

Описан алгоритм управления в режиме графитации, который с целью заблаговременного определения момента отключения электропитания печи использует прогнозирование степени графитации углеродных изделий.

**Ключевые слова:** углеродные изделия, графитация, система управления, нечеткий регулятор.

*Жученко Олексій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автоматизації хімічних виробництв, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна, e-mail: azhuch@ukr.net.*  
*Бевзюк Леонід Леонідович, кафедра автоматизації хімічних виробництв, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Україна.*

*Жученко Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра автоматизации химических производств, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского», Украина.*

*Бевзюк Леонид Леонидович, кафедра автоматизации химических производств, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского», Украина.*

*Zhuchenko Oleksiï, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: azhuch@ukr.net.*

*Bevziuk Leonid, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine*

УДК 691:517

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.83814

**Саньков П. Н.,  
Макарова В. Н.,  
Ткач Н. А.,  
Гваджаиа Б. Д.**

## АНАЛИЗ ШУМОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ СОСТАВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В результате проведенных исследований определены основные показатели звукоизоляции ограждающих конструкций в лабораторных условиях. Результаты работы можно использовать для разработки рекомендаций по проектированию внутренних и наружных стен для офисных помещений с целью обеспечения необходимой звукоизоляции для достижения нормативных уровней звука на рабочих местах промышленных предприятий, в офисах и жилых помещениях.*

**Ключевые слова:** звукоизоляция, листовые материалы, рабочие места, жилые помещения, реверберационная камера, шумомер.

### 1. Введение

Наш век стал самым шумным. Трудно сейчас назвать места отдыха, производства и быта, где в звуковом спектре не присутствовал бы шум, то есть раздражающая смесь звуков, которая нам мешает качественно отдыхать, с максимальной отдачей работать и спокойно чувствовать себя в бытовых условиях. Звуки и шумы большой мощности поражают слуховой аппарат, нервные центры, могут вызвать болевые ощущения и шок [1–4].

Современные ученые и инженеры строительной отрасли уделяют много внимания одному из архитектурно-строительных средств борьбы с шумом — окнам, или как по-другому их называют — светопрозрачным фасадным конструкциям (СФК) [5, 6].

К современным СФК существует широкий спектр требований:

- 1) качественная прозрачность;
- 2) гигиеничность;
- 3) высокая теплоизоляционная эффективность;
- 4) высокая звукоизоляционная эффективность и ряд

чисто практических свойств при монтаже и при эксплуатации.

Результаты, представленные в данной работе, будут иметь большое практическое и познавательное значение для широкой аудитории: от инженера, изобретателя, ученого, до рядового гражданина, как базовый материал для более детального исследования акустических свойств

современных СФК, стеклопакеты которых технологически выполняются с листового материала — стекла.

### 2. Объект исследования и его технологический аудит

Объектом данного исследования являются звукоизоляционные свойства составных конструкций из листовых материалов. В рамках практических задач, связанных с решением одной из важнейших задач строительной отрасли, — обеспечением безопасных условий труда на рабочих местах, — в помещениях офисных зданий и в жилых домах, проведены научно-практические исследования звукоизоляционных свойств конструкций из современных листовых материалов в действующей реверберационной камере в Государственном высшем учебном заведении «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры (ГВУЗ «ПГАСА», г. Днепр, Украина).

В основу рабочей гипотезы исследования положен тот факт, что при теоретических расчетах звукоизоляции двойной конструкции из листового материала особое значение имеет минимальный промежуток между слоями.

### 3. Цель и задачи исследования

Цель исследования — определение фактической звукоизоляции, то есть акустических свойств современных листовых материалов в лабораторных условиях для раз-

работки рекомендаций по проектированию внутренних и наружных стен для офисных, производственных и жилых помещений с целью обеспечения необходимой звукоизоляции для достижения нормативных параметров звука в местах труда и отдыха.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1. Провести измерения изоляции воздушного шума.
2. Определить изоляцию и индексы изоляции воздушного шума ограждающих конструкций.
3. Предоставить рекомендации по использованию воздушного промежутка между двумя листовыми материалами в конструкциях стен.

#### 4. Анализ литературных данных

При анализе современных литературных источников ставилась цель — найти сведения о влиянии величины воздушного промежутка между двумя листовыми материалами в составной конструкции для звукоизоляционных свойств данной конструкции. Такой конструкцией может быть стеновая перегородка, выполненная из листов гипсокартона или древесно-стружечных плит (ДСП), плит OSB или других листовых материалов [6]. При анализе столкнулись с тем фактом, что ни в одном источнике не поднимается этот вопрос касательно перегородок. Что и понятно, ведь перегородки, которые выполняются из листового материала, обычно устраиваются по каркасу из металлопрофиля, который в свою очередь, уже регламентирует минимальное расстояние между листами. Это расстояние обычно составляет не меньше 100 мм при толщине листов от 12 мм [6–8].

Проводя анализ научно-популярной литературы на перспективу (продолжение исследований на звукоизоляцию оконных конструкций, основным конструктивным элементов которых является стеклопакет из 2-х и более стекол) не было обнаружено даже намека на существенное влияние величины воздушного промежутка между двумя

стеклами в составе стеклопакета. Этой информации не было как в специальных научных статьях [9, 10], так и в ряде научно-популярных [11–14]. Особо вызывает беспокойство тот факт, что в путеводной статье по правильности выбора окон [15] и в статье [16] известного специалиста в области звукоизоляции и борьбы с шумом вопросу минимального расстояния между листами в оконных стеклопакетах не нашлось места.

#### 5. Материалы и методы исследований

В данной работе сделан анализ акустических свойств ограждающей конструкции, выполненной из двух слоев листового материала. В качестве листового материала использованы листы ДСП, толщина которых равна 18 мм.

*Реверберационная камера* — это лаборатория для проведения экспериментальных исследований акустических характеристик современных ограждающих конструкций (например, для измерения звукоизоляции окон, дверей, гипсокартонных перегородок и т. п.), которая состоит из двух смежных по горизонтали реверберационных помещений, разделенных забором с прорезью размером 1250\*1500 мм для установки в ней образцов испытываемых конструкций (разрез реверберационной камеры представлен на рис. 1).

Согласно ДСТУ Б В.2.6-86:2009, исследования проводились с использованием передающего и приемного электроакустических трактов.

Передающий тракт для создания шума при измерениях изоляции воздушного шума содержит генератор шума с диапазоном от 20 Гц до 15000 Гц; усилитель мощности по ГОСТ 24388-88.

Приемный тракт для измерений изоляции воздушного шума обеспечивает измерения уровней звукового давления в терц-октавных и октавных полосах частот и содержит:

- шумомер класса точности 1 по ГОСТ 17187-81 и ДСТУ 4212-2003;

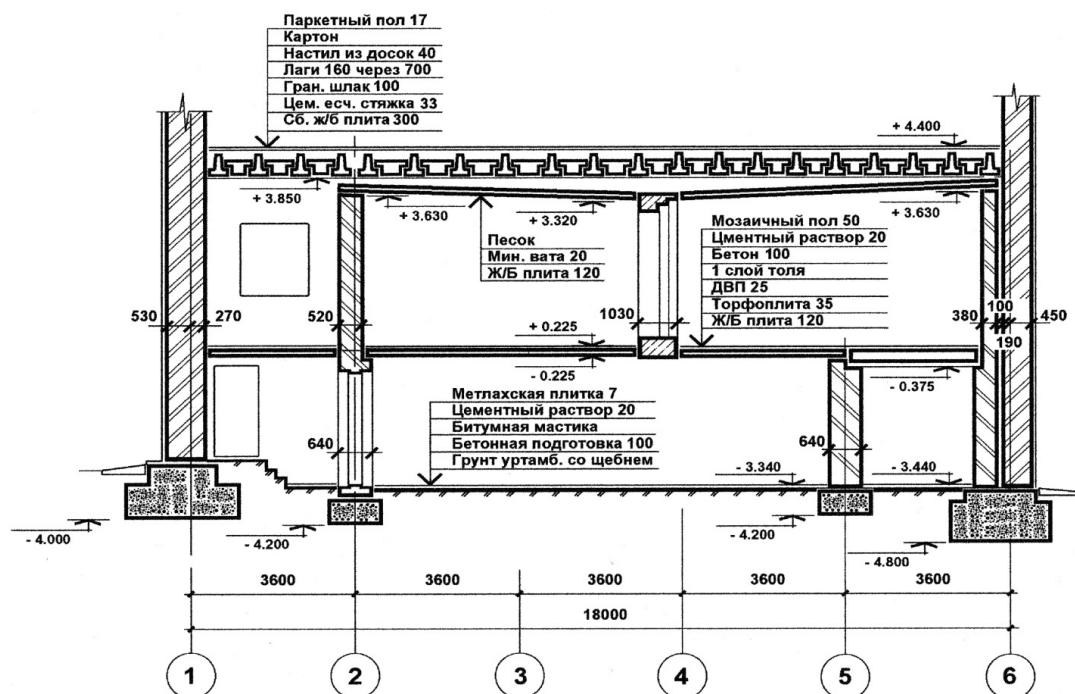


Рис. 1. Разрез реверберационной камеры: 1, 2, 3, 4, 5, 6 — раздаточные оси для несущих конструкций

— микрофон измерительный класса точности 1 с номинальным диапазоном частот от 30 Гц до 18000 Гц по ГОСТ 6495-89;

— фильтры полосовые терц-октавные и октавные класса 1 по ГОСТ 17168; прибор, регистрирующий согласно ГОСТ 23854.

Средства измерений имеют действующие свидетельства о государственной поверке. Перед проведением и после окончания измерений приемный тракт калибровали с использованием калибратора звука с границами допустимой абсолютной погрешности  $\pm 0,5$  дБ.

Для проведения измерений было использовано источник с всесторонним излучением шума (везде направленный источник) в форме многогранника — додекаэдра, в котором в каждом из двенадцати пятиугольников установлено по одному громкоговорителю и шумомер ОКТАВА-101 АМ производства России.

Расстояние между источником шума и ограждающими конструкциями помещения высокого уровня составляла 0,7 м, а между источником шума и испытуемой конструкцией — 2,5 м.

При измерении использовался широкополосный «белый» шум с непрерывным спектром.

Регистрация уровней звукового давления в каждой точке помещений высокого и низкого уровней проводилась в терц-октавных полосах со среднегеометрическими частотами в диапазоне 100...3150 Гц.

Для определения среднего уровня звукового давления в помещении определены среднеарифметические значения по показателям в шести точках, при фиксированных положения шумомера. Все остальные параметры также определялись с помощью действующих методик. При этом использованы следующие исходные данные:

$S$  — площадь поверхности испытываемой конструкции равна  $9,3 \text{ м}^2$ ;

$V$  — объем помещения камеры низкого уровня равен  $66 \text{ м}^3$ ;

$T_2$  — время реверберации в помещении низкого уровня определено при аттестации камеры.

Индекс изоляции воздушного шума  $R_W$  ограждающей конструкции с известной измеренной частотной характеристикой изоляции воздушного шума  $R$  определены путем сравнения этой частотной характеристики со стандартной оценочной частотной характеристикой изоляции воздушного шума  $R_N$ .

Неблагоприятными считаются отклонения между характеристиками  $R_N$  и  $R$  вниз от оценочной характеристики в той или иной полосе частот. Среднее неблагоприятное отклонение составляет 1/16 суммы всех неблагоприятных отклонений для расчетов в терц-октавных полосах частот и 1/5 суммы всех неблагоприятных отклонений для расчетов в октавных полосах частот.

Если величина среднего неблагоприятного отклонения максимально приближается к 2 дБ или равно 2 дБ, но не превышает этой величины, то при таких условиях величина индекса  $R_W$  составляет 52 дБ (числовая величина ординаты стандартной оценочной характеристики на средне геометрической частоте 500 Гц).

Если величина среднего неблагоприятного отклонения превышает 2 дБ, то оценочную характеристику надо сместить вниз на целое число децибел так, чтобы величина среднего неблагоприятного отклонения от сме-

щенной оценочной характеристики опять не превышала 2 дБ, но максимально приближалась к 2 дБ.

В этом случае величиной индекса  $R_W$  принимается числовая величина ординаты смещенной вниз стандартной оценочной характеристики на среднегеометрической частоте 500 Гц.

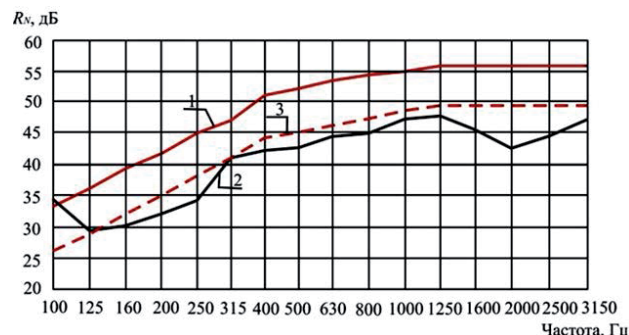
Если величина среднего неблагоприятного отклонения меньше 2 дБ или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочную характеристику надо сместить вверх на целое число децибел так, чтобы величина среднего неблагоприятного отклонения от смещенной оценочной характеристики максимально приближалась к 2 дБ, но не превышала этой величины.

В таком случае за величину индекса  $R_W$  принимается числовая величина ординаты смещенной вверх стандартной оценочной характеристики на среднегеометрической частоте 500 Гц.

## 6. Результаты исследований

Для определения индекса звукоизоляции воздушного шума  $R_W$  двухслойной ограждающей конструкции на график (рис. 2) с оценочной характеристикой звукоизоляции  $R_N$  нанесено частотную характеристику изоляции воздушного шума конструкции  $R$  и определено среднее неблагоприятное отклонение частотной характеристики данной конструкции по оценочной характеристике, в соответствии с действующей методикой.

Индекс изоляции воздушного шума ограждающей конструкцией, изготовленной из материала ДСП 18-50-18 мм, равен  $R_W = 52 - 7 = 44$  дБ.



**Рис. 2.** Сравнение оценочной характеристики звукоизоляции  $R_N$  с измеренной частотной характеристикой изоляции воздушного шума  $R$  и определение среднего неблагоприятного отклонения частотной характеристики данной конструкции по оценочной характеристике, где 1 — стандартная оценочная характеристика изоляции воздушного шума  $R_N$ ; 2 — измеренная частотная характеристика изоляции воздушного шума  $R$ ; 3 — смещенная оценочная характеристика изоляции воздушного шума  $R_N$

В соответствии с требованиями ДСТУ Б В.2.6-85:2009 величина стандартной оценочной частотной характеристики в терц-октавных полосах частот находится в нормативном диапазоне от 100 Гц до 3150 Гц (16 терц-октавных полос), а в октавных полосах частот — от 125 Гц до 2000 Гц (5 октавных полос).

На рис. 2 оценочная стандартная кривая по звукоизоляции 1 и оценочная кривая 2 опущены на такую величину, чтобы сумма неблагоприятных отклонений стандартной оценочной кривой от измененной 3 не была больше 2 дБ.

## 7. SWOT-анализ результатов исследований

**Strengths.** Результаты исследований помогут на стадии проектирования учитывать акустические характеристики для любых ограждающих конструкций, состоящих конструктивно из нескольких слоев листового материала (металла — для различных камер, экранов, кожухов и т. д.; гипсокартонных и других листовых материалов — для внутренних перегородок).

**Weaknesses.** Слабые стороны данного исследования связаны с тем обстоятельством, что проведение представленных в работе исследований — очень трудоемкий процесс, требующий большого количества технических, экономических и людских ресурсов.

**Opportunities.** Результаты данной работы позволят в качестве перспективного направления для дальнейших исследований наметить программу по корректировке звукоизоляционных свойств любых светопрозрачных ограждающих конструкций (в том числе оконных заполнений), состоящих так же из листовых материалов.

**Threats.** Звуки, шумы, подходящие извне к конструкции, могут иметь спектр широкого диапазона — от низких, средних до высоких частот. Средние и высокие частоты для исследуемых конструкций не страшны. А вот низкие частоты (ниже 63 Гц) могут привести к появлению (возникновению) в одной из двух составляющих конструкции резонансной частоты, т. е. собственной частоты колебаний самой конструкции. Результатом этого может стать разрушение конструкции.

## 8. Выводы

1. Проведены измерения изоляции воздушного шума. Результаты показали, что при необходимой звукоизоляции внутренних стен более 25 дБА не рекомендуется использовать два листа гипсокартона, даже с заполнением воздушного промежутка между ними плитами или рулонами из минеральной ваты.

2. Определена изоляция и индексы изоляции воздушного шума ограждающих конструкций. Сравнение оценочной характеристики звукоизоляции  $R_N$  с измеренной частотной характеристикой изоляции воздушного шума  $R$  показывает, что фактическая звукоизоляция конструкции из двух листов значительно ниже расчетной. Эта разница составляет от 3 до 5 дБ по всему частотному диапазону исследования. Это также подтверждает низкую акустическую эффективность современных металлопластиковых окон.

3. В результате исследований получены следующие рекомендации по использованию воздушного промежутка между двумя листовыми материалами в конструкциях стен:

— для максимальной звукоизолирующей способности размер воздушного промежутка между двумя листовыми материалами должен быть не менее чем в пять раз больше, чем максимальная толщина одного из них;

— из этого утверждения вытекает следующее утверждение: воздушный промежуток в современных стеклянных пакетах окон не соответствует максимально возможным величинам звукоизоляции окон. Это является на сегодня одним из самых распространенных «Мифов от производителя». Потому минимальное расстояние между двумя слоями стекла, толщиной каждого по 3 мм, должно быть от 30 мм. Но это невозможно в современных двухслойных (а тем более в трехслойных) стеклопакетах.

В случае не соблюдения этого правила в конструкции окна возможно возникновение эффекта резонанса, который может привести к разрушению всей конструкции окна или к резкому уменьшению звукоизоляционных свойств последнего.

## Литература

1. Саньков, П. М. Шум як фактор екологічної небезпеки архітектурного середовища [Текст] / П. М. Саньков // Новини науки Придніпров'я. Серія «Архітектура та містобудівництво». — 2011. — Вип. 3. — С. 53–59.
2. Саньков, П. Н. Усовершенствование алгоритма локализации шумового загрязнения жилых территорий с целью обеспечения акустической безопасности в спальнях районов городов [Текст] / П. Н. Саньков, Н. А. Ткач // Материалы VIII международной заочной научно-практической конференции «Научная дискуссия: вопросы технических наук». — Москва: Международный центр науки и образования, 2013. — С. 145–150.
3. Елисеев, Д. В. Влияние техногенных факторов на экологию [Текст]: монография / под ред. Д. В. Елисеева. — Новосибирск: СибАК, 2014. — 164 с.
4. Seidman, M. D. Noise and Quality of Life [Text] / M. D. Seidman, R. T. Standing // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2010. — Vol. 7, № 10. — P. 3730–3738. doi:10.3390/ijerph7103730
5. Самойлюк, Е. П. Основы градостроительной акустики [Текст] / Е. П. Самойлюк. — Д.: ПГАСА, 1999. — 438 с.
6. OUR PRODUCT RANGE [Electronic resource] // Knauf Gips KG. — 2016. — Available at: \www/URL: <https://www.knauf.com/en/products-and-references/worldwide-references/>
7. Строительные панели: фанера, ДВП, ДСП, МДФ, ХДФ, OSB-3 [Электронный ресурс] // ООО «Лаверна». — 2015. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.laverna.ru/panel-fanera-osb-dvp-mdf-hdf.html>
8. Саньков, П. Н. Разработка раздела проекта ОВОС для объекта реконструкции в городе Днепрпетровске [Текст] / П. Н. Саньков, Н. А. Ткач, А. В. Горб, Ю. Ю. Михеенко, А. В. Чечуро // Міжнародний науковий журнал. — 2015. — № 6. — С. 78–83.
9. Harris, A. S. Reducing the impact of environmental noise on quality of life requires an effective national noise policy [Text] / A. S. Harris, G. G. Fleming, W. W. Lang, P. D. Schomer, E. W. Wood // Noise Control Engineering Journal. — 2003. — Vol. 51, № 3. — P. 151–154. doi:10.3397/1.2839708
10. Scales, J. A. What is noise? [Text] / J. A. Scales, R. Snieder // GEOPHYSICS. — 1998. — Vol. 63, № 4. — P. 1122–1124. doi:10.1190/1.1444411
11. Вакуумные стеклопакеты запущены в массовое производство [Электронный ресурс] // Портал о пластиковых окнах «Окна медиа». — 18.10.2016. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.oknamedia.ru/spage-publish/detail-45139/section-article.html>
12. В Австрии разработаны безрамные перила для французских окон [Электронный ресурс] // Архитектурно-строительный портал «Строительный Эксперт». — 02.08.2016. — Режим доступа: \www/URL: <http://ardexpert.ru/article/7019>
13. Эволюция энергосбережения с системами КВЕ [Электронный ресурс] // Архитектурно-строительный портал «Строительный Эксперт». — 14.09.2016. — Режим доступа: \www/URL: <http://ardexpert.ru/article/7318>
14. В ближайшее время на рынке могут появиться прозрачные покрытия на стекло, генерирующие электроэнергию [Электронный ресурс] // Архитектурно-строительный портал «Строительный Эксперт». — 07.11.2016. — Режим доступа: \www/URL: <http://ardexpert.ru/article/7839>
15. Как сделать правильный выбор окон ПВХ? [Электронный ресурс] // Архитектурно-строительный портал «Строительный Эксперт». — 09.11.2016. — Режим доступа: \www/URL: <http://ardexpert.ru/article/7892>
16. Боганик, А. Проблемы звукоизоляции в элитных домах и пути их решения [Электронный ресурс] / А. Боганик // Технологии Строительства. — 2003. — № 4 (20). — Режим доступа: \www/URL: [http://www.acoustic.ru/ref\\_book/articles/39/](http://www.acoustic.ru/ref_book/articles/39/)

**АНАЛИЗ ШУМОЗАХИСНЫХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛАДОВИХ КОНСТРУКЦИЙ З ЛИСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

В результаті проведених досліджень визначенні основні показники звукоізоляції огороджувальних конструкцій у лабораторних умовах. Результати роботи можливо використати для розробки рекомендацій з проектування внутрішніх та зовнішніх стін для офісних приміщень з метою забезпечення необхідної звукоізоляції для досягнення нормативних рівней звуку на робочих місцях промислових підприємств, в офісах та житлових приміщеннях.

**Ключові слова:** звукоізоляція, листові матеріали, робочі місця, житлові приміщення, ревербераційна камера, шумомір.

*Саньков Петр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра архитектуры, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Днепр, Украина, e-mail: petr\_sankov@mail.ru.*

*Макарова Вера Николаевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра экологии и охраны окружающей среды, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Днепр, Украина, e-mail: boyikova@mail.ru.*

*Ткач Наталья Алексеевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра экологии и охраны окружающей среды, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», Днепр, Украина, e-mail: tkach\_nati@mail.ru.*

*Гваджаиа Бежан Джумберович, старший научный сотрудник, Научно-исследовательский институт, ГВУЗ «Приднепровская*

*государственная академия строительства и архитектуры», Днепр, Украина.*

*Саньков Петро Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра архітектури, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпро, Україна.*

*Макарова Віра Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра екології та охорони навколишнього середовища, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпро, Україна.*

*Ткач Наталія Олексіївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра екології та охорони навколишнього середовища, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпро, Україна.*

*Гваджаїа Бежан Джумберович, старший науковий співробітник, Науково-дослідний інститут, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Дніпро, Україна.*

*Sankov Petro, SHEI «Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», Dnipro, Ukraine,*

*e-mail: petr\_sankov@mail.ru.*

*Makarova Vera, SHEI «Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», Dnipro, Ukraine, e-mail: boyikova@mail.ru.*

*Tkach Nataliia, SHEI «Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», Dnipro, Ukraine,*

*e-mail: tkach\_nati@mail.ru.*

*Gvazhaia Bezhan, SHEI «Prydniprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», Dnipro, Ukraine*

УДК 623.52

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.85462

Бирюков А. И.,  
Бирюков И. Ю.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИСТОЩЕНИЯ ПОРОХОВЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ БОЕПРИПАСОВ

Проведен сравнительный анализ табличных и реальных (за последние 5 лет) температур окружающей среды. Разработана методика прогнозирования изменений температуры окружающей среды. Определена степень влияния на интенсивность истощения пороховых зарядов, при долгосрочном хранении боеприпасов, как изменения температуры окружающей среды в целом, так и суточных, месячных и сезонных ее колебаний в частности.

**Ключевые слова:** температура окружающей среды, истощение пороховых зарядов, боеприпасы длительного срока хранения.

### 1. Введение

Проблема ухудшения баллистических характеристик оружия, которая связана с истощением пороховых зарядов в результате их естественного старения, для Украины не нова, но ее актуальность возрастает с каждым днем прямо пропорционально увеличению сроков хранения боеприпасов.

Реальное положение имеющихся на складах и базах боеприпасов указывает на то, что их подавляющее большинство не обновляется, а их сроки хранения уже значительно превышают гарантийные и составляют 25–30 лет, а по некоторым видам и еще больше. При этом достоверных данных или экспериментальных исследований по физико-химическим изменениям пороховых зарядов на таких длительных сроках хранения не проводилось.

Одними из основных факторов, влияющих на интенсивность истощения пороховых зарядов при их хранении вообще, а такого длительного — тем более, есть изменения температуры окружающей среды.

На основании указанного можно утверждать, что научные исследования и разработки, касающиеся этого влияния, уже имеют актуальность в настоящее время, а в последующие годы их актуальность будет только возрастать.

### 2. Объект исследования и его технологический аудит

Объектом исследования является изменение физических свойств пороховых зарядов боеприпасов длительного срока хранения в процессе их истощения вслед-