

Л.Н. Горина, доктор педагогических наук, профессор

Н.Е. Данилина, кандидат педагогических наук, доцент

Т.Ю. Фрезе, кандидат экономических наук, доцент

Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Ключевые слова: металлообрабатывающее оборудование; производственные лаборатории; шум; акустический мониторинг.

Аннотация: Усиление шумового фона свыше предельно допустимых величин представляет собой опасность для физического и психического здоровья человека. Подготовка специалистов для металлообрабатывающего комплекса осуществляется в учебных лабораториях, оборудованных профессиональными станками и инструментами, используемыми в производстве. Металлообрабатывающее оборудование является источником шума. Шум внутри помещений создается за счет работы металлообрабатывающих станков, сварочного оборудования и станков для испытания узлов и деталей автомобилей. В помещениях и на открытых площадках, где от различимости звука, создаваемого средствами радиоповещения, может зависеть безопасность людей, должны быть предусмотрены меры по обеспечению оптимального уровня громкости и различимости звука. В связи с чем мониторинг учебного процесса по акустическому фактору является актуальной процедурой для обеспечения безопасности образовательного процесса.

Целью исследования является повышение качества и безопасности образовательной среды путем проведения акустического мониторинга образовательного процесса. В качестве алгоритма проведения акустического мониторинга образовательного процесса можно предложить следующую последовательность: составление реестра дисциплин, лабораторий, станочной и приборной базы, оказывающих негативное воздействие на учащихся в образовательном учреждении, идентификацию опасных вредных производственных факторов, оказывающих негативное воздействие на учащихся в образовательном учреждении, на основе составленного реестра, формирование нормативно-правовой базы по акустическому фактору, инструментальные измерения уровня звука, октавного уровня звукового давления, уровня инфразвука в учебно-производственных лабораториях, обработка полученных экспериментальных данных, сравнение полученных результатов с нормативными значениями, формулирование выводов и рекомендаций по улучшению акустических показателей образовательных учреждений.

С ростом урбанизации шум стал постоянной частью человеческой жизни. Повышение уровня шума в повседневной жизни является критическим фактором для физиологического здоровья человека, особенно для молодого поколения. Усиление шумового фона свыше предельно допустимых величин представляет собой опасность для физического и психического здоровья учащихся. Шум приводит к повышению утомляемости, снижению умственной активности, неврозам, ухудшению зрения, росту числа сердечно-сосудистых заболеваний. Исследование шумового загрязнения образовательной среды путем проведения акустического мониторинга является важной социальной и экономической задачей [1–4].

Согласно Техническому регламенту таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (Евразийское экономическое сообщество, комиссия таможенного союза, решение от 9 декабря 2011 г. № 877 [5]), размещение здания или сооружения на местности, проектные значения характеристик строительных конструкций, характеристики принятых в проектной документации типов инженерного оборудования, предусмотренные в проектной документации мероприятия по благоустройству прилегающей территории, должны обеспечивать защиту людей от: 1) воздушного шума, создаваемого внешними источниками (снаружи здания); 2) воздушного шума, создаваемого в других помещениях здания или сооружения; 3) ударного шума; 4) шума, создаваемого оборудованием; 5) чрезмерного ревербирующего шума в помещении.

В здании или сооружении, которые могут являться источником шума, приводящего к недопустимому превышению уровня воздушного шума на территории, на которой будут осуществляться строительство и эксплуатация здания или сооружения, должны быть предусмотрены меры по снижению уровня шума, источником которого является это проектируемое здание или сооружение [6–8].

Защита от шума должна быть обеспечена [9; 10]: 1) в помещениях жилых, общественных и производственных зданий; 2) в границах территории, на которой будут осуществляться строительство и эксплуатация здания или сооружения.

В помещениях и на открытых площадках, где от различимости звука, создаваемого средствами радиоповещения, может зависеть безопасность людей, должны быть предусмотрены меры по обеспечению оптимального уровня громкости и различимости звука.

Целью исследования является повышение качества и безопасности образовательной среды путем проведения акустического мониторинга образовательного процесса. Результаты акустического мониторинга в образовательных учреждениях городского округа Тольятти представлены в таблице 1.

Проведенный анализ учебных программ и планов позволил определить перечень дисциплин, имеющих приборную и стендовую базу, оказывающую негативное воздействие на учащихся в образовательных учреждениях [11–15]: металлорежущие станки; резание материалов; основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования; производство сварных

Таблица 1. Результаты акустического мониторинга в образовательных учреждениях городского округа Тольятти

Наименование лаборатории	Тольяттинский государственный университет	Тольяттинский политехнический техникум	Тольяттинский технический колледж ВАЗа
Металлообрабатывающие станки и комплексы	78,0 дБ	78,4 дБ	78,5 дБ
Техническое обслуживание и ремонт автомобилей	72,4 дБ	72,6 дБ	73 дБ
Сварочные лаборатории	74,3 дБ	74,8 дБ	74,5 дБ

конструкций; технология и оборудование сварки плавлением и термической резки; техническое обслуживание и ремонт автомобилей.

Станочная лабораторная приборная база специальных дисциплин содержит следующее учебное оборудование: металлообрабатывающие станки и комплексы; учебные стенды для технического обслуживания и ремонта автомобилей; сварочное оборудование.

На основе составленного реестра станочного лабораторного и приборного оборудования были выявлены следующие опасные и вредные производственные факторы: повышенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень инфразвуковых колебаний; повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенный уровень ультрафиолетовой радиации; движущиеся машины и механизмы.

Сформированная нормативно-правовая база по акустическому фактору позволяет определить методики оценки эквивалентного уровня звука, эквивалентного уровня инфразвука, предельно допустимый уровень (ПДУ), а также провести сравнительный анализ полученных данных при проведении инструментальных измерений с нормативными показателями и сделать выводы о допустимых или вредных условиях организации образовательного процесса.

Основной нормативной правовой базы стали следующие документы: ГОСТ Р ИСО 9612-2013 «Национальный стандарт Российской Федерации. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах» [1]; ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [6]; СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [11]; СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» [12]; СанПиН 2.4.3.1186-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации учебно-производственного процесса в образовательных учреждениях начального профессионального образования» [13].

В качестве алгоритма проведения акустического мониторинга образовательного процесса можно предложить следующую последовательность: составление реестра дисциплин, лабораторий, станочной и приборной базы, оказывающих негативное воздействие на учащихся в образовательном учреждении; идентификацию опасных вредных производственных факторов, оказывающих негативное воздействие на учащихся в образовательном учреждении, на основе составленно-

го реестра; формирование нормативно-правовой базы по акустическому фактору; инструментальные измерения уровня звука, октавного уровня звукового давления, уровня инфразвука в учебно-производственных лабораториях; обработку полученных экспериментальных данных; сравнение полученных результатов с нормативными значениями; формулирование выводов и рекомендаций по улучшению акустических показателей образовательных учреждений.

Шум в образовательных учреждениях обусловлен как внешним шумом, проникающим с улицы, так и внутренним. Главным источником внешнего шума является городской транспорт. Шум внутри помещений создается за счет работы металлообрабатывающих станков, сварочного оборудования и стендов для испытания узлов и деталей автомобилей. Для проведения инструментальных измерений использовался шумомер класса 1, анализатор шума и вибрации «Ассистент TOTAL+».

ГОСТ Р ИСО 9612-2013 устанавливает три стратегии измерения шума на рабочем месте: а) на основе рабочей операции, когда проведенный анализ работ, выполняемых в течение дня данным работником, позволяет разбить их на ряд представительных рабочих операций, для каждой из которых потом выполняют несколько измерений; б) на основе трудовой функции, когда выборочные измерения проводят в процессе выполнения данной рабочей функции; в) на основе рабочего дня, когда значение измеряемой величины получают непрерывным измерением шума на рабочем месте в течение всего рабочего дня.

Измерения проводились по стратегии измерений на основе рабочей операции [16–20].

Номинальный день был разбит на отдельные рабочие операции и перерывы между ними. Рабочая операция определена таким образом, чтобы при ее многократных повторениях характеризующее ее значение $L_{p,A,eqT}$ изменялось не очень значительно, все значимые источники шума во время выполнения операции учтены должным образом. Чем выше уровень шума во время операции, тем важнее точно определить ее продолжительность.

Для определения продолжительности рабочей операции T_m использовались: а) беседы с работниками и руководителем низшего звена; б) наблюдения и измерения продолжительности выполнения операции во время измерений шума; в) сбор информации о длительности действия типичных источников шума (технологических процессов; работающих машин; о действиях, совершаемых на рабочем месте и вблизи него).

Для каждой рабочей операции произвели измерения эквивалентного уровня звука при выполнении m -й операции $L_{p,A,eqT,m}$, характеризующей воздействие шума на работника во время выполнения каждой операции. Измерения проводились в присутствии обследуемого работника во время выполнения работником своих функций, размещая микрофон на расстоянии от 0,1 до 0,4 м от входного отверстия наружного слухового прохода со стороны уха, где шум максимален. Отклонения в шумовой обстановке зафиксированы в протоколе измерений. Для каждой операции было произведено не менее трех измерений с продолжительностью не менее 5 минут, чтобы оценить возможные изменения в уровне шума, измерения производились в различные фазы выполнения операции. Если результаты трех измерений различались на 3 дБ и более, то производилось одно из следующих действий: а) выполнение еще не менее трех измерений для данной операции; б) разбиение операции на более мелкие части и повторение процедуры; в) повторение процедуры измерений, увеличив длительность каждого измерения.

По измерениям шума во время выполнения m -й рабочей операции рассчитывают эквивалентный уровень звука $L_{p,A,eqT,m}$, дБ, по формуле:

$$L_{p,A,eqT,m} = 10 \lg \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,mi}} \right),$$

где $L_{p,A,eqT,mi}$ – эквивалентный уровень звука при выполнении m -й операции на периоде i -го измерения; i – номер выборочного измерения шума m -й операции; I – число измерений при выполнении m -й операции.

Расчет эквивалентного уровня звука за 8-часовой рабочий день производится по формуле:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left(\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,m}} \right),$$

где $L_{p,A,eqT,m}$ – эквивалентный уровень звука при выполнении m -й операции;

\bar{T}_m – средняя продолжительность m -й операции, ч;

T_0 – базовая длительность рабочего дня, равная 8 ч;

m – номер рабочей операции;

M – число рабочих операций, дающих вклад в эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день.

Рассмотрим акустическое воздействие в лабораториях «Металлообрабатывающие станки и комплекс», «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей», «Сварочные работы». Студент находится в каждой из них в течение двух часов и подвергается воздействию шума.

Апробация системы акустического мониторинга проводилась в следующих образовательных учреждениях: Тольяттинский государственный университет, Тольяттинский политехнический техникум, Тольяттинский технический колледж ВАЗа. Результаты мониторинга представлены в таблице 1.

В результате акустического мониторинга в образовательных учреждениях не было выявлено превышение уровня звука по всем трем профилям лабораторий.

Таким образом, в результате исследования были определены опасные и вредные факторы для учебно-

производственных лабораторий машиностроительной направленности, сформирована нормативная правовая база, разработан метод проведения акустического мониторинга для металлообрабатывающих лабораторий, проведены измерения уровня шума, согласно выбранной стратегии измерения, обработаны результаты исследования. Для проведения постоянного акустического мониторинга в учебно-производственных лабораториях образовательных учреждений необходимо разработать программу учебно-производственного контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ Р ИСО 9612-2013. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах. М.: Стандартинформ, 2014. 66 с.
- Суворов Г.А., Прокопенко Л.В., Якимова Л.Д. Шум и здоровье (эколого-гигиенические проблемы). М.: Союз, 1996. 150 с.
- Суворов Г.А., Денисов Э.И., Шкаринов Л.Н. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций. М.: Медицина, 1984. 240 с.
- МУК 4.3.2194-07 Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях. Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2007. 24 с.
- Технический регламент таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств»: утв. решением Комиссии Таможенного союза № 877 от 09.12.2011 // Консультант Плюс: информационно-правовая система.
- ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2007. 11 с.
- РФ. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 // Собрание законодательства РФ. 2010. № 1. Ст. 5.
- СП 51.13330.2011. Свод правил. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. М.: Минрегион России, 2011. 105 с.
- Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). М.: Юрайт, 2010. 671 с.
- Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности. Изд. 13-е. СПб.: Лань, 2010. 674 с.
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96. 2.2.4. Физические факторы производственной среды. 2.1.8. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы: утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ № 36 от 31.10.1996 // Консультант Плюс: информационно-правовая система.
- СанПиН 2.4.2.2821-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях // Консультант Плюс: информационно-правовая система.
- СанПиН 2.4.3.1186-03. Санитарно-эпидемиологические требования к организации учебно-производственного процесса в образовательных учреждениях начального профессионального образования //

- Консультант Плюс: информационно-правовая система.
14. ГОСТ Р 51400-99. Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технические методы для малых переносных источников шума в реверберационных полях в помещениях с жесткими стенами и в специальных реверберационных камерах. М.: Изд-во стандартов, 2000. 22 с.
 15. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда // Консультант Плюс: информационно-правовая система.
 16. МР 4.3.0008-10. Применение акустических калибраторов шумомеров и оценка неопределенности измерений. Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 10 с.
 17. Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 11 с.
 18. ГОСТ Р МЭК 60942-2009. Калибраторы акустические. Технические требования и требования к испытаниям. М.: Стандартинформ, 2010. 80 с.
 19. ГОСТ 12.2.030-2000. Машины ручные. Шумовые характеристики. Нормы. Методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 2001. 5 с.
 20. ГОСТ 12.1.035-81. Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений. М.: Изд-во стандартов, 2001. 3 с.
 6. GOST 12.1.003-83. *Shum. Obshchie trebovaniya bezopasnosti* [Noise. General safety requirements]. Moscow, Standartinform publ., 2007, 11 p.
 7. RF Federal Law "Technical regulation on safety of buildings and structures" no. 384-FZ of December 30, 2009. (In Russian).
 8. SP 51.13330.2011. *Zashchita ot shuma* [Sound protection]. Moscow, Minregion Rossii publ., 2011, 105 p.
 9. Belov S.V. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti i zashchita okruzhayushchey sredy (tekhnosfer'naya bezopasnost')* [Life safety and environmental protection (technosphere safety)]. Moscow, Yurayt publ., 2010, 671 p.
 10. Zan'ko N.G., Malayan K.R., Rusak O.N. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Health and Safety]. 13th ed. S. Peterburg, Lan' publ., 2010, 674 p.
 11. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. Noise in the workplace, in residential and public buildings and residential areas. Sanitary norms approved by Resolution of the special State Committee of the Russian Federation no. 36 of October 31, 1996. (In Russian).
 12. SanPiN 2.4.2.2821-10. Sanitary and epidemiologic conditions and requirements for the organization of training in educational institutions. (In Russian).
 13. SanPiN 2.4.3.1186-03. Sanitary and epidemiologic conditions and requirements for the organization of training and production process in educational institutions of primary vocational education. (In Russian).
 14. GOST R 51400-99. *Shum mashin. Opredelenie urovney zvukovoy moshchnosti istochnikov shuma po zvukovomu davleniyu. Tekhnicheskie metody dlya malikh perenosnikh istochnikov shuma v reverberatsionnikh polyakh v pomeshcheniyakh s zhestkimi stenami i v spetsialnikh reverberatsionnikh kamerakh* [Noise of machines. Determination of sound power levels using sound pressure. Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields for hard-walled test rooms and for special reverberation test rooms]. Moscow, Izdatel'stvo standartov publ., 2000, 22 p.
 15. R 2.2.2006-05. Guidelines for hygienic assessment of factors of working environment and labor process. The criteria and classification of working conditions. (In Russian).
 16. MR 4.3.0008-10. *Primenenie akusticheskikh kalibratorov i otsenka neopredelennosti izmereniy. Metodicheskie ukazaniya* [The use of acoustic calibrator for sound level meters and evaluation of measurement uncertainty. Guidelines]. Moscow, Federalniy tsentr gigieni i epidemiologii Rospotrebнадзора publ., 2010, 10 p.
 17. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu izmereniy i gigienicheskoy otsenki шумов на рабочих местах* [Guidelines for measurement and evaluation of noise hygiene in the workplace]. Moscow, Federalniy tsentr gigieni i epidemiologii Rospotrebнадзора publ., 2008, 11 p.
 18. GOST R MEK 60942-2009. *Kalibratori akusticheskie. Tekhnicheskie trebovaniya i trebovaniya k ispitaniyam* [Sound calibrators. Specifications and test requirements]. Moscow, Standartinform publ., 2010, 80 p.
 19. GOST 12.2.030-2000. *Mashini ruchnie. Shumovie kharakteristiki. Normi. Metodi ispitaniy* [Hand tools.

REFERENCES

1. GOST R ISO 9612-2013. *Akustika. Izmereniya shuma dlya otsenki ego vozdeystviya na cheloveka. Metod izmereniy na rabochikh mestakh* [Acoustics. Noise measurement for the purpose of evaluating human exposure to noise. Method of measurement at workplaces]. Moscow, Standartinform publ., 2014, 66 p.
2. Suvorov G.A., Prokopenko L.V., Yakimova L.D. *Shum i zdorovye (ekologo-gigienicheskie problemi)* [Noise and health (ecological and hygienic problems)]. Moscow, Soyuz publ., 1996, 150 p.
3. Suvorov G.A., Denisov E.I., Shkarinov L.N. *Gigienicheskoe normirovanie proizvodstvennikh шумов i vibratsiy* [Hygienic regulation of industrial noise and vibration]. Moscow, Meditsina publ., 1984, 240 p.
4. MUK 4.3.2194-07 *Kontrol' urovnya shuma na territorii zhiloy zastroyki, v zhilikh i obshchestvennikh zdaniyakh i pomeshcheniyakh. Metodicheskie ukazaniya* [Control of noise in residential areas, in residential and public buildings and premises. Guidelines]. Moscow, Federalniy tsentr gigieni i epidemiologii Rospotrebнадзора publ., 2007, 24 p.
5. Technical Regulations of the Customs Union TR TS 018/2011 «On the safety of wheeled vehicles», approved by the decision of the Commission of the Customs Union no. 877 of December 09, 2011. (In Russian).

Noise characteristics. Limits. Methods of testing]. Moscow, Izdatelstvo standartov publ., 2001, 5 p.
20. GOST 12.1.035-81. *Oborudovanie dlya dugovoy i kontaktnoy elektrosvarki. Dopustimie urovni shuma*

i metodi izmereniy [Equipment for arc and contact electric welding. Allowable noise levels and methods of measurement]. Moscow, Izdatelstvo standartov publ., 2001, 3 p.

METHODOLOGY AND PRACTICE OF ORGANIZING AND CONDUCTING OF SAFETY MONITORING OF WORK TRAINING LABORATORIES

© 2015

L.N. Gorina, Doctor of Pedagogy, Full Professor
N.E. Danilina, candidate of pedagogical sciences, associate professor
T.Y. Freze, candidate of economic sciences, associate professor
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Keywords: metal-working machinery; industrial laboratories; noise; acoustic monitoring.

Abstract: The increased background noise exceeding limit values is a danger to the physical and mental health of a human. Preparation of experts for the metal-working complex is carried out in a university laboratory that is equipped with professional stands and machines used in production process. Metal-working machines are a source of noise. Indoor noise is created by the operation of machine tools, welding equipment and test benches for components and automotive parts. The indoor and outdoor areas, where the security of people may depend on the legibility of the sound generated by means of radio warning, should be provided with measures to ensure the optimum volume and distinguishable sound. Therefore, monitoring of educational process by the acoustic factor is the important procedure for the safety of the educational process.

The purpose of the study is to improve the quality and security of the educational environment through acoustic monitoring of the educational process. As an algorithm of acoustic monitoring of the educational process the authors can offer the following sequence: an inventory of disciplines, laboratories, machine tools and instrument base, which have a negative impact on students at an educational institution, identification of dangerous and harmful factors that influence negatively on the students at the educational institution on the basis of the register, formation of the normative and legal base according to the acoustic factor, instrumental measurement of sound level, octave sound pressure level, the level of infrasound in school and industrial laboratories, processing of the experimental data, comparison of the results to the normative values, formulation of conclusions and recommendations aimed to improve the acoustic indices of educational institutions.