

Вікно як будівельний елемент



Шумоізоляція

100-313a

Impressum

Herausgeber:

VEKA AG

Dieselstraße 8

D-48324 Sendenhorst

Telefon: +49 (0) 2526 29-0

Fax: +49 (0) 2526 29-3710

E-mail: info@veka.com

Internet: www.veka.com

Vorstand:

Andreas Hartleif (Vorsitzender), Dr. Andreas W. Hillebrand (stellvertr. Vorsitzender),
Bonifatius Eichwald, Elke Hartleif, Dr. Werner Schuler

Vorsitzender des Aufsichtsrates:

Ulrich Weimer

Sitz der Gesellschaft:

Sendenhorst

Handelsregister:

Amtsgericht Münster HRB 8282

Umsatzsteuer-Ident.-Nr.:

DE 123995034

Copyright:

© VEKA AG, Sendenhorst 2015 – alle Rechte vorbehalten

Schutzvermerk:

Die VEKA AG untersagt hiermit die Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokumentes sowie die Verwertung und Mitteilung seines Inhalts, auch auszugsweise, soweit keine ausdrückliche Genehmigung vorliegt. Für Zuwiderhandlungen behält sich die VEKA AG vor, rechtliche Schritte einzuleiten. Die VEKA AG behält sich darüber hinaus alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster oder Geschmacksmustereintragung vor.

Haftungsausschluss:

Die VEKA AG übernimmt keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit oder Qualität der bereitgestellten Informationen. Haftungsansprüche gegen die VEKA AG, die sich auf Schäden materieller oder ideeller Art beziehen, welche durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen, sofern seitens der gesetzlichen Vertreter, Angestellten oder Erfüllungsgehilfen der Autoren der VEKA AG kein nachweislich vorsätzliches oder grob fahrlässiges Verschulden vorliegt.

100-313a

Зміст

Шумоізоляція	1
1 Вступ	4
2 Вимоги та класифікація	5
3 Методи вимірювання та стандарти випробувань.....	9
4 Методи та норми розрахунку	11
5 Приклади розрахунків.....	13
6 Література.....	15

1 Вступ

Звукоізоляція означає забезпечення захисту людей від шуму. Вона призначена для захисту від фізичного та психічного стресу, фізичних пошкоджень, таких як втрата слуху, пошкодження імунної та серцево-судинної системи.

На малюнку 1.1 схематично показано вплив звуку на вікна.



Малюнок 1.1: Зображення звукоізоляції вікон [1]

2 Вимоги та класифікація

Вимоги захисту від шуму поділяються на вимоги будівельних норм і вимог цивільного права.

Правові будівельні норми регулюються відповідними будівельними нормами DIN 4109 [2]. Вони служать для захисту людей від шумового забруднення та збереження їх здоров'я.

Вимоги цивільного права частково регулюються VDI 4100 [3]. Вимоги цивільного законодавства в першу чергу стосуються збереження конфіденційності власної території по відношенню до сусідніх кімнат. Вимоги цивільного законодавства вимагають спеціальних домовленостей між забудовником і планувальником. DIN 4109 [2] і VDI 4100 [3] містять лише рекомендації щодо цього.

Відповідно до DIN 4109 [2] до зовнішніх компонентів пред'являються особливі вимоги залежно від впливу зовнішнього шуму (відповідного рівня зовнішнього шуму) і типу приміщення. Вимоги наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1: Вимоги до шумоізоляції зовнішніх елементів [2]

Діапазон рівня шуму	„Відповідний рівень зовнішнього шуму“ dB(A)	необх. $R'_{w, res}$ зовнішнього елемента в дБ відповідно до типу приміщення			
		Палати в лікарнях і санаторіях	Приміщення відпочинку в квартирах, ночівлі в закладах розміщення, навчальні кімнати тощо	Офісні приміщення	Ситуація з трафіком
I	до 55	-	30	-	Вулиця 10 – 50 авто/год Віддалення 26 – 35 м
II	56 до 60	35	30	30	Вулиця 50 – 200 авто/год Віддалення 26 – 35 м
III	61 до 65	40	35	30	Вулиця 1000 – 3000 авто/год Віддалення 100 – 300 м
IV	66 до 70	45	40	35	Вулиця 1000 – 3000 авто/год Віддалення 36 – 100 м
V	71 до 75	50	45	40	Вулиця 1000 – 3000 авто/год Віддалення менш ніж 100 м
VI	76 до 80	b)	50	45	к.А.
VII	> 80	b)	b)	50	к.А.

a) Немає вимог до зовнішніх елементів приміщень, де зовнішній шум, що проникає, робить лише незначний внесок у внутрішній рівень через дії, що здійснюються в приміщенні.

b) Вимоги визначаються на основі місцевих умов.

У таблиці 2.2 наведені приклади вікон із різним рівнем звукоізоляції.

Таблиця 2.2: Показник шумопоглинання одностулкових вікон з різними склопакетами

Індекс звукоізоляції R_w [dB]	Клас захисту (VDI настанова 2719)	Тип вікна	!VEKA	Формула склопакет [мм]
< 25	1	не визначено	не визначено	не визначено
30 - 34	2	Просте вікно	SOFTLINE 70, SOFTLINE 82	4/16/4
	2	Просте вікно	SOFTLINE 70, SOFTLINE 82	4/12/4/12/4
35 - 39	3	Просте вікно	SOFTLINE 70, SOFTLINE 82	6/16/4
	3	Просте вікно	SOFTLINE 70, SOFTLINE 82	6/12/4/12/4
40 - 44	4	Просте вікно	SOFTLINE 70	9GH/16/6
	4	Просте вікно	SOFTLINE 82	6/12/4/12/ VSG-SI 44.1
> 45	5	Просте вікно	SOFTLINE 82 MD	VSG-SI 44.1/12/4/12/ VSG-SI 44.1
> 50	6	Спеціальний дизайн, Спарене вікно	SOFTLINE 70 MB	зовні: 12 VSG-SI всередині: 12 VSG-SI/16/8 VSG-SI

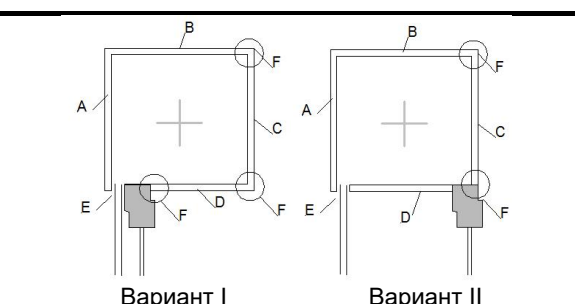
Вимоги до ролет також описані в DIN 4109 [2]. Там сказано, що конструктивні заходи для захисту від зовнішнього шуму є повністю ефективними лише тоді, коли вікна та двері закриті, і що необхідна ізоляція повітряного шуму не знижується додатковими системами вентиляції чи рольставнями. Індекс звукоізоляції для вентиляційних пристроїв чи коробів ролет визначають з їхньої площі, яку слід враховувати при розрахунку кінцевого індексу звукоізоляції.

Закриті ролети можуть покращити звукоізоляцію вікна, але для цього відстань між ролетною шторою та віконним склом повинна бути не менше 50 мм. Чим більша відстань, тим більше покращується звукоізоляція. Наприклад, покращення показника звукоізоляції вікна з додатковою рольставнею на відстані 100 мм становить приблизно 10 дБ [5]. Іншими факторами впливу є вага ролет, підвіска і ущільнення в направляючій .

У таблиці 2.3 наведені приклади ролет з номінальним показником звукоізоляції понад 25 дБ.

Таблиця 2.3: Приклад ролет [6]

Індекс звукоізоляції R_w [dB]		Варіант системи	Внутрішня стінка, облицювання або декор (C)	Нижній горизонтальний вузол або декор (D)	З'єднувальна частина (F)
≥ 25	I/II	2, 3 або 4 5 або 6	2, 3 або 4	7 або 8 7	
				8 або 9 9	
≥ 30	I/II	3 або 6 3, 4, 5 або 6	3 або 4	7 та 9 або 8 та 9	
				7 та 9 або 8 та 9	
≥ 40 ²⁾	I II	3, 4, 5 або 6	3 або 4	7 та 9 або 8 та 9	
				7 та 9 або 8 та 9	



- A Зовнішня стінка
- B Верхній вузол
- C Внутрішня стінка, облицювання або декор
- D Нижній горизонтальний вузол або декор
- E Шліць
- F З'єднувальна частина

- Внутрішня стінка (C) або декор (D)
- 1 Жерсть, ПВХ- та азбестоцементна плита
 - 2 Пластикові подвійні панелі або дерев'яні панелі, товщ. ≥ 8 мм
 - 3 Як 2, але з облицюванням з жерсті ($m'' \geq 8 \text{ кг/м}^2$)
 - 4 Дерев'яні плити, напр., ДСП відп. до DIN 68763, товщ. ≥ 8 мм, з підвищеною внутрішньою амортизацією
 - 5 Штукатурна основа (напр., легка плита з дерев'яної стружки, товщ. ≥ 50 мм, товщ. штукатурки ≥ 5 мм)
 - 6 Бетонні, цегляні або пемзові плити, товщ. ≥ 50 мм або $m' \geq 30 \text{ г/м}^2$, герметизація з'єднувального шва (F)
 - 7 З'єднання шип-паз
 - 8 Затискні та штекерні з'єднання
 - 9 Додаткова герметизація всіх сполучних швів профілями-герметиками

Індекс звукоізоляції R_w [dB]	Варіант системи	Внутрішня стінка, облицювання або декор (C)	Нижній горизонтальний вузол або декор (D)	З'єднувальна частина (F)
≥ 25	I/II	2, 3 або 4	2, 3 або 4	7 або 8
		5 або 6		7
≥ 30	I/II	2, 3 або 4	2, 3 або 4	8 або 9
		5 або 6		9
≥ 35	I	3 або 6	3 або 4	7 та 9
	II	3, 4, 5 або 6	1, 2, 3 або 4	або 8 та 9
≥ 40 ²⁾	I	3, 4, 5 або 6	3 або 4	7 та 9
	II		1, 2, 3 або 4	або 8 та 9

1) Немає особливих вимог до зовнішньої стінки (A) зовнішнього вузла (B) короба ролет. Ширина шліця (E) – Відкриття полотна ≤ 10 мм
2) У коробі ролет з індексом звукоізоляції ≥ 40 дБ необхідно прикріпити звукопоглинальний матеріал (наприклад, плити з мінерального волокна, $d \geq 20 \text{ мм}$) до однієї або кількох внутрішніх поверхонь.

Щоб врахувати тип джерела шуму, наприклад, різницю між дискотечною музикою та грою дітей, існує дві криві оцінки, які враховують тип шуму. Так звані значення коригування спектру - C і C_{tr}. Огляд джерел шуму можна знайти в таблиці 2.4. Однак вони ще не введені в будівельні норми і тому ще не діють у Німеччині.

Таблиця 2.4: Відповідні значення коригування спектру для різних типів джерел шуму [8]

Тип джерела шуму	Відповідне значення коригування спектру
Діяльність у житлових приміщеннях (розваги, музика, радіо, телебачення), діти, які грають, середньо- та високошвидкісний залізничний рух ^a , рух на автомагістралях понад 80 км/год ^a , реактивні літаки на близькій відстані, компанії, які видають переважно середньо- та високочастотний шум ^a	C
Міський рух, залізничний рух на низькій швидкості ^a , гвинтові літаки, реактивні літаки на великій відстані, дискотечна музика, компанії, які видають переважно низько- та середньочастотний шум	C _{tr}
^a У кількох європейських країнах існують моделі розрахунку шуму від автомагістралей і залізничного транспорту, які визначають рівні звуку в октавних діапазонах; їх можна використовувати для порівняння зі спектрами № 1 і 2.	

3 Методи та стандарти випробувань

Індекс звукоізоляції вікон, дверей і ролет визначається відповідно до DIN EN ISO 10140-2 [7] з оцінкою відповідно до DIN EN ISO 717-1 [8]. Вимірювання вікон проводиться в готовому до експлуатації стані з бажаними розмірами 1,23 м x 1,48 м і для дверей з мінімальними розмірами 0,9 м x 2,0 м.

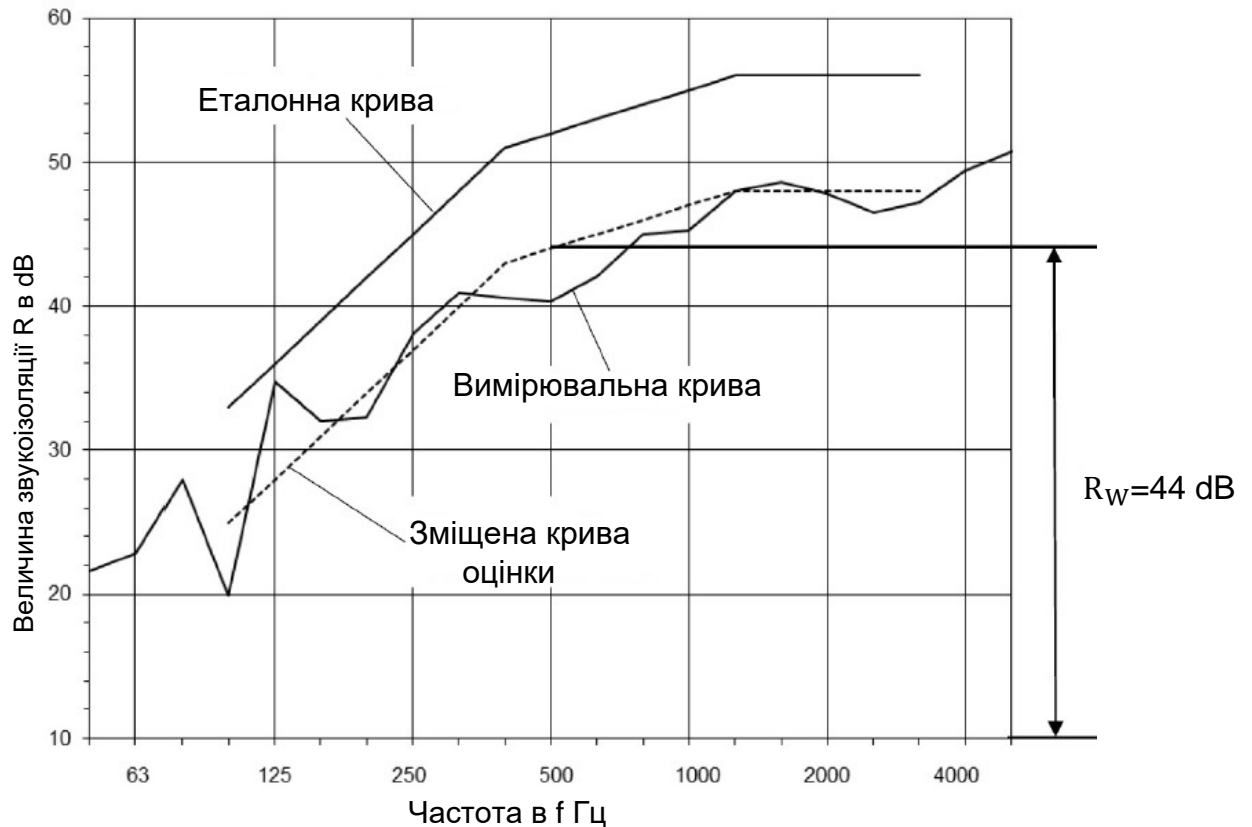
Індекс звукоізоляції визначається відповідно до DIN EN ISO 10140-2 [7] за допомогою двох вимірювань. Ширококутовий шум генерується в передавальній кімнаті та вимірюється середній рівень звукового тиску. При цьому в приймальній кімнаті також вимірюється середній рівень звукового тиску. На основі різниці між двома рівнями звукового тиску можна визначити так звану різницю рівнів. Беручи до уваги час реверберації або еквівалентну площу звукопоглинання в приймальній кімнаті та площу досліджуваного об'єкта, зважений індекс звукоізоляції досліджуваного об'єкта можна визначити за наступною формулою.

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \text{ dB}$$

При цьому

- L1 [dB] середній рівень звукового тиску в кімнаті джерела;
- L2 [dB] середній рівень звукового тиску в приймальні;
- S [m²] площа досліджуваного об'єкта, що дорівнює вільному пробному отвору;
- A [m²] еквівалентна площа звукопоглинання в приймальні.

Визначення зваженого індексу звукоізоляції $R_{w,P}$ пояснюється на малюнку нижче. Оцінювальна крива (B) зміщується до тих пір, поки зниження фактичних вимірних значень не призведе до допустимого середнього зниження на 32 дБ. Потім можна прочитати зважений індекс звукоізоляції на 500 Гц. Окреме значення округлюється до цілих чисел для кожного вимірювання. Крива вимірювання визначається як функція частоти з наведеною вище формулою.



Малюнок 3.1: Визначення індексу звукоізоляції [8]

4 Методи та норми розрахунку

DIN EN 14351-1 [9] у Додатку В пропонує можливість визначення показників звукоізоляції для певних типів вікон залежно від скління та конструкції за допомогою табличних методів, які дійсні для вікон до 39 дБ. Наприклад, вікна зі склопакетом з номінальним показником звукоізоляції $R_w = 27$ дБ можуть досягти показників звукоізоляції всього вікна $R_w = 30$ дБ.

Індекси звукоізоляції в наведеній вище таблиці також можна застосовувати до вікон інших розмірів. Відповідно до DIN 14351-1 [9], відрахування показника звукоізоляції враховуються для досліджуваних зразків розміром більше $2,7 \text{ м}^2$.

Необхідна звукоізоляція вікон визначається відповідно до DIN 4109 [2]. Вимоги до зовнішніх компонентів залежать від відповідного рівня шуму, також відомого як «відповідний рівень зовнішнього шуму». Відповідний рівень зовнішнього шуму розраховується на основі інтенсивності руху та відстані від приміщення, яке захищається, до джерела шуму. Огляд, наведений у таблиці 4.1, можна використовувати у спрощеній формі.

Таблиця 4.1: Визначення відповідного рівня зовнішнього шуму [2]

Діапазон рівня шуму	Зовнішній шум в дБ(А)	Дорожня ситуація
0	50	Вулиця 10 – 50 авто/год/Віддалення більш чем 35 м
1	51 – 55	Вулиця 10 – 50 авто/год/Віддалення 26 – 35 м
2	56 – 60	Вулиця 50 – 200 авто/год/Віддалення 26 – 35 м
3	61 – 65	Вулиця 1000 – 3000 авто/год/Віддалення 100 – 300 м
4	66 – 70	Вулиця 1000 – 3000 авто/год/Віддалення 36 – 100 м
5	> 70	Вулиця 1000 – 3000 авто/год/Віддалення менш чим 100 м

Однак значення, наведені в таблиці 4.1, не є значеннями, які можна використовувати для перевірки, оскільки інші фактори, такі як тип забудови та позовжній нахил дороги, також повинні бути прийняті до уваги.

Вимоги до огорожувальних конструкцій будівлі можна визначити в таблиці 2.1 на основі відповідної зони зовнішнього шуму, яка була визначена.

У випадку композитних зовнішніх елементів з різними показниками звукоізоляції, наприклад, вікон і зовнішніх стін, показники звукоізоляції в приміщеннях із нормальною висотою приміщення приблизно 2,5 м і глибиною приміщення щонайменше 4,5 м можна переглянути в таблиці 4.2. Відповідні комбінації для вікон і дверей можна знайти в таблиці.

Таблиця 4.2: Необхідний індекс звукоізоляції для комбінації зовнішньої стіни та вікна

Відсоток площі вікна [%]	Індекс звукоізоляції вікна та стіни [dB]	необх. $R'_{w, res}$ [дБ]				
		30	35	40	45	50
10 %	$R'_{w, стіна}$	30	35	40	45	55
	$R'_{w, вікно}$	25	30	32	37	40
20 %	$R'_{w, стіна}$	30	35	40	45	55
	$R'_{w, вікно}$	25	30	35	40	42
30 %	$R'_{w, стіна}$	35	35	45	50	55
	$R'_{w, вікно}$	25	32	35	40	45
40 %	$R'_{w, стіна}$	35	40	45	50	55
	$R'_{w, вікно}$	25	30	35	40	45
50 %	$R'_{w, стіна}$	50	40	40	50	60
	$R'_{w, вікно}$	25	32	37	42	45
60 %	$R'_{w, стіна}$	30	45	40	60	-
	$R'_{w, вікно}$	30	32	37	42	-

Ця таблиця стосується лише житлових будинків зі звичайною висотою приміщення приблизно 2,5 м і глибиною приміщення приблизно 4,5 м або більше, беручи до уваги вимоги до кінцевого індексу звукоізоляції $R'_{w, res}$ зовнішнього елемента згідно з таблицею 8 та поправка – 2 дБ згідно таблиці 9, рядок 2.

Таблицю 4.2 можна використовувати для житлових будинків із нормальною висотою приміщення (приблизно 2,5 м) і глибиною приміщення (приблизно 4,5 м). Поправки відповідно до DIN 4109 [2] необхідні для приміщень з іншими розмірами.

Щоб відповідати встановленим вимогам, виробники пропонують різну якість віконних рам і склопакетів. Відповідні значення індексу звукоізоляції вікон із різною якістю скла можна знайти у відповідних сертифікатах випробувань або DIN 14351-1 [9].

5 Приклади розрахунків

Офісне приміщення, яке виходить на жваву вулицю з відповідним зовнішнім рівнем шуму в середині фасаду, який оцінюється в 73 дБ(А). Це відповідає діапазону рівня шуму V.

Площа вікна $s_B = 1,48 \text{ м}^2$

Зовнішньої стіни $s_C = 5,3 \text{ м}^2$

Площа підлоги кімнати $s_G = 4,24 \text{ м}^2$

Зовнішня стінка має індекс звукоізоляції $R_{w,R}$ до 57 дБ.

Вимога щодо ізоляції повітряного звуку зовнішніх компонентів обумовлена розташуванням офісного приміщення в бік жвавої вулиці. Залежно від інтенсивності руху, відстані до джерела викидів, нахилу дороги тощо, вимога до ізоляції звуку становить 40 дБ. Це відповідає діапазону рівня шуму V для офісів згідно з таблицею 2.1.

Тепер виконується пошук необхідних $R_{w,R}$ для існуючого вікна визначеного розміру, щоб виконати вимогу.

$$\text{наявн. } R'_{w,R} \geq \text{доз. } R'_{w,R}$$

Визначення величини коригування:

$$\sum A_i = A_{\text{стіни}} + A_{\text{вікна}} = 5,3 \text{ м}^2 + 1,48 \text{ м}^2 = 6,78 \text{ м}^2$$

$$\frac{s_{(C+B)}}{s_G} = \frac{6,78 \text{ м}^2}{4,24 \text{ м}^2} = 1,6$$

Spalte/Zeile	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$s_{(w+f)}/s_G$	2,5	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4
2	Korrektur	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3

$s_{(w+f)}$: Gesamtfläche des Außenbauteils eines Aufenthaltsraumes in m^2
 $s_{(G)}$: Grundfläche eines Aufenthaltsraumes in m^2 .

Вимога щодо ізоляції звуку впливає з поправочного значення:

$$\text{дозв. } R'_{w,R} = 45 \text{ дБ} + 3 = 48 \text{ дБ}$$

Через відношення:

$$\text{наяв. } R'_{w,R} \geq \text{дозв. } R'_{w,R}$$

визначаємо

$$\text{дозв. } R'_{w,R} = R'_{w,R, \text{res}} = -10 \lg \left(\frac{\sum A_i \cdot 10^{-R_{w,R,i}/10}}{A_{\text{заг}}} \right)$$

Для того, щоб відповідати вимогам 48 дБ, усі відомі значення використовуються та вирішуються відповідно до необхідного індексу звукоізоляції $R_{w,R,\text{вікна}}$:

$$48 = -10 \lg \left(\frac{5,3 \cdot 10^{-57/10} + 1,48 \cdot 10^{-R_{w,R,\text{вікна}}/10}}{6,78} \right)$$

$$10^{-4,8} = \frac{5,3 \cdot 10^{-57/10} + 1,48 \cdot 10^{-R_{w,R,\text{вікна}}/10}}{6,78}$$

$$10^{-4,8} \cdot 6,78 = 5,3 \cdot 10^{-57/10} + 1,48 \cdot 10^{-R_{w,R,\text{вікна}}/10}$$

$$10^{-4,8} \cdot 6,78 - 5,3 \cdot 10^{-57/10} = 1,48 \cdot 10^{-R_{w,R,\text{вікна}}/10}$$

$$\frac{10^{-4,8} \cdot 6,78 - 5,3 \cdot 10^{-57/10}}{1,48} = 10^{-R_{w,R,\text{вікна}}/10}$$

$$-10 \lg \left(\frac{10^{-4,8} \cdot 6,78 - 5,3 \cdot 10^{-57/10}}{1,48} \right) = R_{w,R,\text{вікна}}$$

$$R_{w,R,\text{вікна}} = 41,8$$

Вимоги відповідають індексу звукоізоляції вікна 42 дБ!

6 Література

- [1] ift-Rosenheim Фото-архів: http://www.ift-rosenheim.de/presse_bildarchiv.php
- [2] DIN 4109:1989-11 Звукоізоляція в будівництві.
- [3] VDI 4100:2007-08 Звукоізоляція квартир - критерій планування та оцінки.
- [4] DIN 4109 Додаток 2:1989-11 Захист від шуму в будівництві; Примітки щодо планування та виконання; пропозиції щодо підвищеного захисту від шуму; Рекомендації щодо захисту від шуму у житловому чи робочому місці.
- [5] Технічні рекомендації Федеральної асоціації ролетних віконниць і захисту від сонця e.V., аркуш 1.2: ролети – звукоізоляція, Ausgabe Mai 1999, Bonn.
- [6] VDI 2719:1987-08, Звукоізоляція вікон та їх додаткових пристроїв.
- [7] DIN EN ISO 10140-2:2010-12 Акустика. Вимірювання звукоізоляції елементів на випробувальному стенді. Частина 2. Вимірювання звукоізоляції.
- [8] DIN EN ISO 717-1:2006-11 Акустика. Оцінка звукоізоляції в будівлях і будівельних елементах. Частина 1. Ізоляція повітряного звуку.
- [9] DIN 14351-1:2010-08, Вікна та двері. Стандарт виробу, експлуатаційні характеристики. Частина 1. Вікна та зовнішні двері без характеристик вогнестійкості.