Энгельсский технологический институт

имени
ГАГАРИНА Ю.А.

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ШУМОПОГЛОЩАЮЩИХ ОБЛИЦОВОК

Методические указания
к лабораторной работе
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
09.03.04 «Программная инженерия»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»
29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной формы обучения

Электронное издание локального распространения

Энгельс 2024

Цель работы: ознакомиться с характеристиками шума, методами его нормирования, приборами и методами измерения уровня шума, а также исследовать эффективность снижения шума различными шумопоглощающими материалами.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

За последние десятилетия защита человека от шума стала одной из актуальных проблем. Действуя на центральную нервную систему, шум оказывает неблагоприятное влияние на организм человека, вызывая тяжелые заболевания, головную боль, нарушение функции слуховых органов.

Сильный шум в условиях производства значительно снижает производительность труда и может являться причиной несчастного случая.

С физической точки зрения шум представляет собой беспорядочное сочетание различных по частоте и силе звуков, с физиологической - звуковой процесс, который в большей или меньшей степени неприятен человеку.

Звуковые волны возникают в упругой среде, когда имеется колеблющееся тело или на частицы среды действует возмущающая сила.

Человек может слышать звуки с частотой колебания от 16 до 20000 Гц. Инфра- и ультразвуковые колебания хотя и не слышимы человеком, но оказывают вредное влияние на организм.

При действии источника звука происходит небольшое колебание давления в среде. Разность между мгновенным значением полного давления и атмосферным давлением называется звуковым давлением, *P,* Па.

Распространение звуковой волны сопровождается переносом энергии. Средний поток энергии, приходящийся на единицу поверхности, нормальной к распространению звуковой волны, называется интенсивностью или силой звука, I, Вт/м^2.

Диапазон значений звукового давления и силы звука, воспринимаемых человеческим ухом, чрезвычайно велик: от минимальных (при частоте 1000 Гц) значений $P_0=2\cdot10^{-5}$ Па и $I_o=10^{-12}$ Вт/м^2, соответствующих так называемому порогу слышимости, до максимальных, равных $P_б = 2\cdot10^2$ Па и $J_б = 2\cdot10^2$ Вт/м^2, называемых болевым порогом.

Т.к. оперировать многозначными числами неудобно, была введена условная логарифмическая единица, называемая уровнем звукового давления или уровнем шума (L). Единицей измерения уровня шума является бел или децибел (дБ). Прирост силы звука относительно порога слышимости в 10 раз соответствует 1Б или 10 дБ, в 100 раз – 2Б или 20 дБ и т.д., т.е. весь диапазон звуков от порога слышимости до болевого порога составит 140 дБ. Уровень шума рассчитывается по формуле:

$$L=10\cdot\lg I/I_0.$$

Ухо человека, а также многие акустические приборы реагируют не на интенсивность звука, а на звуковое давление, поэтому расчет ведут по формуле:

$$L=10\cdot\lg (P^2/P^2_0) =20\cdot\lg P/P_0.$$

С физиологической точки зрения шум характеризуется громкостью, зависящей от амплитуды колебаний, высотой, связанной с частотой звука, и тембром, определяющимся областью возмущенных частот.

Вредное воздействие шума на человека зависит не только от величины давления, но и от частоты колебаний волн. С увеличением частот вредное воздействие шума возрастает.

Графическое изображение зависимости уровня шума от частоты называется спектром шума, а разложение сложного колебательного процесса (шума) на простейшие составляющие называют частотным анализом шума.

Весь диапазон частот разбит на 8 октавных полос, в которых верхняя частота больше нижней в 2 раза. Для более точных измерений каждая октава может разбиваться на 1/3 октавной полосы (табл. 1)

По характеру спектра в соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 шумы подразделяют на:

- широкополосные - с непрерывным спектром, частотный диапазон шириной более одной октавы;

- тональные - в спектре имеются слышимые дискретные тона. Если в треть-октавных полосах частот имеются превышения одной полосы над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шумы следует подразделять на:

- постоянные, уровень звука которых за 8- часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБА;

- непостоянные, изменения уровня звука за 8 ч более 5 дБА.

Непостоянные шумы подразделяются на:

- прерывистые, уровень звука резко падает до фонового шума и возрастает. Время действия периода максимума шума более 1 с;

- импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с.

Таблица 1 – Стандартные границы и среднегеометрические частоты

Граничные частоты октавных полос, ГЦ	Среднегеометрические частоты полос, ГЦ		
	октавных	октавных	октавных
45-90	63	63	50
		90	63
			80
90-180	125	125	100
		180	125
			160
180-355	250	250	200
		355	250
			315
355-710	500	500	400
		710	500
710-1400	1000	1000	680030
		1400	1000
			12500
1400-2800	2000	2000	1600
		2800	2000
			2500
2800-5600	4000	4000	3150
		5600	4000
			5000
560011200	8000	8000	6300
		11200	8000
			10000

Как отмечалось выше, наибольшим раздражающим эффектом при одинаковых уровнях звукового давления обладает звук, частота которого выше. Это обстоятельство положено в основу нормирования шума.

Нормируемыми параметрами постоянного широкополосного шума являются уровни звукового давления в октавных полосах среднегеометрических частот. Совокупность допустимых значений уровней шума в восьмиоктавных полосах называется предельным спектром (ПС), номер которого соответствует уровню звукового давления на частоте 1000 Гц, а данный метод нормирования называют нормированием шума по предельному спектру.

Для ориентировочной оценки уровня постоянного шума применяется метод нормирования по уровню звука. При этом устанавливаются допустимые уровни звука в дБА. Для оценки соответствия фактических уровней шума допустимым измерения проводят с помощью шумомера, установив переключатель в режим А. Уровень звука в дБА означает, что шум измерен по шкале А шумомера.

Для измерения уровня звука шумомеры снабжены частотным фильтром, модифицирующим обобщённую частотную характеристику органов человека.

Допустимые уровни звука в дБА превышают логарифмические уровни звукового давления на частоте 1000 Гц на 5 дБ.

Допустимые уровни звукового давления и уровни звука на рабочих местах производственных помещений приведены в табл. 2.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА, определенный по ГОСТ 20445-80.

В зависимости от характера шума и времени его воздействия в величины октавных уровней звукового давления, приведенных в табл. 2, вводятся поправки (табл. 3).

Таблица 3 – Поправки к октавным уровням звукового давления и уровням звука в дБ и дБА

Суммарная длительность воздействия за смену (рабочий день)	Характер шума	
	широкополосный	тональный или импульсный
От 4 до 8 ч	0	-5
От 1 до 4 ч	+6	+1
От ¼ ч до 1 ч	+12	+7
От 5 до 15 мин	+18	+13
Менее 5 мин	+24	+19

Таблица 2 – *Допустимые уровни звукового давления и уровни звука на постоянных рабочих местах*

Наименование	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								Уровни звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. При шуме, проникающем извне помещений, находящихся на территории предприятий:									
а) конструкторские бюро, комнаты расчетчиков и программистов счетно-электронных машин, помещения лабораторий для теоретических работ и обработки экспериментальных данных, помещений приемов больных здравпунктов	71	61	54	49	45	42	40	38	50
б) помещения управлений (рабочие комнаты)	79	70	63	58	55	52	50	49	61
в) кабины наблюдения и дистанционного управления	94	87	82	78	75	73	71	70	80
г) то же, с речевой связью по телефону	83	74	68	63	60	57	55	54	65
2. При шуме, возникающем в помещении и проникающем в помещения, находящиеся на территории предприятий:									
а) помещения и участки точной сборки, машинописные бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65
б) помещения лабораторий, помещения для размещения «шумных» агрегатов счетно-вычислительных машин (табуляторов, перфораторов, магнитных барабанов и т.п.).	94	87	82	78	75	73	71	70	80
3. Постоянные рабочие места в производственных помещениях и на территории предприятий	103	96	91	83	85	83	81	80	90

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Описание установки

Установка, предназначенная для исследования производственного шума, состоит из камеры, в которой смонтированы источник звука и микрофон шумомера для измерения шума (рис. 1).

В качестве источника шума могут быть использованы аспиратор, пылесос, вентилятор, насос и генератор ГЗ-2.

При использовании в качестве источника шума генератора звук попадает непосредственно в камеру через динамик.

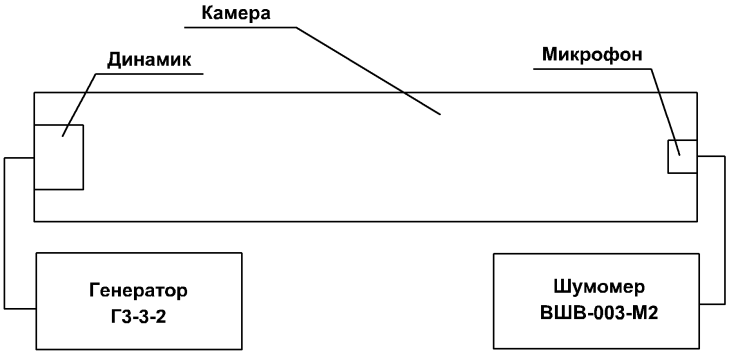

Рисунок 1 – Установка для исследования производственного шума

Для измерения шума применяется шумомер ВШВ-ООЗ-М2, принцип действия которого основан на преобразовании с помощью микрофона звуковых колебаний в пропорциональное переменное электрическое напряжение, усиливаемое и измеряемое стрелочным индикатором.

Общий вид и описание передней панели шумомера представлены на рис. 2.

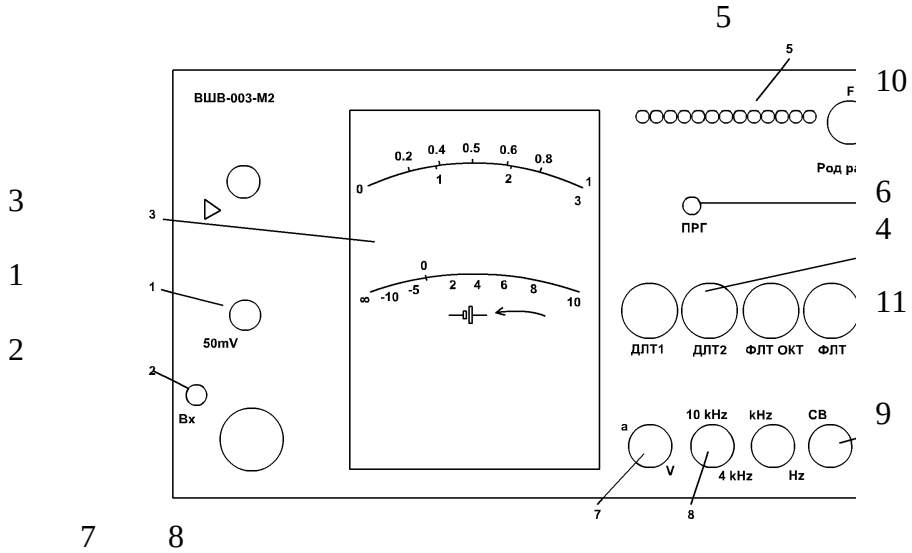

Рисунок 2 – Передняя панель шумомера

На передней панели шумомера ВШВ-003-М2 расположены следующие органы управления, регулирования и индикации:

1 -50 mV – выход с калибровочного генератора;

2 - вход для подсоединения предусилителя ВПМ-Ш;

3 - показывающий прибор для отсчёта измеряемой величины и контроля напряжения питания;

4 - переключатели *ДЛГ1,* дБ, ДЛГ2, дБ;

5 - единичные индикаторы 20, 30, …, 130 дБ, предназначенные для выбора предела измерения уровня звукового давления;
6 - индикатор ПРГ – для индикации перегрузки измерительного тракта;
7 - кнопка a, V – для включения измерителя в режим виброскорости;
8 - кнопка 10 кHz и 4 кHz для включения ФИЧ 10 кГц или 4 кГц, ограничивающих частотный диапазон при измерении виброускорения, виброскорости;
9 - кнопка СВ, ДИФ - для измерения в режиме свободного или диффузионного поля;
10 - переключатель «Род работы» с положениями: «0» - для включения измерителя;.
- «+/-» - для контроля питания;
- «►» для включения измерителя в режим калибровки;
- «F, S, 10S» - для измерениям постоянной времени F(быстро), S (медленно), 10S (10 с*);*
11. переключатель *ФЛТ,* Hz с положениями;
- 1:10 для включения ФВЧ 1, 10 РЦ;
- ЛИН для включения ФПЧ 20 кГц, ограничивающего частот- при измерении уровня звукового давления по характеристике ЛИН;
- A, B, C для включения корректирующих фильтров A, B, C;
- ОКТ - для включения измерителя в режим частотного анализа в октавных полосах;

12 - переключатель ФЛТ ОКТ с кнопкой кHz, Hz для включения одного из 14 октавных фильтров со средними геометрическими частотами 1 Гц - 8 кГц.

На рис. 3 представлена передняя панель генератора.

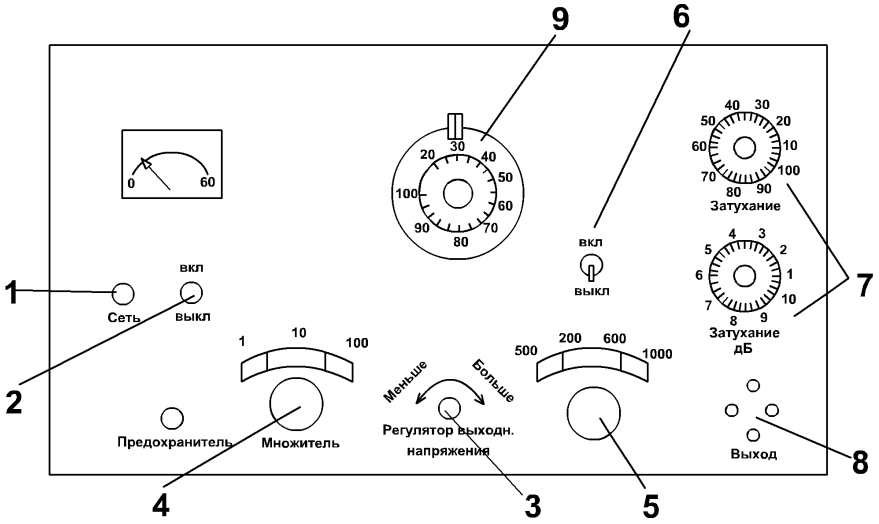

Рисунок 3 – Передняя панель генератора ГЗ-3-2

На передней панели Г-3-2:
1- индикатор выходного напряжения;
2- лампочка и тумблер «вкл-выкл» сети и предохранитель сети;
3- регулятор выходного напряжения (в исходном состоянии находится в крайнем левом положении);
4- множитель частоты;
5 - переключатель выходного сопротивления;
6- тумблер «вкл-выкл» внутренней нагрузки (находится в положении «выкл»);
7- переключатели «затухание дБ» от 0 до 10 и от 0 до 100;
8- гнездо «выход» напряжения генератора;
9- регулятор установки частоты «плавно».

Варианты заданий

Вариант 1. Исследовать уровни звука и логарифмические уровни звукового давления источников, указанных преподавателем. Построить графики зависимости уровней шума от частоты (спектры шума) источников без экрана и с экраном, указанным преподавателем, и предельный спектр, сравнить, сделать выводы.

Вариант 2. Изучить эффективность применения звукопоглощающих и звукоизолирующих экранов для снижения шума, создаваемого генератором, в различных частотных диапазонах (вид экрана и диапазон исследуемых частот определяет преподаватель).

Измерение уровней шума с помощью шумомера

Включить источник шума, указанный преподавателем, открыть крышку камеры, измерить уровень звука, установив переключатель ФЛТ (поз.11) на режим А. Далее переключить ФЛТ на режим «окт» и измерить логарифмические уровни звукового давления, устанавливая поочередно восемь октавных частот. Далее закрыть крышку и все измерения повторить.

Измерения проводить следующим образом:

1. Переключатели ДЛГ-1 и ДЛГ-2 перевести в крайнее правое положение, кнопки отжаты.
2. Переключатель «ФЛГ» перевести в положение «А».
3. Включить шумомер в сеть.
4. Установить переключатель «род работ» из положения «0» в положение «S». При этом должна загореться крайняя правая индикаторная лампочка, соответствующая по верхней шкале 130 дБ, а стрелочным индикатором показывать «О» по нижней шкале.
5. Включить источник шума.
6. Переключателями «ДЛТ1» и «ДЛТ2» перевести положении стрелки показывающего прибора в правую часть шкалы с делениями от 0 до 10 дБ. Просуммировать показания десятков дБ по переключателям с единицами дБ по индикатору и записать значения уровня звука в табл. 4.
7. Перевести переключатель «ФЛГ» в положение «ОКТ».
8. Нажать кнопку Hz и установить переключатель «ФЛТ ОКТ» в положение «63», снять показания (см. п.7).
9. Нажать кнопку кHz и установить последовательно частоты 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8 кГц, снимая показания на каждой из них, занести результаты измерений в табл. 4.
10. Построить спектры исследуемого шума и ПС (из табл. 2), сравнить результаты, сделать выводы.

Таблица 4 - *Результаты измерений октавных уровней звукового давления и значения предельного спектра*

Вид источника	Логарифмический уровень звукового давления на среднегеометрических частотах, дБ, Гц								Уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Аспиратор без экрана Аспиратор с экраном Пылесос без экрана Пылесос с экраном Насос без экрана Насос с экраном ПС									

Подготовка генератора к работе и измерение уровней шума

1. Уточнить у преподавателя диапазон исследуемых частот и вид экранов.
2. Подготовить к работе генератор. Для этого:
- включить тумблер «сеть». Должна загореться красная лампочка;
- установить переключатели «затухание» в положение 0; выходное сопротивление 600;
- переключателем «множитель» и регулятором установки частоты «плавно» установить требуемую частоту;
- регулятором «выходное напряжение» установить по индикатору U=10 В и поддерживать его на этом уровне на всех исследуемых частотах.
3. Произвести на всех исследуемых частотах замер уровней шума с помощью шумомера без экранов и с экранами по методике, приведённой выше. При измерении крышка камеры должна быть закрыта. При этом частоты на генераторе и переключателе «ФЛТ ОКТ» шумомера должны совпадать, переключатель «ФЛТ» - находиться в положении «ОКТ». Экспериментальные данные занести в табл. 5. Сравнить полученные результаты с нормированными значениями шума (табл. 2) и сделать вывод о соответствии шума допустимым уровням и об эффективности экранирования.

Таблица 5 - Результаты измерений уровней шума

Частота	Уровень шума в камере, дБ			Допустимые уровни шума, дБ
	без экрана	с экраном из:		
		текстолита	пенопласта	

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

1. Название и цель работы.
2. Исходные определения, понятия, формулы.
3. Результаты измерений, таблицы.
4. Спектры источников шума и предельный спектр.
5. Выводы.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАБОТЫ

1. К работе допускаются лица, ознакомленные с лабораторной установкой, правилами обращения с электроприборами, порядком выполнения работы.
2. Рабочее место должно быть хорошо освещенным.
3. Прибор ВШВ-003-М2 должен быть заземлен.
4. Провода, используемые для питания аппаратуры, должны иметь хорошую изоляцию состояние которой необходимо проверять не реже одного раза в семестр.
5. Соблюдать аккуратность и неторопливость при установке звукоизолирующих экранов в лабораторной установке.
6. Во избежание вредного действия шума на окружающих во время установки экрана отключать источник шума.

Устранение неисправностей измерительной аппаратуры, смена предохранителей, подключение микрофона и т.п. производится исключительно обслуживающим персоналом кафедры.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем проявляется вредное воздействие шума на организм человека?
2. Назовите основные источники шума на промышленных предприятиях.
3. Какими физическими и физиологическими показателями характеризуется шум?
4. Что такое «порог слышимости» и «болевой порог»? Каким значениям соответствуют они на частоте 1000 Гц?
5. Как подразделяются шумы по характеру спектра и временным характеристикам?
6. Как нормируется шум? В чем отличие уровня звука от логарифмического уровня звукового давления?
7. Чем измеряется шум?
8. На чем основан принцип действия шумомера ВШВ-003-М2?
9. Какие вы знаете методы защиты работающих от шума?
10. На чем основан принцип звукоизоляции и звукопоглощения?

ЛИТЕРАТУРА

1. Обязательные издания

1. Борисова, Н. В. Безопасность жизнедеятельности. Лабораторный практикум / Н. В. Борисова, Е. В. Бычкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-507-46610-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/351905. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рысин, Ю. С. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / Ю. С. Рысин, С. Л. Яблочников. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-4497-0440-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124636.html. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

3. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под редакцией Э. А. Арустамова. — 21-е изд. — Москва : Дашков и К, 2018. — 446 с. — ISBN 978-5-394-02972-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/105582. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 431 с. – Режим доступа: http:// www.iprbookshop.ru/7017. – ЭБС «IPRbooks»

2. Дополнительные издания

1. Еременко В.Д. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Еременко В.Д., Остапенко В.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский государственный университет правосудия, 2016.— 368 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/49600.html.— ЭБС «IPRbooks».

2. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности : учебник / Н.И. Акинин, Л.К. Маринина, А.Я. Васин [и др.] ; под общей редакцией Н.И. Акинина. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-3891-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/116363

3. Екимова И.А. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Екимова И.А. – Электрон. текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. – 192 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13876.— ЭБС «IPRbooks»

3. Бурашников, Ю.М. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда на предприятиях пищевых производств : учебник / Ю.М. Бурашников, А.С. Максимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-2497-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/93587

4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 431 с. –

Режим доступа: http:// www.iprbookshop.ru/7017. – ЭБС «IPRbooks».

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». - М.: Стандартинформ, 2022. – 412 с.

3. Периодические издания

6. Журнал «Безопасность труда в промышленности» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8430

7. Журнал «Охрана и экономика труда» https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32420

8. Журнал «Экология промышленного производства» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9263

4.Интернет-ресурсы

9.http://www.tehdoc.ru; http://www.safety.ru – нормативная документация по охране труда;

10.http://www.mintrans.ru –официальный сайт министерства транспорта РФ;

11.http://www.minzdravsoc.ru – официальный сайт Минздравсоцразвития;

12.http://www.mchs.ru/ -официальный сайт МЧС;

13.http://www.gks.ru/ -официальный сайт федеральной службы государственной статистики;

14.http://www.novtex.ru –научно-практический и учебно-методический журнал БЖД;

15.http://www.sci.aha.ru –web атлас по БЖД.

5. Источники ИОС

16. Безопасность жизнедеятельности http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ШУМА
НА РАБОЧИХ МЕСТАХ И ЭФФЕКТИВНОСТИ
ШУМОПОГЛОЩАЮЩИХ ОБЛИЦОВОК

Методические указания
к учебно-исследовательской лабораторной работе

Составили: Борисова Н.В.
Бычкова Е.В.

Редактор О.А.Панина
Компьютерная версия Т.Ю.Полулях

Подписано в печать		Формат 60x84 1/16
Бум. офсет.	Усл. печ. л. 0,63(1,0)	Уч.-изд.л. 0,8
Тираж 100 экз.	Заказ 202	Бесплатно

Саратовский государственный технический университет
410054 г.Саратов, ул.Политехническая, 77
Копипринтер СГТУ, 410054 г.Саратов, ул.Политехническая, 77
Отпечатано в Издательстве СГТУ. 410054, Саратов, Политехническая ул., 77
Тел.: 24-95-70, 99-87-39, E-mail: izdat@sstu.ru