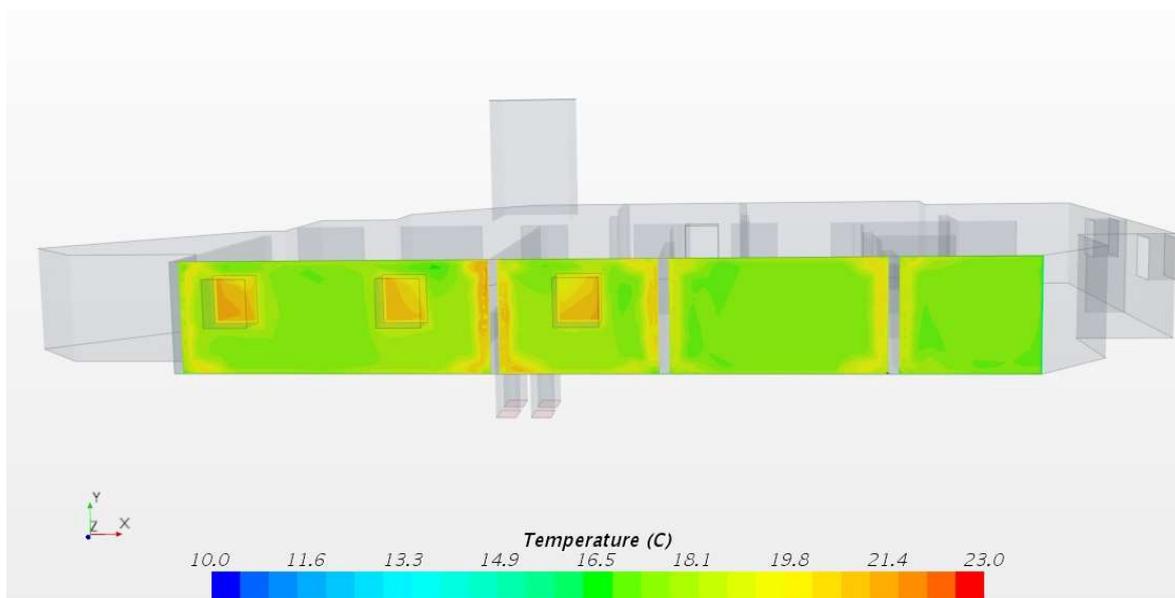


Рисунок 4.29 - Поле температуры. Сечение вдоль наружной стены. Температура на внутренней поверхности стен 15 °С, окон 7 °С

4.3.1.2. Расчет полей влажности воздуха для зимних условий (рисунки 4.30–4.31). Скорость выхода из вентблоков  $v=0,5$  м/с

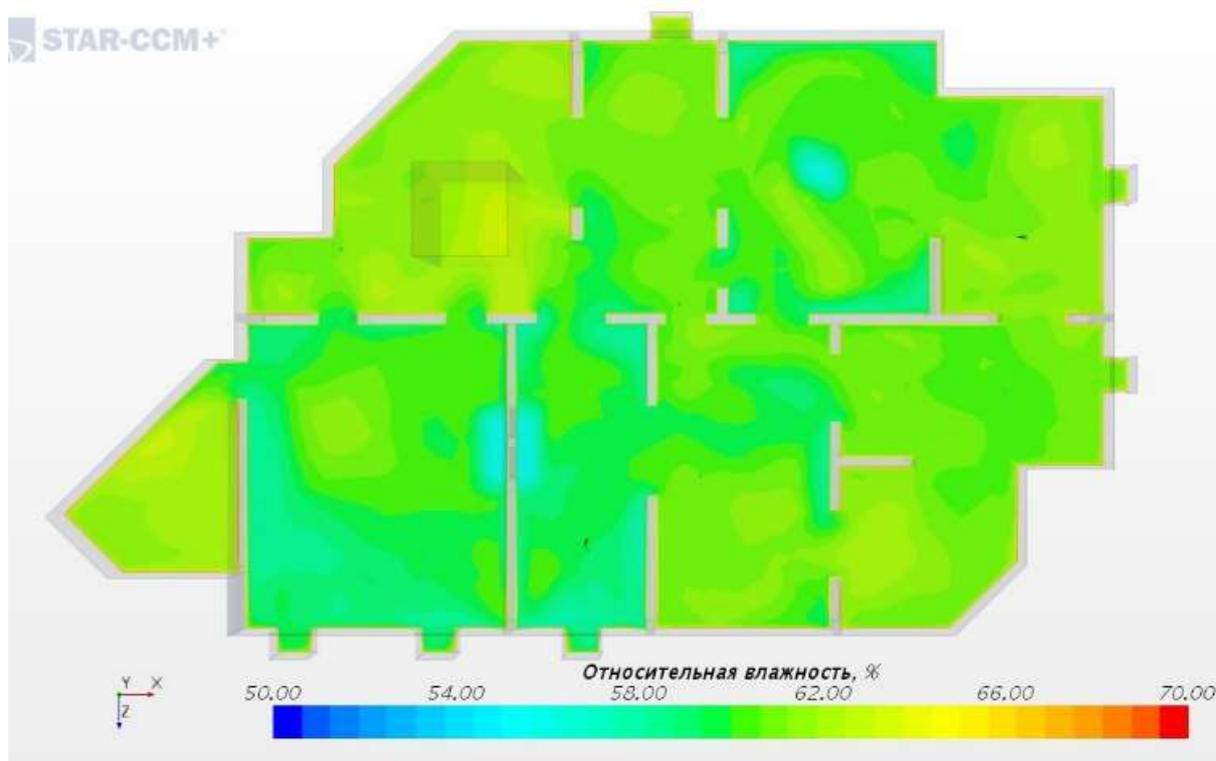


Рисунок 4.30 - Поле влажности, сечение на уровне 1,2 м от пола теплого чердака. Скорость выхода воздуха из вентблоков  $v= 0,5$  м/с. Скорость выхода из вентиляционной шахты  $V= 0,24$  м/с

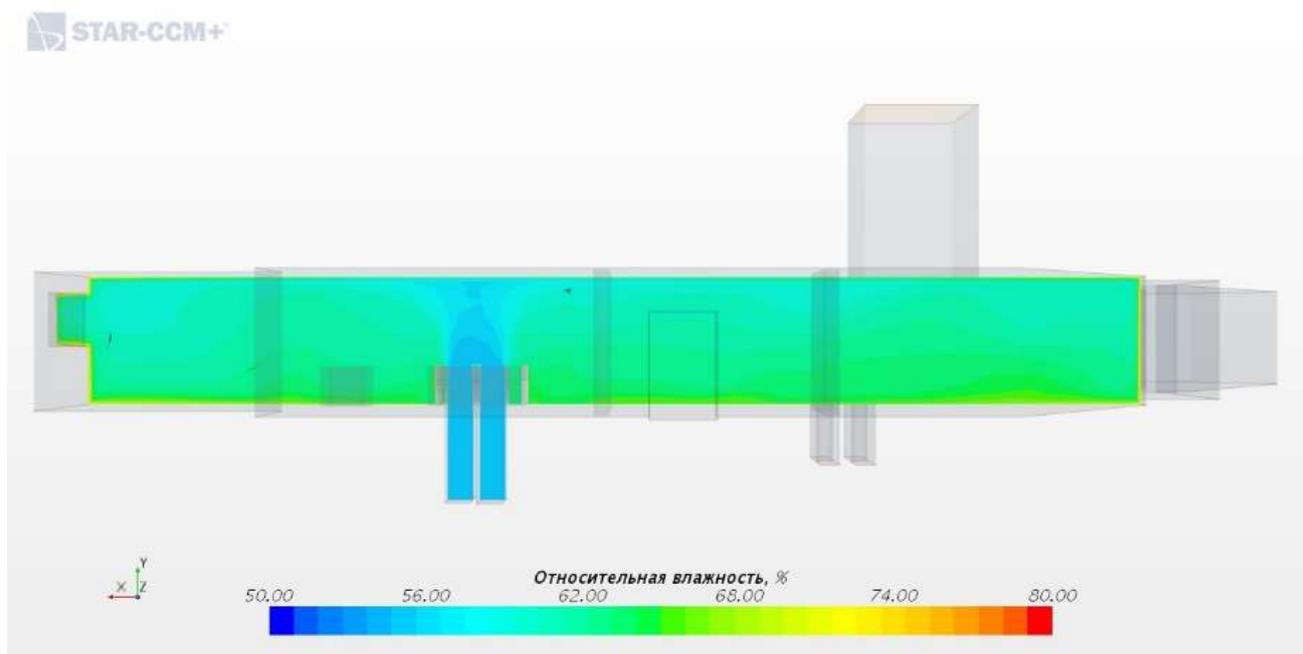


Рисунок 4.31 - Поля влажности, сечение вдоль оси 2. Скорость выхода воздуха из вентиляционных шахт  $v = 0,5$  м/с. Скорость выхода из вентиляционной шахты  $V = 0,24$  м/с

#### 4.3.1.3 Поля температуры. Скорость выхода воздуха из вентиляционных шахт $v=1,0$ м/с, (рисунки 4.32- 4.34)

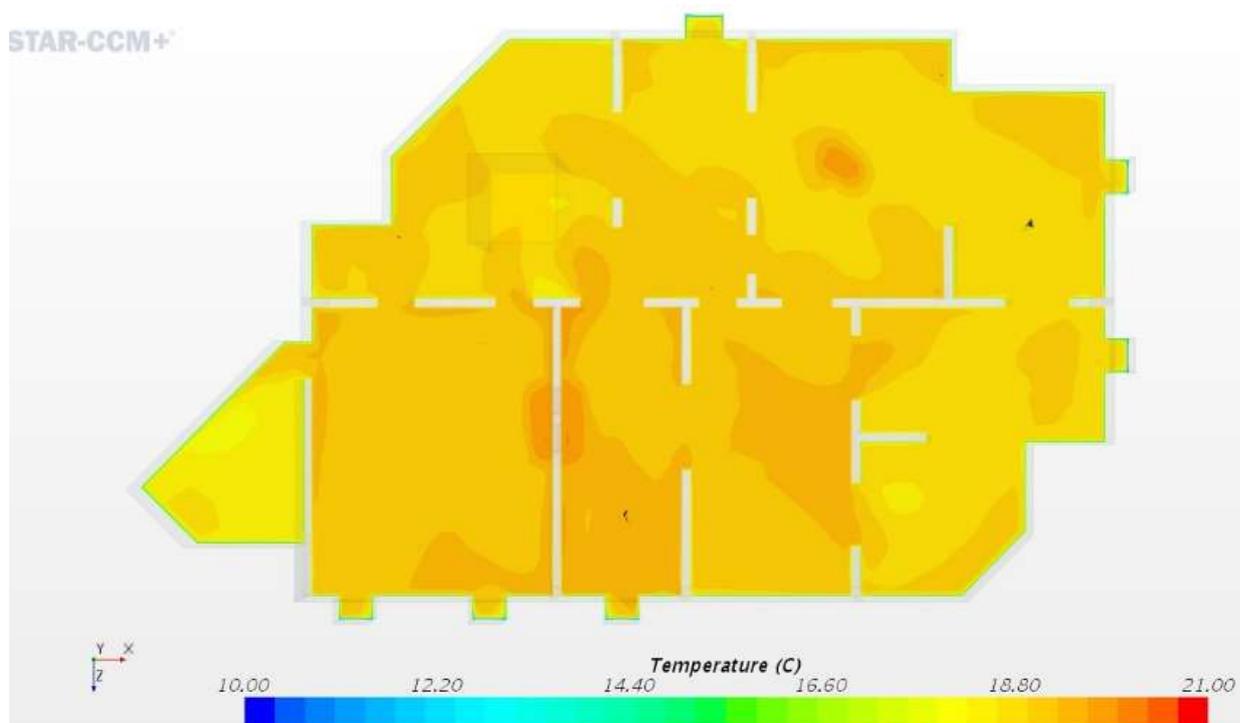


Рисунок 4.32 - Поле температуры на уровне 1,2 м от пола теплого чердака. Температура на внутренней поверхности стен  $15$  °С, окон  $7$  °С. скорость выхода воздуха из вентиляционных шахт  $v=1$  м/с

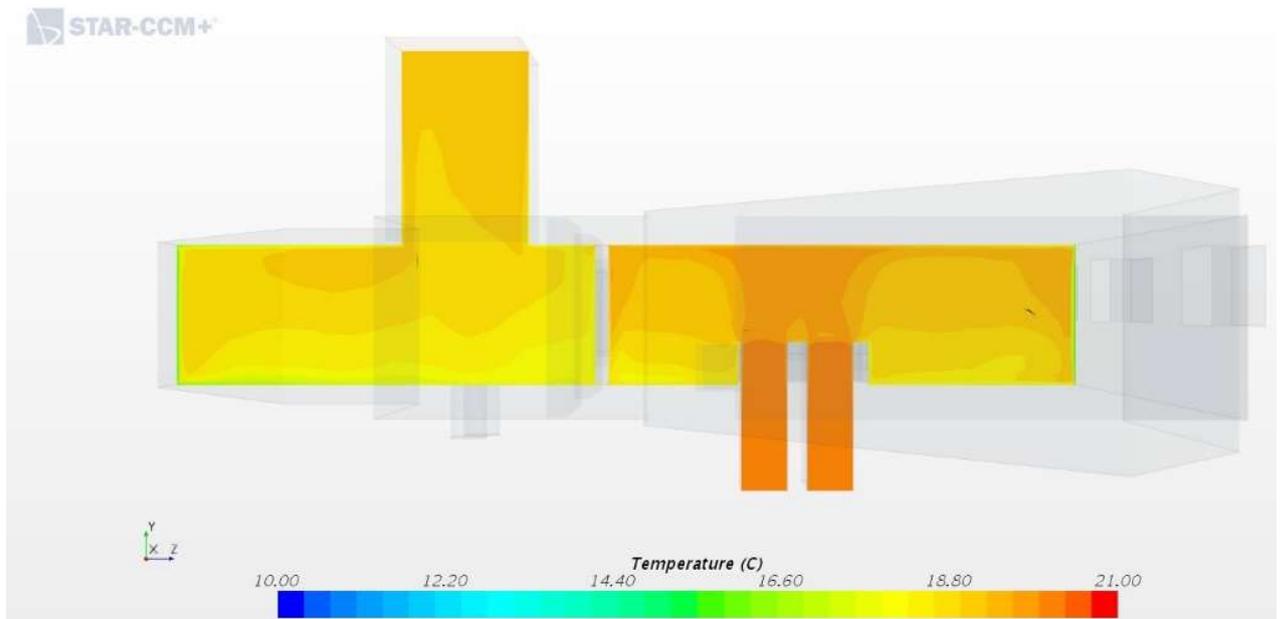


Рисунок 4.33 - Поле температуры, сечение по оси Б. Температура на внутренней поверхности стен 15 °С, окон 7 °С, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1$  м/с

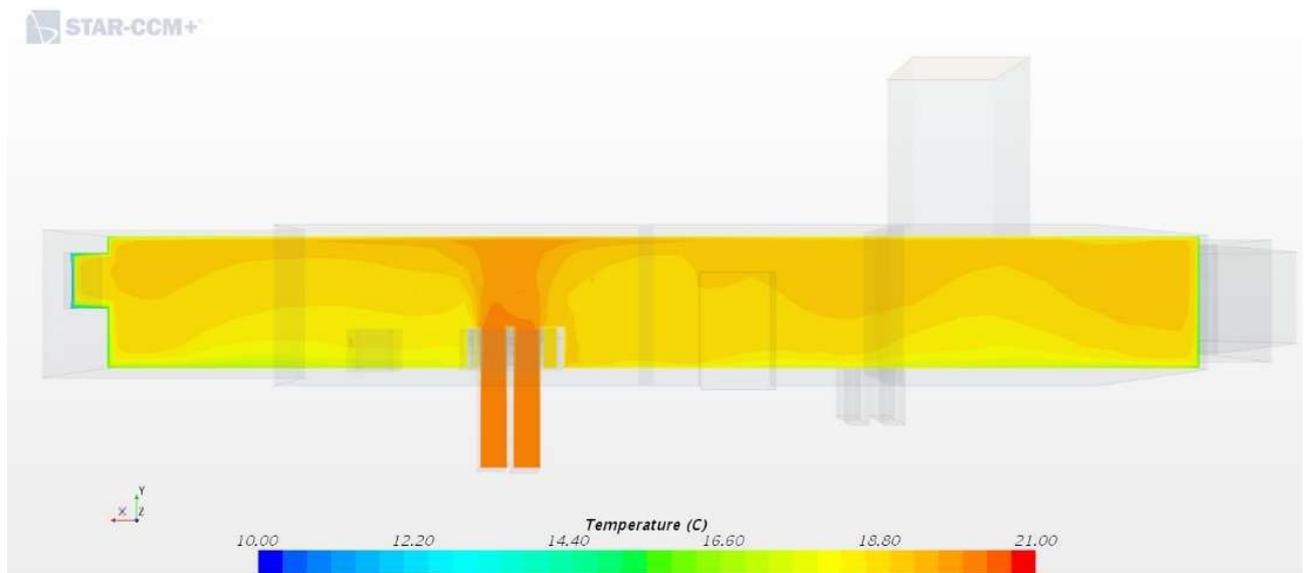
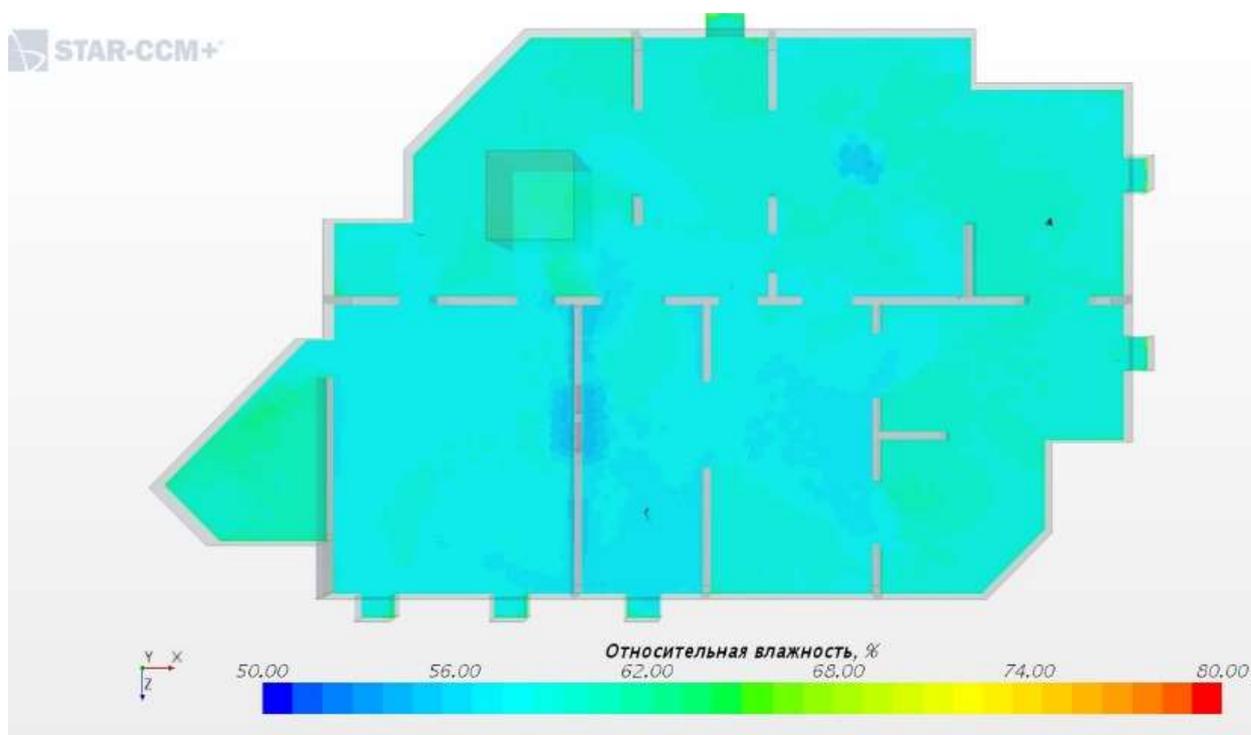


Рисунок 4.34 - Поле температуры. Сечение вдоль оси 1. Температура на внутренней поверхности стен 15 °С, окон 7 °С. скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1$  м/с

4.3.1.4 Поле влажности воздуха. Скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=1,0$  м/с, (рисунки 4.35–4.36)



Рисунки 4.35 - Поля влажности, сечение на уровне 1,2 м от пола теплого чердака. Скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=1$  м/с. Скорость выхода вентиляционной шахты  $V=0,48$  м/с

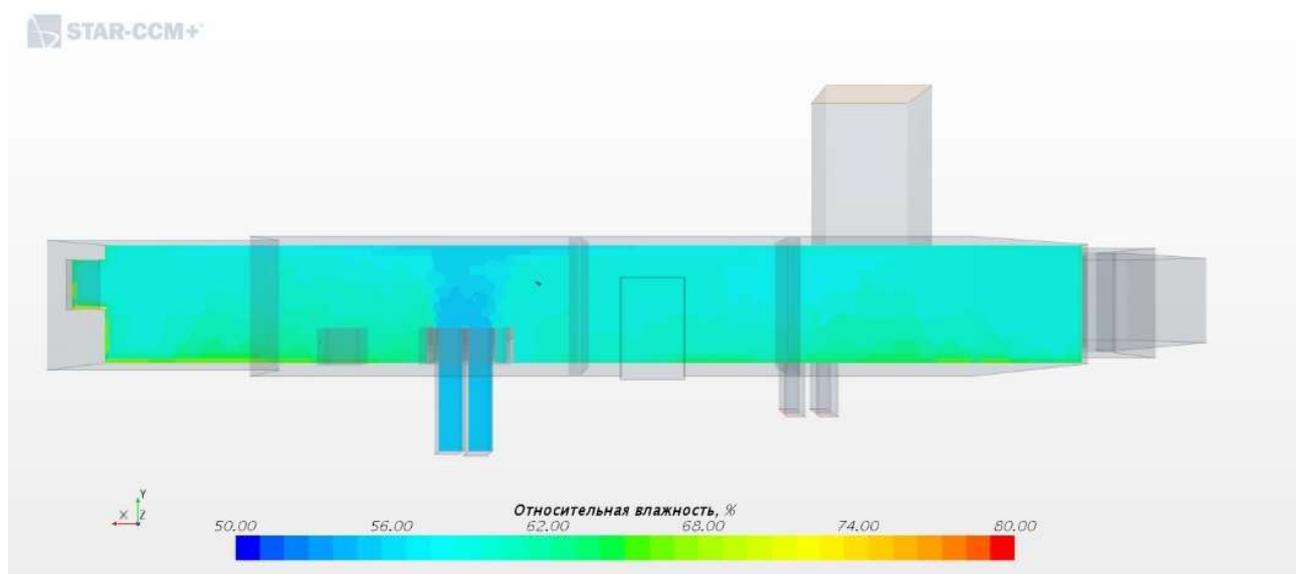


Рисунок 4.36 - Поля влажности, сечение вдоль оси 2. Скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=1$  м/с. Скорость выхода вентиляционной шахты  $V=0,48$  м/с.

4.3.1.5 - Поля температуры воздуха. Скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=1,5$  м/с, (рисунки 4.37–4.39)

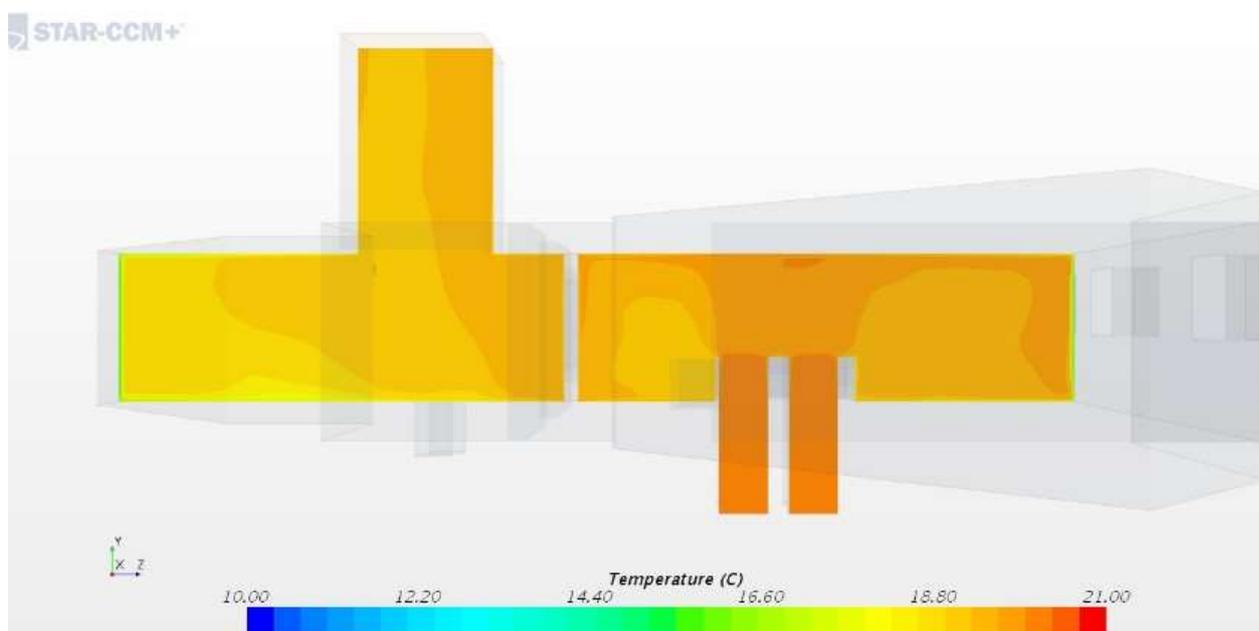


Рисунок 4.37 - Поле температуры. Сечение вдоль оси Б. Температура на внутренней поверхности стен  $15$  °С, окон  $7$  °С. Скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=1,5$  м/с. Скорость выхода воздуха из вентиляционной шахты  $V=0,72$  м/с

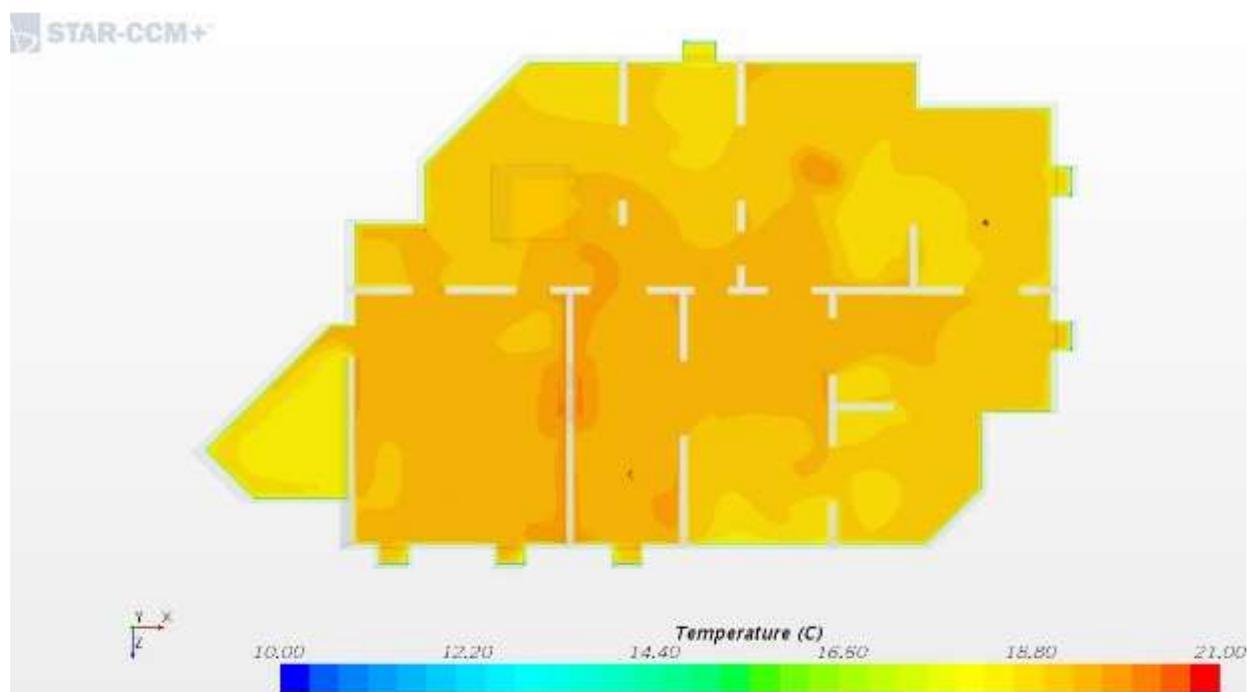


Рисунок 4.38 - Поле температуры. План на уровне  $1,2$  м от пола теплого чердака. Температура на внутренней поверхности стен  $15$  °С, окон  $7$  °С. скорость выхода воздуха из вентиляционных блоков  $v=1,5$  м/с. Скорость выхода воздуха из вентиляционной шахты  $V=0,72$  м/с

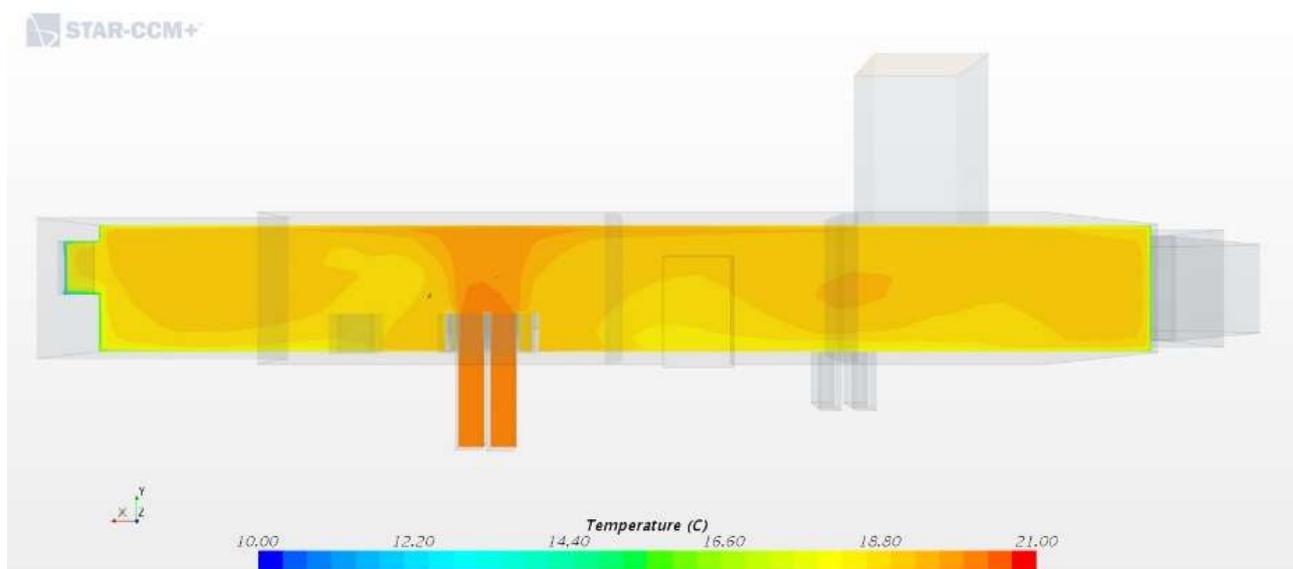


Рисунок 4.39 - Поле температуры. Сечение вдоль оси 1,5. Температура на внутренней поверхности стен 15 °С, окон 7 °С. скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1$  м/с. Скорость выхода воздуха из вентиляционной шахты  $V=0,48$  м/с

4.3.1.6 Поля влажности воздуха. Скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1,5$  м/с, (рисунки 4.40–4.42)

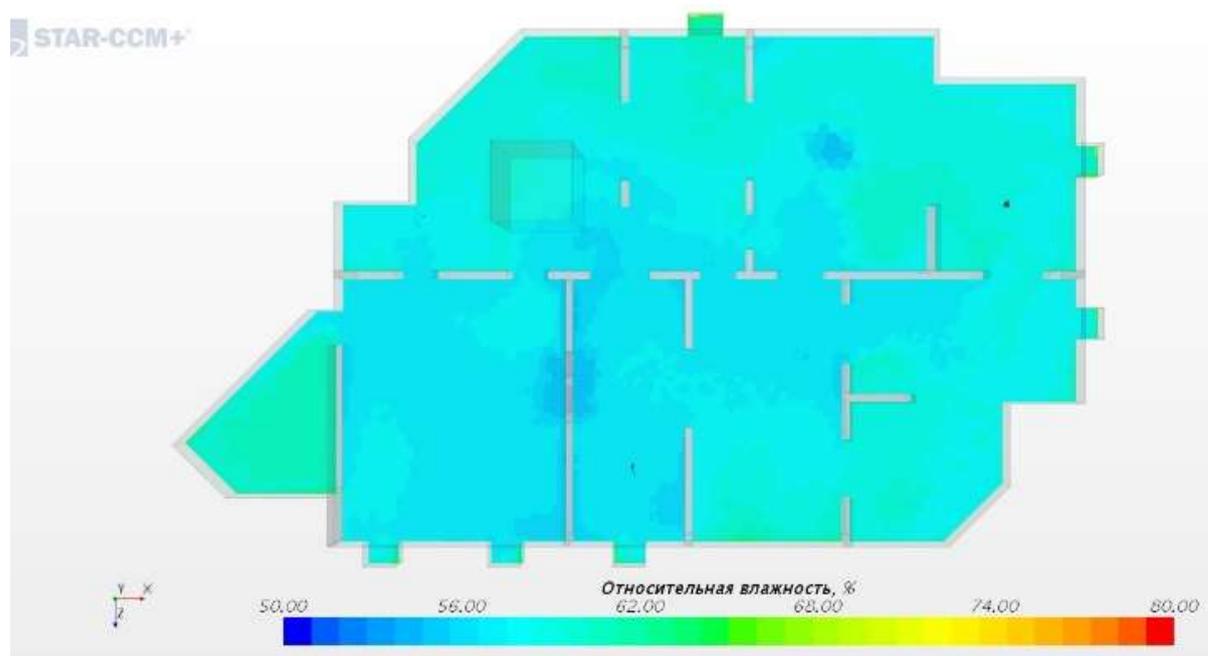


Рисунок 4.40 - Поле влажности, сечение на уровне 1,2 м от пола теплого чердака. Скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=1,5$  м/с. Скорость выхода из шахты  $V=0,72$  м/с

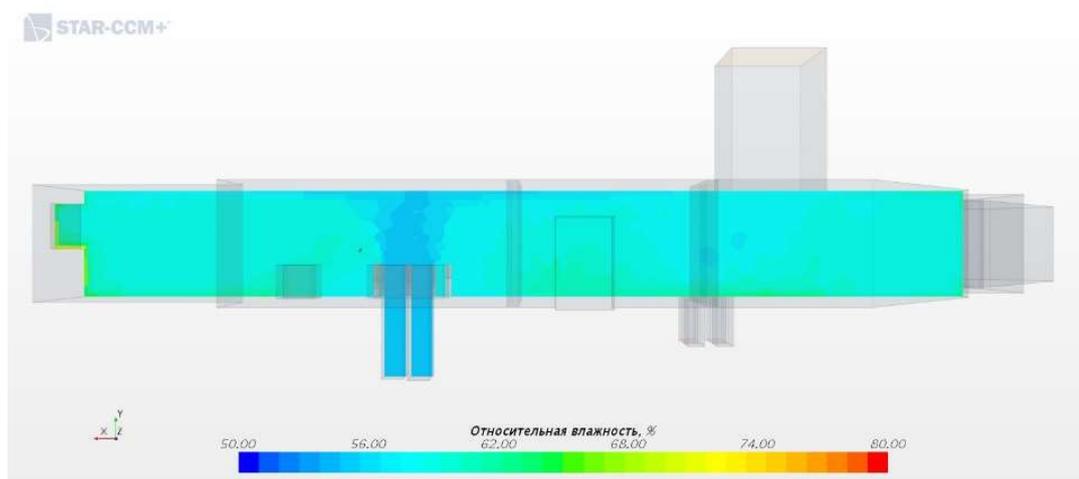


Рисунок 4.41 - Поле влажности. Вертикальное сечение вдоль оси 2. Скорость выхода воздуха из вентблоков  $v = 1,5$  м/с. Скорость выхода из вентиляционной шахты  $V = 0,72$  м/с

#### 4.4 Влияние воздухопроницаемости ограждающих конструкций

План чердака с указанием сечений приведен на рисунке 4.25.

##### 4.4.1 Расчет при условии полной герметичности объема чердака.

Скорость выхода воздуха из вентблоков  $v = 1$  м/с, скорость выхода из шахты  $0,48$  м/с. Объем воздуха, удаляемого из вентблоков –  $5616$  м<sup>3</sup>/ч

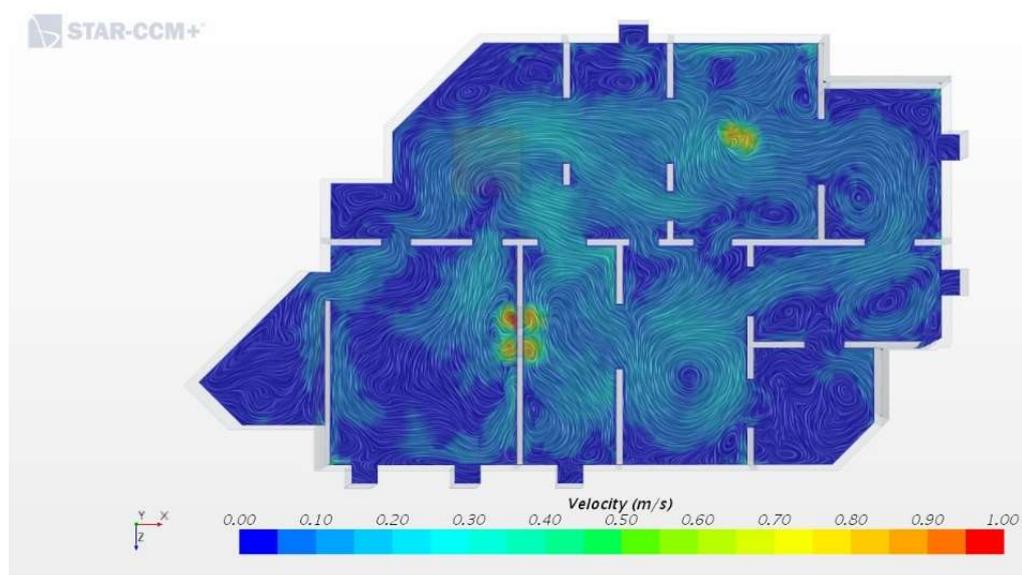


Рисунок 4.42 - Поле скорости. План на уровне 1,2 м от пола теплого чердака, условие герметичности чердака

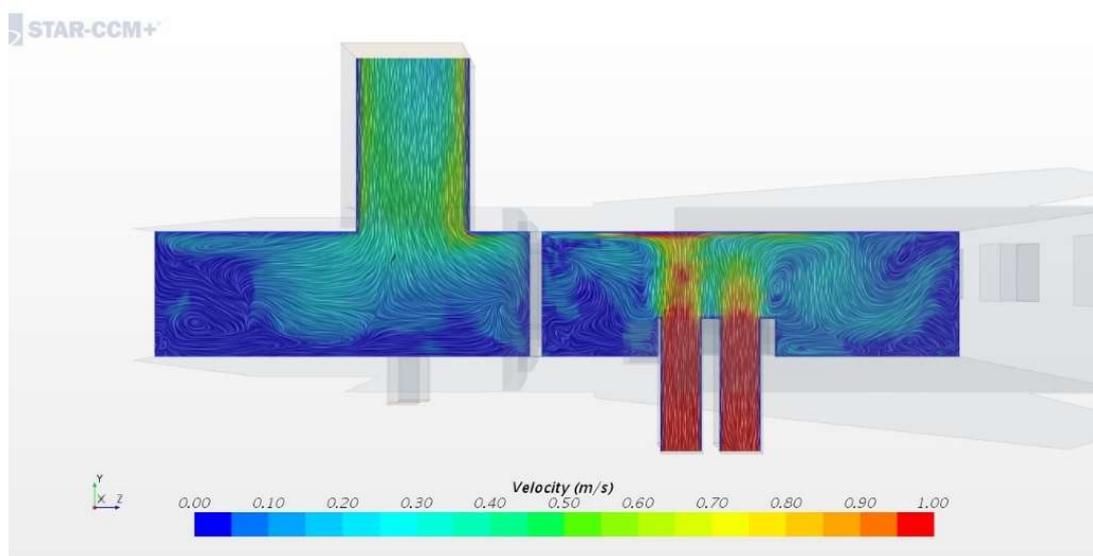


Рисунок 4.43 - Поле скорости. Сечение вдоль оси Б, условие герметичности чердака. Скорость выхода воздуха из вентиляторов  $v=1$  м/с, скорость выхода воздуха из шахты  $V=0,48$  м/с. Объем удаляемого воздуха из вентиляторов –  $5616$  м<sup>3</sup>/ч

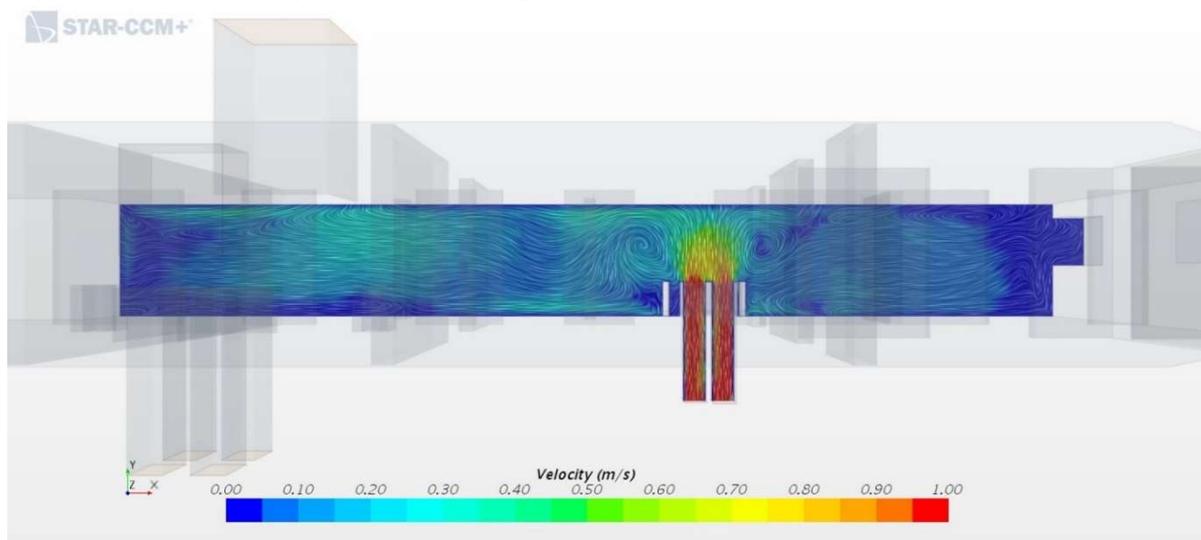


Рисунок 4.44 - Поле скорости, сечение по оси 2, условия герметичности чердака. Скорость выхода воздуха из вентиляторов  $v=1$  м/с, скорость выхода воздуха из шахты  $V=0,48$  м/с. Объем удаляемого воздуха из вентиляторов –  $5616$  м<sup>3</sup>/ч

#### 4.4.2 Влияние воздухопроницаемости ограждающих конструкций (расчетная воздухопроницаемость)

Скорость выхода воздуха из вентиляторов  $v=0,948$  м/с, скорость выхода из шахты  $V=0,497$  м/с. Объем воздуха через окна  $22$  м<sup>3</sup>/ч, через стены –  $456$  м<sup>3</sup>/ч, объем воздуха, удаляемого из вентиляторов –  $5323$  м<sup>3</sup>/ч.

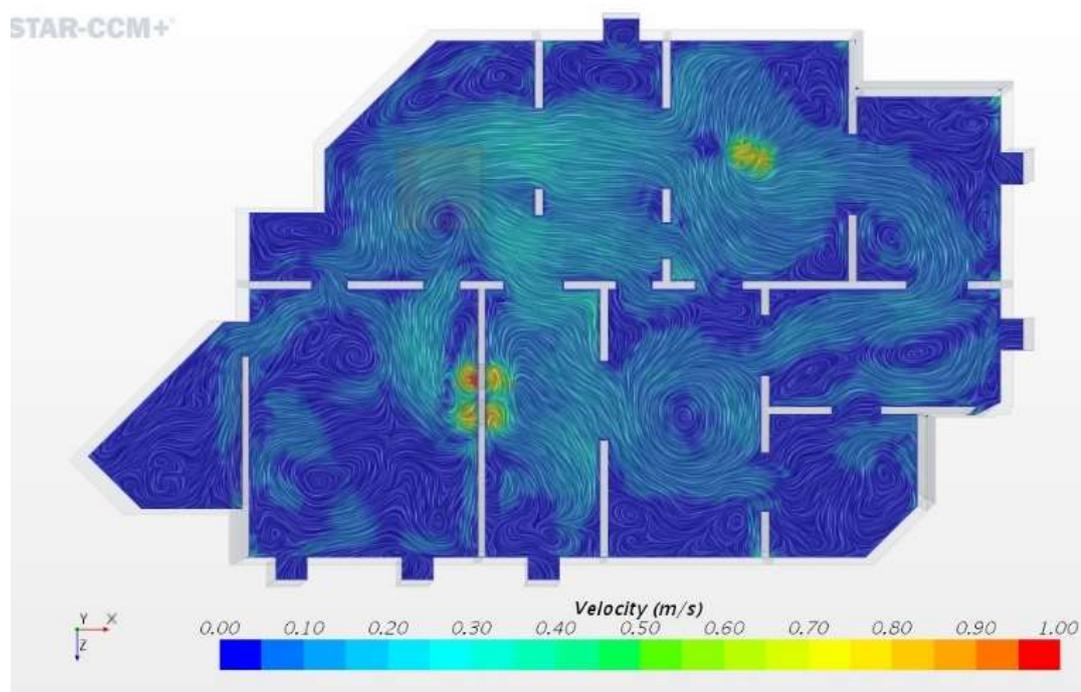


Рисунок 4.45 - Поле скорости. План на уровне 1,2 м от пола теплого чердака, условие расчетной воздухопроницаемости

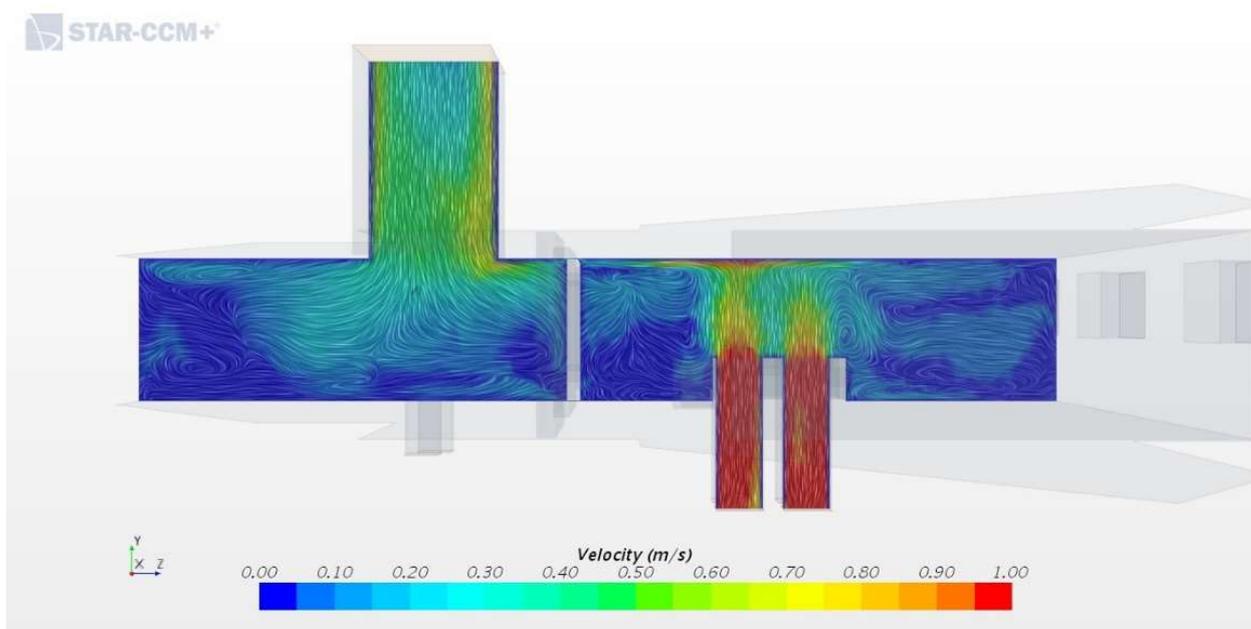


Рисунок 4.46 - Поле скорости, сечение по оси Б, условия расчетной воздухопроницаемости. Скорость выхода воздуха из вентблоков  $v = 0,948$  м/с, скорость выхода воздуха из шахты –  $V = 0,497$  м/с. Объем воздуха через окна  $22$  м<sup>3</sup>/ч, через –стены  $456$  м<sup>3</sup>/ч. Объем воздуха удаляемого из вентблоков –  $5323$  м<sup>3</sup>/ч

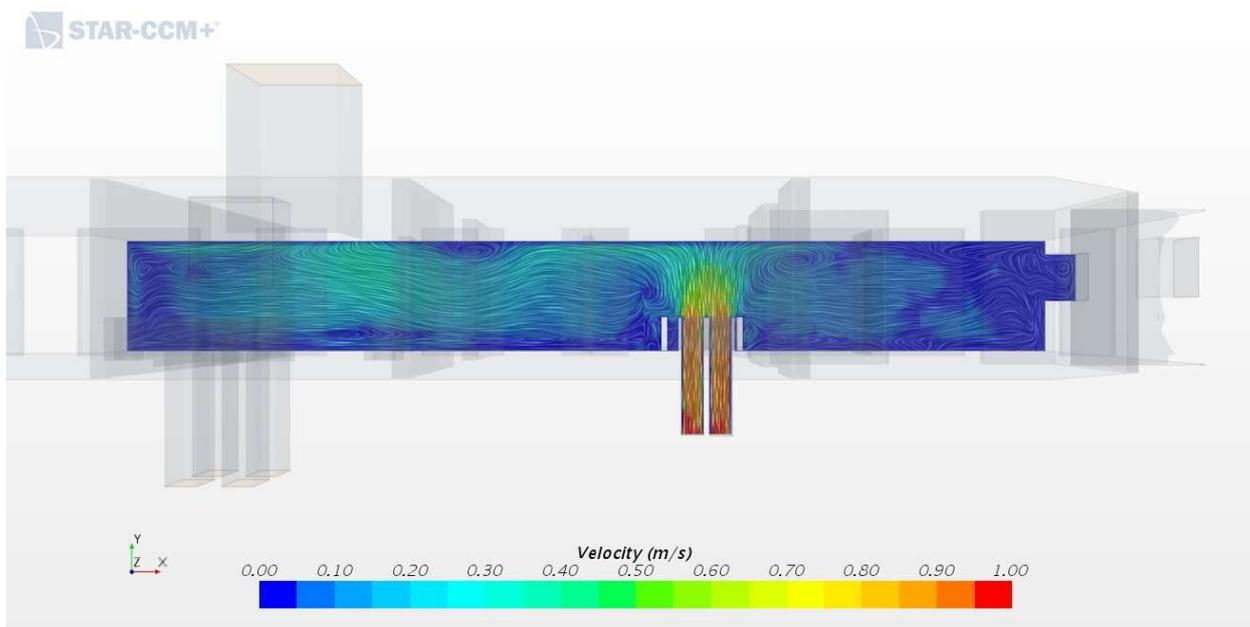


Рисунок 4.47 - Поле скорости сечение по оси 2, условия расчетной воздухопроницаемости. Скорость выхода из вентблоков  $v=0,948$  м/с, скорость выхода из шахты  $V=0,497$  м/с. Поток воздуха через окна  $22$  м<sup>3</sup>/ч, через стены  $456$  м<sup>3</sup>/ч. Объем воздуха, удаляемого из вентблоков –  $5323$  м<sup>3</sup>/ч

В таблице 4.5 приведено сравнение полученных экспериментальных и расчетных значений. Для сравнения взяты 10 значений из результатов мониторинга тепловлажностных параметров для отопительного периода. Значения результатов расчеты численной модели приведены для отопительного периода для температуры внутреннего воздуха  $22$  °С и влажности 50%.

Таблица 4.5 - Сравнение экспериментальных и расчетных значений температур влажности воздуха для отопительного периода

№ значения	Температура у наружной стены, °С		Влажность у наружной стены, %	
	Эксперимент	Расчет	Эксперимент	Расчет
1	22,0	20,0	56,0	48,5
2	23,5	22,7	50,8	45
3	23,0	22,1	55,8	46
4	22,5	20,5	56,6	49
5	24,0	22,6	38,8	48,5
6	23,0	22,2	55,4	41,5
7	23,0	21,5	43,4	42

8	24,0	22,8	35,2	35,2
9	22,0	20,6	35,5	50
10	22,5	20,5	41,4	45,5
Среднее значение	22,9	21,6	46,8	48,5

Среднее значение температуры внутреннего воздуха в результате натурального обследования тепловлажностных характеристик теплого чердака составило 22,9 °С. При расчете численных моделей для исходного значения температуры внутреннего воздуха 22 °С, среднее значение составило 21,6 °С.

Среднее значение влажности внутреннего воздуха в результате натурального обследования тепловлажностных характеристик теплого чердака составило 46,8 %. При расчете численных моделей для исходного значения влажности внутреннего воздуха 50% °С, среднее значение составило 46,4 °С.

Таблица 4.6 – Результаты численного моделирования для переходного и отопительного периодов года

Скорость выхода из вентблоков	Параметр	Переходный	Отопительный
0,5	Температура, °С	18-20	15-20
	Влажность, %	62-65	60-68
1,0	Температура, °С	19-20	15-20
	Влажность, %	60-65	60-65

#### **4.5 Влияние скорости ветра на условия выхода факела удаляемого из вентиляционной шахты воздуха в атмосферу**

Для оценки влияние скорости ветра на условия выхода факела удаляемого из вентиляционной шахты воздуха в атмосферу использовался гидродинамический вычислительный комплекс STAR-CCM+, основанный на численном решении трехмерных дифференциальных уравнений сохранения. [47] Для упрощения

расчетов кровля рассматривалась как ровная поверхность. Модель, построенная для расчета в формате 3D приведена на рисунке 4.48.

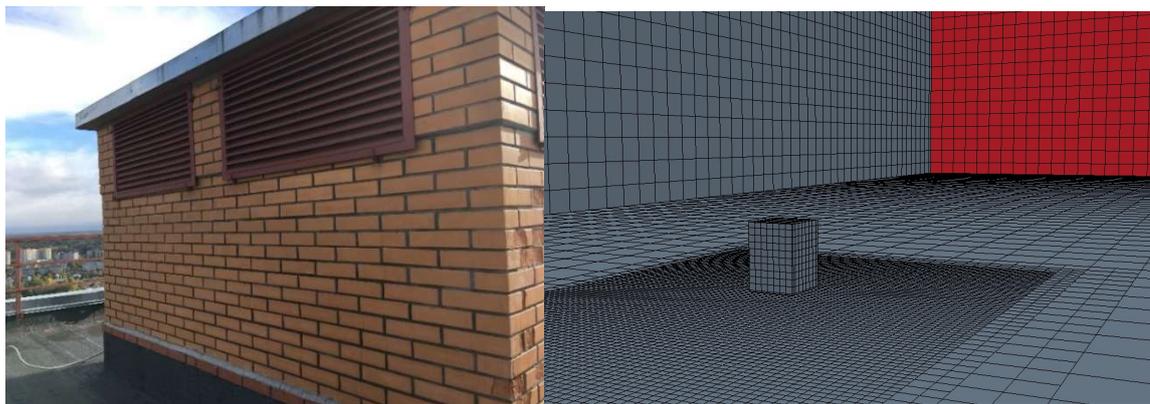


Рисунок 4.48 – Модель шахты для расчета

Проведенные расчеты учитывают только условия выхода воздуха из вентшах, обследованного здания (описанного в главе 2). Размер вентиляционной шахты 1,8x1,8 м, высота 2,5 м. При обтекании шахты ветровой поток деформируется. Перед зданием образуется зона повышенного давления, за зданием – зона пониженного давления, где имеет место циркуляция потока. Размер зоны циркуляции, полученный при расчетах составил  $4,5 H$ , где  $H$  – высота шахты. На рисунке 4.49 показаны линии тока, полученные при расчете.

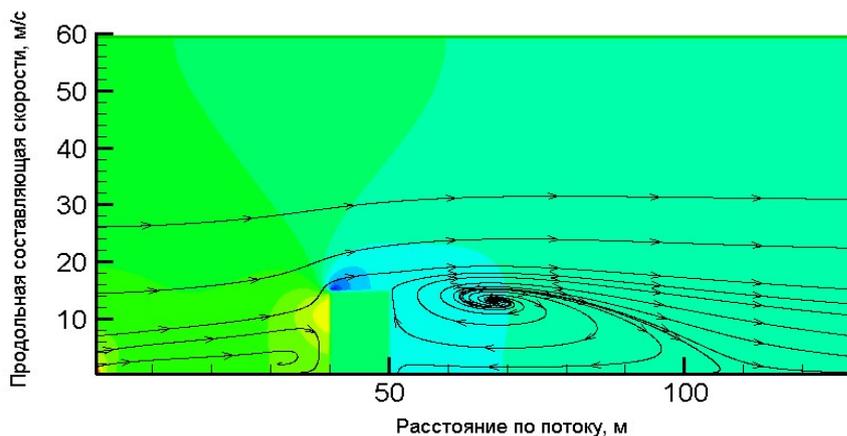


Рисунок 4.49 – Линии тока ветрового потока

Полученное поле давления приведено на рисунке 4.50.

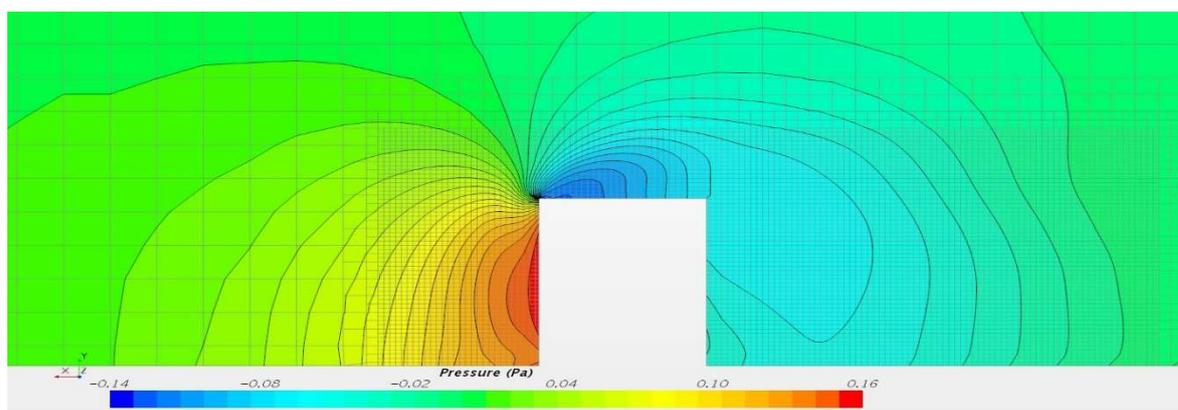


Рисунок 4.50 – Поле давления, скорость ветра 3 м/с

Для условий Санкт-Петербурга расчетная скорость ветра  $v = 3,9$  м/с С-З направления. [87]

По результатам расчета полей скорости в объеме теплого чердака скорости выхода воздуха из вентиляционной шахты воздуха в атмосферу приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Скорости выхода воздуха из вентиляционной шахты в атмосферу

Скорость выхода из вентканала	Из шахты	Эффективность вентиляции, %
0,5	0,24	34
1	0,48	68
1,5	0,72	100

Выход воздуха из вентиляционной шахты в атмосферу происходит через боковые решетки, расположенные с 4 сторон. В случае низкой скорости ветра, менее 1 м/с, выход воздуха происходит с 4 сторон, скорость воздуха из вентиляционной шахты не превышает 1 м/с.

При натурном обследовании скорость воздуха, выходящего из шахты составляла 0,6 м/с.

При увеличении скорости ветра до 3-4 м/с основная часть удаляемого воздуха поступает в зону ветровой тени.

При данном расположении решеток на вентиляционной шахте ветровой поток не оказывает существенного влияния на условия выхода воздуха, удаляемого из квартир.

## Выводы по главе 4

В результате исследования условий формирования тепловлажностного режима теплого чердака с использованием разработанной численной модели и анализа результатов расчета полей скорости, температуры и относительной влажности воздуха можно сделать следующие выводы.

1. Характер распределения тепловлажностных характеристик в объеме теплого чердака при условии полной герметичности в целом сохраняется при скоростях выхода воздуха из вентиляционных каналов 0,5 м/с, 1,0 м/с и 1,5 м/с, что соответствует эффективности работы системы естественной вентиляции 34, 68 и 100%.

2. При скоростях выхода воздуха из вентиляционных каналов 1,5 м/с подвижность воздуха в объеме чердака повышается в 1,8 раза. Распределение температуры более равномерно.

3. Анализ полей температуры в объеме чердака для отопительного периода показал, что в местах стыков наружных стен наблюдается пониженная температура, близкая к точке росы, средняя температура воздуха в пространстве чердака составила 15-20 °С.

4. Планировку чердачного пространства для исследуемого здания нельзя признать удачной, т.к. имеется большое количество перегородок, которые препятствуют свободному распространению вентиляционных выбросов из вентканалов.

5. В объеме теплого чердака выявлены застойные зоны, где подвижность воздуха 0,1 м/с, которые, в основном, локализованы вблизи наружных углов чердака. Для этих зон характерна более низкая температура и повышенная относительная влажность воздуха.

6. При условии полной герметичности чердака скорость выхода через общую вентиляционную шахту при скоростях выхода воздуха из вентиляционных каналов 0,5–1,5 м/с соответственно составила 0,24-0,72 м/с (объем удаляемого из помещений воздуха 2808 – 8424 м<sup>3</sup>/ч).

7. Влияние воздухопроницаемости наружных конструкций на тепловлажностные характеристики в объеме теплого чердака зависит от объемов воздуха, удаляемого из квартир. Объем инфильтрационного воздуха, поступающий в пространство теплого чердака снижает эффективность работы системы естественной вентиляции на 5-8%.

## **ГЛАВА 5 МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ТЕПЛОМ ЧЕРДАКЕ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА**

Введение.

Методика комплексного натурального обследования разработана с учетом результатов натурального обследования ряда высотных многоквартирных жилых домов с естественной вентиляцией и теплым чердаком. Рекомендации по определению параметров микроклимата в объеме теплого чердака и места расположения датчиков мониторинга тепловлажностных характеристик предложены на основании численного моделирования и анализа полученных результатов.

### 1. Область применения

Настоящая методика предлагает методы и порядок организации натуральных обследований ограждающих конструкций высотных многоквартирных жилых домов с естественной вентиляцией и теплым чердаком, а также организацию мониторинга тепловлажностных характеристик воздуха для оценки их влияния на ограждающие конструкции.

### 2 Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 25380 Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции ГОСТ 59149-2020 Окна и двери.

Метод определения теплотехнических характеристик в натуральных условиях;

ГОСТ 34379 Конструкции ограждающие светопрозрачные. Правила обследования технического состояния в натуральных условиях;

ГОСТ Р 54853-2011 Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера;

СП 50.13330.2012 СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий;  
ГОСТ 30256-94 Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом;  
ГОСТ 24816-2014 Метод определения равновесной сорбционной влажности;  
ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях;  
ГОСТ 54852-2011 Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций;  
СП 54.13330.2016 Жилые здания многоквартирные.

### 3. Общие положения

Методика устанавливает порядок организации обследования состояния ограждающих конструкций и мониторинга тепловлажностного режима теплых чердаков в течение всего периода эксплуатации.

Перечень работ по натурному обследованию включает:

- визуальные осмотры;
- инструментальное обследование;
- подготовка к сезонной эксплуатации.

### 4. Визуальный осмотр

4.1 Визуальный осмотр проводится для всех помещений технического этажа (теплого чердака), примыкающих к кровле, с целью определения дефектов конструкций и узлов примыкания стен и кровли.

4.2 При наружном осмотре определяют состояние наружных поверхностей стен и чердачного покрытия, наличие дефектов и зон выпадения конденсата. Особое внимание уделяют местам примыканий к выступающим конструкциям (парапетам, вытяжным трубам, аэраторам, поверхностям вентиляционных шахт, выходам на крышу и т. д.), местам крепления стоек и прохода коммуникаций. [90]

4.3 При внутреннем осмотре проводят визуальное обследование стыков наружных и внутренних стен с конструкциями крыши, стыков плит перекрытия и внутренних водостоков; выявляют следы протечек, плесени в верхней части стен.

4.4 При внутреннем осмотре кроме помещений теплого чердака следует проводить осмотр в жилых помещениях последнего этажа.

4.5 При отсутствии в ходе визуального осмотра явных дефектов ограждающих конструкций для детального обследования следует использовать неразрушающие методы контроля. По результатам обследования составляются акты с указанием мест и характера выявленных дефектов (см. Приложение А Методики комплексного натурного обследования).

## 5. Инструментальный контроль

### 5.1 Необходимые приборы:

- тепловизор «Testo 882» или другой модификации;
- влагомер «Testo 606-2»;
- термометр контактный типа ТК- 5.05;
- комбинированный прибор «Testo 425»;
- термогигрометр –«Testo 610» №210-9901.

5.2 При обследовании ограждающих конструкций теплого чердака проводится инструментальный контроль следующих параметров:

- температуры внутренних поверхностей наружных стен и перекрытий;
- влагосодержания строительных материалов внутреннего слоя наружных стен и перекрытий.

5.3 При выявлении дефектов или локальных разрушений конструкций проводится отбор образцов материала для испытаний в лабораторных условиях.

5.4 Вскрытие выбранного фрагмента проводится послойно с контролем целостности и состояния каждого слоя. Место вскрытия на все время проведения работ должно быть защищено от атмосферных осадков.

5.5 Для утепленных конструкций подвергаются контролю следующие теплофизические характеристики утеплителя:

- влагосодержание;
- коэффициент теплопроводности;
- плотность.

Определение характеристик утеплителя производят на месте вскрытия или в лабораторных условиях.

5.6 Теплофизические свойства ограждающих конструкций теплого чердака в процессе эксплуатации должны соответствовать требованиям СП 50.13330.2012.

5.7 При повышенной влажности в помещениях следует выявить места возможного образования конденсата (наружные углы, окна, места соединения стен и плит перекрытия).

5.8 Влажность материалов на месте измеряют влагомером. Теплопроводность однородных слоев конструкций определяют методом цилиндрического зонда согласно ГОСТ 30256-94.

5.9 Для получения более точных результатов проводят отбор образцов для проведения лабораторных исследований в аккредитованных лабораториях, в соответствии с действующими нормативными документами.

5.10 Если требования п. 5.6 не выполняются проводятся измерение фактического сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций методом контактных измерений согласно ГОСТ 54853-2011 и влагосодержания материалов конструкций согласно ГОСТ 24816-2014.

5.11 По результатам инструментального обследования составляются акты с указанием мест и характера выявленных дефектов (Приложение Б Методики комплексного натурного обследования).

5.12 При проведении инструментального контроля рекомендуется использовать метод тепловизионного обследования.

## 6 Тепловизионное обследование

6.1 Тепловизионное обследование ограждающих конструкций здания является эффективным методом неразрушающего контроля оценки технического состояния и производится в соответствии с ГОСТ 54852-2011.

6.2 Тепловизионное обследование ограждающих конструкций проводится с целью:

- выявления скрытых дефектов, допущенных в процессе строительно-монтажных работ;
- контроля качества теплоизоляции;
- определения мест протечки или мест с повышенным влагосодержанием;

6.3 Метод тепловизионного обследования основан на дистанционном измерении и регистрации температурных полей на поверхностях кровли с помощью тепловизора.

6.4 Для проведения тепловизионного обследования требуется комплект приборов: тепловизор, термометр контактный типа ТК- 5.05, психрометр, влагомер.

6.5 Тепловизионная съёмка производится при перепаде температур между наружным и внутренним воздухом не менее 15°C, а также при отсутствии атмосферных осадков, тумана, задымлённости и прямого солнечного облучения. Обследуемые поверхности должны быть очищены от посторонних предметов и находиться вне зоны прямого солнечного облучения (не менее 3-х часов до проведения съёмки).

6.6 Порядок проведения тепловизионной съёмки:

- ознакомление с технической и проектной документацией;
- визуальный осмотр и фотосъёмка кровли здания;
- измерение метеоусловий и температурных режимов помещений, совмещенных с кровлей;
- подготовка тепловизора и вспомогательных устройств к работе;
- тепловизионная съёмка поверхностей;
- обработка результатов измерений.

6.7 Обработка термограмм производится на ЭВМ с использованием программного обеспечения, разработанного фирмой-изготовителем тепловизора.

6.8 На основании анализа полученных термограмм выявляются дефекты конструкций, места протечек, места расположения теплоизоляции с повышенным влагосодержанием и разрабатываются мероприятия по улучшению их технического состояния.

7 Обследование тепловлажностного режима помещений теплых чердаков.

7.1 При проведении обследования проводятся измерения:

- температуры и влажности внутреннего воздуха;
- температуры на поверхности оконных блоков;

- температуры внутренних поверхностей наружных стен и перекрытий;
- скорость движения (подвижность) воздуха в объеме теплого чердака.

7.2 Параметры температурно-влажностного режима теплых чердаков должны соответствовать ГОСТ 30494-96.

- Температурно-влажностный режим теплого чердака должен обеспечивать не выпадение конденсата на внутренней поверхности конструкций;
- чистоту чердачных помещений и их освещение;
- соответствие теплоизоляции трубопроводов и стояков инженерных сетей нормативным требованиям;

7.3 Контроль температурно-влажностного режима пространства теплого чердака проводится в холодный период года. Температура и влажность воздуха измеряется при закрытых окнах и дверях в центре помещения на высоте 150 см от пола помещения. Данные контрольных замеров температуры и влажности внутреннего и наружного воздуха заносятся в журнал наблюдений (Приложение В Методики комплексного натурного обследования).

7.4 При повышенной влажности в помещениях следует выявить причины (повреждение гидроизоляции конструкций, проникновение атмосферной влаги через неплотности стыков, и др.).

8. Организация мониторинга тепловлажностных характеристик в объеме теплого чердака.

8.1 Мониторинг температуры и относительной влажности внутреннего воздуха рекомендуется проводить с целью контроля его влияния на ограждающие конструкции теплого чердака.

8.2 Для мониторинга температуры внутреннего воздуха и относительной влажности рекомендуется использовать «Измерительный комплекс iButton Data Logger Revisor» (iBDLR), предназначенный для полного цикла обслуживания устройств семейства iButton Data Loggers, которые являются регистраторами, температуры и относительной влажности. Комплекс iBDLR-3 включает в себя регистратор DS1923-F5 (устройство ГИГРОХРОН), выполняющий следующие функции: термогигрограф с диапазоном регистрации температуры от минус 20 °С

до +85 °С и диапазоном регистрации относительной влажности от 0% до 100%. Минимальные регистрируемые значения температуры 0,5 °С, влажности 0,65%.

8.3 Для получения представительной информации о характеристиках тепловлажностного режима в помещениях теплых чердаков необходимо правильно разместить датчики для определения температуры и влажности воздуха.

8.4 Мониторинг тепловлажностных характеристик рекомендуется проводить в отопительный период.

8.5 Продолжительность измерений должна быть не менее двух недель.

8.6 Для получения надежной информации количество датчиков, фиксирующих изменение температуры и относительной влажности воздуха, должно быть не менее 5 шт.

8.7 Выбор мест для размещения датчиков в объеме теплого чердака зависит от его планировки, а также от взаимного расположения вентканалов и вентиляционной шахты.

8.8 Расположение датчиков в объеме теплого чердака предложено на основании анализа многочисленных расчетов с вариацией параметров, влияющих на формирование полей скорости, температуры и относительной влажности воздуха.

8.9 Объемы вентиляционного воздуха, удаляемые из квартир, как правило, менее нормативных величин. Скорости выхода удаляемого воздуха на выходе из вентканалов не более 1–1,2 м/с.

8.10 При выборе мест расположение датчиков учитывался характер подвижности воздуха в объеме чердака при скорости выхода удаляемого воздуха из вентканалов  $v = 0,5-1$  м/с, что соответствует работе систем вентиляции с эффективностью 34-68% (рисунки 5.1 и 5.2).

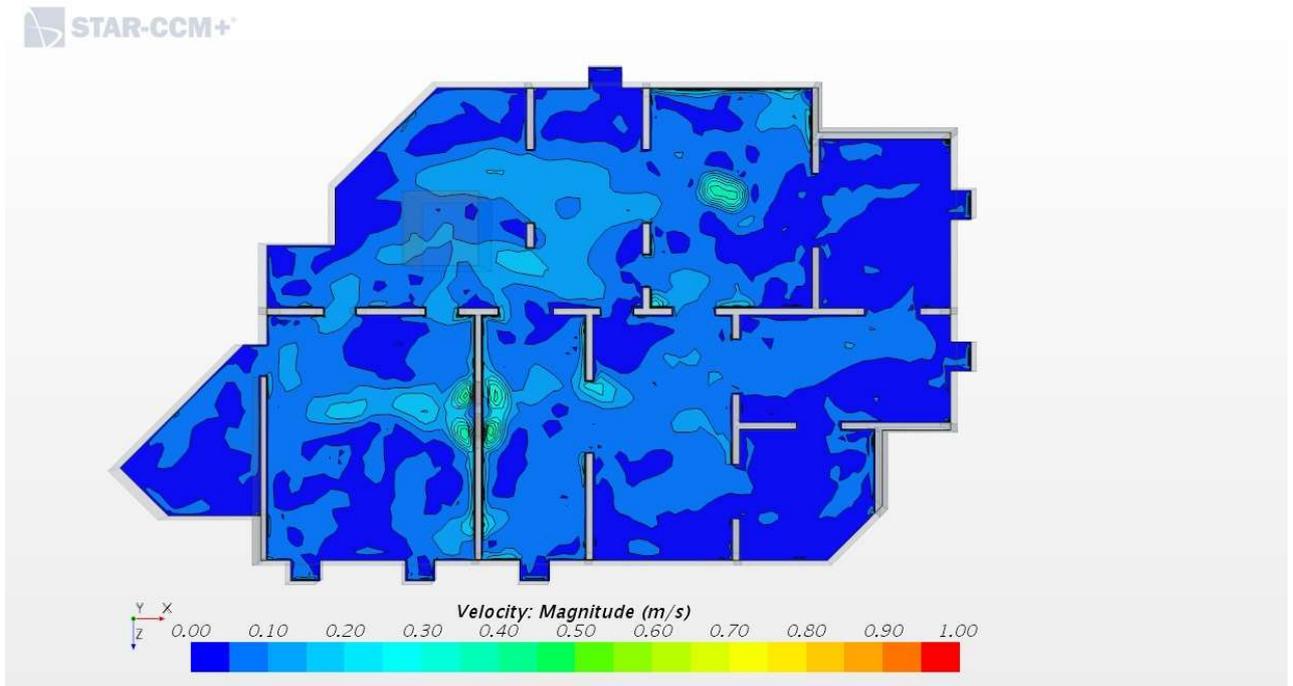


Рисунок 5.1 - Поле скорости воздуха в переходный период года, скорость истечения воздуха из вентиляционных блоков в пространство чердака  $v = 0,5$  м/с, эффективность вентиляции при  $v = 0.5$  м/с – 34%

8.11 Рекомендации по выбору мест размещения датчиков контроля тепловлажностных характеристик сделаны для условий меньшей подвижности воздуха (сравнение полей скорости воздуха, приведенных на рисунках 5.1 и 5.2), а также с учетом распределения температуры в объеме чердака, приведенного на рисунке 5.3.

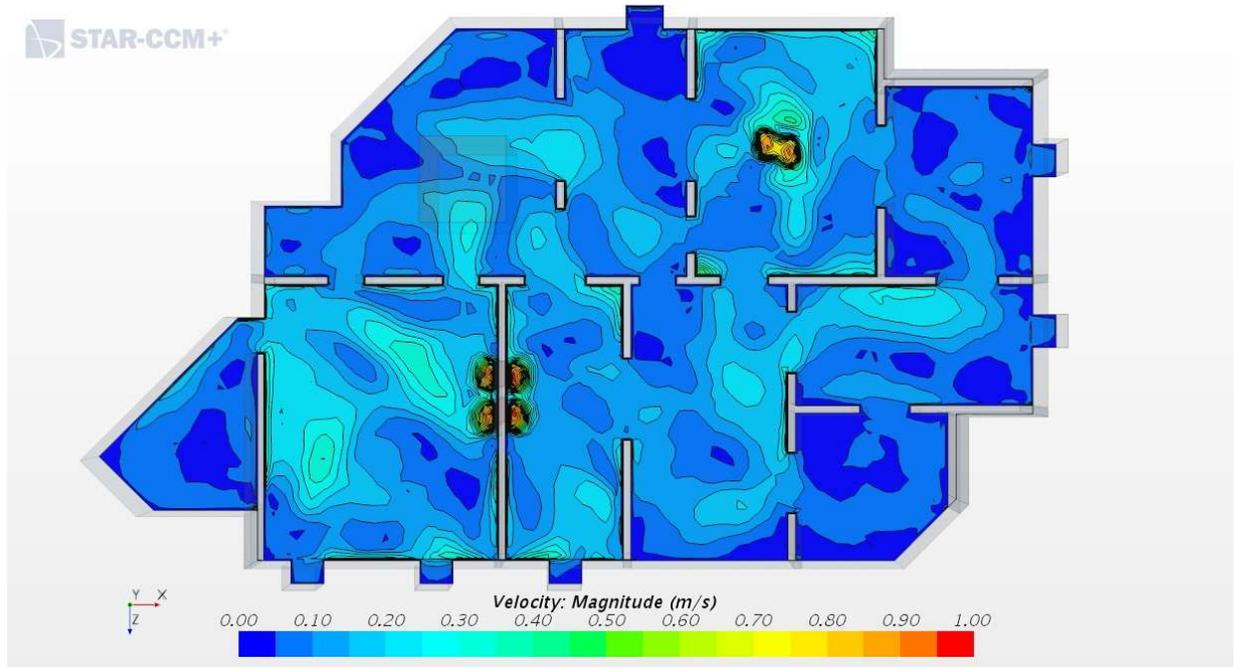


Рисунок 5.2 - Поле скорости воздуха в переходный период года, скорость истечения воздуха из вентблоков в пространство чердака  $v = 1,0$  м/с, эффективность вентиляции при  $v = 0,5$  м/с – 68%

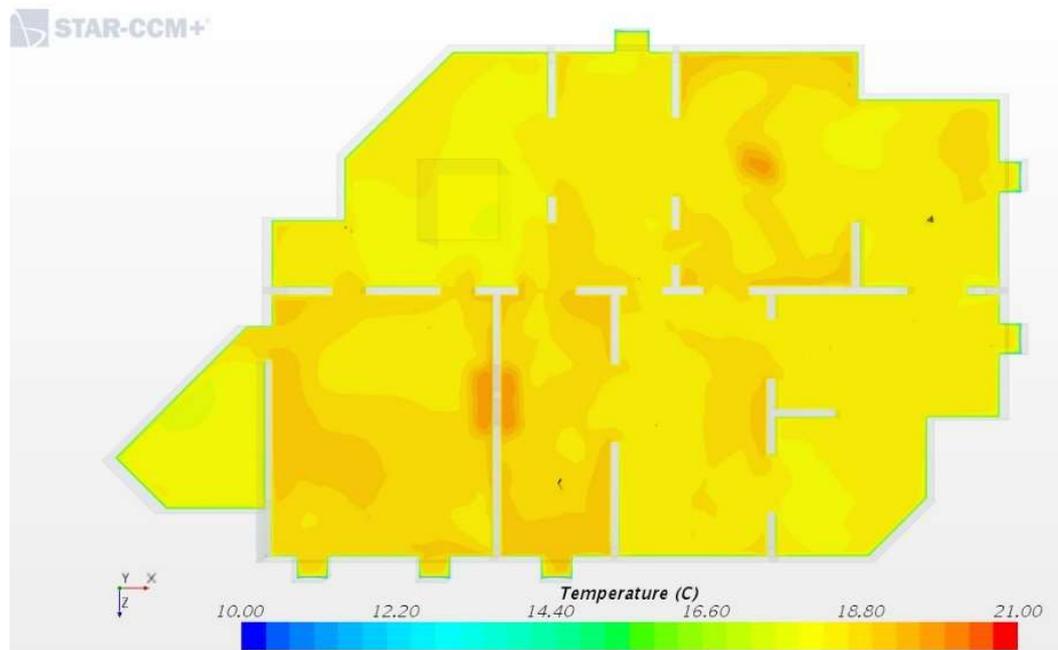


Рисунок 5.3 - Поле температуры. План на уровне 1,2 м от пола теплого чердака, скорость выхода воздуха из вентблоков  $v=0,5$  м/с

8.12 Распределение относительной влажности воздуха для скорости выхода удаляемого воздуха из вентканалов  $v = 0,5$  м/с, приведенное на рисунке 5.4, характеризует застойные зоны как области с повышенной влажностью.

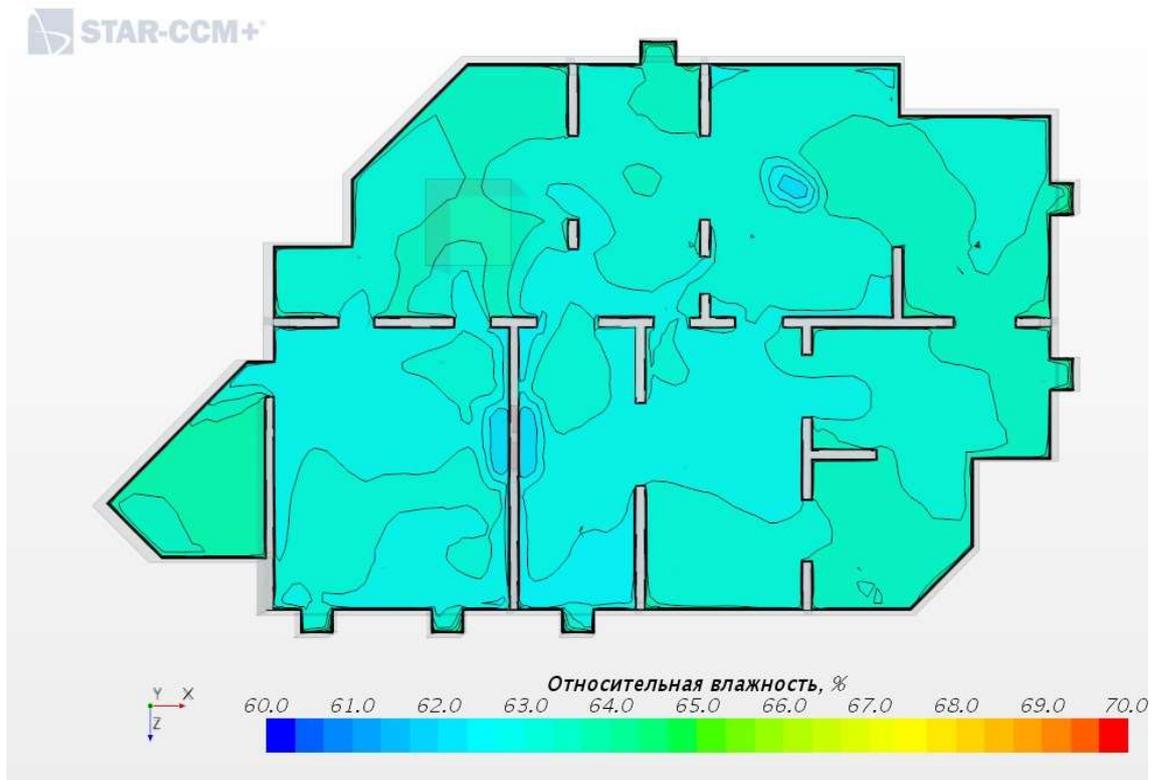


Рисунок 5.4 - Поле относительной влажности воздуха в переходный период года, скорость истечения воздуха из вентблоков в пространство чердака  $v = 0,5$  м/с

8.13 Рекомендуемые точки размещения датчиков для мониторинга тепловлажностных характеристик для данной планировки чердачного пространства приведены на рисунке 5.5.

8.14 В общем случае для контроля температуры и влажности воздуха в объеме теплого чердака датчики рекомендуется устанавливать в наиболее неблагоприятных местах, застойных зонах, в наружных углах, особенно с северной стороны здания.

8.15 Результаты мониторинга обрабатывается с использованием ЭВМ.

8.16 Оптимальным следует рассматривать постоянный мониторинг характеристик тепловлажностного режима. Резкие изменения записи свидетельствуют о возникновении неблагоприятной ситуации.

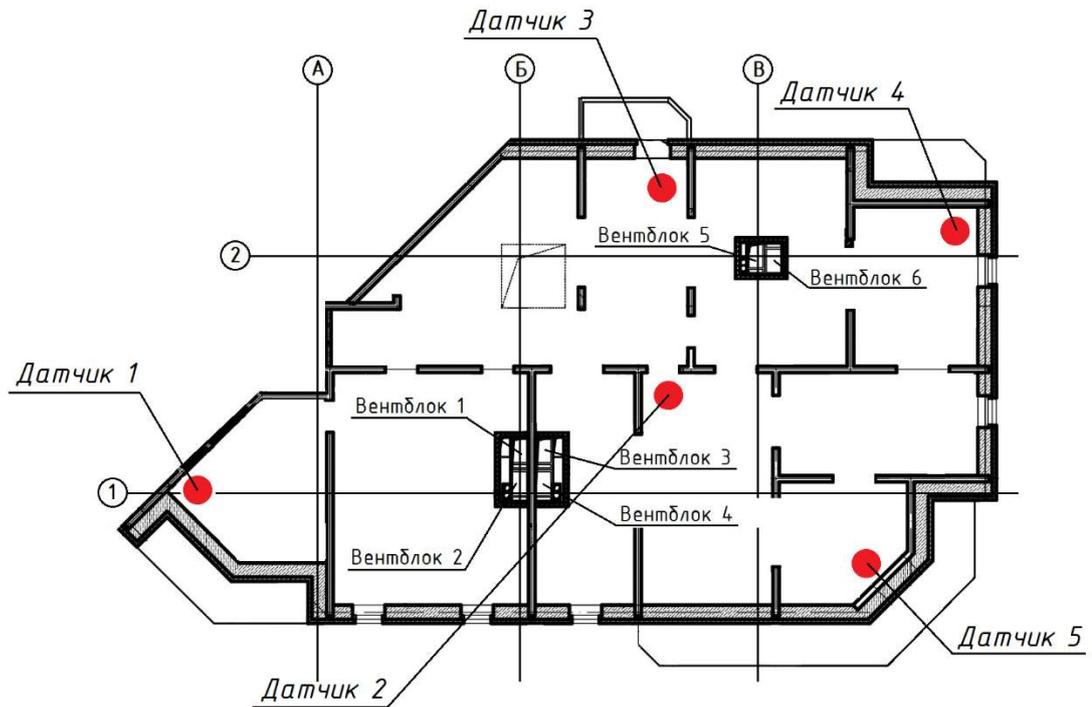


Рисунок 5.5 - План секции теплого чердака с указанием рекомендуемых точек для размещения датчиков контроля температуры и относительной влажности

8.17 Информация с датчиков 1-5, которые контролируют изменение температуры и относительной влажности воздуха, может использоваться для оценки влияния тепловлажностного режима помещения теплого чердака на ограждающие конструкции.

8.18 Контроль температуры и влажности воздуха в объеме теплого чердака необходимо проводить в связи с тем, что при установке герметичных оконных блоков нормативы по объемам приточного воздуха не соблюдаются. Соответственно количество удаляемого из квартир воздуха с температурой 20-25 °С при скорости выхода из вентканалов  $v=0,5$  м/с с учетом компенсации теплопотерь через наружные конструкции может не обеспечить для чердака рекомендуемые параметры микроклимата. Это, в свою очередь, приведет к выпадению конденсата на поверхности ограждающих конструкций в застойных зонах или в наружных углах теплого чердака.

## Приложение А

(обязательное)

### Акт визуального осмотра конструкций

При визуальном осмотре определяется состояние конструкций. [96]

Выявляют наличие дефектов конструкций и протечек.

Результатом проведения предварительного (визуального) обследования являются:

- схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера;
- выявление, описание, и фотографии дефектных участков.

### **Форма акта визуального осмотра конструкций при обследовании технического состояния**

Общие сведения		
1	Адрес объекта	
2	Время проведения обследования	
3	Организация, проводившая обследование	
4	Наличие проектной документации	
5	Строительная организация, возводившая объект	
6	Год возведения объекта	
7	Год проведения капитального ремонта	
8	Техническое состояние объекта	
9	Дата предыдущего обследования	

## Приложение Б

(обязательное)

### Акт результатов инструментального контроля

При вскрытии теплотехнические характеристики теплоизоляционных материалов.[96]

Выявляют наличие дефектов, состояние и деформации внутренних слоев, наличие капиллярной влаги.

Результатом проведения инструментального контроля при вскрытии являются:

- акт вскрытия;
- результаты измерений, ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера;
- фотографии дефектных участков.

### Форма акта вскрытия кровли при обследовании технического состояния крыши

Общие сведения		
1	Адрес объекта	
2	Время проведения обследования	
3	Организация, проводившая обследование	
4	Наличие проектной документации	
5	Строительная организация, возводившая объект	
6	Год возведения объекта	
7	Год проведения капитального ремонта	
8	Год и месяц проведения текущего ремонта	
9	Техническое состояние объекта	

10	Размер и место вскрытия	
----	-------------------------	--

### Результаты обследования

Показатель	Фактический	Примечание
Размер и место вскрытия		
Наличие жидкой влаги на поверхностях слоев		
Состояние утеплителя Плесень Неприятный запах гниение		
Влажность утеплителя		
Коэффициент теплопроводности утеплителя		
Влажность материала		
Влажность конструкций в местах протечек		

## Приложение В

(обязательное)

### Акт контроля параметров температурно-влажностного режима пространства теплого чердака

Контроль температурно-влажностного режима пространства теплого чердака производится в холодный период года. Результаты контрольных замеров температуры и влажности внутреннего и наружного воздуха оформляются в соответствии с таблицей В.1. При наличии дефектов составляется ведомость дефектов.

Таблица В.1

Температура наружного воздуха	Влажность наружного воздуха	Температура внутреннего воздуха	Влажность внутреннего воздуха

При проведении обследований определяется:

- целостность вентканалов и состояние конструкций вентиляционной шахты;
- качество (наличие или отсутствие) теплоизоляции трубопроводов инженерных коммуникаций;
- толщина теплоизоляции трубопроводов инженерных коммуникаций;
- состояние вентиляционных каналов;
- герметичность притворов чердачных входных дверей и окон.

### Ведомость дефектов

Таблица В.2

Дефекты	Места расположения	Размер дефекта
Наличие конденсата на поверхностях		
Нарушение целостности теплоизоляции трубопроводов инженерных коммуникаций		

Дефекты	Места расположения	Размер дефекта
Недостаточная толщина теплоизоляции трубопроводов инженерных коммуникаций		
Дефекты вентиляционных каналов		
Другие дефекты		

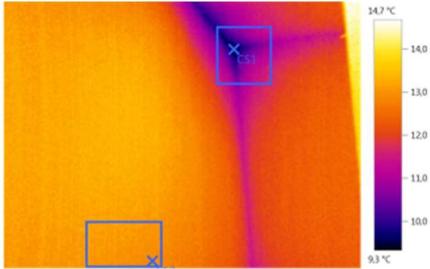
По результатам обследования устанавливаются причины нарушений температурно-влажностного режима и разрабатываются необходимые мероприятия.

## Приложение Г

(обязательное)

### Результаты тепловизионного обследования

Адрес объекта \_\_\_\_\_  
 Дата проведения тепловизионного обследования \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
 Время проведения тепловизионного обследования \_\_\_\_\_ час.  
 Характеристики используемых приборов \_\_\_\_\_  
 Тип тепловизора \_\_\_\_\_

Фото места дефекта	Термограмма места дефекта
	<p>Примеры выявленных дефектов</p> 
Температура наружного воздуха, °С	
Влажность наружного воздуха, %	
Скорость ветра, м/с	
Температура воздуха в объеме чердака, °С	
Влажность воздуха в объеме чердака, %	

Пример выявленных дефектов

Тип контактного термометра \_\_\_\_\_

Выводы по результатам обследования:

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ проблем, связанных с работой систем вентиляции с теплым чердаком, выявил следующие характерные дефекты, снижающие эффективность ее работы:

- не обеспечивается нормативная кратность воздухообмена жилых помещений;
- не обеспечивается герметичность чердачного пространства;
- расчет систем вентиляции не учитывает пространственное распределение параметров микроклимата по объему открытого чердака;
- ограждающие конструкции теплых чердаков эксплуатируются в условиях повышенного влагосодержания воздуха, что снижает их долговечность.

2. Проведен большой объем натурных наблюдений, результаты которого показали, что

- температура и влажность воздуха в помещении теплого чердака в переходный период изменялись в широком диапазоне: температура от +2 до +15°C , влажность в пределах 80–40 %;
- влажность воздуха в помещении теплого чердака в отопительный период находилась в пределах, допустимых значений для чердака 40-60%;
- температура в помещении теплого чердака в отопительный период превышала рекомендуемый диапазон и составляла 18-25°C;
- наличие перегородок в помещении теплого чердака препятствует свободному распределению воздуха по всему объему чердака, и может приводить к образованию застойных зон с повышенной влажностью;
- выявлена деструкция поверхностного слоя кирпича наружных стен теплого чердака и стен вытяжных шахт на кровле во всех обследованных секциях, наиболее выражены деструкционные процессы на стенах, ориентированных на южные стороны.

3. Результаты обследования материалов ограждающих конструкций показали, что содержание влаги в кирпиче практически соответствует водопоглощению. Внутренний газобетонный слой наружных стен существенных дефектов и

повреждений не имеет. Отмечены локальные разрушения швов газобетонных блоков. Влагосодержание внутреннего слоя газобетона в переходный период составляло 20-22%, что в 1,5–1,8 раз выше нормируемых величин.

4. В результате расчета теплотехнических характеристик конструкций было определено:

- воздухопроницаемость стен выше нормативных значений в 6 раз;
- в отопительный период температура на внутренней поверхности стен чердака выше точки росы, однако, имеют место локальные зоны пониженной температуры в местах соединения конструкций, что подтвердил численный расчет температурных полей;
- деструкция наружных стен теплых чердаков происходит вследствие того, что эксплуатационная влажность материалов наружных стены выше нормируемых значений в связи с резкими колебаниями температуры и влажности воздуха в помещении чердака в переходный период года, а также увлажнения газобетонных блоков, которое происходит вследствие сорбции и диффузии водяных паров в холодный период года, а так же увлажнения атмосферной влагой.

6. Разработаны рекомендации для устранения дефектов ограждающих конструкций теплого чердака (приложение 3) и обеспечения нормативных требований по воздухопроницаемости наружных стен.

7. Разработаны численные модели для исследования условий формирования тепловлажностного режима теплого чердака. Проанализированы результаты расчета полей скорости, температуры и относительной влажности воздуха.

8. По результатам расчета температурных полей в ограждающих конструкциях в формате 3D для отопительного периода показано, что в местах стыков наружных стен наблюдается пониженная температура ниже точки росы, средняя температура воздуха в пространстве чердака составила 15-20 °С.

9. Определено, что планировка теплого чердака также оказывает влияние на распределение тепловлажностных параметров. Выявлено наличие нескольких застойных зон, связанное с большим количеством перегородок.

10. Разработана методика комплексного натурного обследования и организации мониторинга тепловлажностного режима в теплом чердаке многоэтажного жилого дома для оценки их влияния на ограждающие конструкции. Рекомендации по определению параметров микроклимата в объеме теплого чердака и места расположения датчиков мониторинга тепловлажностных характеристик предложены на основании численного моделирования и анализа полученных результатов.

11. Установленные в МЖД герметичные оконные блоки не обеспечивают нормативы по объемам приточного воздуха. Соответственно количество удаляемого из квартир воздуха с температурой 20-25 °С при эффективности вентиляции менее 34% (скорости выхода из вентканалов  $v=0,5$  м/с) с учетом компенсации теплопотерь через наружные конструкции может не обеспечить для чердака рекомендуемые параметры микроклимата. Это, в свою очередь, приведет к неблагоприятным условиям для эксплуатации ограждающих конструкций (выпадение конденсата, сорбционное увлажнение), особенно в застойных зонах или в наружных углах теплого чердака.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаханова К.М., Малявина Е.Г., Умнякова Н.П. Влияние размеров приточного отверстия на работу системы естественной вентиляции многоэтажного жилого дома // Жилищное строительство. – 2019. – №6. – С.30-33.
2. Агаханова, К.М. К вопросу решения задач фильтрации воздуха через неплотности в ограждениях и неорганизованного воздухообмена в помещениях здания под действием естественных сил / Е.И. Тертичник, К.М. Агаханова // Научное обозрение. – 2015. – № 8. – С. 62-66.
3. Аншукова Е.А. Применение математического моделирования в промышленной вентиляции / Е.А. Аншукова // Актуальные проблемы строительства: материалы 69-й Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых и докторантов, 2016, с.74-77.
4. Аншукова Е.А. Оценка показателей энергоэффективности зданий / Е.А. Аншукова, Т.А. Дацюк, А.М. Гримитлин // Вестник гражданских инженеров, 2018, 5(70) – С. 141-145.
5. Аншукова Е.А. Оценка энергетической эффективности здания на стадии проектирования / Е.А. Аншукова, Т.А. Дацюк // Актуальные проблемы строительства: материалы 71-й Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов.
6. Аншукова Е.А. Влияние тепловлажностного режима теплых чердаков на состояние ограждающих конструкций / Е.А. Аншукова, Т.А. Дацюк // Вестник гражданских инженеров, №5(76), 2019. – С. 160-165.
7. Афтанюк, В.В. Совершенствование систем естественной вентиляции зданий / В.В. Афтанюк // Труды одесского политехнического университета. –2008. – № 1(29). – С. 138-140.
8. Балмазов, М.В. Энергосберегающие системы отопления, вентиляции и кондиционирования в квартирах многоэтажных зданий : [официальный сайт

«Сантехника Отопление Кондиционирование (СОК)»] / М.В. Балмазов, О.Я. Кокорин.

9. Беляев В.С. Энергоэффективные крыши и их теплотехнический расчет. // Научно-технический и производственный журнал «Жилищное строительство», 3(2014). – Москва, 2014. С.49-51.

10. Береговой А.М. Архитектурно-строительные мероприятия по повышению долговечности конструктивных слоев наружных ограждений [Электронный ресурс] // Моделирование и механика конструкций. 2016. №4.

11. Береговой А.М. Ограждающие конструкции с повышенными теплозащитными качествами. - Пенза, 1995, - 318 с.

12. Береговой А.М., Береговой В.А. Температурно-влажностное состояние наружных ограждений в условиях фазовых переходов влаги и агрессивных воздействий среды // Региональная архитектура и строительство. 2017. №3(32). С. 99-104.

13. Бобрешов Е.М. Особенности системы естественной вентиляции многоквартирного жилого дома // Выпуск №1 (6). Воронеж, 2017. С.39-43.

14. Бобровицкий, И.И. Гибридная вентиляция в многоэтажных жилых зданиях / И.И. Бобровицкий, Н.В. Шилкин // АВОК. – 2010. – № 3. – С. 16–27.

15. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. / В.Н. Богословский, В.И. Новожилов, Б.Л. Симаков, В.И. Титов - М.: Стройиздат, 1976. -439 с.

16. Богословский В.Н. Отопление и вентиляция. / В.Н. Богословский, В.П. Щеглов, Н.Н. Разумов - М.: Стройиздат, 1980. - 295 с.

17. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. – М.: Высшая школа, 1982. - 415 с.

18. Богословский, В.Н. Воздушный режим зданий и учет воздухопроницания в расчете теплового режима / В.Н. Богословский, В.П. Титов // Сборник трудов: Отопление и вентиляция. Некоторые вопросы теплового режима зданий. – М.: МИСИ, 1967. – С. 7-18.

19. Бодров, М.В. Анализ режимов работы систем естественной вентиляции многоквартирных жилых домов в теплый период года / М.В. Бодров, В.Ю. Кузин // Приволжский научный журнал. – 2016. – №4 (40). – С. 26-32.
20. Бодров, М.В. Режимы работы естественной приточно-вытяжной вентиляции многоквартирных жилых домов / М.В. Бодров, В.Ю. Кузин // Приволжский научный журнал. – 2014. – №1 (29). – С. 51-56.
21. Вавуло Н.М. Оптимизация технической эксплуатации теплого чердака//Механизация строительства, №12 (846), 2014. С.60-61.
22. Варапаев, В.Н. Математическое моделирование задач внутренней аэродинамики и теплообмена зданий / В.Н. Варапаев, Е.Х. Китайцева. – М.: Издательство СГА, 2008. – 337 с.
23. Васильев, Б.Ф. Натурные исследования температурно-влажностного режима жилых зданий / Б.Ф. Васильев. – М.: Госстройиздат, 1957. – 210 с.
24. Ватин Н.И., Зимин С.С. Отчет по результатам технического обследования наружных стен технического этажа зданий / Н.И. Ватин, С.С. Зимин // Производственное, научно-исследовательское и проектно-конструкторское учреждение «Венчур», Санкт-Петербург, 2014.
25. Волков Е.А. Численные методы: учебное пособие. - М.: МИФИ, 1980. - 83 с.
26. Вытчиков Ю.С. Исследование теплозащитных характеристик замкнутых воздушных прослоек в строительных ограждающих конструкциях с применением экранной теплоизоляции/Ю.С.Вытчиков, М.Е.Сапарёв // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура, №1 (14), 2014. С. 98-102.
27. Гершензон Ю.А. О воздухопроницаемости окон в домах массового строительства / Ю.А. Гершензон, А.З. Ивянский, И.Б. Павлинова // Жилищное строительство, 1982. № 4. – С. 9-11.
28. Гордеева Т.Е. О планировании капитального ремонта жилых домов//Промышленное и гражданское строительство, 9 (2015), 2015. С.101-104.
29. Гордеева Т.Е., Зеленцов Д.В. Улучшение тепловлажностного режима жилого помещения// Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура, №2 (10), 2013. С. 94-96.

30. ГОСТ 24816-2014 Метод определения равновесной сорбционной влажности. – М., 2015. – 7 с.
31. ГОСТ 25380 Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции. - М., 2019. – 15 с.
32. ГОСТ 30256-94 Метод определения теплопроводности цилиндрическим зондом. – М., 1994. – 20 с.
33. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении. – М., 2013. – 15 с.
34. ГОСТ 34379 Конструкции, ограждающие светопрозрачные. Правила обследования технического состояния в натуральных условиях. - М., 2018. – 41 с.
35. ГОСТ 54852-2011 Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции. – М., 2012. – 16 с.
36. ГОСТ Р 54853-2011 Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера. – М., 2012. – 40 с.
37. ГОСТ 59149-2020 Окна и двери. Метод определения теплотехнических характеристик в натуральных условиях. – М., 2020. – 12 с.
38. Грановский, В.Л. Энергоэффективные здания – комплексное решение для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения / В.Л. Грановский // АВОК. – 2014. – № 4. – С. 20–28.
39. Гримитлин, М.И. Состояние и пути повышения эффективности систем вентиляции зданий // Вентиляция, отопление, кондиционирование. — 2005. № 2. — С.67-71.
40. Грудзинский М.М. Организация воздухообмена в многоэтажных жилых домах // В кн.: Инженерное оборудование зданий. – М.: сб. трудов ГлавАПУ, МНИИТЭП, ГОСИНТИ. – С. 3-7.
41. Грудзинский, М.М. Отопительно-вентиляционные системы зданий повышенной этажности / М.М. Грудзинский, В.И.Ливчак, М.Я. Поз. – М.: Стройиздат, 1982. – 257 с.

42. Грудзинский М.М. Совершенствование систем вытяжной вентиляции в многоэтажных зданиях. Обзорная информация «Инженерное оборудование зданий». – М.: сб. трудов ГлавАПУ, МНИИТЭП, ГОСИНТИ, 1971, – С. 8-16.
43. Дацюк Т.А., Таурит В.Р. Моделирование микроклимата жилых помещений // Вестник гражданских инженеров. 2012. №4(33). С. 196-198.
44. Дацюк, Т.А. Оценка эффективности естественной вентиляции жилых зданий. / Т.А. Дацюк // Сантехника, отопление, канализация. – 2014. – № 1 (145). – С. 112-115.
45. Дацюк, Т.А. Совершенствование принципов расчета систем обеспечения микроклимата зданий // Изв. вузов. Строительство. — 2002. № 8. С.65-69.
46. Дацюк, Т.А. Энергоэффективные решения в вентиляционной практике на базе математического моделирования / Т.А. Дацюк, Ю.П. Ивлев // Сборник трудов: Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции. – М.: МГСУ, 2009. – С. 193-196.
47. Денисихина Д.М. Численное исследование нового способа кондиционирования помещения / Д.М.Денисихина // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3.
48. Докуз О.К. Использование механической вентиляции в жилых зданиях // Ставрополь, С.128-131.
49. Жилина Т.С., Вяткина С.Д., Вяткина Ю.С. Влияние работы систем естественной вентиляции на микроклимат помещений в жилых зданиях // Молодой ученый. – 2016. – № 8. – С. 214-218.
50. Кирнова, М. А. Имитационное моделирование работы систем вытяжной вентиляции разноэтажного жилого комплекса / М. А. Кирнова, О. А. Сотникова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. — 2013. — № 1 (10). — С. 44—54.
51. Кирнова, М. А. Условия работы естественной вытяжной вентиляции в многоэтажных жилых домах / М. А. Кирнова, О. А. Сотникова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 4 (32). - С. 34-40.

52. Китайцева Е.Х., Малявина Е.Г. Естественная вентиляция жилых зданий // АВОК №3. -М: 1999.
53. Константинова В.Е. Исследование систем естественной вентиляции в многоэтажных зданиях / В.Е. Константинова, К.С. Светлов // Водоснабжение и санитарная техника, - М.: 1987. - №10. – С.12-14.
54. Константинова В.Е. Воздушно-тепловой режим в жилых зданиях повышенной этажности. – М.: Стройиздат, 1969. – 135 с.
55. Константинова В.Е. Исследование воздухообмена в 26-этажном жилом здании для застройки проспекта Калинина (Москва) / В.Е. Константинова, Т.Л. Сумбатьянц, К.С. Светлов // В кн.: Отопление и вентиляция жилых, общественных, промышленных и производственных сельскохозяйственных зданий. – М: Стройиздат, сб. трудов НИИСТ, №23. – С.110-121.
56. Кривошеин, А.Д. Исследование процессов распределения воздуха в гибридных системах вентиляции жилых зданий / А.Д. Кривошеин, И.В. Андреев // 125 Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2013. – № 5 (33). – С. 63-69.
57. Куликов В.В. Сравнение энергоэффективности различных вариантов организации вентиляции в зданиях системы «Купасс»//Вестник ТГАСУ, №5, 2015 г. С.151-160.
58. Ланкович С.В. Конструктивно-технологическая инновационная разработка энергоэффективных систем тепловой вентиляции зданий с технологическими чердаками с использованием вторичных и природных энергоресурсов для минимизации теплопотребления//Вестник науки и образования Северо-Запада России, Т.3., №4, 2017. С.1-7 .
59. Латышенков М.А. Инженерный метод численного расчёта воздушного режима здания // В кн.: Вопросы теплоснабжения, отопления и вентиляции. – М.: сб. трудов ЦНИИЭП инженерного оборудования, 1981.
60. Лепеш Г.В. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений/ Г. В. Лепеш. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 437 с.

61. Ливчак, В.И. Решение по вентиляции многоэтажных жилых зданий / В.И. Ливчак // АВОК. – 1999. – №6. – С. 24-31.
62. Ливчак, И. Ф. Особенности вентиляции высотных жилых домов / И.Ф. Ливчак, Т.А. Мелик-Аракелян // АВОК. – 2003. – №8. – С. 12-19.
63. Ливчак, И.Ф. Вентиляция многоэтажных жилых зданий / И.Ф. Ливчак, А.Л. Наумов. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 134 с.
64. Ливчак, И. Ф. Новое направление в развитии приточной вентиляции высотных зданий // Жилищное строительство. - 2005. - № 4. -с.5-7.
65. Ливчак, И.Ф. Регулируемая вентиляция жилых многоэтажных зданий / И.Ф. Ливчак, А.Л. Наумов // АВОК. – 2004. – №5. – С. 8-11.
66. Липко В.И., Ланкович С. В., Лапезо А.С. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение чердачных зданий // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. 2015. № 16. С. 89-97.
67. Малахов, М. А. Опыт проектирования естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками / / М. А. Малахов, А. Е. Савенков / АВОК. – 2006. – № 8.
68. Малахов, М. А. Системы естественно-механической вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками / М. А. Малахов // АВОК. – 2006. – № 7.
69. Малахов, М.А. Усовершенствование вентиляции жилых зданий. / М.А. Малахов, А.Е. Савенков // АВОК. – 2009. – № 4. – С. 16-19.
70. Малявина, Е. Г. Вентиляция жилых домов с теплым чердаком // Е. Г. Малявина, С.В. Бирюков, С. Н. Дианов / АВОК. – 2004. - № 3.
71. Малявина, Е. Г. Воздушный режим высотного жилого здания в течение года. Часть 1. Воздушный режим при естественной вытяжной вентиляции // Е. Г. Малявина, С.В. Бирюков, С. Н. Дианов / АВОК. – 2004. - № 8.
72. Малявина, Е. Г. Воздушный режим жилых зданий. Учет влияния воздушного режима на работу системы вентиляции жилых зданий / Е.Г. Малявина, С.В. Бирюков, С.Н. Дианов // АВОК. – 2003. – №6. – С. 14-26.
73. Малявина, Е.Г. Естественная вентиляция жилых зданий / Е.Г. Малявина, Е.Х. Китайцева // АВОК. – 1999. – № 3. – С. 35-43.

74. Малявина, Е.Г. Расчет воздушного режима многоэтажных зданий с различной температурой воздуха в помещениях / Е.Г. Малявина, С.В. Бирюков // АВОК. – 2008. – №2. – С. 40-44.
75. Махов, Л.М. Задачи воздухообмена в современных жилых зданиях повышенной этажности / Л.М. Махов, В.П. Титов // Сборник трудов: Теплогазоснабжение и вентиляция. – М.: МИСИ, 1977. – №144. – С. 37-53.
76. Мобильная станция видеомониторинга и связи РФ 2398353. М., 2010. – 29 с.
77. Мягков, М.С. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки / М.С. Мягков, Л.И. Алексеева // Архитектура и современные информационные технологии (АМИТ). – 2014. – № 1 (26) – С. 1-15.
78. Прохоренко, А.П. Естественная вентиляция зданий с теплым чердаком/ А.П. Прохоренко, О.А. Сизенко // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2011. – № 12 (120). – С. 82-83.
79. Разработка руководства по проектированию вытяжной вентиляции с естественным побуждением для жилых зданий по каталогу: научно-технический отчет МНИИТЭП ГлавАПУ, М., 1979. - 23 с.
80. Рекомендации по проектированию железобетонных крыш с теплым чердаком для многоэтажных жилых зданий / ЦНИИЭП жилища, — М.: Стройиздат, 1986. — 24 с.
81. Самарин, О.Д. О методах расчета воздушного режима зданий / О.Д. Самарин // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2011. – №3 (111). – С.78-79.
82. Санитарно-технические устройства в крупнопанельном домостроении: пособие для проектировщиков/И.С.Либер - Ленинград: Издательство литературы по строительству, 1970. — 112 с.
83. Светлов, К.С. Расчет воздухообмена в многоэтажных зданиях с использованием электронно-вычислительных машин / К.С. Светлов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1966. – №11. – С. 28-31.
84. Сизенко О. А. Анализ эффективности систем естественной вентиляции жилых зданий с теплым чердаком / О. А. Сизенко, М. Н. Кучеренко // Приволжский научный журнал. 2008. — № 3 (7). — С. 33—37.

85. Сизенко О. А., Кучеренко М. Н. Энергоэффективность комбинированной системы вентиляции в жилых зданиях // Приволжский научный журнал. – 2008. - №3. С. 143-145.
86. Сизенко О.А., Кучеренко М.Н. Исследование влияния температуры воздуха в чердачном помещении на работу систем естественной вентиляции в жилых зданиях с теплыми чердаками//Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. С.40-45.
87. Сизенко О.А. Совершенствование методики расчета систем естественной вентиляции жилых зданий с теплыми чердаками: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.23.03 / Сизенко Ольга Александровна; [Место защиты: ГОУВПО "Воронежский государственный архитектурно-строительный университет"].- Воронеж, 2010.- 152 с.: ил.
88. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – М.: Минрегион России, 2018. – 115 с.
89. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – М.: Минрегион России, 2012. – 139 с.
90. СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3). – М.: Минстрой России, 2016. – 68 с.
91. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – М.: Минстрой России, 2016. – 78 с.
92. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности. – М.: МЧС России, 2013. – 29 с.
93. СП 73.13330.2016. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85. – М.: Минстрой России, 2016. – 39 с.
94. Стандарт АВОК 2.1–2017 Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена. – Москва, 2017. – 16 с.

95. Староверова И.И. Тепловоздушный режим теплых чердаков и прилегающих помещений современных жилых зданий повышенной этажности в холодный период года (на примере строительства в Москве). Диссертация на соискание ученой степени кандидата техн. наук. – М: Московский ордена трудового красного знамени инженерно-строительный институт им. В.В. Куйбышева, 1984. –334 с.
96. СТО НОСТРОЙ 11-2012 Крыши и кровли. Крыши. Требования к устройству, правилам приемки и контролю. Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ). Проект. — М.: 2012. — 153 с.
97. СТО НОСТРОЙ 2.13.81-2012 Крыши. Требования к устройству, правилам приемки и контролю. Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ). Проект. — М.: 2013. — 105 с.
98. Табунщиков, Ю. А. Аэродинамика высотных зданий / Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. // АВОК. –2004. – № 8.
99. Тертичник, Е.И. Вентиляция / Е.И. Тертичник. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 608 с.
100. Титов В.П. Расчёт вентиляционных систем с естественным побуждением для многоэтажных зданий // В кн.: Вопросы тепловлажностного и воздушного режимов кондиционирования микроклимата. – М: МИСИ, сб. трудов, 1970. - № 52. – С.80-86.
101. Толстых А.В. Об эффективности работы систем естественной вентиляции зданий с теплым чердаком/ А.В.Толстых, Ю.Н.Дорошенко, В.В.Пенявский, Н.В.Апетенок // Известия вузов. Строительство. - 2019. - № 3. - С. 64-74.
102. ТР АВОК 4-2004 Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома / Москва. – 2004. – 44 с.
103. Требуков С.С. Организация воздушного режима многоэтажных общественных зданий. Диссертация на соискание ученой степени кандидата техн. наук. – М: МИСИ, 1987. –205 с.
104. РМД 23-16-2012 Рекомендации по обеспечению энергетической эффективности жилых и общественных зданий / Санкт-Петербург. – 2004. – 463 с.

105. Ушков, Ф.В. Влияние воздухопроницаемости на теплозащиту стен / Ф.В. Ушков // Строительная промышленность. – 1951. – №8. – С. 16-19.
106. ФЗ N384-ФЗ от 30.12.2009 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
107. Чуйкин, С. В. Вентиляция и экологическая безопасность жилых и общественных помещений / С.В.Чуйкин // Экология и промышленность России. - 2015. - № 2. - С. 42-44.
108. Шилкин, Н.В. Возможность естественной вентиляции для высотных зданий / Н.В. Шилкин // АВОК. – 2005. – №1. – С. 18–25.
109. Шонина, Н.А. Вентиляция для многоэтажных жилых зданий / Н.А. Шонина // АВОК. – 2013. – №6. – С. 22-37.
110. Hunt C.M. Air infiltration: a review of some existing measurement techniques and data // Building Air Change Rate and Infiltration Measurements. - 1980.
111. Acred, A. Natural ventilation in multi-storey buildings: a preliminary design approach: PhD Thesis / Acred Andrew. – London, 2014. – 228 p.
112. Agakhanova, K.M. Calculation air regime of a residential building with individual exhaust channels/ K.M. Agakhanova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 365. – P. 022036.
113. Alexeev E. V. Using cfd simulation to estimate the comfort of pedestrian zones in the urban environment / E. V. Alexeev, V. G. Gagarin, A. S. Kubenin, P. S. Churin // International Journal of Applied Engineering Research. — 2015. — Vol. 10, no. 21. — P. 42800–42803.
114. Bansal, N.K. Solar chimney for enhanced stack ventilation / N.K. Bansal, R. Mathur, M. Bhandari // Building and environment. – 1993. – Vol. 28. – № 3. – P. 373-377.
115. Caifeng, G. The study of natural ventilation in residential building: PhD thesis / Caifeng Gao. – Hong Kong, 2011. – 133 p.
116. Diamond, R. Energy-Efficient Ventilation for Apartment Buildings / R. Diamond, H. Feustel, N. Matson // Rebuild America, 2010. – 111 p.

117. Etheridge, D. Natural ventilation of buildings: theory, measurement and design. / D. Etheridge. – Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2012. – 428 p.
118. Gagarin, V. G., Akhmetov, V. K., Zubarev, K. P. (2018). Unsteady-state moisture behavior calculation for multilayer enclosing structure made of capillary-porous materials. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 177, pp. 1-10.
119. Gagarin, V. G., Khavanov, P. A., Zubarev, K. P. (2020). Steady-state and unsteady-state moisture regime of enclosing structure. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 896, pp. 1-8.
120. Gamayunova, O., Musorina, T., Ishkov, A. (2018). Humidity Distributions in Multilayered Walls of High-rise Buildings. E3S Web Conf, 33, pp. 1-6.
121. Jackman P.J. The natural ventilation of tall office buildings / P. J. Jackman, H. Den Olden // Research Institute for Public Health Engineering, T.hr.O. Delft, Publication 304.
122. Jamaludin, A.A. A study on different natural ventilation approaches at a residential college building with the internal courtyard arrangement / A. A. Jamaludin, H. Hussein, A. R. M. Ariffin, N. Keumala // Energy and Building. – 2014. – №72. – P. 340-352.
123. Ji, Y., Cook, M. J. (2007). Numerical studies of displacement natural ventilation in multi-storey buildings connected to an atrium. Building Services Engineering Research and Technology, 28 (3), pp. 207-222. DOI: 10.1177/0143624407077190.
124. Mora-Pérez, M. Natural ventilation building design approach in mediterranean regions – A case study at the valencian coastal regional scale (Spain) / M. MoraPérez, I. Guillen-Guillamón , G. López-Patiño 1, P. A. López-Jiménez // Sustainability. – 2016. – Vol. 8 – №855.
125. Nielsen, A., Morelli, M. (2017). Measured temperature and moisture conditions in the roof attic of a one-and-a-half story house. Energy Procedia, 132, pp. 789-794. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.10.028.
126. Omrani, S., Garcia-Hansen, V., Capra, B., Drogemuller, R. (2017). Natural ventilation in multi-storey buildings: Design process and review of evaluation tools. Building and Environment, 116 (1), pp. 182-194. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.02.012.
127. Persily A.K. Simultaneous measurements of infiltration and intake in an office building / A.K. Persily ,L.K. Norford - 1987.

128. Schünemann, C., Schiela, D., Ortlepp, R. (2021). How window ventilation behaviour affects the heat resilience in multi-residential buildings. *Building and Environment*, 202. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.107987.
129. Teppner, R., Langensteiner, B., Meile, W., Brenn, G., Kerschbaumer, S. (2014). Air change rates driven by the flow around and through a building storey with fully open or tilted windows: An experimental and numerical study. *Energy and Buildings*, 76, pp. 640-653. DOI: 10.1016/j.enbuild.2014.03.004.
130. Wang, S., Shen, Z., Gu, L. (2012). Numerical simulation of buoyancy-driven turbulent ventilation in attic space under winter conditions. *Energy and Buildings*, 47, pp. 360-368. DOI: 10.1016/j.enbuild.2011.12.012.
131. Weerasuriya, A.U., Zhang, X., Gan, V. J. L., Tan, Y. (2019) A holistic framework to utilize natural ventilation to optimize energy performance of residential high-rise buildings. *Building and Environment*, 153, pp. 218-232. DOI: 10.1016/j.buildenv.2019.02.027 .
132. West, A.W. An exploration of the natural ventilation strategies at the world trade center: PhD thesis / West Aaron William. – Virginia, 2000. – 77 p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

## Протокол испытаний кирпича

<p>Испытательный центр СПбГАСУ  <b>Центр испытаний строительных материалов и изделий (ЦИСМИИ)</b>          190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, д.4          Тел./факс 316 0085          Аттестат аккредитации № RA.RU.21CT39          Внесен в реестр аккредитованных лиц 20.05.2015 г.</p>
---

### ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 4388-01 от 17 октября 2018 г.

**Предъявитель продукции** – ООО «Капитал Инвест».

**Наименование продукции** – кирпич керамический пустотелый, отобранный на объекте по адресу: Л.О., Всеволожский р-н. п. Мурино, ул. Новая, д. 7 (предоставлены без акта отбора)

**Методика испытаний** – ГОСТ 8462-85, ГОСТ 7025-91

**Испытательное оборудование и средства измерения:**

№№ п/п	Наименование СИ, тип, марка	Заводской номер	Сведения о поверке (калибровке)
1.	Линейка измерительная L=300мм	№ 6660	Свидетельство о поверке № 0017403 действительно до 11.02.2019 г.
2.	Машина для испытаний ИП-100-1 до 100 кН	№ 1994	Свидетельство о поверке № 0087297 действительно до 17.05.2019 г.
3.	Машина для испытаний на сжатие МС-500	№ 1770	Свидетельство о поверке № 0087300 действительно до 17.05.2019 г.
4.	Электропечь лабораторная низкотемпературная SNOL-58/350	№ 16712	Протокол об аттестации № 111512 от 01.02.2018 г до 01.02.2019 г.
5.	Весы лабораторные электронные ВР-6100	№ 411123232	Свидетельство о поверке № 0010254 действительно до 28.01.2019 г.

**Условия проведения испытаний:**

*Температура воздуха +24,4...24,6 °С,  
 относительная влажность окружающей среды 56...57%,  
 атм. давление 756...761 мм рт. ст.*

**Результаты испытаний:**

Дата испытаний	Маркировка ИЦ	Водопоглощение, %	Предел прочности, МПа		Фактическая марка кирпича
			при изгибе	при сжатии	
25.07.2018	1	11,7	3,0	14,1	<b>M 150</b>  (согласно табл. 7 ГОСТ 530-2012)
	2	11,9	3,2	18,5	
	3	12,2	3,6	13,7	
26.07.2018	4	11,0	3,4	15,3	
	5	11,6	4,1	13,0	
<b>Среднее значение</b>		<b>11,7</b>	<b>3,5</b>	<b>15,0</b>	
<b>Наименьшее значение</b>		---	<b>3,0</b>	<b>13,0</b>	

Директор ЦИСМИИ ИЦ СПбГАСУ

Инженер



В.Б. Зверев

Н.М. Платонова

**ПЕРЕПЕЧАТКА ЗАПРЕЩЕНА**

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ТОЛЬКО НА ОБРАЗЦЫ, ПРОШЕДШИЕ ИСПЫТАНИЯ.**

ЦИСМИИ ИЦ СПбГАСУ

Лист 1 из 1

## Характеристики средств измерения

Термоанемометр – измеритель комбинированный Testo 425 № 01387490.

Таблица Б.1 Характеристики термоанемометра

Параметр	Значение
Измерение температуры	
Диапазон измерений	минус 20 ... +70 °С
Погрешность	±0,5 °С (при диапазоне 0 ... +60 °С) ±0,7 °С (в остальном диапазоне)
Разрешение	0,1 °С
Измерение скорости воздуха	
Диапазон измерений	0 ... +20 м/с
Погрешность	±(0,03 м/с + 5% от изм.знач.)
Разрешение	0,01 м/с

Термогигрометр – прибор комбинированный Testo 610 210-9901.

Таблица Б.2 Характеристики термогигрометра

Параметр	Значение
Измерение температуры	
Диапазон измерений	минус 10 ... +50 °С
Погрешность	±0,5 °С
Разрешение	0,1 °С
Измерение влажности	
Диапазон измерений	0 ... 100% ОВ
Погрешность	±2,5% ОВ (5 ... 95% ОВ)
Разрешение	0,1 % ОВ

«Измерительный компьютерный комплекс iButton Data Logger Revisor» (iBDLR) с регистратором DS1923-F5 (устройство ГИГРОХРОН).

Таблица Б.3 Характеристики измерительного компьютерного комплекса

Параметр	Значение
Диапазон регистрируемых температур	минус 20 °С ... +85 °С
Минимальная градация регистрации температуры (чувствительность)	0,5 °С
Погрешность регистрации температуры	± 1 °С
Длительность единичного температурного отсчёта	75 мс
Диапазон регистрируемой относительной влажности	0 % ОВ ... 100 % ОВ
Минимальная градация регистрации относительной влажности (чувствительность)	0,64 % ОВ
Погрешность регистрации относительной влажности	± 5 % ОВ
Время реакции на изменение влажности в медленно циркулирующей воздушной среде при температуре 25 °С	30 с
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения текущего времени при температуре (25±5) °С	± 3 мин/мес

## Результаты работы с измерительным комплексом

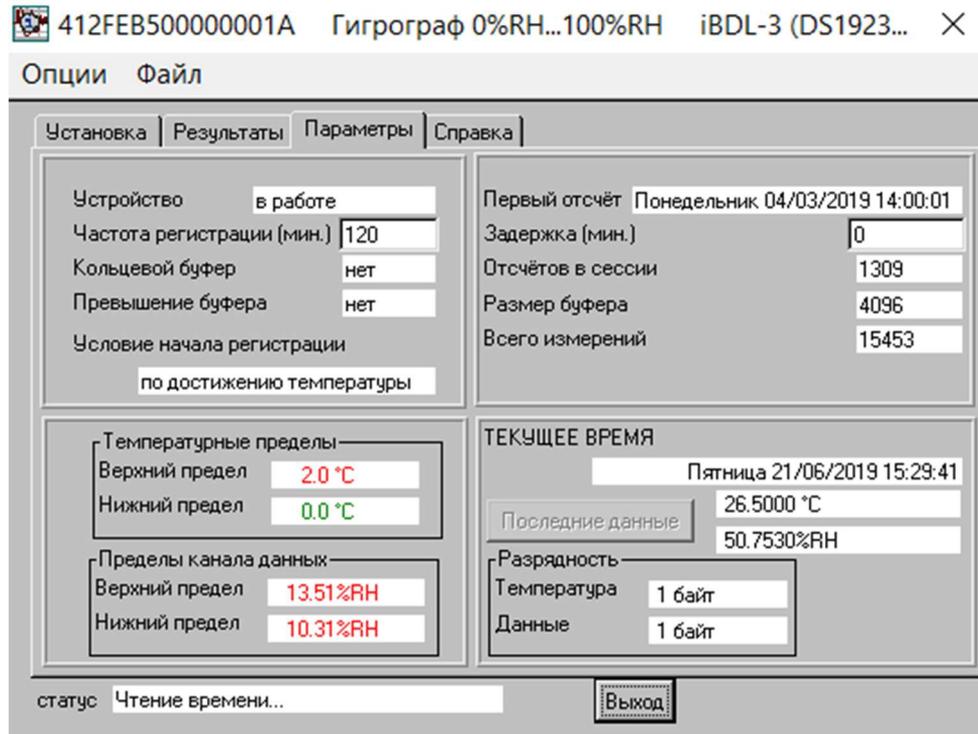


Рисунок В.1. Окно контроля работы измерительного комплекса

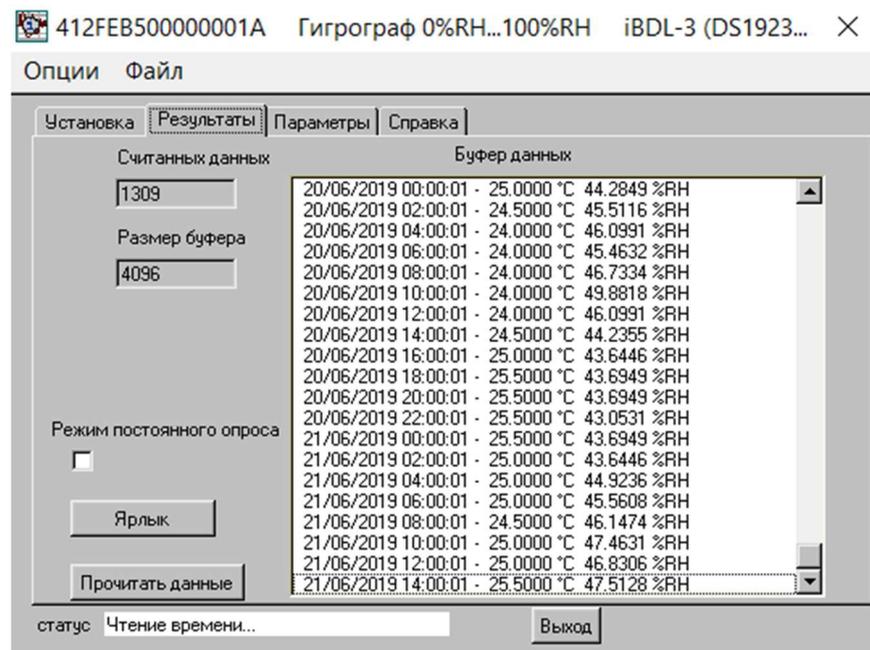


Рисунок В.2. Представление результатов работы измерительного комплекса



Рисунок В.3. Представление результатов работы измерительного комплекса в виде графика. Расположение комплекса у наружной стены

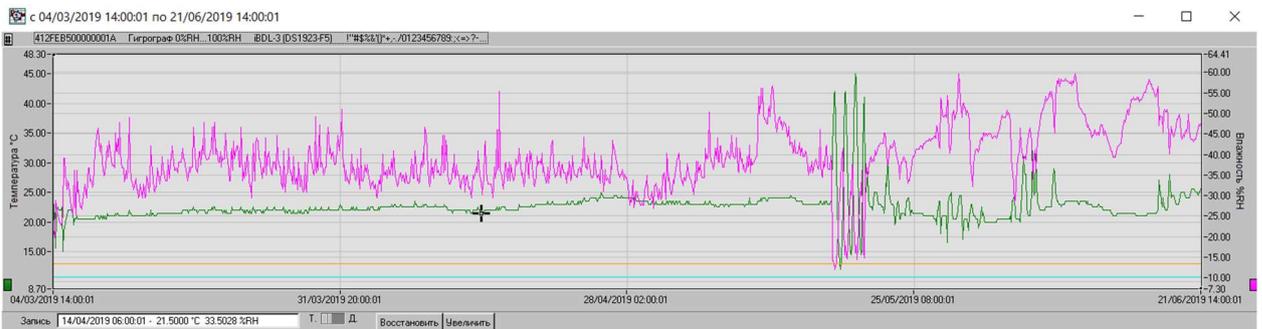


Рисунок В.4. Представление результатов работы измерительного комплекса в виде графика. Расположение комплекса у вентканала

Данные натуральных измерений измерительным компьютерным комплексом iButton Data Logger Revisor (iBDLR), установленным у наружной стены в помещении теплого чердака

Устройство - 41F2E9500000017 Гигрограф 0%RH...100%RH iBDL-3 (DS1923-F5)

Данные сохранены: Пятница 21/06/2019 15:46:56

Состояние устройства: в работе

Частота регистрации: 120 мин.

Условия начала измерений: по истечению времени

Кольцевой буфер: отсутствует

Превышения кольцевого буфера: отсутствуют

Первый отсчёт: Понедельник 04/03/2019 12:00:01

Задержка: 0 мин.

Отсчётов в данной сессии: 1310

Всего измерений: 15466

Текущее время Устройства: Пятница 21/06/2019 15:46:37

Канал температуры (°C) - 1 байт.

Верхний температурный предел: 2.0 °C установлен

Нижний температурный предел: 0.0 °C установлен

Выходы за температурные пределы: Верх.

Канал данных (%RH) - 1 байт.

Верхний предел канала данных: 13.51%RH установлен

Нижний предел канала данных: 10.31%RH установлен

Выходы за пределы канала данных: Верх., Нижн.

04/03/2019 14:00:01 - 17.5000 °C 20.8380 %RH	07/03/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 26.6660 %RH
04/03/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 21.4305 %RH	07/03/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 28.7042 %RH
04/03/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 19.7706 %RH	07/03/2019 12:00:01 - 20.5000 °C 30.0553 %RH
04/03/2019 20:00:01 - 15.5000 °C 28.8899 %RH	07/03/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 32.7387 %RH
04/03/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 27.3980 %RH	07/03/2019 16:00:01 - 20.5000 °C 30.7285 %RH
05/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 26.1387 %RH	07/03/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 29.3805 %RH
05/03/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 25.5077 %RH	07/03/2019 20:00:01 - 20.5000 °C 34.0711 %RH
05/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 24.0843 %RH	07/03/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 36.7172 %RH
05/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 23.3964 %RH	08/03/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 36.7172 %RH
05/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 22.7069 %RH	08/03/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 33.4057 %RH
05/03/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 23.4493 %RH	08/03/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 34.0711 %RH
05/03/2019 12:00:01 - 15.0000 °C 25.6028 %RH	08/03/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 33.4057 %RH
05/03/2019 14:00:01 - 18.5000 °C 39.1608 %RH	08/03/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 32.0702 %RH
05/03/2019 16:00:01 - 19.0000 °C 39.2044 %RH	08/03/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 32.7387 %RH
05/03/2019 18:00:01 - 20.0000 °C 35.3502 %RH	08/03/2019 12:00:01 - 20.5000 °C 36.7172 %RH
05/03/2019 20:00:01 - 20.5000 °C 33.4057 %RH	08/03/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 40.6397 %RH
05/03/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 31.4494 %RH	08/03/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 42.6243 %RH
06/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	08/03/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 44.5497 %RH
06/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH	08/03/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 46.4611 %RH
06/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 30.2056 %RH	08/03/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 43.2236 %RH
06/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 29.5316 %RH	09/03/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 40.6397 %RH
06/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 26.8204 %RH	09/03/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 42.6243 %RH
06/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 25.4554 %RH	09/03/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 41.9794 %RH
06/03/2019 12:00:01 - 19.5000 °C 28.6039 %RH	09/03/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 38.0309 %RH
06/03/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 36.0580 %RH	09/03/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 36.7641 %RH
06/03/2019 16:00:01 - 20.5000 °C 28.7042 %RH	09/03/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 34.7350 %RH
06/03/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 25.2993 %RH	09/03/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 35.4448 %RH
06/03/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 36.1052 %RH	09/03/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 37.3749 %RH
06/03/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 30.7285 %RH	09/03/2019 16:00:01 - 20.5000 °C 39.3384 %RH
07/03/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 31.4001 %RH	09/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 42.0246 %RH
07/03/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 29.3805 %RH	09/03/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 39.3842 %RH
07/03/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 27.3469 %RH	09/03/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 43.2677 %RH
07/03/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 27.3469 %RH	10/03/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 40.0353 %RH

10/03/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 38.7315 %RH	12/03/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 32.7874 %RH
10/03/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 37.4215 %RH	12/03/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 31.4494 %RH
10/03/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 37.4215 %RH	13/03/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 30.7780 %RH
10/03/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 37.4215 %RH	13/03/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 29.4307 %RH
10/03/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 36.7641 %RH	13/03/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 32.7874 %RH
10/03/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 45.2323 %RH	13/03/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 31.4494 %RH
10/03/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 40.6849 %RH	13/03/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 29.4307 %RH
10/03/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 40.7307 %RH	13/03/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 30.1051 %RH
10/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 43.9539 %RH	13/03/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 34.8310 %RH
10/03/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 40.0353 %RH	13/03/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 32.7874 %RH
10/03/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 47.7276 %RH	13/03/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 30.7780 %RH
11/03/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 40.6849 %RH	13/03/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 32.7874 %RH
11/03/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 38.0773 %RH	13/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 42.0705 %RH
11/03/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 36.7641 %RH	13/03/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 38.0773 %RH
11/03/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 36.7641 %RH	14/03/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 36.1529 %RH
11/03/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 33.4541 %RH	14/03/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH
11/03/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 34.1192 %RH	14/03/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 31.4494 %RH
11/03/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 36.1052 %RH	14/03/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 30.7780 %RH
11/03/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 34.1192 %RH	14/03/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 32.1192 %RH
11/03/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 36.7641 %RH	14/03/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 32.1192 %RH
11/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 40.7307 %RH	14/03/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 36.8115 %RH
11/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 49.0735 %RH	14/03/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH
11/03/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 36.8115 %RH	14/03/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH
12/03/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH	14/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 32.8364 %RH
12/03/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 33.4541 %RH	14/03/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH
12/03/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 32.7874 %RH	14/03/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH
12/03/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 31.4494 %RH	15/03/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 36.8115 %RH
12/03/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 32.1192 %RH	15/03/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH
12/03/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 34.1192 %RH	15/03/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 34.8310 %RH
12/03/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 31.4494 %RH	15/03/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 33.5028 %RH
12/03/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 31.4494 %RH	15/03/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 33.5028 %RH
12/03/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 29.4307 %RH	15/03/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 33.5028 %RH
12/03/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 30.1051 %RH	15/03/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 38.7781 %RH

15/03/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 36.1529 %RH	18/03/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH
15/03/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH	18/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 40.7771 %RH
15/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 38.7781 %RH	18/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 40.7771 %RH
15/03/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 38.7781 %RH	18/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH
15/03/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 42.0246 %RH	18/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
16/03/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 38.1241 %RH	18/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 42.0705 %RH
16/03/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 36.1529 %RH	18/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
16/03/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 36.1529 %RH	18/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 47.8142 %RH
16/03/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 36.8115 %RH	19/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
16/03/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 36.1529 %RH	19/03/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH
16/03/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH	19/03/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 38.7781 %RH
16/03/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 38.1241 %RH	19/03/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 38.7781 %RH
16/03/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 38.1241 %RH	19/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
16/03/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 38.1241 %RH	19/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
16/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 38.1241 %RH	19/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
16/03/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH	19/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH
16/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH	19/03/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 46.5937 %RH
17/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH	19/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
17/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH	19/03/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 45.9589 %RH
17/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH	19/03/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 47.8588 %RH
17/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	20/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
17/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	20/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH
17/03/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 34.8310 %RH	20/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 40.7771 %RH
17/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	20/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
17/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH	20/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
17/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	20/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
17/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	20/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 40.7771 %RH
17/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	20/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
17/03/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 46.5937 %RH	20/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 39.4774 %RH
18/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 42.7149 %RH	20/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 38.7781 %RH
18/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 40.7771 %RH	20/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
18/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	20/03/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 45.2323 %RH
18/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH	21/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 42.0705 %RH

21/03/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH	23/03/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 42.6693 %RH
21/03/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 38.7781 %RH	23/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 43.9991 %RH
21/03/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 36.1529 %RH	24/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 43.3578 %RH
21/03/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 33.5028 %RH	24/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 43.3578 %RH
21/03/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 33.5028 %RH	24/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
21/03/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 40.0814 %RH	24/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
21/03/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 41.4713 %RH	24/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH
21/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH	24/03/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH
21/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 43.3578 %RH	24/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
21/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH	24/03/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH
21/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH	24/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH
22/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 42.0705 %RH	24/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 43.9991 %RH
22/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 42.0705 %RH	24/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
22/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH	24/03/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 39.5248 %RH
22/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	25/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 39.4774 %RH
22/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	25/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 40.7771 %RH
22/03/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 46.5937 %RH	25/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
22/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH	25/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
22/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	25/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH
22/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH	25/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
22/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH	25/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
22/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH	25/03/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 38.2193 %RH
22/03/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 34.8310 %RH	25/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
23/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH	25/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
23/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH	25/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 44.6388 %RH
23/03/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 33.5028 %RH	25/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
23/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 32.2180 %RH	26/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
23/03/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 32.1684 %RH	26/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
23/03/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 29.4810 %RH	26/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
23/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	26/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
23/03/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 42.7612 %RH	26/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
23/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH	26/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 31.5487 %RH
23/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	26/03/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 40.8240 %RH

26/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	29/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
26/03/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 30.8278 %RH	29/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
26/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	29/03/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 49.1176 %RH
26/03/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH	29/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH
26/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH	29/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
27/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH	29/03/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
27/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH	29/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 42.0705 %RH
27/03/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH	29/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 47.1823 %RH
27/03/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH	30/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
27/03/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 32.8364 %RH	30/03/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 38.2193 %RH
27/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 39.4774 %RH	30/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH
27/03/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 34.8310 %RH	30/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
27/03/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 32.8364 %RH	30/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
27/03/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH	30/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
27/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH	30/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
27/03/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 31.4989 %RH	30/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 43.3578 %RH
27/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH	30/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 46.5487 %RH
28/03/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 32.1684 %RH	30/03/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 44.6845 %RH
28/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	30/03/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
28/03/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 32.8364 %RH	30/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH
28/03/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 31.4989 %RH	31/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
28/03/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 30.8278 %RH	31/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
28/03/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 31.4989 %RH	31/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 40.7771 %RH
28/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH	31/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH
28/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 32.2180 %RH	31/03/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH
28/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 30.8779 %RH	31/03/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH
28/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 35.4927 %RH	31/03/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
28/03/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 40.0814 %RH	31/03/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 44.6388 %RH
28/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 42.0705 %RH	31/03/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 42.7149 %RH
29/03/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 42.1170 %RH	31/03/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 40.8240 %RH
29/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH	31/03/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 44.0915 %RH
29/03/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH	31/03/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 44.6845 %RH
29/03/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH	01/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 50.9943 %RH

01/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 40.7771 %RH	03/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH
01/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	03/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH
01/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH	04/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH
01/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	04/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 31.5487 %RH
01/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH	04/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
01/04/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	04/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 30.2056 %RH
01/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH	04/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 29.5316 %RH
01/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	04/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 31.5487 %RH
01/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH	04/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH
01/04/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH	04/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
01/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 40.1752 %RH	04/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
02/04/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH	04/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 30.9283 %RH
02/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 36.9077 %RH	04/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH
02/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH	04/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 40.1752 %RH
02/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH	05/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
02/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	05/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH
02/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH	05/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
02/04/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH	05/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 36.2495 %RH
02/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	05/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH
02/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	05/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 36.9077 %RH
02/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 31.5487 %RH	05/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH
02/04/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH	05/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
02/04/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	05/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 37.5643 %RH
03/04/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	05/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
03/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	05/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
03/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH	05/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 40.8240 %RH
03/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH	06/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH
03/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH	06/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
03/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH	06/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH
03/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH	06/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH
03/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH	06/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 32.2679 %RH
03/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	06/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH
03/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 31.5989 %RH	06/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH

06/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH	09/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 32.2679 %RH
06/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH	09/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH
06/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH	09/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 38.8728 %RH
06/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH	09/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
06/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH	09/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 36.9077 %RH
07/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH	09/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH
07/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH	09/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 37.5643 %RH
07/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH	09/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH
07/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH	10/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 38.8728 %RH
07/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH	10/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH
07/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH	10/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 36.2495 %RH
07/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH	10/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
07/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH	10/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
07/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 38.8728 %RH	10/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
07/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH	10/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 39.5248 %RH
07/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH	10/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 44.6845 %RH
07/04/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 40.9198 %RH	10/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH
08/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	10/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 44.7308 %RH
08/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH	10/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 36.2495 %RH
08/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH	10/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 43.4039 %RH
08/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH	11/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 41.4713 %RH
08/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH	11/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
08/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH	11/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH
08/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 36.9077 %RH	11/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
08/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 38.2193 %RH	11/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
08/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 36.9077 %RH	11/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH
08/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 40.2229 %RH	11/04/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 36.8115 %RH
08/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 37.5643 %RH	11/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH
08/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 46.6395 %RH	11/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
09/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 44.7308 %RH	11/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH
09/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 40.8240 %RH	11/04/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
09/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 36.2495 %RH	11/04/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH
09/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH	12/04/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH

12/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	14/04/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH
12/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	14/04/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
12/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 32.2180 %RH	15/04/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
12/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 31.5487 %RH	15/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
12/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	15/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 32.8857 %RH
12/04/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH	15/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 31.5487 %RH
12/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	15/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 29.5316 %RH
12/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 30.8779 %RH	15/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 32.2180 %RH
12/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH	15/04/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
12/04/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 34.1677 %RH	15/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH
12/04/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	15/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
13/04/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 32.2180 %RH	15/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 45.9589 %RH
13/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 31.5487 %RH	15/04/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
13/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 32.2180 %RH	15/04/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH
13/04/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 30.8278 %RH	16/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 55.3187 %RH
13/04/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 29.4810 %RH	16/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
13/04/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 32.1684 %RH	16/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH
13/04/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	16/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH
13/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 34.2165 %RH	16/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 31.5989 %RH
13/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH	16/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH
13/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	16/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 37.5643 %RH
13/04/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH	16/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
13/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 40.8240 %RH	16/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH
14/04/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 36.8594 %RH	16/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH
14/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 35.5410 %RH	16/04/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
14/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH	16/04/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
14/04/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 33.5028 %RH	17/04/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH
14/04/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 30.1552 %RH	17/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH
14/04/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 32.8364 %RH	17/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
14/04/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 33.5028 %RH	17/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
14/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH	17/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 33.5519 %RH
14/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 43.3578 %RH	17/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 34.8795 %RH
14/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH	17/04/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH

17/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH	20/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH
17/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 37.5162 %RH	20/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 32.9854 %RH
17/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH	20/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH
17/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 41.5187 %RH	20/04/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 37.0057 %RH
17/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 38.8728 %RH	20/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 32.9854 %RH
18/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 37.5643 %RH	20/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
18/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 34.9285 %RH	20/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH
18/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH	20/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 42.1642 %RH
18/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH	21/04/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 43.4981 %RH
18/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 32.2679 %RH	21/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH
18/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 33.6013 %RH	21/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH
18/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 37.5643 %RH	21/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH
18/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 40.1752 %RH	21/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
18/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 36.2495 %RH	21/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
18/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 34.2657 %RH	21/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH
18/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 40.8240 %RH	21/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH
18/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 38.8728 %RH	21/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH
19/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 40.2229 %RH	21/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH
19/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 36.9077 %RH	21/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH
19/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 35.5898 %RH	21/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH
19/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 32.9354 %RH	22/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH
19/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 32.2679 %RH	22/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH
19/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH	22/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH
19/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH	22/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
19/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH	22/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 32.9854 %RH
19/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	22/04/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 35.6886 %RH
19/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	22/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
19/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	22/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH
19/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	22/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH
20/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 40.2229 %RH	22/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH
20/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH	22/04/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 34.3653 %RH
20/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH	22/04/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 39.6213 %RH
20/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH	23/04/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 37.0057 %RH

23/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH	25/04/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 31.0810 %RH
23/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH	25/04/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 33.7518 %RH
23/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH	26/04/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 36.3978 %RH
23/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH	26/04/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 33.7518 %RH
23/04/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 36.3479 %RH	26/04/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 33.7518 %RH
23/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH	26/04/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 34.4157 %RH
23/04/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 37.0057 %RH	26/04/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 33.7518 %RH
23/04/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 36.3479 %RH	26/04/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 33.0865 %RH
23/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH	26/04/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 33.0865 %RH
23/04/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 38.9697 %RH	26/04/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 37.0554 %RH
23/04/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 38.3166 %RH	26/04/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 36.3978 %RH
24/04/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 44.1868 %RH	26/04/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 43.5462 %RH
24/04/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 39.0190 %RH	26/04/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 41.6153 %RH
24/04/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 37.0057 %RH	26/04/2019 22:00:01 - 24.5000 °C 41.6645 %RH
24/04/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 37.0057 %RH	27/04/2019 00:00:01 - 24.5000 °C 39.0688 %RH
24/04/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 36.3479 %RH	27/04/2019 02:00:01 - 24.5000 °C 38.4159 %RH
24/04/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 39.6213 %RH	27/04/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 37.0554 %RH
24/04/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 38.3166 %RH	27/04/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 35.0779 %RH
24/04/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 35.7387 %RH	27/04/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 35.0779 %RH
24/04/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 34.4157 %RH	27/04/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 34.4157 %RH
24/04/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 34.4157 %RH	27/04/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 35.0779 %RH
24/04/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 34.4157 %RH	27/04/2019 14:00:01 - 24.5000 °C 35.1286 %RH
24/04/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 35.0779 %RH	27/04/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 36.3978 %RH
25/04/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 40.3202 %RH	27/04/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 35.0779 %RH
25/04/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 37.0554 %RH	27/04/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 33.7518 %RH
25/04/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 35.7387 %RH	27/04/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 35.0779 %RH
25/04/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 34.3653 %RH	28/04/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 34.4157 %RH
25/04/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 34.3653 %RH	28/04/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 34.4157 %RH
25/04/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 35.0779 %RH	28/04/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 32.4195 %RH
25/04/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 34.4157 %RH	28/04/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 30.4094 %RH
25/04/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 33.0865 %RH	28/04/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 27.7076 %RH
25/04/2019 16:00:01 - 25.0000 °C 39.7703 %RH	28/04/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 29.0616 %RH
25/04/2019 18:00:01 - 24.5000 °C 35.1286 %RH	28/04/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 28.3854 %RH

28/04/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 31.0810 %RH	01/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 28.9585 %RH
28/04/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 33.7518 %RH	01/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 29.6335 %RH
28/04/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 26.9761 %RH	01/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 35.0277 %RH
28/04/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 28.3854 %RH	01/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
28/04/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 31.0810 %RH	01/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH
29/04/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 29.6848 %RH	01/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 28.9585 %RH
29/04/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 31.0298 %RH	01/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 40.2713 %RH
29/04/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 29.6848 %RH	01/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 37.6619 %RH
29/04/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 29.0099 %RH	02/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH
29/04/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 27.6556 %RH	02/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 34.3653 %RH
29/04/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 27.6556 %RH	02/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 32.3687 %RH
29/04/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 28.3335 %RH	02/05/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 30.3581 %RH
29/04/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 27.6556 %RH	02/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 30.3070 %RH
29/04/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 27.6556 %RH	02/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 31.7000 %RH
29/04/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 31.0298 %RH	02/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 33.7013 %RH
29/04/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 32.3687 %RH	02/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 32.9854 %RH
29/04/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 32.3687 %RH	02/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH
30/04/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 35.0277 %RH	02/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 35.6886 %RH
30/04/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 30.3581 %RH	02/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 38.3166 %RH
30/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 29.6335 %RH	02/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
30/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 28.9585 %RH	03/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 40.2713 %RH
30/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 28.9585 %RH	03/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 37.0057 %RH
30/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 29.6335 %RH	03/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
30/04/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 31.0298 %RH	03/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH
30/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 26.9240 %RH	03/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH
30/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 32.3181 %RH	03/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 32.3181 %RH
30/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 32.3181 %RH	03/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH
30/04/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 33.0358 %RH	03/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH
30/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 31.6493 %RH	03/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH
01/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 30.3070 %RH	03/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 34.3653 %RH
01/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 28.9585 %RH	03/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 37.6619 %RH
01/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 31.6493 %RH	03/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH
01/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 30.3070 %RH	04/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 35.0277 %RH

04/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH	06/05/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 38.2193 %RH
04/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH	06/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 42.1642 %RH
04/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 32.3181 %RH	07/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 42.1642 %RH
04/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 31.6493 %RH	07/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
04/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 30.3070 %RH	07/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH
04/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH	07/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH
04/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 32.9854 %RH	07/05/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 36.9077 %RH
04/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	07/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
04/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH	07/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
04/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	07/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 40.2229 %RH
04/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH	07/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 40.8716 %RH
05/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH	07/05/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 39.5248 %RH
05/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	07/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
05/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH	07/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 40.2229 %RH
05/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH	08/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 44.7308 %RH
05/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH	08/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 41.5187 %RH
05/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH	08/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH
05/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 41.5667 %RH	08/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH
05/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH	08/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
05/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH	08/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH
05/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH	08/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 44.0915 %RH
05/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 41.5187 %RH	08/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH
05/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 50.4604 %RH	08/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH
06/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 40.2713 %RH	08/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH
06/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	08/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 41.5187 %RH
06/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	08/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH
06/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	09/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
06/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH	09/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH
06/05/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 37.5643 %RH	09/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH
06/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 41.5187 %RH	09/05/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 36.2495 %RH
06/05/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 38.8728 %RH	09/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH
06/05/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 44.0449 %RH	09/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH
06/05/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 38.2193 %RH	09/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH

09/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH	12/05/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 45.4632 %RH
09/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	12/05/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 46.7334 %RH
09/05/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 42.2605 %RH	12/05/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 48.6271 %RH
09/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH	12/05/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 49.2553 %RH
09/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH	12/05/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 47.3662 %RH
10/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	12/05/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 47.9974 %RH
10/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	12/05/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 46.0991 %RH
10/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	12/05/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 47.3662 %RH
10/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH	13/05/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 47.9974 %RH
10/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH	13/05/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 47.3662 %RH
10/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH	13/05/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 47.3662 %RH
10/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 46.0516 %RH	13/05/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 46.0991 %RH
10/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 54.1789 %RH	13/05/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 44.1868 %RH
10/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 49.8352 %RH	13/05/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 44.8258 %RH
10/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 52.3266 %RH	13/05/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 46.7334 %RH
10/05/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 56.0622 %RH	13/05/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 42.2605 %RH
10/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 52.3266 %RH	13/05/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 42.9531 %RH
11/05/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 56.0622 %RH	13/05/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 42.9041 %RH
11/05/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 49.8818 %RH	13/05/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 40.3202 %RH
11/05/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 48.6271 %RH	13/05/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 40.9685 %RH
11/05/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 48.6271 %RH	14/05/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 43.5462 %RH
11/05/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 47.3190 %RH	14/05/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 40.3202 %RH
11/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 47.3190 %RH	14/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 40.2713 %RH
11/05/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 50.5068 %RH	14/05/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 40.2713 %RH
11/05/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 51.7522 %RH	14/05/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 40.2713 %RH
11/05/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 49.2553 %RH	14/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 41.5667 %RH
11/05/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 52.9914 %RH	14/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 42.8558 %RH
11/05/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 56.0622 %RH	14/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 39.6213 %RH
11/05/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 56.6717 %RH	14/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 41.5667 %RH
12/05/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 55.4512 %RH	14/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 41.5667 %RH
12/05/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 51.1303 %RH	14/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH
12/05/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 48.6271 %RH	14/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 39.5728 %RH
12/05/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 47.3662 %RH	15/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 40.8716 %RH

15/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 40.2229 %RH	17/05/2019 20:00:01 - 42.0000 °C 12.0634 %RH
15/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH	17/05/2019 22:00:01 - 37.0000 °C 13.0386 %RH
15/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH	18/05/2019 00:00:01 - 29.5000 °C 13.7084 %RH
15/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH	18/05/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 17.1903 %RH
15/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH	18/05/2019 04:00:01 - 18.0000 °C 21.5876 %RH
15/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH	18/05/2019 06:00:01 - 15.0000 °C 26.2753 %RH
15/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH	18/05/2019 08:00:01 - 13.0000 °C 30.6411 %RH
15/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	18/05/2019 10:00:01 - 12.0000 °C 33.1242 %RH
15/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH	18/05/2019 12:00:01 - 13.5000 °C 38.5338 %RH
15/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH	18/05/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 41.4713 %RH
15/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	18/05/2019 16:00:01 - 34.5000 °C 22.6644 %RH
16/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	18/05/2019 18:00:01 - 41.5000 °C 15.6288 %RH
16/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH	18/05/2019 20:00:01 - 42.0000 °C 17.8271 %RH
16/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH	18/05/2019 22:00:01 - 38.0000 °C 15.2848 %RH
16/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH	19/05/2019 00:00:01 - 31.5000 °C 14.6270 %RH
16/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	19/05/2019 02:00:01 - 25.0000 °C 18.1639 %RH
16/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 46.0516 %RH	19/05/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 23.2377 %RH
16/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 37.6619 %RH	19/05/2019 06:00:01 - 17.0000 °C 26.9934 %RH
16/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH	19/05/2019 08:00:01 - 15.0000 °C 30.9398 %RH
16/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 34.3153 %RH	19/05/2019 10:00:01 - 14.5000 °C 30.2030 %RH
16/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 38.2677 %RH	19/05/2019 12:00:01 - 16.0000 °C 37.6358 %RH
16/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 37.0057 %RH	19/05/2019 14:00:01 - 26.0000 °C 37.2593 %RH
16/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	19/05/2019 16:00:01 - 37.5000 °C 22.9913 %RH
17/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 41.5667 %RH	19/05/2019 18:00:01 - 45.0000 °C 15.9678 %RH
17/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 42.2120 %RH	19/05/2019 20:00:01 - 44.0000 °C 18.0298 %RH
17/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 36.9565 %RH	19/05/2019 22:00:01 - 36.5000 °C 14.4218 %RH
17/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH	20/05/2019 00:00:01 - 29.0000 °C 17.1899 %RH
17/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 36.2985 %RH	20/05/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 22.7601 %RH
17/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 39.6213 %RH	20/05/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 27.8250 %RH
17/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 37.6619 %RH	20/05/2019 06:00:01 - 16.0000 °C 30.9687 %RH
17/05/2019 14:00:01 - 34.0000 °C 14.1716 %RH	20/05/2019 08:00:01 - 14.5000 °C 30.2030 %RH
17/05/2019 16:00:01 - 35.0000 °C 14.2722 %RH	20/05/2019 10:00:01 - 15.0000 °C 36.1785 %RH
17/05/2019 18:00:01 - 41.5000 °C 13.4671 %RH	20/05/2019 12:00:01 - 31.5000 °C 23.7230 %RH

20/05/2019 14:00:01 - 39.0000 °C 16.0981 %RH	23/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 42.1642 %RH
20/05/2019 16:00:01 - 41.0000 °C 14.8617 %RH	23/05/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 43.4039 %RH
20/05/2019 18:00:01 - 25.5000 °C 33.2407 %RH	23/05/2019 12:00:01 - 19.5000 °C 42.4932 %RH
20/05/2019 20:00:01 - 25.0000 °C 37.8122 %RH	23/05/2019 14:00:01 - 20.0000 °C 41.2437 %RH
20/05/2019 22:00:01 - 28.5000 °C 34.2242 %RH	23/05/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 40.1280 %RH
21/05/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 36.3978 %RH	23/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 38.9210 %RH
21/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 37.6129 %RH	23/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 38.3166 %RH
21/05/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 38.8728 %RH	23/05/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 36.9077 %RH
21/05/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 39.5248 %RH	24/05/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 34.0711 %RH
21/05/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 38.2193 %RH	24/05/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 36.7172 %RH
21/05/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 38.8252 %RH	24/05/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 38.1241 %RH
21/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 38.3166 %RH	24/05/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 38.1241 %RH
21/05/2019 14:00:01 - 25.0000 °C 38.4664 %RH	24/05/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 38.7781 %RH
21/05/2019 16:00:01 - 25.0000 °C 41.0679 %RH	24/05/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH
21/05/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 39.7703 %RH	24/05/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 38.0773 %RH
21/05/2019 20:00:01 - 25.0000 °C 40.4199 %RH	24/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 38.3166 %RH
21/05/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 40.9685 %RH	24/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 35.0277 %RH
22/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 42.1642 %RH	24/05/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 33.0865 %RH
22/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 42.1642 %RH	24/05/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 33.7518 %RH
22/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 42.8082 %RH	24/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 33.6511 %RH
22/05/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 42.7612 %RH	25/05/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 35.4448 %RH
22/05/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 42.7612 %RH	25/05/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 36.2010 %RH
22/05/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 42.7612 %RH	25/05/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 38.1715 %RH
22/05/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 45.2323 %RH	25/05/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH
22/05/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 45.3224 %RH	25/05/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH
22/05/2019 16:00:01 - 26.5000 °C 43.7975 %RH	25/05/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH
22/05/2019 18:00:01 - 26.0000 °C 39.8725 %RH	25/05/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 40.7307 %RH
22/05/2019 20:00:01 - 30.0000 °C 37.6914 %RH	25/05/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 41.3784 %RH
22/05/2019 22:00:01 - 29.0000 °C 37.5802 %RH	25/05/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 41.3784 %RH
23/05/2019 00:00:01 - 25.0000 °C 40.4199 %RH	25/05/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 41.3784 %RH
23/05/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 41.6153 %RH	25/05/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 41.3784 %RH
23/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 42.2120 %RH	25/05/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 42.0246 %RH
23/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 41.5187 %RH	26/05/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 42.0246 %RH

26/05/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 42.0246 %RH	28/05/2019 20:00:01 - 24.5000 °C 41.6645 %RH
26/05/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 41.3784 %RH	28/05/2019 22:00:01 - 25.0000 °C 43.0028 %RH
26/05/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 42.6243 %RH	29/05/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 49.6578 %RH
26/05/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 42.6243 %RH	29/05/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 50.2009 %RH
26/05/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 42.6243 %RH	29/05/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 50.8259 %RH
26/05/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 43.2677 %RH	29/05/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 48.3167 %RH
26/05/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 43.2677 %RH	29/05/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 50.2009 %RH
26/05/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 43.2677 %RH	29/05/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 50.8666 %RH
26/05/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 43.2677 %RH	29/05/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 55.8885 %RH
26/05/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 43.9094 %RH	29/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 59.6518 %RH
26/05/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 43.2677 %RH	29/05/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 57.3256 %RH
27/05/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 43.9094 %RH	29/05/2019 18:00:01 - 24.5000 °C 52.4196 %RH
27/05/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 43.9094 %RH	29/05/2019 20:00:01 - 24.5000 °C 51.1776 %RH
27/05/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 43.9094 %RH	29/05/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 49.0303 %RH
27/05/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 44.5062 %RH	30/05/2019 00:00:01 - 17.0000 °C 52.4397 %RH
27/05/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 44.5062 %RH	30/05/2019 02:00:01 - 20.0000 °C 52.6526 %RH
27/05/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 43.8657 %RH	30/05/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 51.4493 %RH
27/05/2019 12:00:01 - 19.5000 °C 46.9704 %RH	30/05/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 51.4493 %RH
27/05/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 46.5487 %RH	30/05/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 49.5744 %RH
27/05/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 43.9991 %RH	30/05/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 50.8259 %RH
27/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 42.2120 %RH	30/05/2019 12:00:01 - 18.5000 °C 50.0460 %RH
27/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 41.5667 %RH	30/05/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 47.7705 %RH
27/05/2019 22:00:01 - 18.0000 °C 53.7460 %RH	30/05/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 39.4305 %RH
28/05/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 52.6915 %RH	30/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 35.6390 %RH
28/05/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 49.6157 %RH	30/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 34.9779 %RH
28/05/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 48.9879 %RH	30/05/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 32.2180 %RH
28/05/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 49.6157 %RH	31/05/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 37.4215 %RH
28/05/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 49.6157 %RH	31/05/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 39.3842 %RH
28/05/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 48.9879 %RH	31/05/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 40.6849 %RH
28/05/2019 12:00:01 - 16.5000 °C 54.2680 %RH	31/05/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 41.2880 %RH
28/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 52.2816 %RH	31/05/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 41.2880 %RH
28/05/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 42.9041 %RH	31/05/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 41.2880 %RH
28/05/2019 18:00:01 - 24.5000 °C 40.3698 %RH	31/05/2019 12:00:01 - 19.0000 °C 40.5076 %RH

31/05/2019 14:00:01 - 19.5000 °C 41.2000 %RH	03/06/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 50.2009 %RH
31/05/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 43.1802 %RH	03/06/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 49.5744 %RH
31/05/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 44.0449 %RH	03/06/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 47.7276 %RH
31/05/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 43.2677 %RH	03/06/2019 14:00:01 - 20.0000 °C 39.9449 %RH
31/05/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 45.2323 %RH	03/06/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 36.3479 %RH
01/06/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 45.1452 %RH	03/06/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 35.6886 %RH
01/06/2019 02:00:01 - 20.0000 °C 44.4634 %RH	03/06/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 32.4195 %RH
01/06/2019 04:00:01 - 20.0000 °C 45.1027 %RH	03/06/2019 22:00:01 - 24.5000 °C 28.4374 %RH
01/06/2019 06:00:01 - 20.0000 °C 45.1027 %RH	04/06/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 28.7547 %RH
01/06/2019 08:00:01 - 20.0000 °C 44.4634 %RH	04/06/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 32.7387 %RH
01/06/2019 10:00:01 - 20.0000 °C 45.1027 %RH	04/06/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 36.7172 %RH
01/06/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 45.1027 %RH	04/06/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 39.3384 %RH
01/06/2019 14:00:01 - 20.0000 °C 45.1027 %RH	04/06/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 40.6397 %RH
01/06/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 45.1027 %RH	04/06/2019 10:00:01 - 20.0000 °C 46.3766 %RH
01/06/2019 18:00:01 - 20.0000 °C 44.4634 %RH	04/06/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 42.1642 %RH
01/06/2019 20:00:01 - 20.0000 °C 43.8226 %RH	04/06/2019 14:00:01 - 24.5000 °C 41.0179 %RH
01/06/2019 22:00:01 - 20.0000 °C 44.4634 %RH	04/06/2019 16:00:01 - 28.0000 °C 39.4331 %RH
02/06/2019 00:00:01 - 20.0000 °C 44.4634 %RH	04/06/2019 18:00:01 - 31.0000 °C 38.4608 %RH
02/06/2019 02:00:01 - 20.0000 °C 44.4634 %RH	04/06/2019 20:00:01 - 28.5000 °C 39.4875 %RH
02/06/2019 04:00:01 - 20.0000 °C 43.8226 %RH	04/06/2019 22:00:01 - 28.0000 °C 39.4331 %RH
02/06/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 44.5062 %RH	05/06/2019 00:00:01 - 28.0000 °C 38.7807 %RH
02/06/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 45.1452 %RH	05/06/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 41.4713 %RH
02/06/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 45.7826 %RH	05/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 43.3124 %RH
02/06/2019 12:00:01 - 20.5000 °C 46.4184 %RH	05/06/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 44.5497 %RH
02/06/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 47.6855 %RH	05/06/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 45.8255 %RH
02/06/2019 16:00:01 - 20.5000 °C 48.9463 %RH	05/06/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 46.4611 %RH
02/06/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 49.5744 %RH	05/06/2019 12:00:01 - 25.0000 °C 43.0028 %RH
02/06/2019 20:00:01 - 20.5000 °C 48.9463 %RH	05/06/2019 14:00:01 - 32.0000 °C 33.9493 %RH
02/06/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 48.9463 %RH	05/06/2019 16:00:01 - 25.5000 °C 37.8633 %RH
03/06/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 48.9463 %RH	05/06/2019 18:00:01 - 24.5000 °C 39.7200 %RH
03/06/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 48.9463 %RH	05/06/2019 20:00:01 - 25.0000 °C 41.0679 %RH
03/06/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 50.8259 %RH	05/06/2019 22:00:01 - 31.5000 °C 35.8843 %RH
03/06/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 49.5744 %RH	06/06/2019 00:00:01 - 26.5000 °C 39.9245 %RH

06/06/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 43.4981 %RH	08/06/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 57.8414 %RH
06/06/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 44.7308 %RH	08/06/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 57.8414 %RH
06/06/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 46.5937 %RH	09/06/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 57.8414 %RH
06/06/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 47.1823 %RH	09/06/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 57.2349 %RH
06/06/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 49.7008 %RH	09/06/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 57.2349 %RH
06/06/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 49.7008 %RH	09/06/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 57.8414 %RH
06/06/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 50.9508 %RH	09/06/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 56.6268 %RH
06/06/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 50.9508 %RH	09/06/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 57.8414 %RH
06/06/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 52.8141 %RH	09/06/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 57.2349 %RH
06/06/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 54.0909 %RH	09/06/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 58.4464 %RH
06/06/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 52.8569 %RH	09/06/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 59.6518 %RH
07/06/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 53.4747 %RH	09/06/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 58.4464 %RH
07/06/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 53.4747 %RH	09/06/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 56.6268 %RH
07/06/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 54.0909 %RH	09/06/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 53.5630 %RH
07/06/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 55.3187 %RH	10/06/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 52.2816 %RH
07/06/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 54.0909 %RH	10/06/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 51.6609 %RH
07/06/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 55.3187 %RH	10/06/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 51.0840 %RH
07/06/2019 12:00:01 - 25.0000 °C 54.3186 %RH	10/06/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 51.0840 %RH
07/06/2019 14:00:01 - 27.5000 °C 52.7223 %RH	10/06/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 50.4604 %RH
07/06/2019 16:00:01 - 29.0000 °C 47.8842 %RH	10/06/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 49.8352 %RH
07/06/2019 18:00:01 - 28.5000 °C 45.2900 %RH	10/06/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 49.8352 %RH
07/06/2019 20:00:01 - 25.0000 °C 53.7031 %RH	10/06/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 49.8352 %RH
07/06/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 57.8414 %RH	10/06/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 48.5802 %RH
08/06/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 57.2349 %RH	10/06/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 47.2726 %RH
08/06/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 58.4031 %RH	10/06/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 46.6861 %RH
08/06/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 56.5830 %RH	10/06/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 47.2726 %RH
08/06/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 57.7980 %RH	11/06/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 46.0048 %RH
08/06/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 58.3610 %RH	11/06/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 46.0048 %RH
08/06/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 57.7980 %RH	11/06/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 45.3686 %RH
08/06/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 57.7980 %RH	11/06/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 44.0915 %RH
08/06/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 57.7980 %RH	11/06/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 44.6845 %RH
08/06/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 57.7980 %RH	11/06/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 44.6845 %RH
08/06/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 58.4464 %RH	11/06/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 45.9589 %RH

11/06/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 45.3224 %RH	14/06/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 48.4011 %RH
11/06/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 44.6845 %RH	14/06/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 47.7705 %RH
11/06/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 45.3224 %RH	14/06/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 49.0303 %RH
11/06/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 45.3686 %RH	14/06/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 50.2838 %RH
11/06/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 44.7308 %RH	14/06/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 50.9082 %RH
12/06/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 45.9589 %RH	14/06/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 49.6578 %RH
12/06/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 47.2270 %RH	14/06/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 50.9082 %RH
12/06/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 47.2270 %RH	14/06/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 51.5311 %RH
12/06/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 47.2270 %RH	15/06/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 53.3904 %RH
12/06/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 45.9136 %RH	15/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 53.3904 %RH
12/06/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 44.6388 %RH	15/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 54.0071 %RH
12/06/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 45.9136 %RH	15/06/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 53.3904 %RH
12/06/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 45.2770 %RH	15/06/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 53.3904 %RH
12/06/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 44.6388 %RH	15/06/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 53.3498 %RH
12/06/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 43.3578 %RH	15/06/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 53.9667 %RH
12/06/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 42.7149 %RH	15/06/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 53.3498 %RH
12/06/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 42.0705 %RH	15/06/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 53.9667 %RH
13/06/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 41.4246 %RH	15/06/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 52.7313 %RH
13/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 40.7307 %RH	15/06/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 53.3498 %RH
13/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 40.7307 %RH	15/06/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 53.3498 %RH
13/06/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 39.3842 %RH	16/06/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 53.3498 %RH
13/06/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 39.3842 %RH	16/06/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 53.9667 %RH
13/06/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 39.3842 %RH	16/06/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 54.5821 %RH
13/06/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 39.3842 %RH	16/06/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 55.1959 %RH
13/06/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 40.6849 %RH	16/06/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 55.1959 %RH
13/06/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 41.3784 %RH	16/06/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 56.4189 %RH
13/06/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 42.0246 %RH	16/06/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 57.0671 %RH
13/06/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 42.0246 %RH	16/06/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 57.0671 %RH
13/06/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 42.6693 %RH	16/06/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 58.2802 %RH
14/06/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 42.6693 %RH	16/06/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 57.6745 %RH
14/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 45.2323 %RH	16/06/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 57.0671 %RH
14/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 46.5045 %RH	16/06/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 57.0671 %RH
14/06/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 47.7705 %RH	17/06/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 55.8478 %RH

17/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 55.8478 %RH	19/06/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 48.5342 %RH
17/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 55.2358 %RH	19/06/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 49.1626 %RH
17/06/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 54.6222 %RH	19/06/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 49.8352 %RH
17/06/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 54.0071 %RH	19/06/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 48.0453 %RH
17/06/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 54.6222 %RH	19/06/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 44.9236 %RH
17/06/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 56.4987 %RH	19/06/2019 20:00:01 - 25.0000 °C 43.6446 %RH
17/06/2019 14:00:01 - 27.0000 °C 47.0346 %RH	19/06/2019 22:00:01 - 25.0000 °C 44.9236 %RH
17/06/2019 16:00:01 - 25.5000 °C 49.4008 %RH	20/06/2019 00:00:01 - 25.0000 °C 44.2849 %RH
17/06/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 49.3514 %RH	20/06/2019 02:00:01 - 24.5000 °C 45.5116 %RH
17/06/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 49.2085 %RH	20/06/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 46.0991 %RH
17/06/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 49.1176 %RH	20/06/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 45.4632 %RH
18/06/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 45.4632 %RH	20/06/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 46.7334 %RH
18/06/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 50.3703 %RH	20/06/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 49.8818 %RH
18/06/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 50.9943 %RH	20/06/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 46.0991 %RH
18/06/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 50.3266 %RH	20/06/2019 14:00:01 - 24.5000 °C 44.2355 %RH
18/06/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 50.3266 %RH	20/06/2019 16:00:01 - 25.0000 °C 43.6446 %RH
18/06/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 50.9508 %RH	20/06/2019 18:00:01 - 25.5000 °C 43.6949 %RH
18/06/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 49.7447 %RH	20/06/2019 20:00:01 - 25.5000 °C 43.6949 %RH
18/06/2019 14:00:01 - 26.0000 °C 43.1041 %RH	20/06/2019 22:00:01 - 25.5000 °C 43.0531 %RH
18/06/2019 16:00:01 - 28.0000 °C 40.0840 %RH	21/06/2019 00:00:01 - 25.5000 °C 43.6949 %RH
18/06/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 46.7334 %RH	21/06/2019 02:00:01 - 25.0000 °C 43.6446 %RH
18/06/2019 20:00:01 - 24.5000 °C 45.5116 %RH	21/06/2019 04:00:01 - 25.0000 °C 44.9236 %RH
18/06/2019 22:00:01 - 24.5000 °C 44.8743 %RH	21/06/2019 06:00:01 - 25.0000 °C 45.5608 %RH
19/06/2019 00:00:01 - 24.5000 °C 44.2355 %RH	21/06/2019 08:00:01 - 24.5000 °C 46.1474 %RH
19/06/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 44.8258 %RH	21/06/2019 10:00:01 - 25.0000 °C 47.4631 %RH
19/06/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 46.0516 %RH	21/06/2019 12:00:01 - 25.0000 °C 46.8306 %RH
19/06/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 46.6395 %RH	21/06/2019 14:00:01 - 25.5000 °C 47.5128 %RH
19/06/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 48.5342 %RH	

Данные натуральных измерений измерительным компьютерным комплексом iButton Data Logger Revisor (iBDLR), установленным у выхода воздуха у вентканала теплого чердака

Устройство - 412FEB500000001A Гигрограф 0%RH...100%RH iBDL-3 (DS1923-F5)

Данные сохранены: Пятница 21/06/2019 15:27:06

Состояние устройства: в работе

Частота регистрации: 120 мин.

Условия начала измерений: по истечению времени

Кольцевой буфер: отсутствует

Превышения кольцевого буфера: отсутствуют

Первый отсчёт: Понедельник 04/03/2019 14:00:01

Задержка: 0 мин.

Отсчётов в данной сессии: 1309

Всего измерений: 15453

Текущее время Устройства: Пятница 21/06/2019 15:29:30

Канал температуры (°C) - 1 байт.

Верхний температурный предел: 2.0 °C установлен

Нижний температурный предел: 0.0 °C установлен

Выходы за температурные пределы: Верх.

Канал данных (%RH) - 1 байт.

Верхний предел канала данных: 13.51%RH установлен

Нижний предел канала данных: 10.31%RH установлен

Выходы за пределы канала данных: Верх., Нижн.

04/03/2019 12:00:01 - 17.5000 °C 20.3190 %RH	07/03/2019 06:00:01 - 16.0000 °C 35.7455 %RH
04/03/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 21.6037 %RH	07/03/2019 08:00:01 - 17.5000 °C 41.1006 %RH
04/03/2019 16:00:01 - 20.5000 °C 19.9525 %RH	07/03/2019 10:00:01 - 17.0000 °C 41.7065 %RH
04/03/2019 18:00:01 - 16.0000 °C 29.0655 %RH	07/03/2019 12:00:01 - 17.5000 °C 40.4530 %RH
04/03/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 27.5357 %RH	07/03/2019 14:00:01 - 16.5000 °C 39.0696 %RH
04/03/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 26.3358 %RH	07/03/2019 16:00:01 - 17.5000 °C 39.8038 %RH
05/03/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 25.6567 %RH	07/03/2019 18:00:01 - 18.0000 °C 42.4319 %RH
05/03/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 24.2938 %RH	07/03/2019 20:00:01 - 17.5000 °C 43.0346 %RH
05/03/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 23.6102 %RH	07/03/2019 22:00:01 - 17.5000 °C 48.1250 %RH
05/03/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 23.6102 %RH	08/03/2019 00:00:01 - 17.0000 °C 48.7190 %RH
05/03/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 23.6102 %RH	08/03/2019 02:00:01 - 17.0000 °C 46.8247 %RH
05/03/2019 10:00:01 - 15.0000 °C 26.4113 %RH	08/03/2019 04:00:01 - 17.0000 °C 46.1902 %RH
05/03/2019 12:00:01 - 19.5000 °C 38.6757 %RH	08/03/2019 06:00:01 - 17.0000 °C 46.8247 %RH
05/03/2019 14:00:01 - 19.0000 °C 39.2822 %RH	08/03/2019 08:00:01 - 17.5000 °C 45.5919 %RH
05/03/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 35.4463 %RH	08/03/2019 10:00:01 - 14.0000 °C 46.8712 %RH
05/03/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 32.1828 %RH	08/03/2019 12:00:01 - 16.0000 °C 51.1586 %RH
05/03/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 32.2317 %RH	08/03/2019 14:00:01 - 15.5000 °C 53.6133 %RH
05/03/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 32.9948 %RH	08/03/2019 16:00:01 - 17.5000 °C 53.7360 %RH
06/03/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 31.6647 %RH	08/03/2019 18:00:01 - 17.5000 °C 53.7360 %RH
06/03/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 31.6647 %RH	08/03/2019 20:00:01 - 17.5000 °C 54.9663 %RH
06/03/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 29.0373 %RH	08/03/2019 22:00:01 - 17.0000 °C 53.7038 %RH
06/03/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 27.0135 %RH	09/03/2019 00:00:01 - 17.0000 °C 53.0860 %RH
06/03/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 24.9760 %RH	09/03/2019 02:00:01 - 17.5000 °C 52.4997 %RH
06/03/2019 10:00:01 - 20.0000 °C 28.1099 %RH	09/03/2019 04:00:01 - 16.0000 °C 51.7818 %RH
06/03/2019 12:00:01 - 18.0000 °C 34.6013 %RH	09/03/2019 06:00:01 - 17.0000 °C 48.7190 %RH
06/03/2019 14:00:01 - 18.0000 °C 36.5794 %RH	09/03/2019 08:00:01 - 15.5000 °C 46.7189 %RH
06/03/2019 16:00:01 - 18.0000 °C 33.9389 %RH	09/03/2019 10:00:01 - 17.0000 °C 48.0891 %RH
06/03/2019 18:00:01 - 18.5000 °C 34.6471 %RH	09/03/2019 12:00:01 - 16.5000 °C 49.3132 %RH
06/03/2019 20:00:01 - 18.5000 °C 37.2799 %RH	09/03/2019 14:00:01 - 17.0000 °C 49.9743 %RH
06/03/2019 22:00:01 - 18.5000 °C 39.8885 %RH	09/03/2019 16:00:01 - 17.0000 °C 49.3474 %RH
07/03/2019 00:00:01 - 18.5000 °C 39.2387 %RH	09/03/2019 18:00:01 - 17.5000 °C 52.4997 %RH
07/03/2019 02:00:01 - 18.5000 °C 39.8885 %RH	09/03/2019 20:00:01 - 18.0000 °C 53.7692 %RH
07/03/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 35.9666 %RH	09/03/2019 22:00:01 - 17.0000 °C 56.1599 %RH

10/03/2019 00:00:01 - 16.5000 °C 53.6727 %RH	12/03/2019 18:00:01 - 18.0000 °C 45.6303 %RH
10/03/2019 02:00:01 - 16.5000 °C 51.8134 %RH	12/03/2019 20:00:01 - 18.5000 °C 43.7561 %RH
10/03/2019 04:00:01 - 17.0000 °C 53.0860 %RH	12/03/2019 22:00:01 - 18.0000 °C 44.9937 %RH
10/03/2019 06:00:01 - 17.0000 °C 52.4667 %RH	13/03/2019 00:00:01 - 18.0000 °C 47.5312 %RH
10/03/2019 08:00:01 - 16.5000 °C 51.1906 %RH	13/03/2019 02:00:01 - 18.5000 °C 46.3042 %RH
10/03/2019 10:00:01 - 17.0000 °C 54.3201 %RH	13/03/2019 04:00:01 - 18.0000 °C 44.3555 %RH
10/03/2019 12:00:01 - 15.5000 °C 54.2310 %RH	13/03/2019 06:00:01 - 18.5000 °C 43.7561 %RH
10/03/2019 14:00:01 - 16.5000 °C 56.1304 %RH	13/03/2019 08:00:01 - 18.5000 °C 48.8282 %RH
10/03/2019 16:00:01 - 16.5000 °C 55.5183 %RH	13/03/2019 10:00:01 - 19.0000 °C 45.0735 %RH
10/03/2019 18:00:01 - 16.5000 °C 56.1304 %RH	13/03/2019 12:00:01 - 19.0000 °C 43.1567 %RH
10/03/2019 20:00:01 - 17.5000 °C 56.1904 %RH	13/03/2019 14:00:01 - 19.0000 °C 42.5147 %RH
10/03/2019 22:00:01 - 17.5000 °C 58.6206 %RH	13/03/2019 16:00:01 - 19.0000 °C 41.8712 %RH
11/03/2019 00:00:01 - 17.5000 °C 57.4086 %RH	13/03/2019 18:00:01 - 19.0000 °C 41.8712 %RH
11/03/2019 02:00:01 - 17.5000 °C 56.1904 %RH	13/03/2019 20:00:01 - 19.0000 °C 41.8712 %RH
11/03/2019 04:00:01 - 17.5000 °C 55.5791 %RH	13/03/2019 22:00:01 - 18.5000 °C 48.1995 %RH
11/03/2019 06:00:01 - 17.0000 °C 54.3201 %RH	14/03/2019 00:00:01 - 18.0000 °C 48.1618 %RH
11/03/2019 08:00:01 - 17.5000 °C 58.0153 %RH	14/03/2019 02:00:01 - 17.5000 °C 46.8615 %RH
11/03/2019 10:00:01 - 17.5000 °C 53.7360 %RH	14/03/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 46.9375 %RH
11/03/2019 12:00:01 - 18.0000 °C 50.6691 %RH	14/03/2019 06:00:01 - 18.5000 °C 45.0332 %RH
11/03/2019 14:00:01 - 17.5000 °C 48.7545 %RH	14/03/2019 08:00:01 - 18.5000 °C 46.9375 %RH
11/03/2019 16:00:01 - 18.5000 °C 45.0332 %RH	14/03/2019 10:00:01 - 19.0000 °C 45.0735 %RH
11/03/2019 18:00:01 - 18.5000 °C 43.7561 %RH	14/03/2019 12:00:01 - 19.0000 °C 44.4360 %RH
11/03/2019 20:00:01 - 18.0000 °C 49.4185 %RH	14/03/2019 14:00:01 - 19.0000 °C 41.8712 %RH
11/03/2019 22:00:01 - 18.5000 °C 50.0811 %RH	14/03/2019 16:00:01 - 19.0000 °C 40.5798 %RH
12/03/2019 00:00:01 - 18.0000 °C 50.0446 %RH	14/03/2019 18:00:01 - 19.0000 °C 39.2822 %RH
12/03/2019 02:00:01 - 18.0000 °C 49.4185 %RH	14/03/2019 20:00:01 - 19.0000 °C 41.8712 %RH
12/03/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 49.4554 %RH	14/03/2019 22:00:01 - 19.0000 °C 47.6080 %RH
12/03/2019 06:00:01 - 18.0000 °C 46.2655 %RH	15/03/2019 00:00:01 - 19.0000 °C 48.2379 %RH
12/03/2019 08:00:01 - 18.5000 °C 48.1995 %RH	15/03/2019 02:00:01 - 19.0000 °C 46.3438 %RH
12/03/2019 10:00:01 - 18.0000 °C 47.5312 %RH	15/03/2019 04:00:01 - 19.0000 °C 45.0735 %RH
12/03/2019 12:00:01 - 18.5000 °C 42.4730 %RH	15/03/2019 06:00:01 - 19.0000 °C 44.4360 %RH
12/03/2019 14:00:01 - 17.5000 °C 43.6762 %RH	15/03/2019 08:00:01 - 19.0000 °C 46.9767 %RH
12/03/2019 16:00:01 - 18.0000 °C 43.7158 %RH	15/03/2019 10:00:01 - 18.5000 °C 46.9375 %RH

15/03/2019 12:00:01 - 18.5000 °C 45.6695 %RH	18/03/2019 06:00:01 - 19.0000 °C 45.0735 %RH
15/03/2019 14:00:01 - 18.5000 °C 45.0332 %RH	18/03/2019 08:00:01 - 19.0000 °C 46.3438 %RH
15/03/2019 16:00:01 - 18.5000 °C 45.6695 %RH	18/03/2019 10:00:01 - 19.5000 °C 45.7500 %RH
15/03/2019 18:00:01 - 19.0000 °C 44.4360 %RH	18/03/2019 12:00:01 - 19.0000 °C 47.6080 %RH
15/03/2019 20:00:01 - 19.0000 °C 45.7094 %RH	18/03/2019 14:00:01 - 19.5000 °C 47.6477 %RH
15/03/2019 22:00:01 - 19.0000 °C 49.4931 %RH	18/03/2019 16:00:01 - 19.5000 °C 47.0166 %RH
16/03/2019 00:00:01 - 19.0000 °C 50.1184 %RH	18/03/2019 18:00:01 - 18.0000 °C 49.4185 %RH
16/03/2019 02:00:01 - 18.5000 °C 46.9375 %RH	18/03/2019 20:00:01 - 19.5000 °C 47.6477 %RH
16/03/2019 04:00:01 - 19.5000 °C 46.3841 %RH	18/03/2019 22:00:01 - 18.0000 °C 50.6691 %RH
16/03/2019 06:00:01 - 19.0000 °C 45.0735 %RH	19/03/2019 00:00:01 - 18.0000 °C 51.9137 %RH
16/03/2019 08:00:01 - 19.5000 °C 44.4774 %RH	19/03/2019 02:00:01 - 17.5000 °C 50.0090 %RH
16/03/2019 10:00:01 - 19.5000 °C 44.4774 %RH	19/03/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 51.3279 %RH
16/03/2019 12:00:01 - 19.5000 °C 43.8388 %RH	19/03/2019 06:00:01 - 18.5000 °C 48.1995 %RH
16/03/2019 14:00:01 - 19.5000 °C 43.1987 %RH	19/03/2019 08:00:01 - 19.0000 °C 50.7423 %RH
16/03/2019 16:00:01 - 19.5000 °C 46.3841 %RH	19/03/2019 10:00:01 - 19.0000 °C 49.4931 %RH
16/03/2019 18:00:01 - 19.5000 °C 44.4774 %RH	19/03/2019 12:00:01 - 18.0000 °C 48.7909 %RH
16/03/2019 20:00:01 - 19.5000 °C 44.4774 %RH	19/03/2019 14:00:01 - 18.0000 °C 49.4185 %RH
16/03/2019 22:00:01 - 20.0000 °C 46.4251 %RH	19/03/2019 16:00:01 - 18.0000 °C 47.5312 %RH
17/03/2019 00:00:01 - 20.0000 °C 47.0574 %RH	19/03/2019 18:00:01 - 19.5000 °C 46.3841 %RH
17/03/2019 02:00:01 - 20.0000 °C 46.4251 %RH	19/03/2019 20:00:01 - 19.0000 °C 50.1184 %RH
17/03/2019 04:00:01 - 20.0000 °C 43.2414 %RH	19/03/2019 22:00:01 - 19.5000 °C 49.5317 %RH
17/03/2019 06:00:01 - 20.0000 °C 41.3130 %RH	20/03/2019 00:00:01 - 19.5000 °C 50.1567 %RH
17/03/2019 08:00:01 - 20.0000 °C 40.6672 %RH	20/03/2019 02:00:01 - 19.5000 °C 49.5317 %RH
17/03/2019 10:00:01 - 20.0000 °C 42.6001 %RH	20/03/2019 04:00:01 - 19.5000 °C 48.9052 %RH
17/03/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 47.0574 %RH	20/03/2019 06:00:01 - 19.5000 °C 47.0166 %RH
17/03/2019 14:00:01 - 20.0000 °C 47.0574 %RH	20/03/2019 08:00:01 - 19.5000 °C 49.5317 %RH
17/03/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 47.0574 %RH	20/03/2019 10:00:01 - 20.0000 °C 47.6881 %RH
17/03/2019 18:00:01 - 20.0000 °C 46.4251 %RH	20/03/2019 12:00:01 - 19.5000 °C 45.7500 %RH
17/03/2019 20:00:01 - 20.0000 °C 47.6881 %RH	20/03/2019 14:00:01 - 19.5000 °C 43.8388 %RH
17/03/2019 22:00:01 - 20.0000 °C 50.8190 %RH	20/03/2019 16:00:01 - 19.5000 °C 42.5571 %RH
18/03/2019 00:00:01 - 20.0000 °C 50.1959 %RH	20/03/2019 18:00:01 - 19.0000 °C 43.7971 %RH
18/03/2019 02:00:01 - 19.5000 °C 48.2772 %RH	20/03/2019 20:00:01 - 17.0000 °C 42.3516 %RH
18/03/2019 04:00:01 - 19.0000 °C 46.9767 %RH	20/03/2019 22:00:01 - 16.0000 °C 44.2028 %RH

21/03/2019 00:00:01 - 17.0000 °C 49.3474 %RH	23/03/2019 18:00:01 - 17.5000 °C 41.7468 %RH
21/03/2019 02:00:01 - 19.0000 °C 50.1184 %RH	23/03/2019 20:00:01 - 18.0000 °C 46.2655 %RH
21/03/2019 04:00:01 - 19.0000 °C 48.2379 %RH	23/03/2019 22:00:01 - 18.5000 °C 49.4554 %RH
21/03/2019 06:00:01 - 18.5000 °C 48.1995 %RH	24/03/2019 00:00:01 - 18.5000 °C 51.3279 %RH
21/03/2019 08:00:01 - 19.0000 °C 49.4931 %RH	24/03/2019 02:00:01 - 19.0000 °C 50.1184 %RH
21/03/2019 10:00:01 - 19.0000 °C 49.4931 %RH	24/03/2019 04:00:01 - 19.0000 °C 48.8663 %RH
21/03/2019 12:00:01 - 19.0000 °C 47.6080 %RH	24/03/2019 06:00:01 - 19.0000 °C 46.9767 %RH
21/03/2019 14:00:01 - 19.0000 °C 45.7094 %RH	24/03/2019 08:00:01 - 19.0000 °C 46.3438 %RH
21/03/2019 16:00:01 - 19.5000 °C 43.8388 %RH	24/03/2019 10:00:01 - 19.0000 °C 46.9767 %RH
21/03/2019 18:00:01 - 19.5000 °C 43.8388 %RH	24/03/2019 12:00:01 - 19.0000 °C 49.4931 %RH
21/03/2019 20:00:01 - 19.5000 °C 46.3841 %RH	24/03/2019 14:00:01 - 19.0000 °C 46.3438 %RH
21/03/2019 22:00:01 - 19.5000 °C 48.9052 %RH	24/03/2019 16:00:01 - 19.5000 °C 44.4774 %RH
22/03/2019 00:00:01 - 19.5000 °C 48.2772 %RH	24/03/2019 18:00:01 - 19.0000 °C 41.8712 %RH
22/03/2019 02:00:01 - 19.5000 °C 48.9052 %RH	24/03/2019 20:00:01 - 19.0000 °C 45.7094 %RH
22/03/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 47.5692 %RH	24/03/2019 22:00:01 - 19.5000 °C 50.7802 %RH
22/03/2019 06:00:01 - 18.5000 °C 48.1995 %RH	25/03/2019 00:00:01 - 19.5000 °C 50.1567 %RH
22/03/2019 08:00:01 - 18.5000 °C 48.1995 %RH	25/03/2019 02:00:01 - 19.5000 °C 48.9052 %RH
22/03/2019 10:00:01 - 18.5000 °C 43.7561 %RH	25/03/2019 04:00:01 - 19.5000 °C 44.4774 %RH
22/03/2019 12:00:01 - 17.5000 °C 39.8038 %RH	25/03/2019 06:00:01 - 19.5000 °C 43.1987 %RH
22/03/2019 14:00:01 - 17.5000 °C 35.8769 %RH	25/03/2019 08:00:01 - 19.5000 °C 46.3841 %RH
22/03/2019 16:00:01 - 17.5000 °C 37.1919 %RH	25/03/2019 10:00:01 - 19.5000 °C 47.6477 %RH
22/03/2019 18:00:01 - 18.0000 °C 39.8459 %RH	25/03/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 44.5194 %RH
22/03/2019 20:00:01 - 18.5000 °C 43.7561 %RH	25/03/2019 14:00:01 - 20.0000 °C 45.1562 %RH
22/03/2019 22:00:01 - 18.0000 °C 43.0746 %RH	25/03/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 41.9573 %RH
23/03/2019 00:00:01 - 18.5000 °C 45.0332 %RH	25/03/2019 18:00:01 - 20.0000 °C 41.9573 %RH
23/03/2019 02:00:01 - 18.5000 °C 45.6695 %RH	25/03/2019 20:00:01 - 20.0000 °C 44.5194 %RH
23/03/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 48.8282 %RH	25/03/2019 22:00:01 - 20.0000 °C 47.6881 %RH
23/03/2019 06:00:01 - 19.0000 °C 45.0735 %RH	26/03/2019 00:00:01 - 20.0000 °C 45.7914 %RH
23/03/2019 08:00:01 - 18.5000 °C 45.6695 %RH	26/03/2019 02:00:01 - 19.5000 °C 45.1144 %RH
23/03/2019 10:00:01 - 18.5000 °C 45.0332 %RH	26/03/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 45.6695 %RH
23/03/2019 12:00:01 - 18.0000 °C 45.6303 %RH	26/03/2019 06:00:01 - 20.0000 °C 41.9573 %RH
23/03/2019 14:00:01 - 18.0000 °C 46.2655 %RH	26/03/2019 08:00:01 - 19.5000 °C 46.3841 %RH
23/03/2019 16:00:01 - 17.5000 °C 42.3914 %RH	26/03/2019 10:00:01 - 19.5000 °C 45.1144 %RH

26/03/2019 12:00:01 - 19.0000 °C 43.7971 %RH	29/03/2019 06:00:01 - 20.0000 °C 45.1562 %RH
26/03/2019 14:00:01 - 19.5000 °C 41.9139 %RH	29/03/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 47.0989 %RH
26/03/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 41.9573 %RH	29/03/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 45.1986 %RH
26/03/2019 18:00:01 - 19.5000 °C 42.5571 %RH	29/03/2019 12:00:01 - 20.5000 °C 44.5621 %RH
26/03/2019 20:00:01 - 19.5000 °C 43.1987 %RH	29/03/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 43.9242 %RH
26/03/2019 22:00:01 - 19.5000 °C 44.4774 %RH	29/03/2019 16:00:01 - 20.5000 °C 43.2847 %RH
27/03/2019 00:00:01 - 19.5000 °C 45.1144 %RH	29/03/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 42.6437 %RH
27/03/2019 02:00:01 - 18.5000 °C 40.5369 %RH	29/03/2019 20:00:01 - 20.5000 °C 44.5621 %RH
27/03/2019 04:00:01 - 18.5000 °C 38.5873 %RH	29/03/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 45.1986 %RH
27/03/2019 06:00:01 - 18.5000 °C 37.9344 %RH	30/03/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 46.4670 %RH
27/03/2019 08:00:01 - 18.5000 °C 38.5873 %RH	30/03/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 46.4670 %RH
27/03/2019 10:00:01 - 18.5000 °C 39.2387 %RH	30/03/2019 04:00:01 - 20.0000 °C 45.7914 %RH
27/03/2019 12:00:01 - 18.5000 °C 39.2387 %RH	30/03/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 47.0989 %RH
27/03/2019 14:00:01 - 19.0000 °C 39.9318 %RH	30/03/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 44.6056 %RH
27/03/2019 16:00:01 - 19.0000 °C 41.2263 %RH	30/03/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 45.2418 %RH
27/03/2019 18:00:01 - 19.5000 °C 38.6757 %RH	30/03/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 44.6056 %RH
27/03/2019 20:00:01 - 19.5000 °C 39.9755 %RH	30/03/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 43.3287 %RH
27/03/2019 22:00:01 - 19.5000 °C 41.2693 %RH	30/03/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 43.3287 %RH
28/03/2019 00:00:01 - 19.5000 °C 44.4774 %RH	30/03/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 43.3287 %RH
28/03/2019 02:00:01 - 19.5000 °C 41.2693 %RH	30/03/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 42.0458 %RH
28/03/2019 04:00:01 - 20.0000 °C 38.7207 %RH	30/03/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 42.7330 %RH
28/03/2019 06:00:01 - 20.0000 °C 38.7207 %RH	31/03/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 42.0911 %RH
28/03/2019 08:00:01 - 20.0000 °C 43.2414 %RH	31/03/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 44.0124 %RH
28/03/2019 10:00:01 - 20.0000 °C 40.6672 %RH	31/03/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 45.2857 %RH
28/03/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 40.6672 %RH	31/03/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 44.6056 %RH
28/03/2019 14:00:01 - 20.0000 °C 39.3710 %RH	31/03/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 43.3287 %RH
28/03/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 39.3710 %RH	31/03/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 44.6498 %RH
28/03/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 41.3572 %RH	31/03/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 47.1844 %RH
28/03/2019 20:00:01 - 20.0000 °C 41.9573 %RH	31/03/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 46.5096 %RH
28/03/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 44.5621 %RH	31/03/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH
29/03/2019 00:00:01 - 20.0000 °C 45.7914 %RH	31/03/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 42.0911 %RH
29/03/2019 02:00:01 - 20.0000 °C 45.7914 %RH	31/03/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 42.7330 %RH
29/03/2019 04:00:01 - 20.0000 °C 47.0574 %RH	31/03/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 51.5206 %RH

01/04/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 47.0989 %RH	03/04/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 33.5599 %RH
01/04/2019 02:00:01 - 20.0000 °C 49.5712 %RH	03/04/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 38.1609 %RH
01/04/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 43.9242 %RH	03/04/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 39.4619 %RH
01/04/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 41.3572 %RH	04/04/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 40.1102 %RH
01/04/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 44.6056 %RH	04/04/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 38.1609 %RH
01/04/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 43.2847 %RH	04/04/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 38.1609 %RH
01/04/2019 12:00:01 - 20.5000 °C 40.7117 %RH	04/04/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 35.5408 %RH
01/04/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 40.7569 %RH	04/04/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 38.8122 %RH
01/04/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 38.8122 %RH	04/04/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 36.1981 %RH
01/04/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 38.1609 %RH	04/04/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 35.5408 %RH
01/04/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 40.1102 %RH	04/04/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 32.9455 %RH
01/04/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH	04/04/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 30.9473 %RH
02/04/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 45.2418 %RH	04/04/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 32.9455 %RH
02/04/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH	04/04/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 33.6086 %RH
02/04/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 42.0458 %RH	04/04/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 35.5887 %RH
02/04/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 41.3572 %RH	05/04/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 39.5082 %RH
02/04/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 43.3287 %RH	05/04/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 37.5552 %RH
02/04/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 42.6880 %RH	05/04/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 35.5887 %RH
02/04/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 41.4021 %RH	05/04/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 34.2701 %RH
02/04/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 38.1609 %RH	05/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 36.2938 %RH
02/04/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 38.8122 %RH	05/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 33.6576 %RH
02/04/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 37.4616 %RH	05/04/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 32.3305 %RH
02/04/2019 20:00:01 - 20.5000 °C 38.7662 %RH	05/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 32.3305 %RH
02/04/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 42.0458 %RH	05/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 30.3285 %RH
03/04/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH	05/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 30.3285 %RH
03/04/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH	05/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 31.0477 %RH
03/04/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 40.7569 %RH	05/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 35.0277 %RH
03/04/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 42.0012 %RH	06/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 37.6508 %RH
03/04/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 45.2418 %RH	06/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 35.6857 %RH
03/04/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 40.7569 %RH	06/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 35.0277 %RH
03/04/2019 12:00:01 - 20.5000 °C 40.0647 %RH	06/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 35.0277 %RH
03/04/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 36.1981 %RH	06/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 33.7070 %RH
03/04/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 33.5599 %RH	06/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 35.6857 %RH

06/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 35.0277 %RH	09/04/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 37.5552 %RH
06/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 31.0477 %RH	09/04/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 39.4619 %RH
06/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 27.6896 %RH	09/04/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 42.0911 %RH
06/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 28.3642 %RH	09/04/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 39.5082 %RH
06/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 30.3791 %RH	09/04/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 40.8026 %RH
06/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 31.0983 %RH	09/04/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 36.9012 %RH
07/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 31.7652 %RH	09/04/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 38.8587 %RH
07/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 31.7652 %RH	09/04/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 40.8026 %RH
07/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH	09/04/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 42.7330 %RH
07/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 31.0983 %RH	10/04/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 46.5096 %RH
07/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 31.7652 %RH	10/04/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 43.2847 %RH
07/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH	10/04/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 41.4021 %RH
07/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH	10/04/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 41.4021 %RH
07/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH	10/04/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 42.7330 %RH
07/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 31.0983 %RH	10/04/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 40.8026 %RH
07/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 30.4299 %RH	10/04/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 41.4476 %RH
07/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 31.7652 %RH	10/04/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 41.4021 %RH
07/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH	10/04/2019 16:00:01 - 19.5000 °C 39.3264 %RH
08/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 38.3512 %RH	10/04/2019 18:00:01 - 18.0000 °C 37.2357 %RH
08/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH	10/04/2019 20:00:01 - 18.0000 °C 37.8905 %RH
08/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 34.4177 %RH	10/04/2019 22:00:01 - 17.0000 °C 37.8043 %RH
08/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH	11/04/2019 00:00:01 - 17.0000 °C 37.8043 %RH
08/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 35.7349 %RH	11/04/2019 02:00:01 - 16.0000 °C 36.4052 %RH
08/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 36.3912 %RH	11/04/2019 04:00:01 - 16.0000 °C 37.0633 %RH
08/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	11/04/2019 06:00:01 - 15.0000 °C 36.2641 %RH
08/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 36.9973 %RH	11/04/2019 08:00:01 - 15.0000 °C 36.9090 %RH
08/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 37.6508 %RH	11/04/2019 10:00:01 - 15.0000 °C 36.2641 %RH
08/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 36.3423 %RH	11/04/2019 12:00:01 - 14.5000 °C 34.2447 %RH
08/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 38.3029 %RH	11/04/2019 14:00:01 - 14.5000 °C 32.9417 %RH
08/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 42.8249 %RH	11/04/2019 16:00:01 - 15.0000 °C 37.5525 %RH
09/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 43.4649 %RH	11/04/2019 18:00:01 - 17.0000 °C 46.8247 %RH
09/04/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 43.3734 %RH	11/04/2019 20:00:01 - 17.5000 °C 47.4940 %RH
09/04/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 39.5082 %RH	11/04/2019 22:00:01 - 17.5000 °C 49.3825 %RH

12/04/2019 00:00:01 - 17.5000 °C 48.7545 %RH	14/04/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 34.2217 %RH
12/04/2019 02:00:01 - 17.5000 °C 46.2275 %RH	14/04/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 34.2217 %RH
12/04/2019 04:00:01 - 17.5000 °C 44.9548 %RH	14/04/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 38.1609 %RH
12/04/2019 06:00:01 - 18.0000 °C 44.3555 %RH	15/04/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 38.8122 %RH
12/04/2019 08:00:01 - 18.0000 °C 47.5312 %RH	15/04/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 37.5081 %RH
12/04/2019 10:00:01 - 18.5000 °C 44.3954 %RH	15/04/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 34.8820 %RH
12/04/2019 12:00:01 - 18.5000 °C 41.8291 %RH	15/04/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 34.2217 %RH
12/04/2019 14:00:01 - 18.5000 °C 40.5369 %RH	15/04/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 36.1981 %RH
12/04/2019 16:00:01 - 18.5000 °C 39.8885 %RH	15/04/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 35.5408 %RH
12/04/2019 18:00:01 - 19.0000 °C 39.2822 %RH	15/04/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 34.8820 %RH
12/04/2019 20:00:01 - 19.0000 °C 40.5798 %RH	15/04/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 33.6086 %RH
12/04/2019 22:00:01 - 19.0000 °C 42.5147 %RH	15/04/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 34.2701 %RH
13/04/2019 00:00:01 - 19.0000 °C 41.8712 %RH	15/04/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 32.9455 %RH
13/04/2019 02:00:01 - 19.0000 °C 41.8712 %RH	15/04/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 32.9455 %RH
13/04/2019 04:00:01 - 19.5000 °C 39.9755 %RH	15/04/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 38.8587 %RH
13/04/2019 06:00:01 - 19.5000 °C 39.3264 %RH	16/04/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 37.5552 %RH
13/04/2019 08:00:01 - 19.5000 °C 40.6232 %RH	16/04/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 35.5887 %RH
13/04/2019 10:00:01 - 19.5000 °C 43.1987 %RH	16/04/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 34.2701 %RH
13/04/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 40.6672 %RH	16/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 34.3189 %RH
13/04/2019 14:00:01 - 20.0000 °C 40.0198 %RH	16/04/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH
13/04/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 40.0198 %RH	16/04/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 37.6028 %RH
13/04/2019 18:00:01 - 20.0000 °C 40.0198 %RH	16/04/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 34.9787 %RH
13/04/2019 20:00:01 - 20.0000 °C 40.0198 %RH	16/04/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 33.6576 %RH
13/04/2019 22:00:01 - 20.0000 °C 40.6672 %RH	16/04/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 33.6576 %RH
14/04/2019 00:00:01 - 20.0000 °C 41.3130 %RH	16/04/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 32.3305 %RH
14/04/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 40.0647 %RH	16/04/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 33.6576 %RH
14/04/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 39.4162 %RH	16/04/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 38.2550 %RH
14/04/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 38.1146 %RH	17/04/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 40.2028 %RH
14/04/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 38.1146 %RH	17/04/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH
14/04/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 38.7662 %RH	17/04/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 36.2938 %RH
14/04/2019 12:00:01 - 20.5000 °C 38.1146 %RH	17/04/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 36.2938 %RH
14/04/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 36.8070 %RH	17/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 38.9534 %RH
14/04/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 34.2217 %RH	17/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 36.3423 %RH

17/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 35.6857 %RH	20/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH
17/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 34.3681 %RH	20/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH
17/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 33.7070 %RH	20/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH
17/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 33.0444 %RH	20/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH
17/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 35.0277 %RH	20/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH
17/04/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 36.3423 %RH	20/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 31.7652 %RH
18/04/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 38.3029 %RH	20/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH
18/04/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 36.9973 %RH	20/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH
18/04/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 36.3423 %RH	20/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 36.3912 %RH
18/04/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 35.0277 %RH	21/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 38.3512 %RH
18/04/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 38.3029 %RH	21/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH
18/04/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 35.6857 %RH	21/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH
18/04/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 36.3423 %RH	21/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH
18/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 34.3681 %RH	21/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH
18/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 33.0444 %RH	21/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 35.7349 %RH
18/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH	21/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 34.4177 %RH
18/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 31.7652 %RH	21/04/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 34.3681 %RH
18/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	21/04/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 31.0477 %RH
19/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 36.3912 %RH	21/04/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 30.3791 %RH
19/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH	21/04/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 32.3804 %RH
19/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH	21/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH
19/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH	22/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 36.3912 %RH
19/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH	22/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 34.4177 %RH
19/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 34.4177 %RH	22/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH
19/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH	22/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH
19/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 31.0983 %RH	22/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 35.7349 %RH
19/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 31.7652 %RH	22/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 34.4177 %RH
19/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH	22/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH
19/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH	22/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 31.7652 %RH
19/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH	22/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 30.4299 %RH
20/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 34.4177 %RH	22/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 30.4299 %RH
20/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 35.7349 %RH	22/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH
20/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH	22/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH

23/04/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 39.0015 %RH	25/04/2019 18:00:01 - 24.5000 °C 30.5839 %RH
23/04/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	25/04/2019 20:00:01 - 24.5000 °C 30.5839 %RH
23/04/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 36.3912 %RH	25/04/2019 22:00:01 - 24.5000 °C 31.2518 %RH
23/04/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH	26/04/2019 00:00:01 - 24.5000 °C 33.2465 %RH
23/04/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 39.6989 %RH	26/04/2019 02:00:01 - 24.5000 °C 31.9182 %RH
23/04/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 38.4001 %RH	26/04/2019 04:00:01 - 24.5000 °C 31.9182 %RH
23/04/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 39.0502 %RH	26/04/2019 06:00:01 - 24.5000 °C 31.2518 %RH
23/04/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 37.7484 %RH	26/04/2019 08:00:01 - 24.5000 °C 33.2465 %RH
23/04/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 35.7845 %RH	26/04/2019 10:00:01 - 24.5000 °C 32.5831 %RH
23/04/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 35.1268 %RH	26/04/2019 12:00:01 - 24.5000 °C 34.5687 %RH
23/04/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 36.4406 %RH	26/04/2019 14:00:01 - 24.5000 °C 34.5687 %RH
23/04/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 37.7484 %RH	26/04/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 35.2276 %RH
24/04/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 37.0953 %RH	26/04/2019 18:00:01 - 24.5000 °C 35.8850 %RH
24/04/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 37.0953 %RH	26/04/2019 20:00:01 - 24.5000 °C 35.2276 %RH
24/04/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 37.0953 %RH	26/04/2019 22:00:01 - 24.5000 °C 34.5687 %RH
24/04/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 36.4406 %RH	27/04/2019 00:00:01 - 24.5000 °C 35.2276 %RH
24/04/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 38.4495 %RH	27/04/2019 02:00:01 - 24.5000 °C 35.2276 %RH
24/04/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 37.0953 %RH	27/04/2019 04:00:01 - 24.5000 °C 33.2465 %RH
24/04/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 37.0953 %RH	27/04/2019 06:00:01 - 24.5000 °C 31.2518 %RH
24/04/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 34.4676 %RH	27/04/2019 08:00:01 - 24.5000 °C 33.2465 %RH
24/04/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 32.4810 %RH	27/04/2019 10:00:01 - 24.5000 °C 32.5831 %RH
24/04/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 31.2003 %RH	27/04/2019 12:00:01 - 24.5000 °C 33.9083 %RH
24/04/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 31.8668 %RH	27/04/2019 14:00:01 - 24.5000 °C 32.5831 %RH
24/04/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 32.5319 %RH	27/04/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 32.5831 %RH
25/04/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 34.5180 %RH	27/04/2019 18:00:01 - 24.5000 °C 33.2465 %RH
25/04/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 33.1954 %RH	27/04/2019 20:00:01 - 24.5000 °C 33.2465 %RH
25/04/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 31.8668 %RH	27/04/2019 22:00:01 - 24.5000 °C 31.2518 %RH
25/04/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 31.2003 %RH	28/04/2019 00:00:01 - 24.5000 °C 31.9182 %RH
25/04/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 34.5180 %RH	28/04/2019 02:00:01 - 24.5000 °C 29.9144 %RH
25/04/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 32.5319 %RH	28/04/2019 04:00:01 - 24.5000 °C 27.8972 %RH
25/04/2019 12:00:01 - 24.5000 °C 31.2518 %RH	28/04/2019 06:00:01 - 24.5000 °C 27.2218 %RH
25/04/2019 14:00:01 - 24.5000 °C 30.5839 %RH	28/04/2019 08:00:01 - 24.5000 °C 27.2218 %RH
25/04/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 30.5839 %RH	28/04/2019 10:00:01 - 24.5000 °C 27.8972 %RH

28/04/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 29.1917 %RH	01/05/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 29.1400 %RH
28/04/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 27.8450 %RH	01/05/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 29.1400 %RH
28/04/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 27.1694 %RH	01/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 30.4809 %RH
28/04/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 25.8138 %RH	01/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 29.1400 %RH
28/04/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 27.1694 %RH	01/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 30.4809 %RH
28/04/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 30.5323 %RH	01/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 28.4673 %RH
29/04/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 31.2003 %RH	01/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 27.1173 %RH
29/04/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 31.8668 %RH	01/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 26.4400 %RH
29/04/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 28.5191 %RH	01/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 27.1173 %RH
29/04/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 27.1694 %RH	02/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 29.8112 %RH
29/04/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 29.1400 %RH	02/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 29.8112 %RH
29/04/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 27.7930 %RH	02/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 29.1400 %RH
29/04/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 27.7930 %RH	02/05/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 28.4673 %RH
29/04/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 27.7930 %RH	02/05/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 29.1400 %RH
29/04/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 27.7930 %RH	02/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 31.8158 %RH
29/04/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 27.7930 %RH	02/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 32.4810 %RH
29/04/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 28.4673 %RH	02/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 31.8158 %RH
29/04/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 32.4810 %RH	02/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 34.4676 %RH
30/04/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 34.4676 %RH	02/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 37.0953 %RH
30/04/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 31.8158 %RH	02/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 38.4001 %RH
30/04/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 30.4809 %RH	02/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 40.3460 %RH
30/04/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 30.4809 %RH	03/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 38.4001 %RH
30/04/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH	03/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 35.7845 %RH
30/04/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 31.0983 %RH	03/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 33.8069 %RH
30/04/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 30.4299 %RH	03/05/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 33.1447 %RH
30/04/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 29.0886 %RH	03/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH
30/04/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 29.0886 %RH	03/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH
30/04/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 29.0886 %RH	03/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 34.4177 %RH
30/04/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 29.7600 %RH	03/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH
30/04/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 32.4305 %RH	03/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH
01/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 32.4810 %RH	03/05/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 33.0444 %RH
01/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 31.0983 %RH	03/05/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 35.0277 %RH
01/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 29.8112 %RH	03/05/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 35.6857 %RH

04/05/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 35.6857 %RH	06/05/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 35.6370 %RH
04/05/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 35.6857 %RH	06/05/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 36.2938 %RH
04/05/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 34.3189 %RH	06/05/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 36.9490 %RH
04/05/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 32.3305 %RH	07/05/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH
04/05/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 32.3305 %RH	07/05/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 38.2550 %RH
04/05/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 32.9948 %RH	07/05/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 37.6028 %RH
04/05/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 34.9787 %RH	07/05/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 37.6508 %RH
04/05/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 31.6647 %RH	07/05/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 41.5404 %RH
04/05/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 30.3285 %RH	07/05/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 38.9534 %RH
04/05/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 31.6647 %RH	07/05/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 39.6024 %RH
04/05/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 32.3305 %RH	07/05/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 39.6024 %RH
04/05/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 36.2938 %RH	07/05/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 39.6024 %RH
05/05/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH	07/05/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 39.5550 %RH
05/05/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 37.6028 %RH	07/05/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 40.8490 %RH
05/05/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 36.2938 %RH	07/05/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 42.7786 %RH
05/05/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 34.9787 %RH	08/05/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 45.3758 %RH
05/05/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 34.9787 %RH	08/05/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 42.1369 %RH
05/05/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 36.9490 %RH	08/05/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 40.2028 %RH
05/05/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 37.6028 %RH	08/05/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 38.2550 %RH
05/05/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 36.9490 %RH	08/05/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 40.2028 %RH
05/05/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 36.9490 %RH	08/05/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH
05/05/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 34.9787 %RH	08/05/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 37.6028 %RH
05/05/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 37.6028 %RH	08/05/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 35.6370 %RH
05/05/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH	08/05/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 34.3189 %RH
06/05/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 39.5550 %RH	08/05/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 32.9948 %RH
06/05/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 38.2550 %RH	08/05/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 30.9974 %RH
06/05/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 36.9490 %RH	08/05/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 34.3189 %RH
06/05/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 36.9490 %RH	09/05/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 34.3189 %RH
06/05/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH	09/05/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 33.7070 %RH
06/05/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH	09/05/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 33.0444 %RH
06/05/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 39.5550 %RH	09/05/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 33.0444 %RH
06/05/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 35.5408 %RH	09/05/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 33.7070 %RH
06/05/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 36.9490 %RH	09/05/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 34.3681 %RH

09/05/2019 12:00:01 - 22.5000 °C 35.0277 %RH	12/05/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 44.8816 %RH
09/05/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 33.0444 %RH	12/05/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 45.5165 %RH
09/05/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 31.0477 %RH	12/05/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 45.5165 %RH
09/05/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 31.0477 %RH	12/05/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 49.2945 %RH
09/05/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 31.0477 %RH	12/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 49.2477 %RH
09/05/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 31.0477 %RH	12/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 47.3651 %RH
10/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH	12/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 46.1024 %RH
10/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 36.3912 %RH	12/05/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 45.5165 %RH
10/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH	12/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 45.4688 %RH
10/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH	13/05/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 48.0412 %RH
10/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	13/05/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 46.1499 %RH
10/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 41.5878 %RH	13/05/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 44.8816 %RH
10/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 43.5116 %RH	13/05/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 42.3268 %RH
10/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 47.9479 %RH	13/05/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 42.9677 %RH
10/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 51.1169 %RH	13/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 40.9916 %RH
10/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 51.1169 %RH	13/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 40.3460 %RH
10/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 48.6217 %RH	13/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 40.9916 %RH
10/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 46.7345 %RH	13/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 41.6357 %RH
11/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 46.1024 %RH	13/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 39.6989 %RH
11/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 46.1024 %RH	13/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 40.3460 %RH
11/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 46.1024 %RH	13/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 39.0502 %RH
11/05/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 46.1024 %RH	14/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 39.6989 %RH
11/05/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 47.4123 %RH	14/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 39.0502 %RH
11/05/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 47.4123 %RH	14/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 38.4001 %RH
11/05/2019 12:00:01 - 24.0000 °C 49.9189 %RH	14/05/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 39.0502 %RH
11/05/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 48.6686 %RH	14/05/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 40.3460 %RH
11/05/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 52.4014 %RH	14/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 39.6989 %RH
11/05/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 52.4014 %RH	14/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 38.4001 %RH
11/05/2019 20:00:01 - 24.0000 °C 52.4014 %RH	14/05/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 39.0502 %RH
11/05/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 53.0182 %RH	14/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 39.0502 %RH
12/05/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 51.1631 %RH	14/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 38.3512 %RH
12/05/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 48.0412 %RH	14/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 38.3512 %RH
12/05/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 46.7818 %RH	14/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 40.9435 %RH

15/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 42.2783 %RH	17/05/2019 18:00:01 - 42.5000 °C 11.6344 %RH
15/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 40.2977 %RH	17/05/2019 20:00:01 - 37.0000 °C 13.9881 %RH
15/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH	17/05/2019 22:00:01 - 29.0000 °C 15.2910 %RH
15/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 35.7349 %RH	18/05/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 19.4223 %RH
15/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 39.6504 %RH	18/05/2019 02:00:01 - 17.5000 °C 22.3937 %RH
15/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH	18/05/2019 04:00:01 - 14.5000 °C 28.3339 %RH
15/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH	18/05/2019 06:00:01 - 12.5000 °C 31.9900 %RH
15/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH	18/05/2019 08:00:01 - 12.0000 °C 33.8728 %RH
15/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH	18/05/2019 10:00:01 - 14.0000 °C 37.4008 %RH
15/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 36.3912 %RH	18/05/2019 12:00:01 - 25.0000 °C 37.2459 %RH
15/05/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH	18/05/2019 14:00:01 - 38.0000 °C 21.1351 %RH
15/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	18/05/2019 16:00:01 - 44.5000 °C 14.7066 %RH
16/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	18/05/2019 18:00:01 - 43.5000 °C 16.7638 %RH
16/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	18/05/2019 20:00:01 - 38.5000 °C 15.5576 %RH
16/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	18/05/2019 22:00:01 - 31.5000 °C 15.5531 %RH
16/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH	19/05/2019 00:00:01 - 24.5000 °C 19.6927 %RH
16/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 40.9435 %RH	19/05/2019 02:00:01 - 20.0000 °C 25.3968 %RH
16/05/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	19/05/2019 04:00:01 - 16.5000 °C 28.4380 %RH
16/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 37.0461 %RH	19/05/2019 06:00:01 - 15.0000 °C 32.3632 %RH
16/05/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH	19/05/2019 08:00:01 - 14.5000 °C 31.6326 %RH
16/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 35.0770 %RH	19/05/2019 10:00:01 - 16.5000 °C 36.4481 %RH
16/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 33.0944 %RH	19/05/2019 12:00:01 - 28.5000 °C 33.6682 %RH
16/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 35.1268 %RH	19/05/2019 14:00:01 - 41.0000 °C 20.0537 %RH
16/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 36.4406 %RH	19/05/2019 16:00:01 - 47.5000 °C 15.7111 %RH
17/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 35.7845 %RH	19/05/2019 18:00:01 - 45.0000 °C 16.9117 %RH
17/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 36.4406 %RH	19/05/2019 20:00:01 - 36.5000 °C 15.3581 %RH
17/05/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 35.7845 %RH	19/05/2019 22:00:01 - 28.0000 °C 18.6804 %RH
17/05/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 33.8069 %RH	20/05/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 23.5573 %RH
17/05/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 37.1450 %RH	20/05/2019 02:00:01 - 18.0000 °C 28.5854 %RH
17/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 35.7845 %RH	20/05/2019 04:00:01 - 15.5000 °C 32.3789 %RH
17/05/2019 12:00:01 - 34.5000 °C 15.8622 %RH	20/05/2019 06:00:01 - 14.5000 °C 30.9758 %RH
17/05/2019 14:00:01 - 35.5000 °C 15.2575 %RH	20/05/2019 08:00:01 - 15.5000 °C 35.7026 %RH
17/05/2019 16:00:01 - 43.5000 °C 13.1708 %RH	20/05/2019 10:00:01 - 33.5000 °C 23.4182 %RH

20/05/2019 12:00:01 - 37.5000 °C 18.9841 %RH	23/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 42.8718 %RH
20/05/2019 14:00:01 - 42.0000 °C 15.1872 %RH	23/05/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 43.4649 %RH
20/05/2019 16:00:01 - 25.5000 °C 23.9283 %RH	23/05/2019 10:00:01 - 18.5000 °C 44.3954 %RH
20/05/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 35.2786 %RH	23/05/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 41.9573 %RH
20/05/2019 20:00:01 - 29.0000 °C 33.0596 %RH	23/05/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 39.6024 %RH
20/05/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 33.8069 %RH	23/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 39.0502 %RH
21/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 37.6994 %RH	23/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 36.4406 %RH
21/05/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 38.3029 %RH	23/05/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 35.5887 %RH
21/05/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 38.3029 %RH	23/05/2019 22:00:01 - 19.0000 °C 35.3534 %RH
21/05/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 38.3029 %RH	24/05/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 36.8539 %RH
21/05/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 38.3029 %RH	24/05/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 37.5552 %RH
21/05/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 37.7484 %RH	24/05/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 38.2550 %RH
21/05/2019 12:00:01 - 25.0000 °C 39.1996 %RH	24/05/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH
21/05/2019 14:00:01 - 26.0000 °C 39.9500 %RH	24/05/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH
21/05/2019 16:00:01 - 25.0000 °C 39.1996 %RH	24/05/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 38.2077 %RH
21/05/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 39.1996 %RH	24/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 36.4406 %RH
21/05/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 39.6989 %RH	24/05/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 34.5180 %RH
21/05/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 42.8718 %RH	24/05/2019 16:00:01 - 24.0000 °C 33.1954 %RH
22/05/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 42.8718 %RH	24/05/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 33.8574 %RH
22/05/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 42.8718 %RH	24/05/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 33.7070 %RH
22/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 42.8718 %RH	24/05/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 35.4933 %RH
22/05/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 43.5116 %RH	25/05/2019 00:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH
22/05/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 43.5116 %RH	25/05/2019 02:00:01 - 22.0000 °C 38.9058 %RH
22/05/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 44.7403 %RH	25/05/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 39.5550 %RH
22/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 45.4688 %RH	25/05/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 40.8026 %RH
22/05/2019 14:00:01 - 27.0000 °C 42.6314 %RH	25/05/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 40.1562 %RH
22/05/2019 16:00:01 - 26.0000 °C 40.5966 %RH	25/05/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 40.8026 %RH
22/05/2019 18:00:01 - 31.0000 °C 36.5838 %RH	25/05/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 41.4476 %RH
22/05/2019 20:00:01 - 28.5000 °C 36.3053 %RH	25/05/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 42.0911 %RH
22/05/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 41.6843 %RH	25/05/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 42.0911 %RH
23/05/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 42.2783 %RH	25/05/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 42.0911 %RH
23/05/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 42.2783 %RH	25/05/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 41.4476 %RH
23/05/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 43.5116 %RH	25/05/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 42.0911 %RH

26/05/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 41.4476 %RH	28/05/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 41.1397 %RH
26/05/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 43.3734 %RH	28/05/2019 20:00:01 - 26.0000 °C 43.1677 %RH
26/05/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 42.7330 %RH	28/05/2019 22:00:01 - 22.5000 °C 46.0097 %RH
26/05/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 42.7330 %RH	29/05/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 48.4000 %RH
26/05/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 43.3287 %RH	29/05/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 48.3582 %RH
26/05/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 43.3287 %RH	29/05/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 47.7293 %RH
26/05/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 43.3287 %RH	29/05/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 48.3582 %RH
26/05/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH	29/05/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 50.2769 %RH
26/05/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH	29/05/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 55.2553 %RH
26/05/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 44.6056 %RH	29/05/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 59.0598 %RH
26/05/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH	29/05/2019 14:00:01 - 24.5000 °C 58.5480 %RH
26/05/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 43.9679 %RH	29/05/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 53.0651 %RH
27/05/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 44.6056 %RH	29/05/2019 18:00:01 - 24.5000 °C 49.9664 %RH
27/05/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 44.6056 %RH	29/05/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 50.2769 %RH
27/05/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 44.6056 %RH	29/05/2019 22:00:01 - 16.0000 °C 53.0238 %RH
27/05/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 44.5621 %RH	30/05/2019 00:00:01 - 20.0000 °C 53.2966 %RH
27/05/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 44.5621 %RH	30/05/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 51.4802 %RH
27/05/2019 10:00:01 - 20.0000 °C 48.3173 %RH	30/05/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 50.8588 %RH
27/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 46.6879 %RH	30/05/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 50.2359 %RH
27/05/2019 14:00:01 - 22.5000 °C 44.1033 %RH	30/05/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 50.2359 %RH
27/05/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 42.2783 %RH	30/05/2019 10:00:01 - 18.0000 °C 53.7692 %RH
27/05/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 42.9195 %RH	30/05/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 47.2284 %RH
27/05/2019 20:00:01 - 18.0000 °C 50.6691 %RH	30/05/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 39.5082 %RH
27/05/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 51.4802 %RH	30/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 35.7349 %RH
28/05/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 48.4000 %RH	30/05/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 33.7568 %RH
28/05/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 48.4000 %RH	30/05/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 31.6647 %RH
28/05/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 48.4000 %RH	30/05/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 37.5081 %RH
28/05/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 48.4000 %RH	31/05/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 39.4619 %RH
28/05/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 47.7714 %RH	31/05/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 41.4021 %RH
28/05/2019 10:00:01 - 17.5000 °C 48.1250 %RH	31/05/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 41.3572 %RH
28/05/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 53.5433 %RH	31/05/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 41.3572 %RH
28/05/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 44.8816 %RH	31/05/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 42.0012 %RH
28/05/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 41.7336 %RH	31/05/2019 10:00:01 - 19.0000 °C 40.5798 %RH

31/05/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 41.3130 %RH	03/06/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 48.3582 %RH
31/05/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 42.0012 %RH	03/06/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 48.3582 %RH
31/05/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 42.2306 %RH	03/06/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 48.3582 %RH
31/05/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 42.0458 %RH	03/06/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 41.3130 %RH
31/05/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 45.9645 %RH	03/06/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 35.7845 %RH
31/05/2019 22:00:01 - 19.5000 °C 46.3841 %RH	03/06/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 33.8069 %RH
01/06/2019 00:00:01 - 20.0000 °C 45.1562 %RH	03/06/2019 18:00:01 - 24.0000 °C 32.5319 %RH
01/06/2019 02:00:01 - 20.0000 °C 44.5194 %RH	03/06/2019 20:00:01 - 24.5000 °C 28.5711 %RH
01/06/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 45.8336 %RH	03/06/2019 22:00:01 - 19.5000 °C 28.7343 %RH
01/06/2019 06:00:01 - 20.0000 °C 44.5194 %RH	04/06/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 35.4933 %RH
01/06/2019 08:00:01 - 20.0000 °C 44.5194 %RH	04/06/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 38.1146 %RH
01/06/2019 10:00:01 - 20.0000 °C 44.5194 %RH	04/06/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 40.0647 %RH
01/06/2019 12:00:01 - 20.0000 °C 44.5194 %RH	04/06/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 42.0012 %RH
01/06/2019 14:00:01 - 20.0000 °C 44.5194 %RH	04/06/2019 08:00:01 - 19.5000 °C 42.5571 %RH
01/06/2019 16:00:01 - 20.0000 °C 43.8811 %RH	04/06/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 41.6357 %RH
01/06/2019 18:00:01 - 20.0000 °C 43.2414 %RH	04/06/2019 12:00:01 - 25.0000 °C 39.1996 %RH
01/06/2019 20:00:01 - 20.0000 °C 43.8811 %RH	04/06/2019 14:00:01 - 28.0000 °C 38.8641 %RH
01/06/2019 22:00:01 - 20.0000 °C 43.2414 %RH	04/06/2019 16:00:01 - 32.5000 °C 33.4517 %RH
02/06/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 43.9242 %RH	04/06/2019 18:00:01 - 29.5000 °C 37.7250 %RH
02/06/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 43.9242 %RH	04/06/2019 20:00:01 - 29.0000 °C 37.6697 %RH
02/06/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 44.5621 %RH	04/06/2019 22:00:01 - 28.0000 °C 39.5135 %RH
02/06/2019 06:00:01 - 20.5000 °C 44.5621 %RH	05/06/2019 00:00:01 - 22.5000 °C 42.8249 %RH
02/06/2019 08:00:01 - 20.5000 °C 45.1986 %RH	05/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 44.6498 %RH
02/06/2019 10:00:01 - 20.5000 °C 45.1986 %RH	05/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 45.2857 %RH
02/06/2019 12:00:01 - 20.5000 °C 45.8336 %RH	05/06/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 45.8765 %RH
02/06/2019 14:00:01 - 20.5000 °C 47.7293 %RH	05/06/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 47.1413 %RH
02/06/2019 16:00:01 - 20.5000 °C 47.7293 %RH	05/06/2019 10:00:01 - 25.5000 °C 39.2505 %RH
02/06/2019 18:00:01 - 20.5000 °C 47.7293 %RH	05/06/2019 12:00:01 - 31.5000 °C 34.6635 %RH
02/06/2019 20:00:01 - 20.5000 °C 47.7293 %RH	05/06/2019 14:00:01 - 25.5000 °C 37.2971 %RH
02/06/2019 22:00:01 - 20.5000 °C 47.0989 %RH	05/06/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 41.0898 %RH
03/06/2019 00:00:01 - 20.5000 °C 47.7293 %RH	05/06/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 42.4257 %RH
03/06/2019 02:00:01 - 20.5000 °C 48.9856 %RH	05/06/2019 20:00:01 - 32.5000 °C 32.1190 %RH
03/06/2019 04:00:01 - 20.5000 °C 48.3582 %RH	05/06/2019 22:00:01 - 25.0000 °C 41.1397 %RH

06/06/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 42.9195 %RH	08/06/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 57.2494 %RH
06/06/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 45.4219 %RH	08/06/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 56.6429 %RH
06/06/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 46.6422 %RH	08/06/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 56.6429 %RH
06/06/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 47.2284 %RH	09/06/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 56.6429 %RH
06/06/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 49.7379 %RH	09/06/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 56.6429 %RH
06/06/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 50.9836 %RH	09/06/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 57.2494 %RH
06/06/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 52.2233 %RH	09/06/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 56.0349 %RH
06/06/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 52.2233 %RH	09/06/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 56.6429 %RH
06/06/2019 16:00:01 - 22.5000 °C 53.4996 %RH	09/06/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 57.2494 %RH
06/06/2019 18:00:01 - 22.5000 °C 55.9481 %RH	09/06/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 57.2494 %RH
06/06/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 55.3813 %RH	09/06/2019 14:00:01 - 24.0000 °C 59.1041 %RH
06/06/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 55.3813 %RH	09/06/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 58.4578 %RH
07/06/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 55.3813 %RH	09/06/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 55.4254 %RH
07/06/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 55.3382 %RH	09/06/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 52.9724 %RH
07/06/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 55.3382 %RH	09/06/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 52.3554 %RH
07/06/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 55.3382 %RH	10/06/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 51.1169 %RH
07/06/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 56.5991 %RH	10/06/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 51.1169 %RH
07/06/2019 10:00:01 - 25.5000 °C 51.3077 %RH	10/06/2019 04:00:01 - 23.5000 °C 51.1169 %RH
07/06/2019 12:00:01 - 29.5000 °C 49.8680 %RH	10/06/2019 06:00:01 - 23.5000 °C 50.4953 %RH
07/06/2019 14:00:01 - 30.0000 °C 47.4140 %RH	10/06/2019 08:00:01 - 23.5000 °C 50.4953 %RH
07/06/2019 16:00:01 - 26.5000 °C 47.6607 %RH	10/06/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 49.2477 %RH
07/06/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 54.3417 %RH	10/06/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 48.6217 %RH
07/06/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 57.2494 %RH	10/06/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 48.6217 %RH
07/06/2019 22:00:01 - 23.5000 °C 56.0349 %RH	10/06/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 46.7345 %RH
08/06/2019 00:00:01 - 23.5000 °C 57.2494 %RH	10/06/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 47.3651 %RH
08/06/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 57.2057 %RH	10/06/2019 20:00:01 - 23.5000 °C 46.1024 %RH
08/06/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 57.2057 %RH	10/06/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 45.4219 %RH
08/06/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 56.5564 %RH	11/06/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 45.4219 %RH
08/06/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 57.2057 %RH	11/06/2019 02:00:01 - 23.0000 °C 45.4219 %RH
08/06/2019 10:00:01 - 23.0000 °C 57.2057 %RH	11/06/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 45.4219 %RH
08/06/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 57.8109 %RH	11/06/2019 06:00:01 - 22.5000 °C 45.3758 %RH
08/06/2019 14:00:01 - 23.5000 °C 57.8544 %RH	11/06/2019 08:00:01 - 22.5000 °C 45.3758 %RH
08/06/2019 16:00:01 - 23.5000 °C 57.2494 %RH	11/06/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 45.3758 %RH

11/06/2019 12:00:01 - 23.0000 °C 45.4219 %RH	14/06/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 47.8143 %RH
11/06/2019 14:00:01 - 23.0000 °C 45.4219 %RH	14/06/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 48.4427 %RH
11/06/2019 16:00:01 - 23.0000 °C 44.7867 %RH	14/06/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 49.0695 %RH
11/06/2019 18:00:01 - 23.0000 °C 44.7867 %RH	14/06/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 49.6949 %RH
11/06/2019 20:00:01 - 23.0000 °C 45.4219 %RH	14/06/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 50.3187 %RH
11/06/2019 22:00:01 - 23.0000 °C 46.0557 %RH	14/06/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 49.6949 %RH
12/06/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 47.3187 %RH	14/06/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 50.3187 %RH
12/06/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 47.9025 %RH	14/06/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 50.9411 %RH
12/06/2019 04:00:01 - 22.0000 °C 47.2284 %RH	14/06/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 52.1813 %RH
12/06/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 45.9645 %RH	15/06/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 52.7991 %RH
12/06/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 45.9645 %RH	15/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 53.4154 %RH
12/06/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 45.9645 %RH	15/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 53.4154 %RH
12/06/2019 12:00:01 - 22.0000 °C 45.9645 %RH	15/06/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 54.6435 %RH
12/06/2019 14:00:01 - 22.0000 °C 44.0575 %RH	15/06/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 53.9899 %RH
12/06/2019 16:00:01 - 22.0000 °C 43.4188 %RH	15/06/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 53.3748 %RH
12/06/2019 18:00:01 - 22.0000 °C 42.7786 %RH	15/06/2019 12:00:01 - 21.0000 °C 53.3748 %RH
12/06/2019 20:00:01 - 22.0000 °C 42.1369 %RH	15/06/2019 14:00:01 - 21.0000 °C 53.3748 %RH
12/06/2019 22:00:01 - 22.0000 °C 41.4937 %RH	15/06/2019 16:00:01 - 21.0000 °C 52.7582 %RH
13/06/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 40.8026 %RH	15/06/2019 18:00:01 - 21.0000 °C 52.7582 %RH
13/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 41.4476 %RH	15/06/2019 20:00:01 - 21.0000 °C 52.7582 %RH
13/06/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 40.7569 %RH	15/06/2019 22:00:01 - 21.0000 °C 53.9899 %RH
13/06/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 39.4619 %RH	16/06/2019 00:00:01 - 21.0000 °C 53.9899 %RH
13/06/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 40.1102 %RH	16/06/2019 02:00:01 - 21.0000 °C 53.9899 %RH
13/06/2019 10:00:01 - 21.0000 °C 40.1102 %RH	16/06/2019 04:00:01 - 21.0000 °C 54.6034 %RH
13/06/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 40.1562 %RH	16/06/2019 06:00:01 - 21.0000 °C 55.2155 %RH
13/06/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 40.8026 %RH	16/06/2019 08:00:01 - 21.0000 °C 55.8260 %RH
13/06/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 41.4476 %RH	16/06/2019 10:00:01 - 21.5000 °C 56.4744 %RH
13/06/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 42.0911 %RH	16/06/2019 12:00:01 - 21.5000 °C 56.4744 %RH
13/06/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 42.7330 %RH	16/06/2019 14:00:01 - 21.5000 °C 57.0816 %RH
13/06/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 42.7330 %RH	16/06/2019 16:00:01 - 21.5000 °C 56.4744 %RH
14/06/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 45.2857 %RH	16/06/2019 18:00:01 - 21.5000 °C 57.0816 %RH
14/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 46.5530 %RH	16/06/2019 20:00:01 - 21.5000 °C 56.4744 %RH
14/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 47.1844 %RH	16/06/2019 22:00:01 - 21.5000 °C 55.8656 %RH

17/06/2019 00:00:01 - 21.5000 °C 55.2553 %RH	19/06/2019 18:00:01 - 25.5000 °C 43.7558 %RH
17/06/2019 02:00:01 - 21.5000 °C 55.2553 %RH	19/06/2019 20:00:01 - 25.0000 °C 44.9794 %RH
17/06/2019 04:00:01 - 21.5000 °C 54.6435 %RH	19/06/2019 22:00:01 - 25.0000 °C 44.9794 %RH
17/06/2019 06:00:01 - 21.5000 °C 54.0302 %RH	20/06/2019 00:00:01 - 24.5000 °C 45.5649 %RH
17/06/2019 08:00:01 - 21.5000 °C 53.4154 %RH	20/06/2019 02:00:01 - 24.0000 °C 46.7818 %RH
17/06/2019 10:00:01 - 22.0000 °C 56.5148 %RH	20/06/2019 04:00:01 - 24.0000 °C 46.1499 %RH
17/06/2019 12:00:01 - 27.0000 °C 46.4516 %RH	20/06/2019 06:00:01 - 24.0000 °C 48.0412 %RH
17/06/2019 14:00:01 - 25.5000 °C 50.0641 %RH	20/06/2019 08:00:01 - 24.0000 °C 50.5418 %RH
17/06/2019 16:00:01 - 25.0000 °C 49.3906 %RH	20/06/2019 10:00:01 - 24.0000 °C 46.1499 %RH
17/06/2019 18:00:01 - 23.5000 °C 47.3651 %RH	20/06/2019 12:00:01 - 25.0000 °C 44.3432 %RH
17/06/2019 20:00:01 - 22.5000 °C 48.5305 %RH	20/06/2019 14:00:01 - 25.5000 °C 44.3934 %RH
17/06/2019 22:00:01 - 24.0000 °C 46.1499 %RH	20/06/2019 16:00:01 - 25.5000 °C 43.7558 %RH
18/06/2019 00:00:01 - 23.0000 °C 50.4498 %RH	20/06/2019 18:00:01 - 26.0000 °C 43.8067 %RH
18/06/2019 02:00:01 - 22.5000 °C 50.4052 %RH	20/06/2019 20:00:01 - 26.0000 °C 43.1677 %RH
18/06/2019 04:00:01 - 22.5000 °C 49.7818 %RH	20/06/2019 22:00:01 - 25.5000 °C 43.1167 %RH
18/06/2019 06:00:01 - 22.0000 °C 50.3615 %RH	21/06/2019 00:00:01 - 25.0000 °C 43.7056 %RH
18/06/2019 08:00:01 - 22.0000 °C 50.3615 %RH	21/06/2019 02:00:01 - 25.0000 °C 44.9794 %RH
18/06/2019 10:00:01 - 22.5000 °C 50.4052 %RH	21/06/2019 04:00:01 - 25.0000 °C 46.2473 %RH
18/06/2019 12:00:01 - 25.5000 °C 43.1167 %RH	21/06/2019 06:00:01 - 25.0000 °C 47.5091 %RH
18/06/2019 14:00:01 - 28.5000 °C 42.7929 %RH	21/06/2019 08:00:01 - 25.0000 °C 46.8790 %RH
18/06/2019 16:00:01 - 24.5000 °C 45.5649 %RH	21/06/2019 10:00:01 - 25.0000 °C 47.5091 %RH
18/06/2019 18:00:01 - 25.0000 °C 44.9794 %RH	21/06/2019 12:00:01 - 25.5000 °C 48.1874 %RH
18/06/2019 20:00:01 - 24.5000 °C 44.9301 %RH	21/06/2019 14:00:01 - 26.5000 °C 50.7879 %RH
18/06/2019 22:00:01 - 24.5000 °C 44.9301 %RH	
19/06/2019 00:00:01 - 24.0000 °C 44.8816 %RH	
19/06/2019 02:00:01 - 23.5000 °C 46.1024 %RH	
19/06/2019 04:00:01 - 23.0000 °C 47.3187 %RH	
19/06/2019 06:00:01 - 23.0000 °C 47.9479 %RH	
19/06/2019 08:00:01 - 23.0000 °C 49.8266 %RH	
19/06/2019 10:00:01 - 23.5000 °C 48.6217 %RH	
19/06/2019 12:00:01 - 23.5000 °C 48.6217 %RH	
19/06/2019 14:00:01 - 24.5000 °C 48.7163 %RH	
19/06/2019 16:00:01 - 25.0000 °C 44.9794 %RH	

## Расчет паропроницаемости наружной стены

Расчет выполнен в соответствии с СП 50.13330.2012, раздел 8 «Защита от переувлажнения ограждающих конструкций».

Сопротивление паропроницанию наружной стены  $R_{п}$ :

$$R_{п} = \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг} \quad (\text{Е.1})$$

где  $\delta_i$  – толщина слоя конструкции, м,

$\mu_i$  – паропроницаемость материала слоя,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$ .

$$R_{п} = \frac{0,375}{0,230} + \frac{0,120}{0,140} = 2,487 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$$

Сопротивление паропроницанию  $R_{п}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$ , должно быть не менее нормируемых сопротивлений паропроницанию, приведенных ниже.

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации,  $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$ :

$$R_{п1}^{\text{тр}} = \frac{(e_{в} - E) \cdot R_{п.н.}}{E - e_{н}}, \quad (\text{Е.2})$$

где  $e_{в}$  – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха при расчетных температуре и относительной влажности воздуха в помещении, Па,

$E$  - парциальное давление насыщенного водяного пара при температуре внутреннего воздуха помещения, Па,

$R_{п.н.}$  - сопротивление паропроницанию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения,  $(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$ ,

$e_{н}$  - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период, Па.

Требуемое сопротивление паропрооницанию из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ :

$$R_{\text{п2}}^{\text{тр}} = \frac{0,0024 \cdot z_0 (e_{\text{в}} - E_0)}{\rho_{\text{w}} \cdot \delta_{\text{w}} \cdot \Delta w + \eta} \quad (\text{E.3})$$

где  $z_0$  - продолжительность периода влагонакопления, принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха, сут,

$E_0$  - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления, Па,

$\rho_{\text{w}}$  - плотность материала увлажняемого слоя,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ,

$\delta_{\text{w}}$  - толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, принимаемая равной  $2/3$  толщины однородной (однослойной) стены или толщине слоя многослойной ограждающей конструкции, в котором располагается плоскость максимального увлажнения, м,

$\Delta w$  - предельно допустимое приращение влажности в материале увлажняемого слоя за период влагонакопления, % по массе,

Коэффициент  $\eta$  определяется по формуле Ж.4.

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (E_0 - e_{\text{н,отр}}) \cdot z_0}{R_{\text{п.н.}}} \quad (\text{E.4})$$

$$e_{\text{в}} = \left( \frac{\varphi_{\text{в}}}{100} \right) \cdot E_{\text{в}} \quad (\text{E.5})$$

При  $t_{\text{в}} = 14^\circ\text{C}$ :

$$E_{\text{в}} = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-533}{273+t}\right) = 1583 \text{ Па}$$

Тогда

$$e_{\text{в}} = \left( \frac{55}{100} \right) \cdot 1583 = 871 \text{ Па}$$

$E$  - парциальное давление водяного пара, Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации, определяемое по формуле:

$$E = \frac{(E_1 \cdot z_1 + E_2 \cdot z_2 + E_3 \cdot z_3)}{12}, \text{ Па} \quad (\text{E.6})$$

где  $E_1, E_2, E_3$  - парциальные давления водяного пара, Па, принимаемые по температуре  $t_i$ , в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов;  $z_1, z_2, z_3$  - продолжительность, месяцев, соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, определяемая с учетом следующих условий:

- а) к зимнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха ниже минус 5 °С;
- б) к весенне-осеннему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5 °С;
- в) к летнему периоду относятся месяцы со средними температурами наружного воздуха выше плюс 5 °С.

Для определения  $t_i$  определим  $\sum R$ -термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации:

$$\sum R = \frac{0,375}{0,150} + 0,15 + \frac{1}{8,7} = 2,76 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$$

Установим для периодов их продолжительность  $z_i$ , сут, среднюю температуру  $t_i$ , °С, согласно СП 131.133330.2012 и рассчитаем соответствующую температуру в плоскости возможной конденсации  $t_i$ , °С, для климатических условий Санкт-Петербурга:

– зима (январь, февраль)

$z_1 = 2$  месяца;

$$t_1 = \frac{(-6,6 + (-6,3))}{2} = -6,5 \text{ °С}$$

$$t_1 = 14 - \frac{(14 - (-6,5)) \cdot 2,76}{2,99} = -4,9 \text{ °С}$$

– весна-осень (март, апрель, ноябрь, декабрь)

$z_2 = 4$  месяца;

$$t_2 = \frac{(-1,5 + 4,5 + 0,2 + (-3,9))}{4} = -0,2^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 14 - \frac{(14 - (-0,2)) \cdot 2,76}{2,99} = 0,9^\circ\text{C}$$

– лето (май, июнь, июль, август, сентябрь, октябрь)

$z_3 = 6$  месяцев;

$$t_3 = \frac{(10,9 + 15,7 + 18,3 + 16,7 + 11,4 + 5,7)}{6} = 13,1^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 14 - \frac{(14 - 13,1) \cdot 2,76}{2,99} = 13,2^\circ\text{C}$$

По температурам ( $t_1, t_2, t_3$ ) для соответствующих периодов года парциальные давления ( $E_1, E_2, E_3$ ) водяного пара  $E_1=405$  Па,  $E_2=652$  Па,  $E_3=1516$  Па.

Парциальное давление водяного пара  $E$ , Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации ограждающей конструкции для соответствующих продолжительностей периодов  $z_1, z_2, z_3$  составит:

$$E = \frac{(405 \cdot 2 + 652 \cdot 4 + 1516 \cdot 6)}{12} = 1042 \text{ Па}$$

Сопrotивление паропрооницанию  $R_{п.н}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$ , части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации:  $R_{п.н} = \frac{0,120}{0,140} = 0,86 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха  $e_n$ , Па, за годовой период:

$$e_n = \frac{(330 + 320 + 390 + 570 + 800 + 1180 + 1460 + 1430 + 1090 + 760 + 550 + 420)}{12} = 775 \text{ Па}$$

Нормируемое сопротивление паропрооницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации:

$$R_{п1}^{\text{тр}} = \frac{(871 - 1042) \cdot 0,86}{1042 - 775} = -0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию  $R_{n2}^{TP}$  из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха для периода  $z_0$ , сут, определяется средняя температура  $t_0$ , °C:  $z_0 = 131$  сут,  $t_0 = -4,6$ °C.

Температура  $t_0$ , °C, в плоскости возможной конденсации для этого периода  $t_0 = 14 - \frac{14 \cdot (-4,6)}{2,99} 2,76 = -3,2$ °C

Парциальное давление водяного пара  $E_0$  в плоскости возможной конденсации при  $t_0 = -3,2$ °C и составляет  $E_0 = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-5330}{273+(-3,2)}\right) = 468$  Па

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги для газобетона ( $\rho = 400$  кг/м<sup>3</sup>) и кладка из керамического пустотного кирпича ГОСТ 530( $\rho=1400$  кг/м<sup>3</sup>)  $\Delta w_1 = 6\%$   $\Delta w_2 = 1,5\%$  соответственно. Средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами равна  $e_{н.отр} = 365$  Па.

$$\eta = \frac{0,0024 \cdot (492 - 365) \cdot 131}{0,86} = 46,4$$

Требуемое сопротивление паропроницанию из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха  $R_{n2}^{TP}$  :

$$R_{n2}^{TP} = \frac{0,0024 \cdot 131(871 - 468)}{(400 \cdot \frac{0,375}{2} \cdot 6 + 1400 \cdot \frac{0,120}{2} \cdot 1,5 + 46,4)} = 0,203 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$$

Условия паропроницаемости выполняются  $R_n > R_{n1}^{TP}$  ( $1,63 > -0,55$ ) ,  
 $R_n > R_{n2}^{TP}$  ( $1,63 > 0,203$ ).

Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще конструкция ограждения и определение возможности образования конденсата в толще ограждения

Для проверки конструкции на наличие зоны конденсации внутри конструкции ограждения необходимо определить температуры на границах слоев.

Определяем температуры  $t_x$  на границах слоев по формуле 3.1, нумеруя от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам - максимальное парциальное давление водяного пара  $E_i$  по формуле 3.2.

$$t_x = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0^{усл}} R_x \quad (\text{Ж.1})$$

где  $R_x$  - сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии  $x$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$

$$E = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-53}{273+t}\right), \text{ Па} \quad (\text{Ж.2})$$

$$t_1 = 14 - \frac{(14 - (-6,6))}{2,99} \cdot 0,115 = 13,2;$$

$$e_{B1} = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-5330}{273 + 13,2}\right) = 1516 \text{ Па}$$

$$t_2 = 14 - \frac{(14 - (-6,6))}{2,99} \cdot (0,115 + 2,5) = -4,0 \text{ Па}$$

$$e_{B2} = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-5330}{273 + (-4,0)}\right) = 437 \text{ Па}$$

$$t_3 = 14 - \frac{(14 - (-6,6))}{2,99} \cdot (0,115 + 2,5 + 0,15) = -5,1 \text{ Па}$$

$$e_{B3} = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-5330}{273 + (-5,1)}\right) = 397 \text{ Па}$$

$$t_4 = 14 - \frac{(14 - (-6,6))}{2,99} \cdot (0,115 + 2,5 + 0,15 + 0,188) = -6,3 \text{ Па}$$

$$e_{в4} = 1,84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(\frac{-5330}{273 + (-6,6)}\right) = 351 \text{ Па}$$

Действительные парциальные давления  $e_i$  водяного пара на границах слоев определяются по формуле:

$$e_i = e_B - \frac{(e_B - e_H) \sum R}{R_{\Pi}} \quad (\text{Ж.3})$$

где  $\sum R$  - сумма сопротивлений паропроницанию слоев, считая от внутренней поверхности. В результате расчета получим следующие значения:

$$e_1 = 871 \text{ Па}, e_2 = 871 - \frac{(871 - 323)1,63}{2,99} = 572,3 \text{ Па}$$

$$e_3 = 871 - \frac{(871 - 323)(1,63 + 0,15)}{2,99} = 544,8 \text{ Па}$$

$$e_3 = 323 \text{ Па.}$$

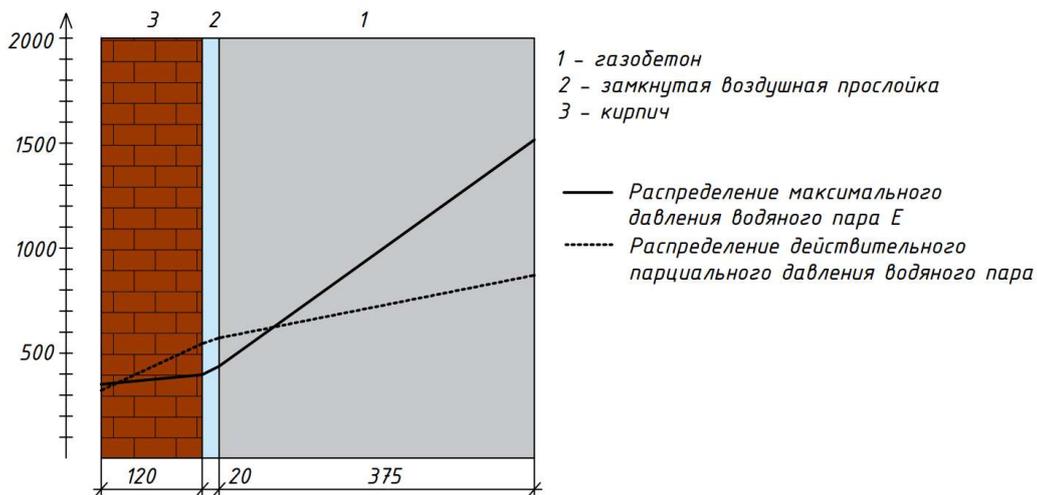


Рисунок Ж.1. Распределение фактического и максимального парциального давления

Кривые распределения фактического и максимального парциального давления пересекаются (рисунок Ж.1). Плоскость конденсации располагается в зимний период в замкнутой воздушной прослойке.

### Расчет предложенной конструкции наружной стены

Для определения наиболее рационального способа восстановления поврежденного слоя были проведены расчеты различных вариантов конструкции наружной стены. Для реконструкции предложен следующий вариант конструкции.

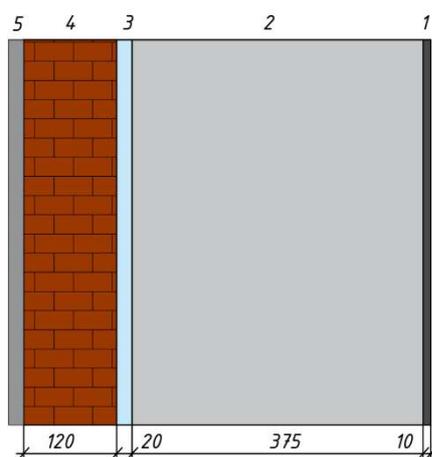


Рисунок 3.1 Схема предложенной конструкции наружной стены

1. Битумная пленка ( $\rho=1600\text{кг/м}^3$ ), толщина  $\delta_1=0,01\text{м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б1}=0,27\text{Вт/(м}^\circ\text{С)}$ , паропроницаемость  $\mu_1=0,008\text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$
2. Газобетон ( $\rho=400\text{ кг/м.куб}$ ), толщина  $\delta_2=0,375\text{м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б2}=0,15\text{Вт/(м}^\circ\text{С)}$ , паропроницаемость  $\mu_2=0,23\text{мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$
3. Замкнутая воздушная прослойка, толщина  $\delta_3=0,020\text{м}$
4. Кладка из керамического пустотного кирпича ГОСТ 530 ( $\rho=1400\text{кг/м}^3$ ), толщина  $\delta=0,12\text{м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б4}=0,64\text{Вт/(м}^\circ\text{С)}$ , паропроницаемость  $\mu_4=0,14\text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$
5. Штукатурка ( $\rho=1600\text{кг/м}^3$ ), толщина  $\delta_5=0,01\text{м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{Б5}=0,6\text{Вт/(м}^\circ\text{С)}$ , паропроницаемость  $\mu_5=0,02\text{ мг/(м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па)}$

1. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче при нормируемом влагосодержании

Условное сопротивление теплопередаче  $R_0^{усл}$ , ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ) (формула Е.6 СП 50.13330.2012) составляет  $R_0^{усл}=3,05 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{пр}$ , ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ) с учетом коэффициента теплотехнической однородности  $r = 0,75$  составляет:

$$R_0^{пр} = R_0^{усл} \cdot r; R_0^{пр}=3,05 \cdot 0,75 = 2,288 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$r$ -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений,  $r = 0,75$

Нормативное значение приведенного сопротивления теплопередаче

$R_0^{пр} = 2,99 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)}$ . Допускается снижение нормативного значения приведенного сопротивления теплопередаче с коэффициентом 0,63, т.е. минимальное значение 1,9 ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ).

## 2. Расчет паропроницаемости наружной стены

Сопротивление паропроницаемости наружной стены  $R_n$ :

$$R_n = 0,01/0,008 + 0,375/0,23 + 0,12/0,14 + 0,01/0,02 = 4,24 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$$

Сопротивление паропроницанию  $R_n$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$ , должно быть не менее нормируемых сопротивлений паропроницанию  $R_{n1}^{тр}$ ,  $R_{n2}^{тр}$ .

Плоскость максимального увлажнения определяется для периода с отрицательными среднемесячными температурами согласно п.8 СП 50.13330.2012.

Для каждого слоя многослойной конструкции по формуле вычисляется значение комплекса  $f_i(t_{м.у.})$ , характеризующего температуру в плоскости максимального увлажнения.

$$f_i(t_{м.у.}) = 5330 \cdot \frac{R_{о,п} \cdot (t_{в} - t_{н,отр})}{R_0^{усл} \cdot (e_{в} - e_{н,отр})} \cdot \frac{\mu_i}{\lambda_i} \quad (3.1)$$

где  $R_{о,п}$  - общее сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па/мг}$ ;  $R_0^{усл}$  - условное сопротивление теплопередаче однородной

многослойной ограждающей конструкции,  $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})/\text{Вт}$ ;  $t_{\text{н,отр}}$  - средняя температура наружного воздуха для периода с отрицательными среднемесячными температурами,  $^\circ\text{С}$ ;  $\lambda_i$ ,  $\mu_i$  - расчетные коэффициенты теплопроводности,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ , и паропроницаемости,  $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$ , материала соответствующего слоя.

Для слоя битумной пленки:

$$f_i(t_{\text{м.у.}}) = 5330 \cdot \frac{4.24 \cdot (14 - (-4.6))}{3.050 \cdot (871 - 351)} \cdot \frac{0.010}{0.008} = 330$$

Для слоя газобетона:

$$f_i(t_{\text{м.у.}}) = 5330 \cdot \frac{4.24 \cdot (14 - (-4.6))}{3.050 \cdot (871 - 351)} \cdot \frac{0.375}{0.23} = 432$$

Для слоя кирпича:

$$f_i(t_{\text{м.у.}}) = 5330 \cdot \frac{4.24 \cdot (14 - (-4.6))}{3.050 \cdot (871 - 351)} \cdot \frac{0.120}{0.14} = 227$$

Для слоя штукатурки:

$$f_i(t_{\text{м.у.}}) = 5330 \cdot \frac{4.24 \cdot (14 - (-4.6))}{3.050 \cdot (871 - 351)} \cdot \frac{0.010}{0.02} = 132$$

По полученным значениям комплекса по таблице 11 СП50.13330.2012 определяются значения температур в плоскости максимального увлажнения для каждого слоя многослойной конструкции.

$$t_{\text{м.у.}} (\text{битумная пленка}) = -14 \text{ } ^\circ\text{С}$$

$$t_{\text{м.у.}} (\text{газобетон}) = -18 \text{ } ^\circ\text{С}$$

$$t_{\text{м.у.}} (\text{кирпич}) = -9 \text{ } ^\circ\text{С}$$

$$t_{\text{м.у.}} (\text{штукатурка}) = -1 \text{ } ^\circ\text{С}$$

Определяются температуры на границах слоев по формуле 8.8 СП 50.13330.2012 при средней температуре наружного воздуха периода с отрицательными среднемесячными температурами.

$$t_x = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_{\text{о}}^{\text{усл}}} R_x$$

Температура на внутренней поверхности стены:

$$t_B = 14 - \frac{14 - (-4,6)}{3,05} \cdot \frac{1}{8,7} = 13,8^\circ\text{C}$$

Температура на внутренней поверхности газобетона:

$$t_{12} = 14 - \frac{14 - (-4,6)}{3,05} \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,27} \right) = 13,6^\circ\text{C}$$

Температура на наружной поверхности газобетона:

$$t_{23} = 14 - \frac{14 - (-4,6)}{3,05} \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,375}{0,15} \right) = -3,4^\circ\text{C}$$

Температура на внутренней поверхности кирпичной кладки:

$$t_{34} = 14 - \frac{14 - (-4,6)}{3,05} \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,375}{0,15} + 0,15 \right) = -4,4^\circ\text{C}$$

Температура на наружной поверхности кирпичной кладки:

$$t_{45} = 14 - \frac{14 - (-4,6)}{3,05} \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,375}{0,15} + 0,15 + \frac{0,120}{0,64} \right) = -5,7^\circ\text{C}$$

Температура на наружной поверхности стены:

$$t_H = 14 - \frac{14 - (-4,6)}{3,05} \cdot \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,27} + \frac{0,375}{0,15} + 0,15 + \frac{0,120}{0,64} \right) = -5,8^\circ\text{C}$$

Для определения слоя, в котором находится плоскость максимального увлажнения, производится сравнение полученных значений с температурами на границах слоев конструкции.

Таблица 3.1 Температуры на границах слоев конструкций

	Температура в слое	Температура наружной поверхности	Температура внутренней поверхности
Битумная пленка	-14	13,8	13,6
Газобетон	-18	13,6	-3,4
ЗВП		-3,4	-4,4
Кирпич	-9	-4,4	-5,7
Штукатурка	-1	-5,7	-5,8

Результат расчета показывает, что плоскость максимального увлажнения находится в замкнутой воздушной прослойке.

Сопротивление паропрооницанию части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения  $R_{п,н}=1,36 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$ .

Для определения  $t_i$  определим  $\sum R$ -термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации  $\sum R=0,15+0,375/0,15+0,010/0,27+1/8,7=2,80 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Установим для периодов их продолжительность  $z_i$ , сут, среднюю температуру  $t_i$ , °C, согласно СП 131.133330.2012 и рассчитаем соответствующую температуру в плоскости возможной конденсации  $t_i$ , °C, по формуле 8.10 СП 50.13330.2012 для климатических условий населенного пункта Санкт-Петербург

– зима (январь, февраль)

$$z_1=2\text{месяца};$$

$$t_l=[(-6,6)+(-6,3)]/2=-6,5\text{°C}$$

$$t_1=14-(14-(-6,5))2,80/3,05=-4,9\text{°C}$$

– весна-осень (март, апрель, ноябрь, декабрь)

$$z_2=4\text{месяца};$$

$$t_2=[(-1,5)+(4,5)+(0,2)+(-3,9)]/4=-0,2\text{°C}$$

$$t_2=14-(14-(-0,2))2,80/3,05=0,9\text{°C}$$

– лето (май, июнь, июль, август, сентябрь, октябрь)

$$z_3=6\text{месяца};$$

$$t_3=[(10,9)+(15,7)+(18,3)+(16,7)+(11,4)+(5,7)]/6=13,1\text{°C}$$

$$t_3=14-(14-(13,1))2,80/3,05=13,2\text{°C}$$

По температурам ( $t_1, t_2, t_3$ ) для соответствующих периодов года определим по формуле 8.8 СП 50.13330.2012 парциальные давления ( $E_1, E_2, E_3$ ) водяного пара  $E_1=405 \text{ Па}$ ,  $E_2=652 \text{ Па}$ ,  $E_3=1516 \text{ Па}$ ,

Парциальное давление водяного пара  $E$ , Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации ограждающей конструкции для соответствующих продолжительностей периодов  $z_1, z_2, z_3$  составит:

$$E=(405 \cdot 2+652 \cdot 4+1516 \cdot 6)/12=1042,8 \text{ Па}.$$

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха  $e_n$ , Па, за годовой период определяется по СП 131.13330.2012 (таблица 7.1)

$$e_n = (330 + 320 + 390 + 570 + 800 + 1180 + 1460 + 1430 + 1090 + 760 + 550 + 420) / 12 = 775 \text{ Па}$$

По формуле 8.1 СП 50.13330.2012 определим нормируемое сопротивление паропрооницанию из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации

$$R_{n1}^{TP} = (870 - 1042,8) / 1,36 / (1042,8 - 775) = -0,88 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропрооницанию  $R_{n2}^{TP}$  из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха берем определенную по таблице 5.1 СП 131.13330.2012 продолжительность этого периода  $z_0$ , сут, среднюю температуру этого периода  $t_0$ , °C:  $z_0 = 131$  сут,  $t_0 = -4,6$ °C

Температуру  $t_0$ , °C, в плоскости возможной конденсации для этого периода определяют по формуле 8.10 СП 50.13330.2012

$$t_0 = 14 - (14 - (-4,6)) \cdot 2,8 / 3,05 = -4,9$$
°C

Парциальное давление водяного пара  $E_0$ , Па, в плоскости возможной конденсации определяют по формуле 8.8 СП 50.13330.2012 при  $t_0 = -2,8$ °C равным  $E_0 = 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330 / (273 + (-2,8))) = 405$  Па.

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги для газобетона ( $\rho = 400$  кг/м<sup>3</sup>) и кладка из керамического пустотного кирпича ГОСТ 530 ( $\rho = 1400$  кг/м<sup>3</sup>) согласно таблице 10 СП 50.13330.2012  $\Delta w_1 = 6\%$   $\Delta w_2 = 1,5\%$  соответственно. Средняя упругость водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными средними месячными температурами, согласно СП 131.13330.2012 равна  $e_{n,отр} = 365$  Па.

Коэффициент  $\eta$  определяется по формуле 8.5 СП 50.13330.2012

$$\eta = 0,0024 (E_0 - e_{n,отр}) z_0 / R_{п.н.} = 0,0024 (405 - 365) 131 / 1,36 = 9,2$$

Определим  $R_{n2}^{TP}$  по формуле (8.2) СП 50.13330.2012

$$R_{n2}^{TP} = 0,0024 \cdot 131 (870 - 405) / (400 \cdot (0,375 / 2 \cdot 6) + 1400 \cdot (0,12 / 2 \cdot 1,5) + 13,1) = 0,248 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$$

Условие паропрооницаемости выполняются  $R_n > R_{n1}^{TP}$  ( $1,63 > -0,88$ ),

$$R_n > R_{n2}^{TP} (1,63 > 0,248)$$

Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще конструкция ограждения и определение возможности образования конденсата в толще ограждения (расчет точки росы)

Для проверки конструкции на наличие зоны конденсации внутри конструкции ограждения определяем сопротивление паропрооницанию ограждения  $R_n$  по формуле (8.9) СП 50.13330.2012 (здесь и далее сопротивлением влагообмену у внутренних и наружных поверхностей пренебрегаем).

$$R_n = 0,01/0,02 + 0,12/0,14 + 0,375/0,23 = 3,059 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}.$$

Определяем парциальное давление водяного пара внутри и снаружи конструкции ограждения по формуле 8.3 и 8.8 СП 50.13330.2012

$$t_v = 14^\circ\text{C}; \varphi_v = 55\%;$$

$$e_v = (55/100) \times 1583 = 871 \text{ Па};$$

$$t_n = -6,6^\circ\text{C}$$

где  $t_n$  - средняя месячная температура наиболее холодного месяца в году принимаемая по таблице 5.1 СП 131.13330.2012.

$$\varphi_n = 86\%;$$

где  $\varphi_n$  - средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, принимаемая по таблице 3.1 СП 131.13330.2012.

$$e_n = (86/100) \times 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330/(273+(-6,6))) = 323 \text{ Па}$$

Определяем температуры  $t_i$  на границах слоев по формуле 8.10 СП 50.13330.2012, нумеруя от внутренней поверхности к наружной, и по этим температурам - максимальное парциальное давление водяного пара  $E_i$  по формуле 8.8 СП 50.13330.2012:

$$t_1 = 14 - (14 - (-6,6)) \cdot (0,115)/3,05 = 13,2^\circ\text{C};$$

$$e_{v1} = 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330/(273+(13,2))) = 1516 \text{ Па}$$

$$t_2 = 14 - (14 - (-6,6)) \cdot (0,115 + 0,037)/3,05 = 12,9^\circ\text{C};$$

$$e_{v2} = 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330/(273+(12,9))) = 1487 \text{ Па}$$

$$t_3 = 14 - (14 - (-6,6)) \cdot (0,115 + 0,037 + 2,5) / 3,05 = -3,9^\circ\text{C};$$

$$e_{в3} = 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330 / (273 + (-3,9))) = 440 \text{ Па}$$

$$t_4 = 14 - (14 - (-6,6)) \cdot (0,115 + 0,037 + 2,5 + 0,15) / 3,05 = -4,9^\circ\text{C};$$

$$e_{в4} = 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330 / (273 + (-4,9))) = 405 \text{ Па}$$

$$t_5 = 14 - (14 - (-6,6)) \cdot (0,115 + 0,037 + 2,5 + 0,15 + 0,188) / 3,05 = -6,2^\circ\text{C};$$

$$e_{в5} = 1,84 \cdot 10^{11} \exp(-5330 / (273 + (-6,2))) = 363 \text{ Па}$$

Рассчитаем действительные парциальные давления  $e_i$  водяного пара на границах слоев:

$$e_i = e_{в} - (e_{в} - e_{н}) \sum R / R_n \quad (3.2)$$

где  $\sum R$  - сумма сопротивлений паропрооницанию слоев, считая от внутренней поверхности. В результате расчета получим следующие значения:

$$e_1 = 871 \text{ Па}; \quad e_2 = 871 - (871 - (323)) \cdot (1,25) / 4,24 = 701 \text{ Па}; \quad e_3 = 871 - (871 - (323)) \cdot (1,25 + 1,63) / 4,24 = 499 \text{ Па};$$

$$e_5 = 871 - (871 - (323)) \cdot (1,25 + 1,63 + 0,857) / 4,24 = 389 \text{ Па};$$

$$e_6 = 871 - (871 - (323)) \cdot (1,25 + 1,63 + 0,857 + 0,5) / 4,24 = 325 \text{ Па}$$

Результаты расчета показаны на рисунке 3.2.

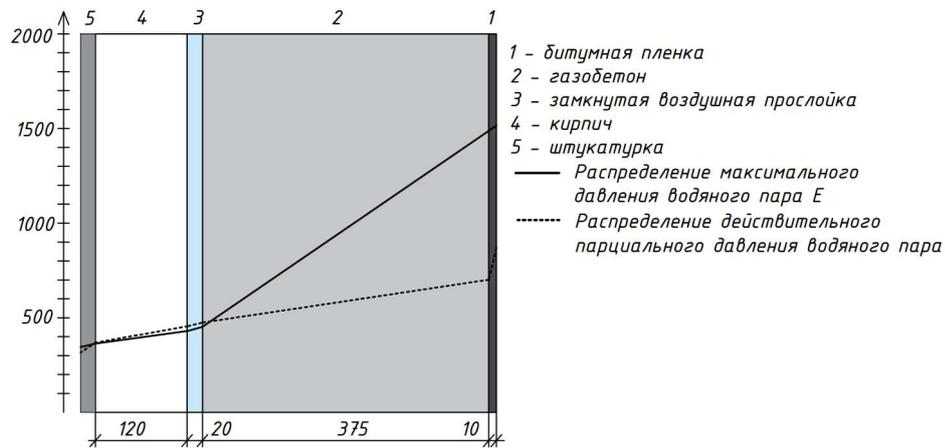


Рисунок 3.2 Распределение упругости водяного пара

Сравнение с существующей конструкцией:

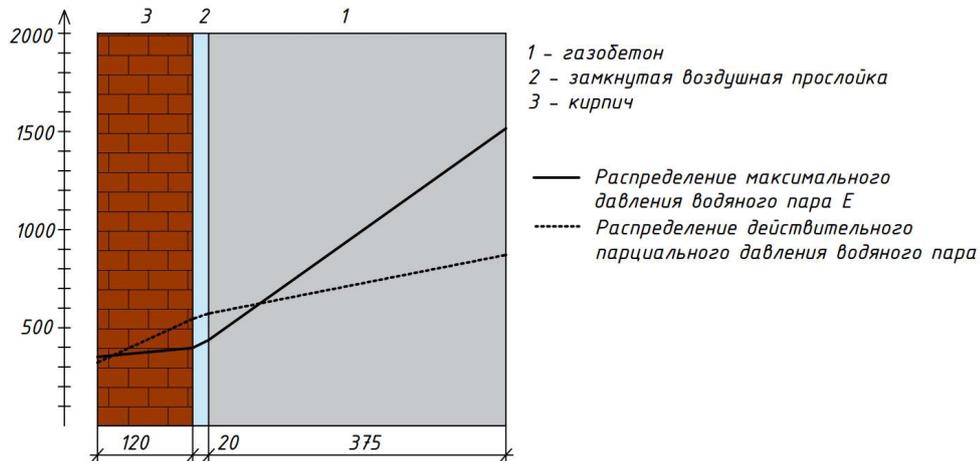


Рисунок 3.3 Распределение упругости водяного пара существующей конструкции

В результате расчета распределения упругости водяного пара в конструкции можно отметить, что пересечение кривых распределения фактического и максимального парциального давлений в обоих вариантах происходит, однако, в существующей конструкции перепад давления при пересечении  $\Delta E = 150$  Па, а в предложенной  $\Delta E = 15-20$  Па, что свидетельствует о более благоприятном тепло-влажностном режиме в последней конструкции и более эффективном предотвращении образования конденсата в будущем (при условии предварительного осушения конструкции).