



Лаборатория высокоточного
строительного тепловидения
«ТехКонтроль»



Отчет испытания ограждающих конструкций на воздухопроницаемость по ГОСТ 31167-2009. Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях.

Тестовые испытания (Enclosure Integrity Test Report) от 01 ноября 2019 г.

Исполнитель: ООО «ТехКонтроль». Специалист второго уровня квалификации Ростехнадзора РФ по тепловому и контролю воздухопроницаемости по ГОСТ 31167 [redacted] квалификационное удостоверение № 0056-1077.



Оглавление

Введение

1. **Объект обследования.**
2. **Время и условия обследования.**
3. **Аппаратура и оборудование.**
4. **Методика испытаний.**
5. **Сертификаты специалистов и поверок.**
6. **Протокол измерения воздухопроницаемости ограждающих конструкций.**
7. **Заключение.**

Введение

Показатель воздухопроницаемость ограждающих конструкций является одним из наиболее существенных критериев оценки качества ограждающих конструкций. Воздухопроницаемость ограждающих конструкций зданий и сооружений оказывает значительное влияние на стоимость эксплуатации объекта, на состояние комфортного микроклимата помещений объекта.

Строительные нормы и правила СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» нормируют показатели воздухопроницаемости ограждающих конструкций в зависимости от типа здания, организации системы вентиляции, а также устанавливают требования по контролю кратности воздухообмена при приёмке зданий в эксплуатацию.

Объём и порядок проведения натурных испытаний кратности воздухообмена помещений регламентируют ГОСТ 31167-2009 «Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций». Помещением для испытания может быть эксплуатируемый или полностью подготовленный к сдаче в эксплуатацию индивидуальный дом или другое небольшое (объёмом не более 500 м³) здание, квартира, помещение или группа помещений в здании любого назначения, которые имеют в процессе испытания температуру внутреннего воздуха более 10 °С. Помещение для испытания должно иметь проём (дверной или оконный), в который может быть установлена испытательная аппаратура. В многоэтажном здании следует испытывать не менее трёх помещений, в том числе одну угловую на первом или последнем этаже. При несоответствии показателей нормам требуется принимать меры по снижению воздухопроницаемости ограждающих конструкций по всему зданию.

1. **Объект обследования**

Объектом тестирования на воздухопроницаемость ограждающих конструкций являлся «Многоэтажный жилой дом» по адресу: [REDACTED]

Объект представляет собой двадцати одно-этажное здание. Видимые дефекты и повреждения отсутствуют. В качестве сопроводительной документации предоставлены поэтажные планы здания. Для проведения инструментальных измерений воздухопроницаемости были выбраны следующие помещения:

- 21 й этаж, трехкомнатная квартира.
- 11 й этаж, двухкомнатная квартира.
- 2 й этаж, однокомнатная квартира.



2. Время и условия обследования

Испытания ограждающих конструкций на воздухопроницаемость проводились в пе [REDACTED] при следующих климатических условиях:

- температура внутреннего воздуха в среднем по помещениям: +22°C;
- температура наружного воздуха: +23-24°C;
- атмосферное давление: 741 мм.рт.ст.;
- ветер: 1 м/с.

3. Аппаратура и оборудование

Для выполнения работ было использовано следующее оборудование:

- испытательный стенд Retrorec Blower Door model 1000.
 - диапазон рабочих температур 0 ... 55°C
 - поток вентилятора при 50Pa 9514м3/ч
- Диапазон измерения давления дифференциальным манометром DM-2 -1150Pa...+1150Pa
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±(0.15+1%)
- термо-гигро-анемометр testo 410-2;
 - диапазон измерения температуры воздуха -10...+50°C
 - диапазон измерения скорости воздушного потока 0...+20м/с
 - погрешность измерения температуры ±0,5°C
 - погрешность измерения скорости воздуха ±(0.03м/с+5%)
- цифровой фотоаппарат SONY;

4. Краткая методика испытаний.

Порядок проведения теста на воздухопроницаемость регламентируется ГОСТ 31167-2009 «Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций».

Технология такого обследования основана на принудительном понижении или повышении давления внутри здания, относительно наружной атмосферы. Blower Door - Аэродверь, измеряет количество воздуха, проходящего через ограждающую конструкцию при создании перепада давления между окружающей средой и помещением. Перепад давления индуцирует поток воздуха через все щели ограждения помещения. В результате значительно усиливаются потоки воздуха, проникающие через скрытые дефекты здания. Величина воздушного потока, необходимого для удержания заданного перепада давления, соответствует количеству воздуха, проходящего через ограждающие конструкции обследуемого помещения. Используемый дифференциальный манометр измеряет разницу давлений и позволяет оценить воздухопроницаемость (герметичность) помещения. Полученные результаты обрабатываются при помощи профессионального программного обеспечения FanTestic Integrity.

Структурная схема



5. Указания комплектации и поверке оборудования: Средства измерений используемые при проведении обследования зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и имеют свидетельство о Государственной поверке и сертификаты калибровки.

Комплект оборудования установки Blower Door – Аэродверь



Сертификат калибровки установки.



System Calibration Verification Report

Calibrated System Equipment

Blower Door Fan:
 Fan Shell Serial Number **1FN002097**
 Fantop Serial Number **1FT005058**
 Fan Model **1000**
 Manufacturer **Retrotec**
 Calibration Date **2014-06-03**

Calibration Facility

Company **Retrotec, Inc.**
 Address **1060 E Pole Rd**
 Location **Everson, WA USA**
 Phone **(360) 738-9835**
 Technician **QA Tester**

Pressure Gauge:

Serial Number **209804**
 Gauge Type **DM2**
 Manufacturer **Retrotec**
 Calibration Date **2014-06-03**

Flow calibration verification data

The accuracy of this system was checked against an orifice plate mounted in a chamber which was verified with fans calibrated to ASTM E-1258. Pressure gauges were checked against one of two NIST traceable Furness 550 pressure calibrators: 0704353, 0907002

	Number of samples	Range Ring / Plate	Chamber pressure PrA (Pa)	Fan pressure PrB (Pa)	Fan speed (%)	Leakage area (in ²)	System flow (CFM)
Total Leakage Test	114	A	-49.7	60.6	33	329.9	2163
Background Leakage Test	114	L1	-50.0	100.5	22	1.7	11

Measured Orifice Flow (CFM) 2152
 Actual Orifice Flow (CFM) 2142
 Error 0.5%

Measured flow calculation (using flow equations)

System flow = $[60.6 - (-49.7 * -0.075)]^{0.503} * [264.9959 + 60.6 * 0] = 2163$ CFM
 System flow = $[100.5 - (-50.0 * 0.1)]^{0.4925} * [1.1614 + 100.5 * 0] = 11$ CFM

System flow equations

Depressurization with operator indoors (air flow away from operator):

$$\text{System flow (cfm)} = (\text{PrB} - \text{PrA} * \text{K1})^{\text{N}} * (\text{K} + \text{PrB} * \text{K3})$$

Pressurization with operator indoors (air flow towards the operator):

$$\text{System flow (cfm)} = [(\text{PrB} - \text{PrA}) - \text{PrA} * \text{K1}]^{\text{N}} * [\text{K} + (\text{PrB} - \text{PrA}) * \text{K3}]$$

Range Ring / Plate	System flow equation constants					Min Fan Pressure* (Pa)
	N	K	K1	K2*	K3	
Open	0.5214	519.6	-0.070	0.8	-0.1150	8.6
A	0.5030	265.0	-0.075	1.0	0.0000	12
B	0.5000	174.9	0.000	0.3	0.0000	10
C8	0.5000	78.50	-0.020	0.5	0.0160	10
C6	0.5050	61.30	0.054	0.5	0.0040	10
C4	0.5140	39.30	0.080	0.5	0.0005	10
C2	0.5500	20.00	0.139	0.5	-0.0027	10
C1	0.5410	11.92	0.122	0.4	0.0000	10
L4	0.4800	4.099	0.003	1.0	0.0004	10
L2	0.5020	2.068	0.000	0.5	0.0001	10
L1	0.4925	1.161	0.100	0.5	0.0001	10

* Fan Pressure "PrB" must be greater than "Min Fan Pressure" and greater than (PrA*K2)

Door fan systems should be checked for calibration every 5 years

Calibration for the Door Fan should be checked before: **2019-06-03**

The flow accuracy requirements of the following Standards are:

ATTMA: TS1	EN13829	ISO 9972	ASTM E779	CGSB	EN15004	ISO14520	Title 24
7%	7%	7%	5%	5%	5%	5%	5%

Свидетельство о государственной поверке.



Общество с ограниченной ответственностью «ИНЭКС СЕРТ». Аттестат аккредитации RA.RU.312302

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 7321

Действительно до

Средство измерений:



утверждении типа

заводской (серийный) номер 209804

в составе -

номер знака предыдущей поверки -

поверено в полном объеме

наименование единиц величин, диапазонов измерений, на которых поверено средство измерений

в соответствии с Приложением А «Методика поверки» руководства по эксплуатации 1700255916.001 РЭ

наименование или обозначение документа, на основании которого выполнена поверка

с применением эталонов: Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИВ-350-А0,

регистрационный номер и (или) наименование, тип,

№ 2123883

заводской номер, разряд, класс или погрешность эталонов, применяемых при поверке

при следующих значениях влияющих факторов: Температура воздуха 20,2°C

перечень влияющих факторов,

Относительная влажность воздуха 50%, атмосферное давление 100,8 кПа

нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано

ненужное зачеркнуть

пригодным к применению.

Знак поверки:



Главный метролог

Александр Олегович Соколов

Поверитель

Константин Борисович Киреенко

Дата поверки

06.09.2019 г.

Квалификационные удостоверения специалиста.

Единая система оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве

№ НОАП - 0056
АТТЕСТАЦИЯ
ISO/IEC 17024

НОАП ООО «ЭКСПЕРТ НК»


www.expertnk.ru

Свидетельство об аккредитации № НОАП-0056 от 31.03.2017 г.
Срок действия до 31.03.2020 г.

КВАЛИФИКАЦИОННОЕ УДОСТОВЕРЕНИЕ

Фамилия: _____
Имя: _____
Отчество: _____
Год рождения: _____


Подпись владельца


Руководитель
Независимого органа



УДОСТОВЕРЕНИЕ № 0056-1077

о проверке знаний правил безопасности Ростехнадзора

Выдано: _____

Должность: _____

Место работы: **ООО "ТЕХКОНТРОЛЬ"**

в том, что он(а) прошел(а) проверку знаний:

(11): РД 22-01-97, РД 03-610-03, СП 70.13330.2012, СП 43.13330.2012, СП 63.13330.2012, СП 27.13330.2011, СП 15.13330.2012, СП 16.13330.2011, ГОСТ 23118-2012, СП 79.13330.2012, СП 35.13330.2011, СП 46.13330.2012, СТО-ГК "Трансстрой"-012-2007, СТО-ГК "Трансстрой"-005-2007

в комиссии: **НОАП ООО «ЭКСПЕРТ НК»**

допущен в качестве: **специалиста**

по: **ТК**

Основания: протокол № **44-18** от **31.08.2018 г.**

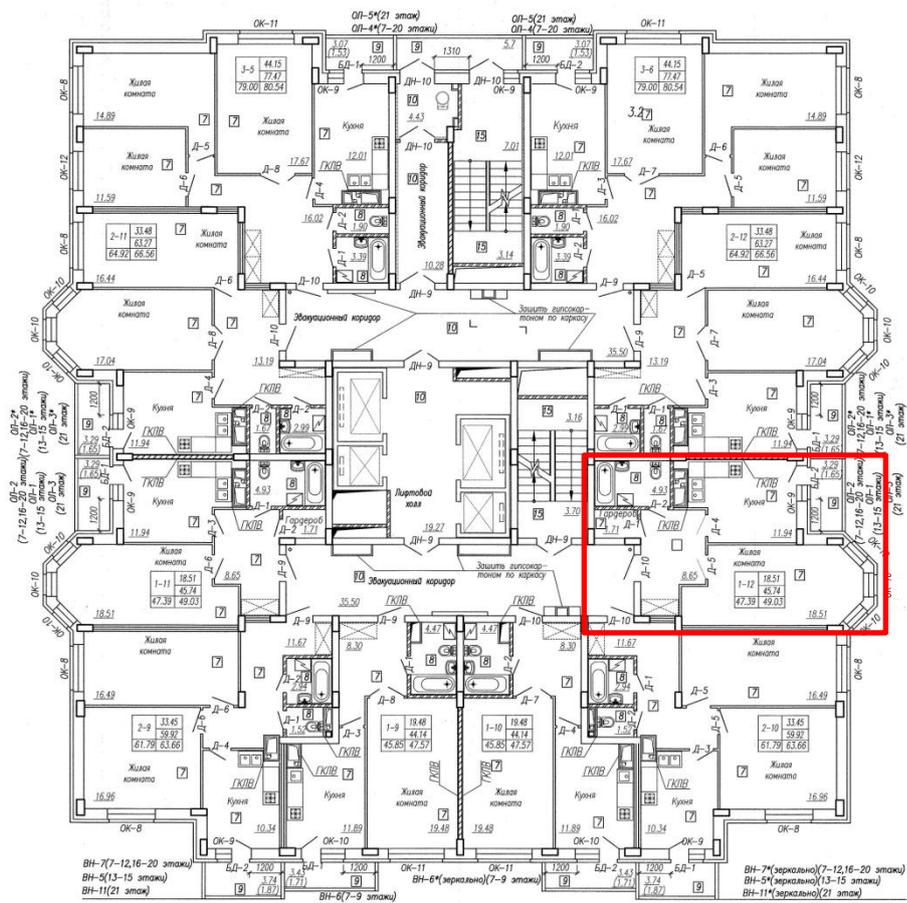
Председатель аттестационной комиссии: _____


подпись



6. Протокол измерения воздухопроницаемости ограждающих конструкций.

Помещение №1. Однокомнатная квартира, 2 этаж, площадь 45,74 м2.



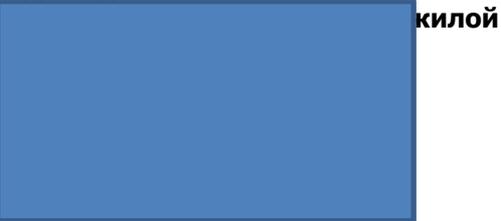
Расположение помещения на плане.



Фото установки и оборудования в помещении.

Данные по помещению

Адрес здания:



Высота над уровнем земли: **6,1 m**
 Высота помещения: **2,57 m**
 Объём здания, V: **117,5 m³**
 Общая площадь оболочки, A_{T ВАТ} **17,1 m²**
 Площадь полов, A_F **45,7 m²**
 Защищённость здания от ветра: **Частично**
защищённое от ветра здание
 Точность измерений: **3%**

Имя компании: **ООО «ТехКонтроль»**

Данные по тесту

Модель вентилятора: Retrotec 1000	Серийный номер вентилятора: 1FN002097	Модель манометра: DM-2	Серийный номер манометра: 209804
---	---	----------------------------------	--

Направление теста: Понижение давления



Условия окружающей среды:

Атмосферное давление: **101,3** кПа; метод измерения: **Стандартная температура и давление.**

Сила ветра: **1: Тихий**

Температура воздуха:

В начале теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **23,0 С**.

В конце теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **23,0 С**.

Данные теста:

10 измерение(-ий) базового давления было сделано, по **10** секунд каждое.

10 измерение(-ий) тестового давления было сделано, по **20** секунд каждое.

Базовое давление вначале [Па]	0,16	0,13	0,19	0,10	0,16	0,19	0,18	0,10	0,27	0,17		
Созданное тестовое давление [Па]	[Redacted]											
Базовое давление в конце [Па]												
Давление на вентиляторе [Па]												
Диапазон потока												
Общий поток, V _T [м³/ч]												
Скорректированный поток, V _{env} [м³/ч]												
Ошибка [%]	- 7,1%	4,5%	3,8%	1,9%	1,4%	0,7%	0,6%	- 1,0%	- 0,8%	- 3,5%		

Усреднённое базовое давление:

в начале теста [Па] ΔP_{01} **0,16**, ΔP_{01-} **0,00**, ΔP_{01+} **0,16**

в конце теста [Па] ΔP_{01} **0,21**, ΔP_{01-} **0,00**, ΔP_{01+} **0,21**

График созданного тестового давления

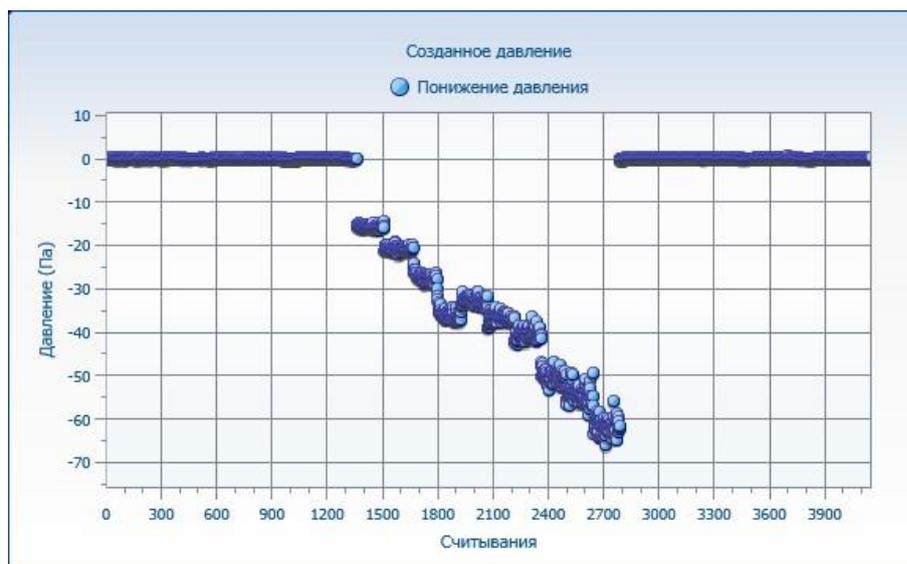


График отношения созданного тестового давления к потоку



Давление на вентиляторе [Па]													
Диапазон потока	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1			
Общий поток, V_f [м³/ч]	12	[Redacted]											
Скорректированный поток, V_{env} [м³/ч]	12												
Ошибка [%]	0,1%	-2,1%	2,5%	0,4%	-0,3%	0,4%	-0,9%	0,0%	0,1%	-0,3%			

Усреднённое базовое давление:

в начале теста [Па] ΔP_{01} **0,17**, ΔP_{01-} **0,00**, ΔP_{01+} **0,17**

в конце теста [Па] ΔP_{01} **0,24**, ΔP_{01-} **0,00**, ΔP_{01+} **0,24**

График созданного тестового давления

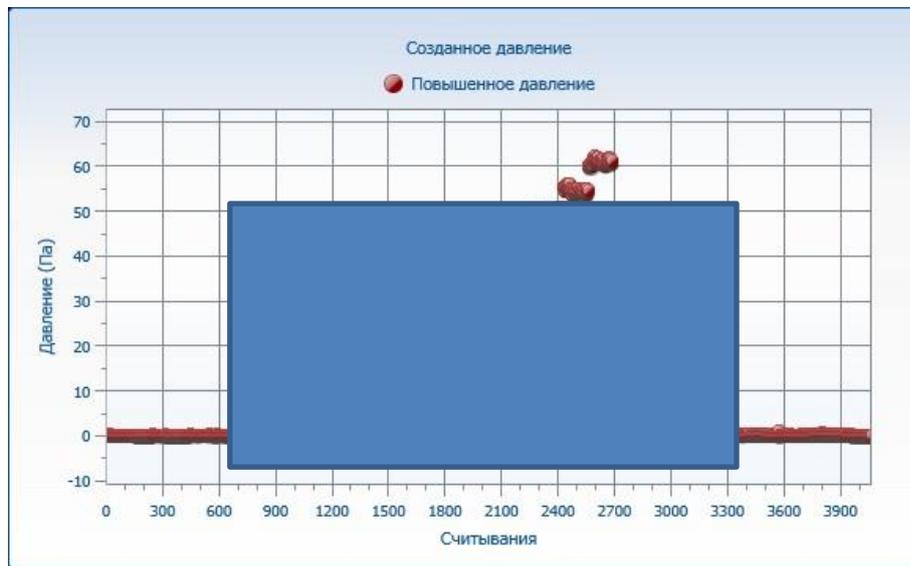


График отношения созданного тестового давления к потоку



Результаты. Направление теста: Повышенное давление

	результаты			результаты	95% confidence			Uncertainty
			95% confidence limits					
<i>Корреляция, r [%]</i>	99,91			<i>Поток при 50 Па, V₅₀ [м³/ч]</i>	[REDACTED]			+/-1,2%
<i>Intercept, C_{env} [м³/ч.Паⁿ]</i>	21,870	20,28	23,58	<i>Кратность обмена при 50 Па, n₅₀ [/ч]</i>				+/-3,2%
<i>Intercept, C_L [м³/ч.Паⁿ]</i>	21,813	20,23	23,52	<i>Воздухопроницаемость при 50 Па, q₅₀ [м³/ч.м²]</i>				+/-3,2%
<i>Slope, n</i>	0,61948	0,59841	0,64056	<i>Определённая утечка при 50 Па, w₅₀ [м³/ч.м²]</i>	5,3816	5,2083	5,5549	+/-3,2%

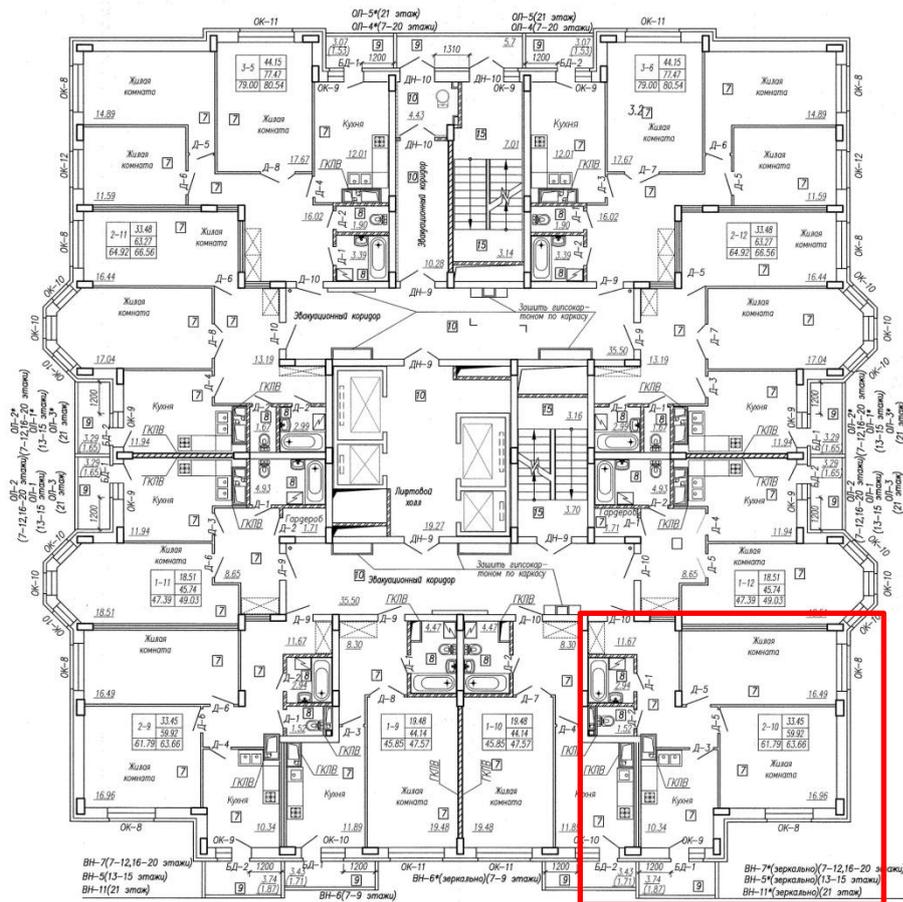
Данные комбинированного теста

	Результаты	95% интервал доверительности	Неопределенность	
Поток при 50 Па, V ₅₀ [м³/ч]	246,0	[REDACTED]		
Кратность обмена при 50 Па, n ₅₀ [/ч]				+/-3,2%
Воздухопроницаемость при 50 Па, q ₅₀ [м³/ч.м²]				+/-3,2%
Определённая утечка при 50 Па, w ₅₀ [м³/ч.м²]				+/-3,2%

Сертификат калибровки

Retrotec 1000						
Диапазон	N	K	K1	K2	K3	K4
Open(22)	0,5214	519,6183	-0,07	0,8	-0,115	1
A	0,503	264,9959	-0,075	1	0	1
B	0,5	174,8824	0	0,3	0	1
C8	0,5	78,5	-0,02	0,5	0,016	1
C6	0,505	61,3	0,054	0,5	0,004	1
C4	0,5077	42	0,009	0,5	0,0009	1
C2	0,52	22	0,11	0,5	-0,001	1
C1	0,541	11,9239	0,13	0,4	-0,0014	1
L4	0,48	4,0995	0,003	1	0,0004	1
L2	0,502	2,0678	0	0,5	0,0001	1
L1	0,4925	1,1614	0,1	0,5	0,0001	1

Помещение №2. Двухкомнатная квартира, 11 этаж, площадь 63,27 м2.



Расположение помещения на плане.



Фото установки и оборудования в помещении.

Данные по помещению

Адрес здания:



Имя компании: **ООО «ТехКонтроль»**

Высота над уровнем моря:

33,5 m

Высота здания: **2,57 m**

Объём здания, V: **162,6 m³**

Общая площадь оболочки, A_{Т ВАТ}

24 m²

Площадь полов, A_F

63,3 m²

Защищённость здания от ветра:

Частично

защищённое от ветра здание

Точность измерений: **3%**

Данные по тесту

Модель вентилятора: Retrotec 1000	Серийный номер вентилятора: 1FN002097	Модель манометра: DM-2	Серийный номер манометра: 209804
---	---	--------------------------------------	--

Направление теста: Понижение давления

Условия окружающей среды:

Атмосферное давление: **101,3** кПа; метод измерения: **Стандартная температура и давление.**

Сила ветра: **1: Тихий**

Температура воздуха:

В начале теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **24,0 С**.

В конце теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **24,0 С**.

Данные теста:

10 измерение(-ий) базового давления было сделано, по **10** секунд каждое.

10 измерение(-ий) тестового давления было сделано, по **20** секунд каждое.

Базовое давление вначале [Па]	-0,01	-0,07	0,02	0,13	-0,01	0,09	-0,03	-0,11	-0,06	0,14		
Созданное тестовое давление [Па]	-1,0										59,6	
Базовое давление в конце [Па]	0,0										0,28	
Давление на вентиляторе [Па]												
Диапазон потока	С1										1	
Общий поток, V _T [м ³ /ч]	71										07	
Скорректированный поток, V _{env} [м ³ /ч]	72										09,0	
Ошибка [%]	-2,1%	0,2%	0,8%	2,7%	1,5%	0,9%	-1,4%	-0,2%	-1,0%	-1,2%		

Усреднённое базовое давление:

в начале теста [Па] ΔP_{01} **0,01**, ΔP_{01-} -0,05, ΔP_{01+} **0,09**

в конце теста [Па] ΔP_{01} **0,05**, ΔP_{01-} **-0,28**, ΔP_{01+} **0,09**

График созданного тестового давления

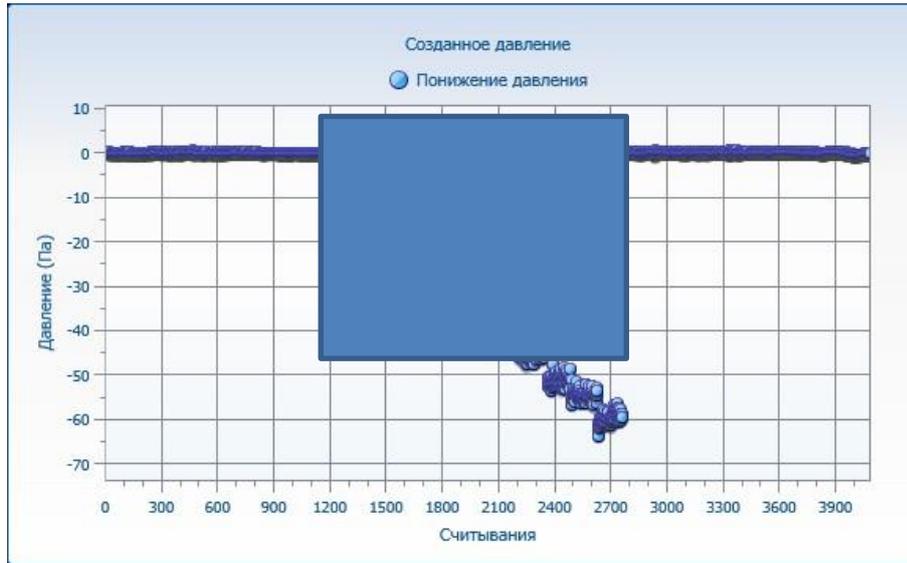
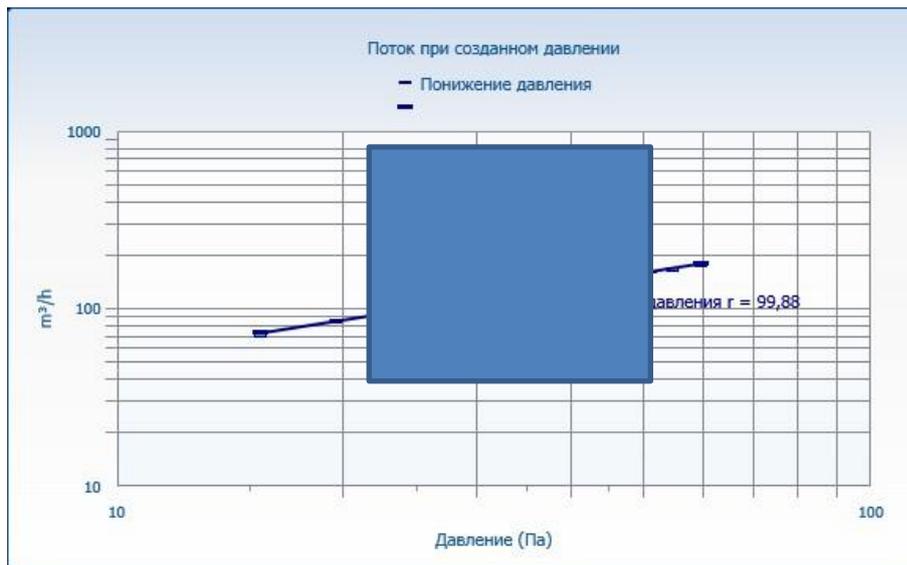


График отношения созданного тестового давления к потоку



Результаты. Направление теста: Понижение давления

	результаты		
Корреляция, r [%]	99,88	95% confidence limits	
Intercept, C_{env} [m³/h.Pa ⁿ]	11,706	10,62	12,91

	результаты	95% confidence	Uncertainty
Поток при 50 Па, V_{50} [м³/ч]			5%
Кратность обмена 50 Па, n_{50} [/ч]			3%

<i>Intercept, C_L</i> [m ³ /h.Pa ⁿ]	11,653	10,57	12,85	Воздухопроницаемость при 50 Па, q ₅₀ [м ³ /ч.м ²]	6,6757	6,452	6,899	+/-3,3%
<i>Slope, n</i>	0,66997	0,64279	0,69714	Определённая утечка при 50 Па, w ₅₀ [м ³ /ч.м ²]	2,5323	2,4476	2,6170	+/-3,3%

Данные комбинированного теста

	Результаты	95% интервал доверительности	Неопределенность
Поток при 50 Па, V ₅₀ [м ³ /ч]			+/-1,5%
Кратность обмена при 50 Па, n ₅₀ [/ч]			+/-3,4%
Воздухопроницаемость при 50 Па, q ₅₀ [м ³ /ч.м ²]			+/-3,3%
Определённая утечка при 50 Па, w ₅₀ [м ³ /ч.м ²]			+/-3,3%

Направление теста: Повышенное давление



Условия окружающей среды:

Атмосферное давление: **101,3** кПа; метод измерения: **Стандартная температура и давление.**

Сила ветра: **1: Тихий**

Температура воздуха:

В начале теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **24,0 С**.

В конце теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **24,0 С**.

Данные теста:

10 измерение(-ий) базового давления было сделано, по **10** секунд каждое.

10 измерение(-ий) тестового давления было сделано, по **20** секунд каждое.

Базовое давление в начале [Па]	0,12	0,02	0,08	0,07	0,02	0,04	0,02	0,12	0,12	0,12		
Созданное тестовое давление [Па]												
Базовое давление в конце [Па]												
Давление на вентиляторе [Па]												
Диапазон потока												
Общий поток, V _T [м ³ /ч]												
Скорректированный поток, V _{env} [м ³ /ч]												
Ошибка [%]	0,6%	-3,7%	1,8%	2,0%	1,4%	0,3%	-0,6%	-0,3%	-0,4%	-1,1%		

Усреднённое базовое давление:

в начале теста [Па] ΔP_{01} **0,03**, ΔP_{01-} -0,07, ΔP_{01+} **0,07**

в конце теста [Па] ΔP_{01} **0,04**, ΔP_{01-} -0,01, ΔP_{01+} **0,07**

График созданного тестового давления

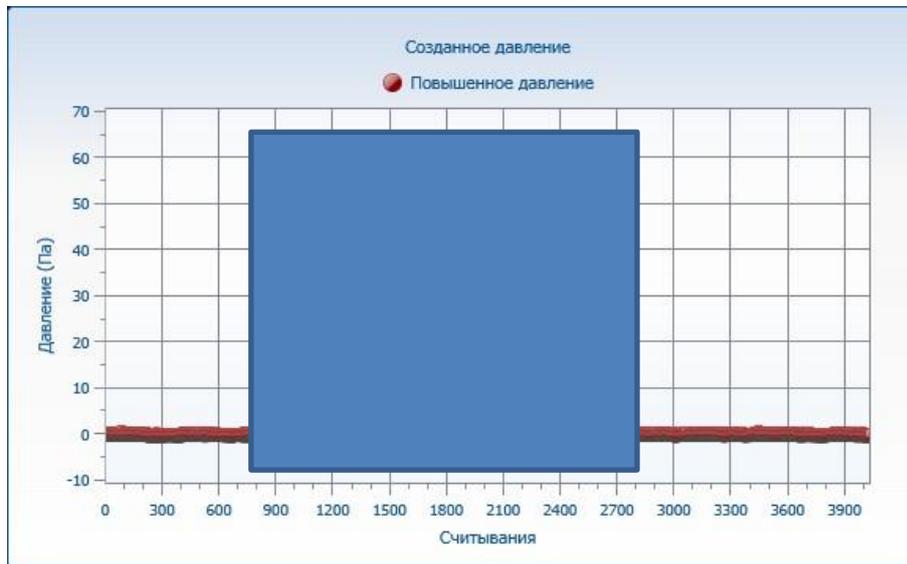
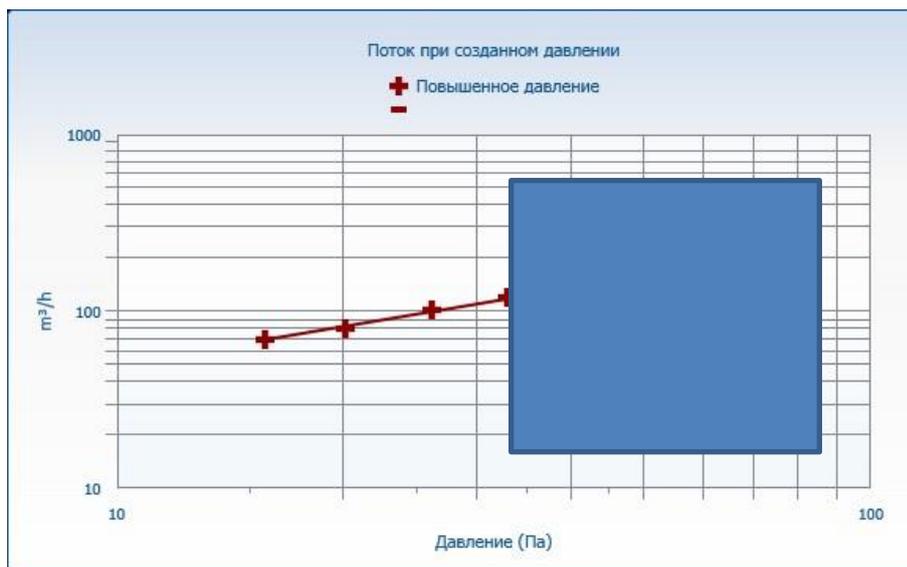


График отношения созданного тестового давления к потоку



Результаты. Направление теста: Повышенное давление

	результаты		
Корреляция, r [%]	99,86	95% confidence limits	
Intercept, C_{env} [m³/h.Pa ⁿ]	9,6106	8,605	10,73

	результаты	95% confidence	Uncertainty
Поток при 50 Па, V_{50} [м³/ч]	208,06		+/-1,7%
Кратность обмена 50 Па, n_{50} [/ч]			+/-3,4%

<i>Intercept, C_L</i> [m ³ /h.Pa ⁿ]	9,5921	8,589	10,71	<i>Воздухопроницаемость при 50 Па, q₅₀</i> [м ³ /ч.м ²]	6,5857	6,359	6,813	+/-3,4%
<i>Slope, n</i>	0,71626	0,68542	0,74710	<i>Определённая утечка при 50 Па, w₅₀</i> [м ³ /ч.м ²]	2,4981	2,4121	2,5842	+/-3,4%

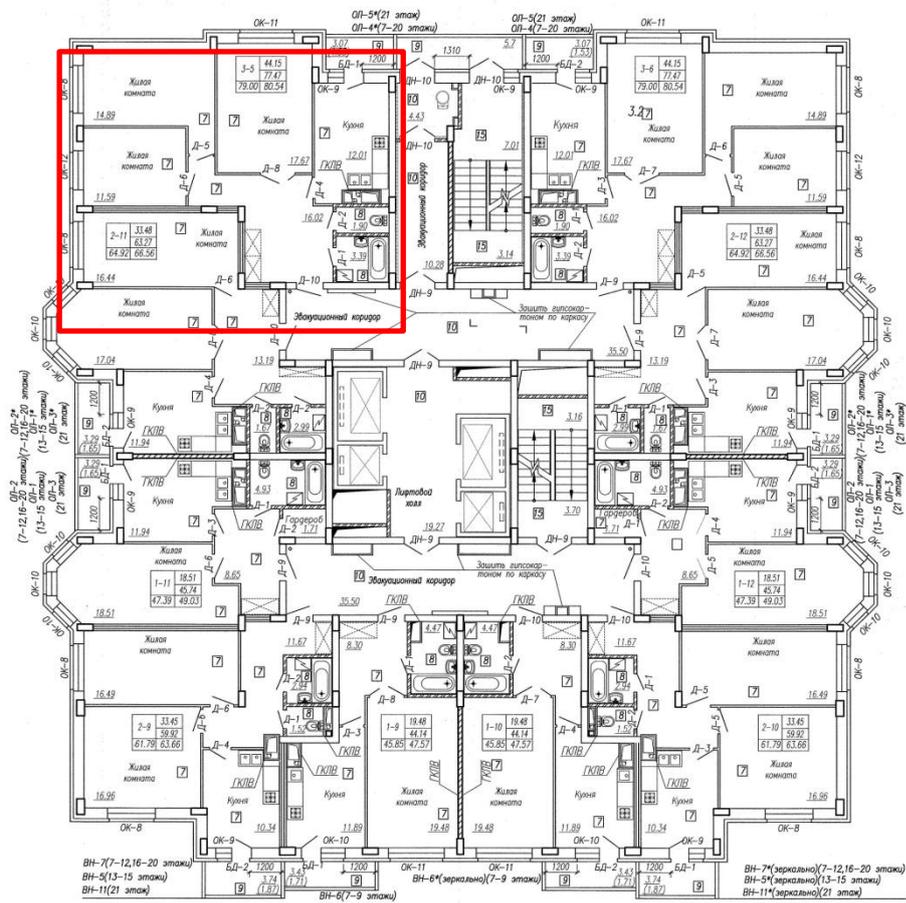
Данные комбинированного теста

	Результаты	95% интервал доверительности	Неопределенность
Поток при 50 Па, V ₅₀ [м ³ /ч]			+/-1,7%
Кратность обмена при 50 Па, n ₅₀ [/ч]			+/-3,5%
Воздухопроницаемость при 50 Па, q ₅₀ [м ³ /ч.м ²]			+/-3,4%
Определённая утечка при 50 Па, w ₅₀ [м ³ /ч.м ²]			+/-3,4%

Сертификат калибровки

Retrotec 1000 1FN002097						
Диапазон	N	K	K1	K2	K3	K4
Open(22)	0,5214	519,6183	-0,07	0,8	-0,115	1
A	0,503	264,9959	-0,075	1	0	1
B	0,5	174,8824	0	0,3	0	1
C8	0,5	78,5	-0,02	0,5	0,016	1
C6	0,505	61,3	0,054	0,5	0,004	1
C4	0,5077	42	0,009	0,5	0,0009	1
C2	0,52	22	0,11	0,5	-0,001	1
C1	0,541	11,9239	0,13	0,4	-0,0014	1
L4	0,48	4,0995	0,003	1	0,0004	1
L2	0,502	2,0678	0	0,5	0,0001	1
L1	0,4925	1,1614	0,1	0,5	0,0001	1

Помещение №3. Трехкомнатная квартира, 21 этаж, площадь 77,47 м2.



Расположение помещения на плане.



Фото установки и оборудования в помещении.

Данные по помещению

Адрес здания:  **килой**

Имя компании: **ООО «ТехКонтроль»**

Высота над уровнем земли: **64,1 m**
 Высота здания: **2,57 m**
 Объём здания, V: **199 m³**
 Общая площадь оболочки, A_{Т ВАТ}: **44,6 m²**
 Площадь полов, A_F: **77,5 m²**
 Защищённость здания от ветра: **Частично**
защищённое от ветра здание
 Точность измерений: **3%**

Данные по тесту

Модель вентилятора: Retrotec 1000	Серийный номер вентилятора: 1FN002097	Модель манометра: DM-2	Серийный номер манометра: 209804
---	---	--------------------------------------	--

Направление теста: Понижение давления



Условия окружающей среды:

Атмосферное давление: **101,3** кПа; метод измерения: **Стандартная температура и давление.**

Сила ветра: **1: Тихий**

Температура воздуха:

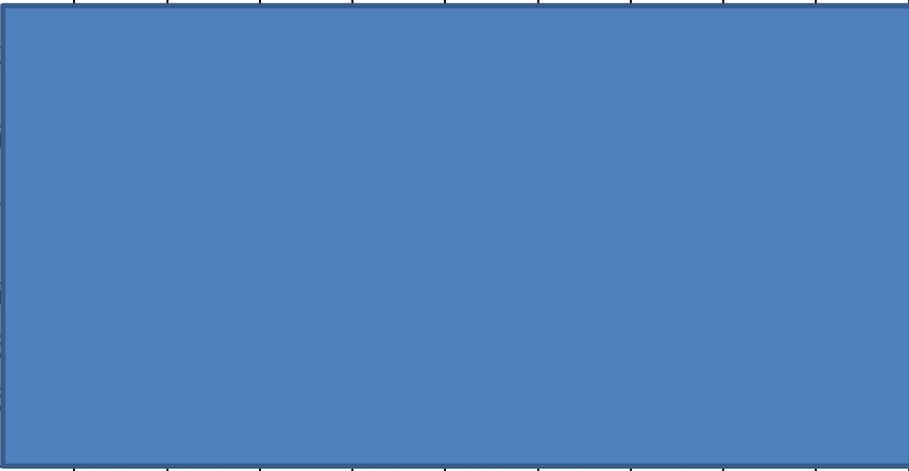
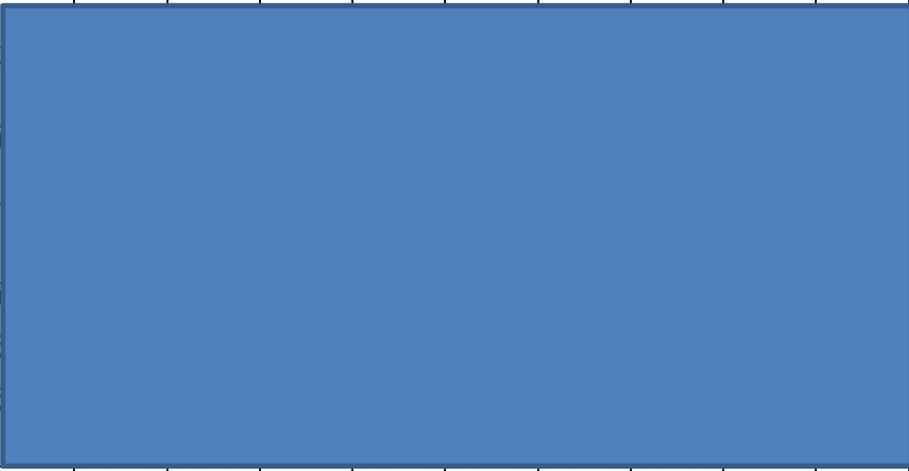
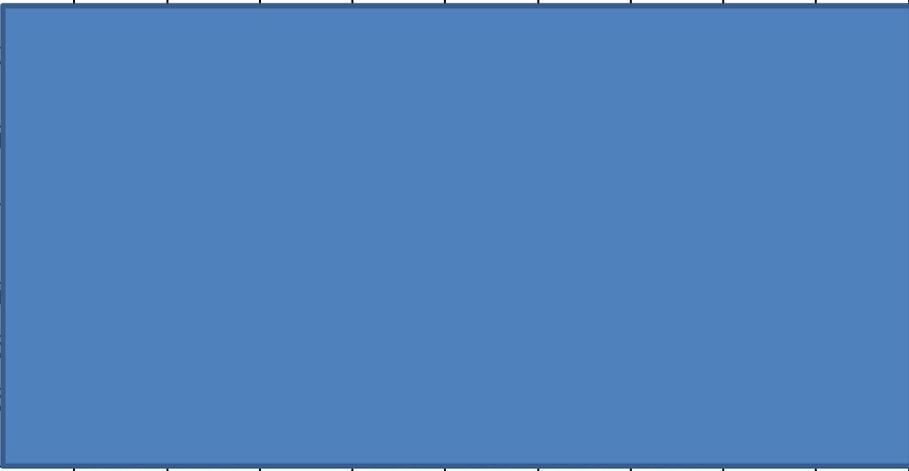
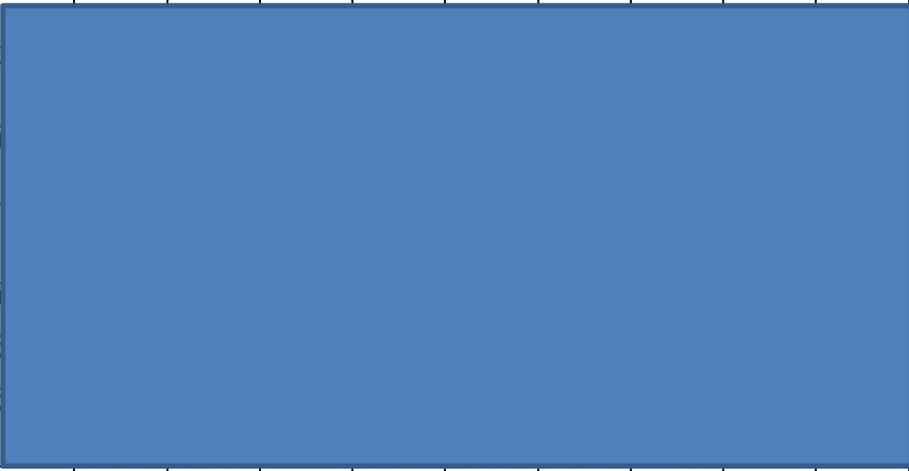
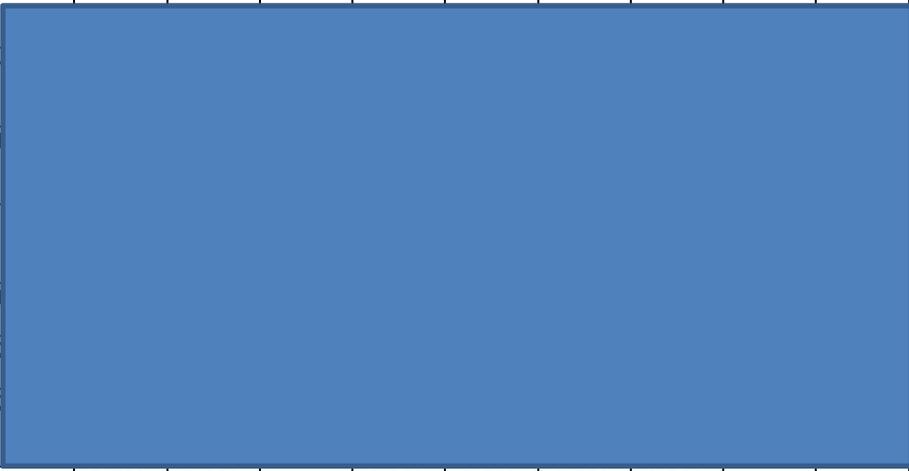
В начале теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **24,0 С.**

В конце теста: внутри помещения: **22,0 С**, снаружи помещения: **24,0 С.**

Данные теста:

10 измерение(-ий) базового давления было сделано, по **10** секунд каждое.

10 измерение(-ий) тестового давления было сделано, по **20** секунд каждое.

Базовое давление вначале [Па]	1,00	1,44	2,31	2,50	0,96	1,07	0,75	0,41	0,47	0,74		
Созданное тестовое давление [Па]												
Базовое давление в конце [Па]												
Давление на вентиляторе [Па]												
Диапазон потока												
Общий поток, V _t [м³/ч]												
Скорректированный поток, V _{env} [м³/ч]												
Ошибка [%]	- 3,4%	2,7%	2,1%	- 0,9%	0,9%	0,9%	1,8%	1,0%	- 2,0%	- 2,9%		

Усреднённое базовое давление:

в начале теста [Па] ΔP_{01} **1,17**, ΔP_{01-} **0,00**, ΔP_{01+} **1,17**
 в конце теста [Па] ΔP_{01} **0,93**, ΔP_{01-} **0,00**, ΔP_{01+} **0,93**

График созданного тестового давления

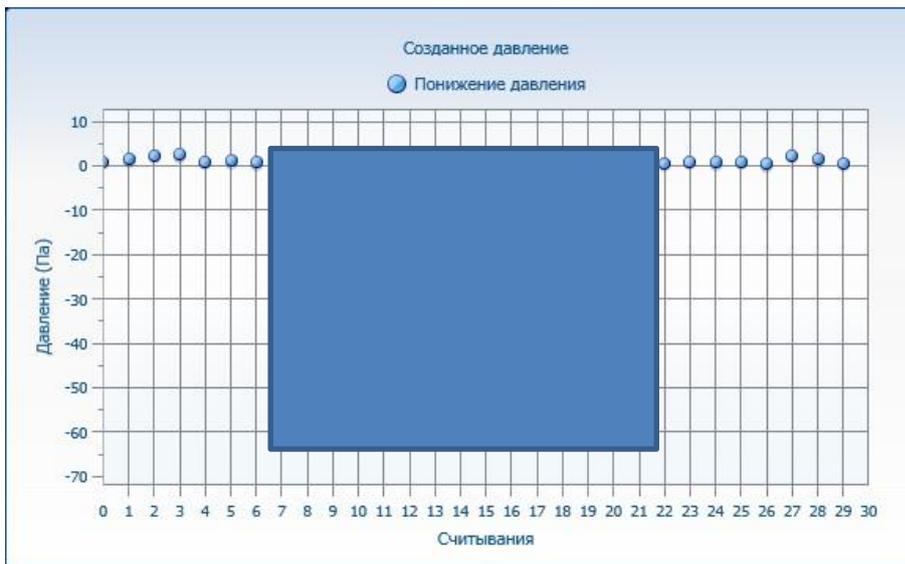
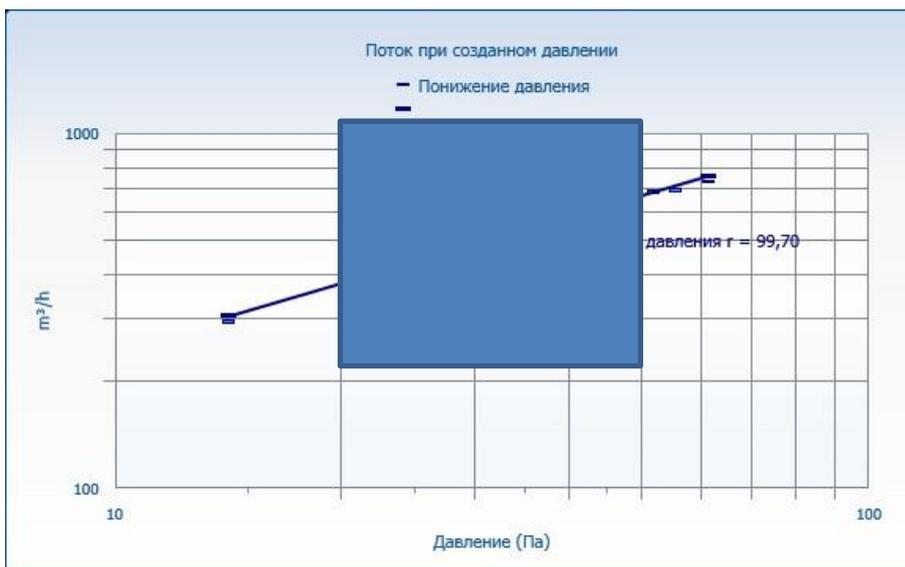


График отношения созданного тестового давления к потоку



Результаты. Направление теста: Понижение давления

	результаты			результаты	95% confidence	Uncertainty
Корреляция, r [%]	99,70	95% confidence limits		Поток при 50 Па, V_{50} [м³/ч]		+/-2,1%
Intercept, C_{env} [м³/ч.Па ⁿ]	59,443	51,60	68,48			

<i>Intercept, C_L</i> [m ³ /h.Pa ⁿ]	59,213	51,40	68,21	Воздухопроницаемость при 50 Па, q ₅₀ [м ³ /ч.м ²]	14,8928	14,346	15,440	+/-3,7%
<i>Slope, n</i>	0,61819	0,57896	0,65742	Определённая утечка при 50 Па, w ₅₀ [м ³ /ч.м ²]	8,5816	8,2662	8,8970	+/-3,7%

Направление теста: Повышенное давление



Условия окружающей среды:

Атмосферное давление: **101,3** кПа, метод измерения: **Стандартная температура и давление.**

Сила ветра: **1: Тихий**

Температура воздуха:

В начале теста: внутри помещения: **22,0 С** снаружи **24,0 С.**

В конце теста: внутри помещения: **22,0 С** снаружи **24,0 С.**

Данные теста:

10 измерение(-ий) базового давления было сделано, по **10** секунд каждое.

10 измерение(-ий) тестового давления было сделано, по **20** секунд каждое.

	1,15	2,16	1,48	1,32	1,51	1,84	2,32	3,31	2,46	2,61		
Базовое давление в начале [Па]												
Созданное тестовое давление [Па]	1											
Базовое давление в конце [Па]	2											
Давление на вентиляторе, [Па]												
Диапазон потока	C											
Общий поток, V _t [м ³ /ч]	2											
Скорректированный поток, V _{env} [м ³ /ч]	2											
Ошибка [%]	11,7 %	%				4,1%		0,4%	2,6%	1,1%		

Усреднённое базовое давление:

в начале теста [Па] ΔP_{01} **2,01**, ΔP_{01-} 0,00, ΔP_{01+} **2,01**
 в конце теста [Па] ΔP_{01} **1,77**, ΔP_{01-} **0,00**, ΔP_{01+} **1,77**

График созданного тестового давления

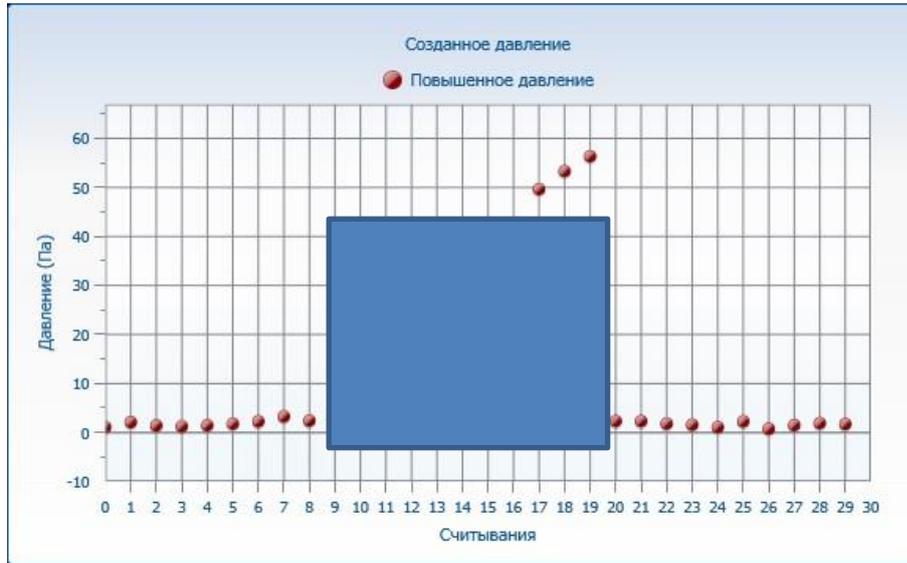
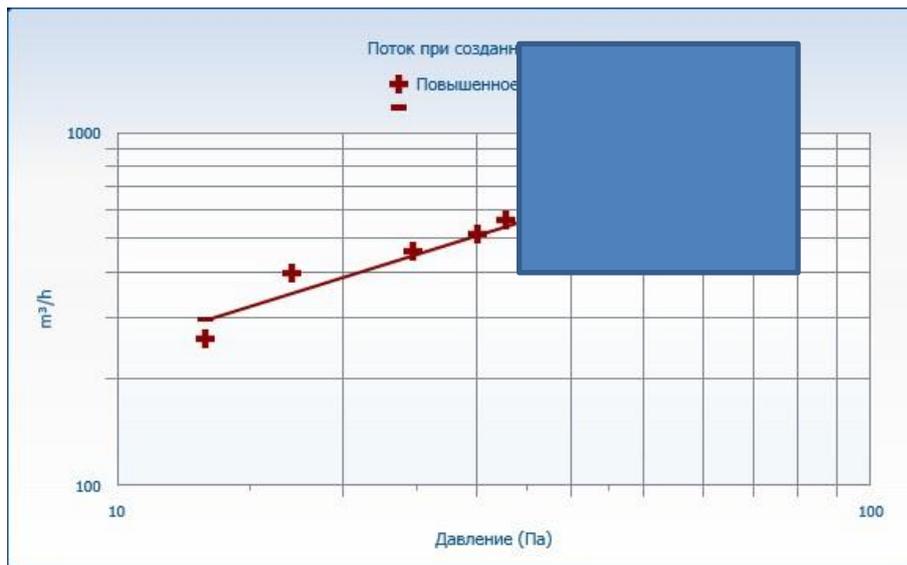


График отношения созданного тестового давления к потоку

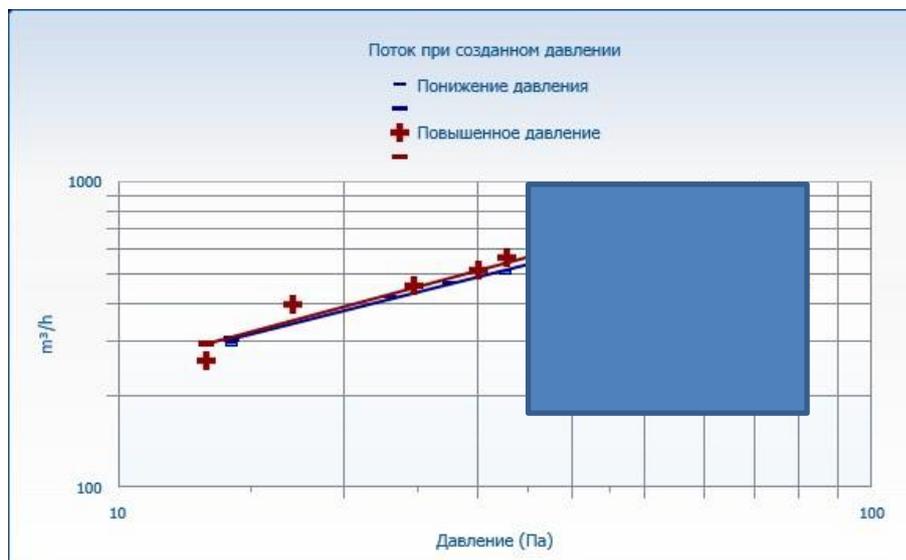


Результаты. Направление теста: Повышенное давление

	результаты	результат	95% confidence	Uncertainty
Корреляция, r [%]	98,12			+/-6,7%
Intercept, C_{env} [$m^3/ч.Pa^n$]	53,465			+/-7,4%
Intercept, C_L [$m^3/ч.Pa^n$]	53,343			+/-7,4%
Slope, n	0,66347			+/-7,4%
				[$m^3/ч.M^2$]

Данные комбинированного теста

	Результаты	95% интервал доверительности	Неопределенность
Поток при 50 Па, V_{50} [м ³ /ч]	690.0		+/-4,4%
Кратность обмена при 50 Па, n_{50} [1/ч]			+/-5,5%
Воздухопроницаемость при 50 Па, q_{50} [м ³ /ч.м ²]			+/-5,5%
Определённая утечка при 50 Па, w_{50} [м ³ /ч.м ²]			+/-5,5%



Сертификат калибровки

Retrotec 1000 1FN002097						
Диапазон	N	K	K1	K2	K3	K4
Open(22)	0,5214	519,6183	-0,07	0,8	-0,115	1
A	0,503	264,9959	-0,075	1	0	1
B	0,5	174,8824	0	0,3	0	1
C8	0,5	78,5	-0,02	0,5	0,016	1
C6	0,505	61,3	0,054	0,5	0,004	1
C4	0,5077	42	0,009	0,5	0,0009	1
C2	0,52	22	0,11	0,5	-0,001	1
C1	0,541	11,9239	0,13	0,4	-0,0014	1
L4	0,48	4,0995	0,003	1	0,0004	1
L2	0,502	2,0678	0	0,5	0,0001	1
L1	0,4925	1,1614	0,1	0,5	0,0001	1



7. Заключение.

Выводы о соответствии нормативным требованиям.

Применение устройства Blower Door RETROTEC 1000, для создания перепада давления в здании, позволило провести обследование в соответствии со стандартом ГОСТ 31167-2009 «Здания и сооружения. Методы определения воздухопроницаемости ограждающих конструкций в натуральных условиях», и получить значения кратности обмена воздуха в час для каждого из испытуемых помещений:

- Однокомнатная квартира, 2 этаж, площадь 45,7 м², внутри здания в 50 Па $V(50) = 238$ м³/ч, позволяя при объёме отапливаемых помещений $V = 117$ м³.

давлении
2,05 ч-1,

- Двухкомнатная квартира, 11 этаж, площадь 63,0 м², внутри здания в 50 Па $V(50) = 209$ м³/ч, позволяя объёме отапливаемых помещений $V = 163$ м³.

давлении
2,28 ч-1, при

- Трёхкомнатная квартира, 21 этаж, площадь 77,0 м², внутри здания в 50 Па $V(50) = 690$ м³/ч, позволяя при объёме отапливаемых помещений $V = 199$ м³.

давлении
3,46 ч-1,

Согласно ГОСТ 31167-2009, приложение Д классификация воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта по кратности воздухообмена при разности давлений 50Па приведена в таблице:

Кратность воздухообмена при $p = 50$ Па (n_{50} , ч-1)	Наименование класса
$n_{50} < 1$	Очень низкая
$1 \leq n_{50} < 2$	Низкая
$2 \leq n_{50} < 4$	Нормальная
$4 \leq n_{50} < 6$	Умеренная
$6 \leq n_{50} < 10$	Высокая
$10 \leq n_{50}$	Очень высокая

Итоговое среднее значение кратности воздухообмена обследованных помещений здания при разности давлений 50 Па:

$n_{50} = 2,26$ ч-1

Согласно ГОСТ 31167-2009 таблица Д.1 – Классы воздухопроницаемости ограждающих конструкций объекта, зданию «Многоэтажный жилой дом» по адресу: [REDACTED] [REDACTED] установлен класс воздухопроницаемости ограждающих конструкций «Нормальная». Здание удовлетворяет требованиям СП 50.13330.2012 (СНиП 23-02-2003 п. 8.7.)

Утверждаю.

Директор ООО [REDACTED] . К.Н.

