

МОДИФИКАЦИЯ ПРАКТИКУМА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Дементьева Ю.В.¹, Плицына О.В.²

¹ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения», Самара;

²ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», Москва, e-mail: plitsa@yandex.ru

Модификация практикума по проектированию систем безопасности важна для формирования готовности магистрантов к оценке комплекса защитных средств. Цель исследования – формирование у обучающихся приема прогнозирования акустической эффективности в инженерных системах, учитывающего длины распространяющихся волн. В исследовании применялись варианты задания на проектирование инженерных систем с требованиями энерго- и ресурсосбережения к средствам защиты от шума; S-модель реактивного глушителя, инвариантная к геометрии устройства; варианты обзорного материала посредством защиты от шума; тест для экспериментальной и контрольной группы. На первом этапе, по результатам работы магистрантов в малых группах, определены уточнения содержания практикума: в обзорном материале – по порядку рассмотрения средств защиты от аэродинамического шума; в проектном задании – по энергосбережению реактивных глушителей для систем механической вентиляции. На втором этапе магистранты экспериментальной группы, проектируя средства защиты от аэродинамического шума, по рекомендациям обзора быстро скомпоновали и точно настроили реактивные глушители; в полном объеме выполнили требование энергосбережения. Таким образом, экспериментальная группа продемонстрировала как сформированность приема прогнозирования акустической эффективности, так и высокий уровень готовности к комплексному решению защиты от аэродинамического шума. Результаты тестирования в экспериментальной и контрольной группах подтверждают, что модификация практикума способствует формированию у обучающихся приема прогнозирования акустической эффективности защитных решений в инженерных системах. Предложенные уточнения содержания практикума по проектированию систем безопасности могут быть рекомендованы к применению.

Ключевые слова: практикум, система, комплексная безопасность, корректировка, проектное задание, эффективность.

MODIFYING THE PRACTICUM ON DESIGN OF SAFETY SYSTEMS

Dementieva Yu.V.¹, Plitsyna O.V.²

¹Volga State University of Railway Transport, Samara

²Russian University of Transport, Moscow, e-mail: plitsa@yandex.ru

Modifying the practicum on design of safety systems is important for forming the master students' readiness to estimate the complex of safety devices. The purpose of the research is forming the trainee's technique of the acoustic efficiency in engineering systems forecasting considering the lengths of the propagating waves. The following were used in the research: versions of engineering systems design assignment with energy and resource-saving requirements to noise control means; S-model of the reactive muffler that is invariant to the geometry of the device; versions of overview material on noise control means; the test for the experimental and control groups. At the first stage the practicum content refinements was determined on the results of the master students' work in small teams: in the overview material the order of consideration of aerodynamic noise control means was altered; in the design assignment the requirement on the energy efficiency of reactive mufflers in the mechanical ventilation systems was added. At the second stage the master students of the experimental group performed the following: in designing the aerodynamic noise control means using the overview part recommendations quickly composed and accurately tuned the reactive mufflers; completely the energy efficiency requirements fulfilled. Thus, the experimental group demonstrated both the formation of the technique of the acoustic efficiency forecasting and a high level of readiness for a complex solution of aerodynamic noise control. The test results in the experimental and control groups confirm that the modifying the practicum contributes to the formation of the technique of the safety decisions acoustic efficiency forecasting in engineering systems. The proposed modifications of the content of the practicum on the design on design of safety systems can be recommended for usage.

Keywords: practicum, system, integrated safety, adjustment, design assignment, efficiency.

Введение

Практикум по проектированию систем безопасности ориентирован на повышение уровня готовности магистрантов к деятельности, связанной с комплексной безопасностью объекта [1; 2].

Комплексность принимаемых решений предполагает оценку эффективности большого количества разнообразных устройств безопасности [3; 4].

Поскольку процесс формирования у обучающихся подхода к быстрой верной оценке устройств должен развиваться [5; 6], оправдана модификация практикума.

Анкетирование [7; 8] магистрантов, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность», позволило отметить:

- магистранты замечают за собой замедление в проектировании инженерных систем, вызванное неточностями выбора защиты от шума, которые предопределены несвоевременным учетом соотношения габаритов с длинами распространяющихся волн;
- магистранты называют наиболее интересным для себя подбор энерго-, ресурсосберегающих решений для систем безопасности.

Результаты анкетирования свидетельствуют о важности для проектирующих инженерные системы представления о необходимой геометрии средств, способных эффективно обеспечить акустическую безопасность выбираемого оборудования, и перспективности формирования у магистрантов такого представления на фоне интереса к энергоэффективности.

Было высказано предположение, что выполнение задания [9; 10] по компоновке в инженерной системе энерго- или ресурсосберегающего устройства на базе реактивного глушителя создаст условия для формирования у магистрантов приема прогнозирования акустической эффективности при сопоставлении габаритов с длинами распространяющихся волн [11-13].

Учитывалось следующее: реактивные глушители имеют конструкцию, наиболее подходящую для проведения контроля – при неверном соотношении между любым из ее размеров и длинами волн резко ухудшается снижение шума; сформированность приема будет проявляться в полноте принятых творческих решений; расчеты по заданию могут проводиться без дополнительных затрат учебного времени [14; 15].

Цель исследования – формирование у обучающихся приема прогнозирования акустической эффективности в инженерных системах, учитывающего длины распространяющихся волн.

Материал и методы исследования

Материал для этапа проверки высказанного предположения:

- задание на проектирование дымового тракта, в котором должны быть установлены дымосос, устройства пыле-, газоочистки, искрогашения и снижения шума, содержащее требование по многофункциональной защитной конструкции на базе реактивного глушителя шума;
- S-модель реактивного глушителя в сборном газоходе, инвариантная к геометрии устройства и обеспечивающая контроль за точностью выбора габаритов.

На этапе проверки высказанного предположения магистранты, работая в малых группах, выполняли следующее:

- компоновали реактивный глушитель шума, который может быть реализован, если его каналы имеют характерный размер меньше четверти длины распространяющихся волн, с широкополосной характеристикой;
- синтезировали многофункциональную защитную конструкцию;
- обсуждали приемлемость геометрии многофункциональной конструкции для эффективной комплексной защиты.

Проверка предположения проводилась в двух учебных группах направления «Техносферная безопасность» разных вузов.

Материал для этапа корректировки содержания практикума:

- задание на проектирование системы механической вентиляции с магистральным воздухопроводом большого сечения, содержащее требование ограничения длины реактивного глушителя или ограничения для него потерь давления;
- S-модель реактивного глушителя в большом воздуховоде, инвариантная к геометрии устройства и обеспечивающая контроль за точностью выбора габаритов;
- обзорная часть практикума, в которой рассмотрение средств защиты от шума начинается с глушителей шума;
- тест для экспериментальной и контрольной групп.

На этапе корректировки содержания практикума магистранты, работая в малых группах, выполняли следующее:

- рассматривали условия эффективности глушителей с учетом длины распространяющихся волн;
- компоновали энерго- или ресурсосберегающий реактивный глушитель, который может быть реализован, если все его каналы имеют характерный размер меньше четверти длины распространяющихся волн, с широкополосной характеристикой.

Для контроля проводилось тестирование магистрантов из экспериментальной и контрольной группы.

Результаты исследования и их обсуждение

На этапе проверки магистранты, ограниченные необходимостью поддерживать характерный размер каналов глушителя меньшим, чем четверть длины распространяющихся волн, безошибочно скомпоновали устройства (табл. 1), имеющие требуемое снижение шума. Далее участники предложили составить на базе полученного глушителя две конструкции: глушитель-искрогаситель и глушитель-катализатор (табл. 2).

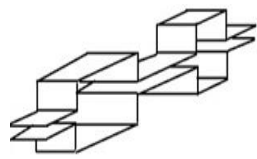
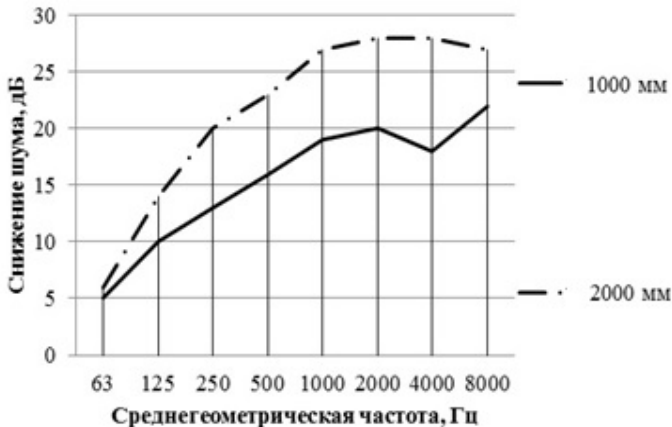
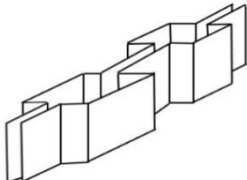
В ходе обсуждения многофункциональных конструкций, после неоднократного возвращения к размерам элементов, предопределяющих эффективную комплексную защиту, выяснилась приемлемость только глушителя-искрогасителя.

После установления геометрии защитной конструкции участники обсуждения отметили следующее:

- были созданы условия для акцентирования связи между акустической эффективностью устройства и соотношением его габаритов с длинами распространяющихся волн;
- прием прогнозирования акустической эффективности, учитывающий длины распространяющихся волн, усвоен;
- внимание к прогнозированию акустической эффективности по сопоставлению габаритов с длинами распространяющихся волн должно привлекаться как можно раньше;
- рациональнее составлять не многофункциональный, а энергосберегающий глушитель.

Таблица 1

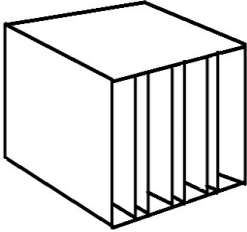
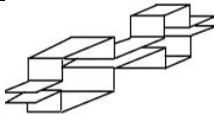
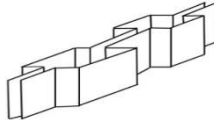
Компоновка реактивного глушителя шума в сборном газоходе

Внутренние каналы глушителя	Акустическая эффективность глушителя шума																											
	 <table><caption>Estimated data from the graph in Table 1</caption><thead><tr><th>Среднегеометрическая частота, Гц</th><th>Снижение шума, дБ (1000 мм)</th><th>Снижение шума, дБ (2000 мм)</th></tr></thead><tbody><tr><td>63</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>125</td><td>10</td><td>12</td></tr><tr><td>250</td><td>15</td><td>20</td></tr><tr><td>500</td><td>18</td><td>25</td></tr><tr><td>1000</td><td>20</td><td>28</td></tr><tr><td>2000</td><td>20</td><td>28</td></tr><tr><td>4000</td><td>18</td><td>27</td></tr><tr><td>8000</td><td>22</td><td>26</td></tr></tbody></table>	Среднегеометрическая частота, Гц	Снижение шума, дБ (1000 мм)	Снижение шума, дБ (2000 мм)	63	5	5	125	10	12	250	15	20	500	18	25	1000	20	28	2000	20	28	4000	18	27	8000	22	26
Среднегеометрическая частота, Гц		Снижение шума, дБ (1000 мм)	Снижение шума, дБ (2000 мм)																									
63	5	5																										
125	10	12																										
250	15	20																										
500	18	25																										
1000	20	28																										
2000	20	28																										
4000	18	27																										
8000	22	26																										
																												

Источник: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 2

Данные для рассмотрения перспективности многофункциональных конструкций

Устройство в сборном газоходе	Варианты размещения элементов устройства		Расчетное расстояние между элементами, мм
Реактивный глушитель шума			40-160
Искрогаситель			
Пластинчатый катализатор			5-20

Источник: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования.

Результаты работы магистрантов подтвердили предположение о возможностях обновленного проектного задания и определили уточнения в содержании практикума по проектированию систем безопасности:

- в обзорной части рассматриваются сначала средства защиты от аэродинамического шума, а затем – от воздушного и структурного;
- в задание на проектирование системы механической вентиляции вводится требование энергосберегающего реактивного глушителя.

На этапе корректировки содержания практикума магистранты экспериментальной группы, проектируя устройства защиты от аэродинамического шума, по рекомендациям обзора быстро компоновали и настраивали реактивные глушители в точном соответствии с условиями в вентиляционных системах.

Требование энергосбережения обучающимися было выполнено в полном объеме (табл. 3, 4):

- представлен глушитель, в котором потери давления снижены на 25% за счет продленных участков каналов;
- показан для глушителя низкочастотного шума способ снижения длины в 1,5 раза за счет свернутого размещения резонаторов.

Таблица 3

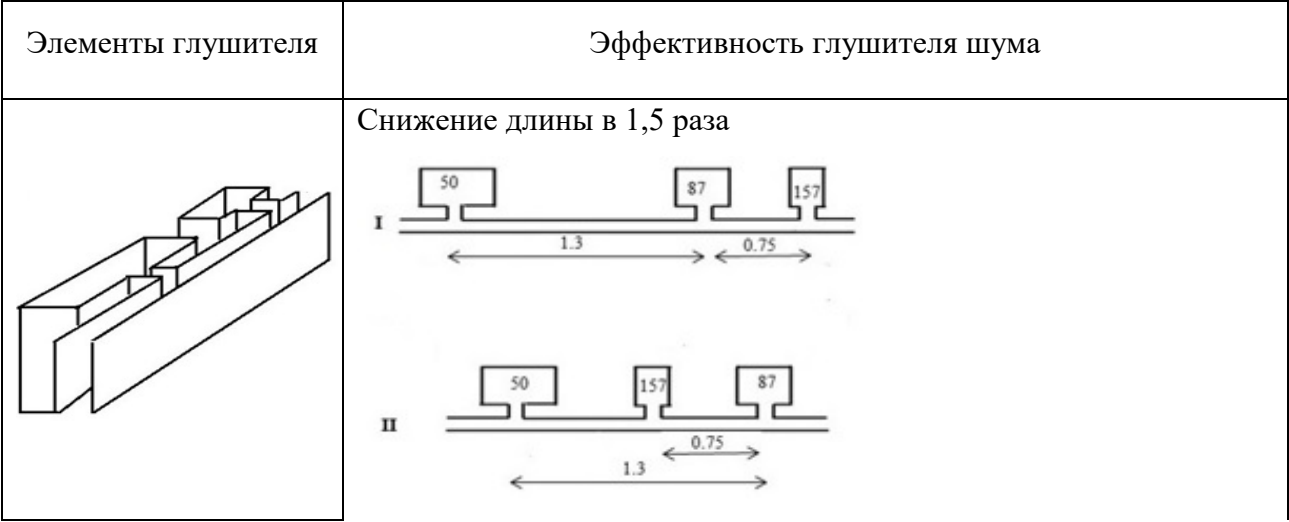
Реактивный глушитель шума с продленными участками каналов



Источник: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 4

Реактивный глушитель низкочастотного шума





Источник: составлено автором на основе полученных данных в ходе исследования.

Таким образом, экспериментальная группа продемонстрировала как сформированность приема прогнозирования акустической эффективности, учитывающего длины распространяющихся волн, так и высокий уровень готовности к комплексному решению защиты от аэродинамического шума.

Согласно тестированию по проектированию защиты от шума инженерных систем, верных ответов в экспериментальной группе – больше, чем в контрольной группе. В частности, верных ответов на открытые вопросы в экспериментальной группе – 82%, в контрольной группе – 73%.

Результаты тестирования позволяют считать, что модификация практикума способствует формированию у обучающихся приема прогнозирования акустической эффективности в инженерных системах, учитывающего длины распространяющихся волн.

Выводы

Модификация практикума по проектированию систем безопасности направлена на совершенствование учебного процесса.

В процессе обоснования модификации было установлено следующее:

- выполнение задания по компоновке энерго- или ресурсосберегающего устройства в инженерной сети, полученного на базе глушителя шума, создает условия для акцентирования связи между акустической эффективностью устройства и соотношением его габаритов с длинами распространяющихся волн;
- первоочередное рассмотрение средств защиты от аэродинамического шума ускоряет формирование приема прогнозирования акустической эффективности, учитывающего длины распространяющихся волн;

- сформированность подхода к прогнозированию акустической эффективности обеспечивает повышение уровня готовности обучающихся к решению вопросов комплексной безопасности.

Предложенное уточнение практикума по проектированию систем безопасности может быть рекомендовано к применению.

Список литературы

1. Горшкова О.О. Подготовка выпускника инженерного вуза в практико-ориентированный формат при взаимодействии с предприятиями реального сектора экономики // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33928> (дата обращения: 12.08.2025). DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.33928>.
2. Каминский А.В. Практико-ориентированный подход к подготовке обучающихся по инженерным специальностям // Современное педагогическое образование. 2024. № 1. С. 111-115. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/praktiko-orientirovannyu-podhod-k-podgotovke-obuchayuschihsya-po-inzhenernym-spetsialnostyam?ysclid=mff5ree8fy84820515> (дата обращения: 11.09.2025).
3. Савельева Н.Н., Минин М.Г. Опыт практико-ориентированной подготовки инженерных кадров в техническом вузе // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 2 (128). С. 1 – 6. DOI: 10.23670/IRJ.2023.128.23.
4. Bjelland H., Gehandler J., Nja O. Tunnel fire safety management and systems thinking: adapting engineering practice through regulations and education // Fire Safety Journal. 2024. Vol. 146. P. 104140. URL: <https://www.elsevier.com/locate/firesaf> (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.firesaf.2024.104140.
5. Shuang L., Shougang Y. Transforming higher education for the knowledge economy: enhancing creative thinking and problem-solving skills through collaborative learning // Thinking Skills and Creativity. 2025. Vol. 57. P. 101853. URL: <http://www.elsevier.com/locate/tsc> (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.tsc.2025.101853.
6. Sweeney A., Burke J., Meehan T. The impact of mindful pedagogy on creativity in higher education students, a systematic review // International Journal of Educational Research Open. 2025. Vol. 48. P. 100704. URL: <https://www.elsevier.com/locate/ijedro> (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.ijedro.2025.100504.
7. Pourhejazy P., Isaksen R. Exploring the curricular and pedagogical decision criteria for research-based learning design in undergraduate studies // Evaluation and Program Planning. 2024.

- Vol. 103. P. 102409. URL: [https:// www.elsevier.com/locate/evalprogplan](https://www.elsevier.com/locate/evalprogplan) (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.evalprogplan.2024.102409.
8. Saíz-Manzanares M., Marticorena-Sánchez R., Velasco-Saiz R. Monitoring university students' learning processes: application of Advanced Learning Technologies and integrated multichannel techniques // *Thinking Skills and Creativity*. 2025. Vol. 58. P. 101938. 10.1016/j.tsc.2025.101938.
9. Bauer E., Heitzmann N., Fischer F. Personalizing simulation-based learning in higher education // *Learning and Individual Differences*. 2025. Vol. 122. P. 102746. URL: [https:// www.elsevier.com/locate/lindif](https://www.elsevier.com/locate/lindif) (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.lindif.2025.102746.
10. Borte K., Solvi L. Learning to teach: aligning pedagogy and technology in a learning design tool // *Teaching and Teacher Education*. 2024. № 148. P. 104693. URL: <https://www.elsevier.com/locate/tate> (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.tate.2024.104693.
11. Levin O. Simulation as a pedagogical model for deep learning in teacher education // *Teaching and Teacher Education*. 2024. Vol. 143. P. 104571. URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/teaching-and-teacher-education> (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.tate.2024.104571.
12. Habib S., Vogel T., Thorne E. Student perspectives on creative pedagogy: considerations for the age of AI // *Thinking Skills and Creativity*. 2025. № 56. P. 101767. URL: <https://www.elsevier.com/locate/tsc> (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.tsc.2025.101767.
13. Verner I., Cuperman D., Mueller M. Student learning of engineering systems through simulation-based design using Onshape and Blender // *Procedia Computer Science*. 2024. Vol. 232. P. 2950 – 2958. URL: <https://www.elsevier.com/locate/procedia> (дата обращения: 12.08.2025). DOI: 10.1016/j.procs.2024.02.111.
14. Плицына О.В., Рогова Т.Н. Характеристики глушителя целевой конструкции // *Вестник НЦБЖД*. 2019. № 4 (42). С. 159–163.; URL: https://ncbgd.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_2170199.pdf (дата обращения: 12.08.2025). EDN: ОМТМАН.
15. Плицына О.В., Рогова Т.Н. Противопожарная конструкция глушителей // *Техносферная безопасность*. 2019. № 3 (24). С. 73–77. URL: <https://uigps.ru/userfls/ufiles/nauka/journals/ttb/TB%2024/9.pdf?ysclid=mff6n5i2jd922795774> (дата обращения: 12.08.2025). EDN: QUKKBX.