

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донской государственный технический университет»
в г. Шахты Ростовской области
(ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Сборник научных трудов

Научное электронное издание

ШАХТЫ
ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты
2024

УДК 69+614+004+699+534+628+621
ББК 30+30н+38+20.1

Допущено к изданию редакционно-издательским советом ДГТУ

Редакционная коллегия:

*С.А. Масленников, В.И. Голик, Д.А. Бутко, Х.С. Явруян, М.Д. Молев,
О.В. Дымникова, В.А. Дмитриенко, Е.И. Костромина*

Перспективные технологии в строительстве и техносферной безопасности : сборник научных трудов : научное электронное издание / редкол. : С.А. Масленников [и др.] ; Ин-т сферы обслуж. и предпринимательства (филиал) федер. гос. бюджет. образоват. учреждения высш. образования «Донской гос. техн. ун-т» в г. Шахты Рост. обл. (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты). – Шахты : ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2024. – 1 CD-ROM. – Систем. требования : Pentium III 866 МГц ; 2,75 Мб RAM ; Windows XP ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов PDF) ; CD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-907579-44-6. – Текст : электронный.

В сборник вошли материалы лучших докладов по итогам работы Национальной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективные технологии в строительстве и техносферной безопасности-2023».

Конференция проведена в соответствии с приказом № 365-А от 20.11.2023 г

Материалы в сборнике публикуются в авторской редакции. Ответственность за аутентичность цитат, приводимых имен и дат, а также за точность употребляемой терминологии несут сами авторы.

© ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2024

Подписано к использованию 06.02.2024

Объем 2,75 Мб

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты
346500, г. Шахты, Ростовская обл., ул. Шевченко, 147

СОДЕРЖАНИЕ

М.Е. Ефремова, В.А. Дмитриенко. Анализ перспективных направлений зеленого строительства.....	4
Н.И. Стуженко, В.И. Красюков. Применение аналитической формы частотно-цифровых диаграмм при оптимизации социального риска аварий	8
А.Г. Илиев, Д.А. Лободенко. Мероприятия по обеспечению безопасной эвакуации людей и материальных ценностей при возникновении пожара	18
Д.С. Медакова. Подбор конструкции свайного фундамента в программном комплексе ЛИРА-САПР	24
Е.А. Моторко, А.Г. Илиев. Анализ методов повышения эффективности функционирования систем экологической безопасности на промышленных предприятиях	29
М.А. Лемешко, И.С. Багнюк, Д.С. Бондарев. Разработка стенда для исследования опреснителя загрязненной воды в вакууме	34
Н.Н. Семенов, А.Е. Рудакова. Комплексное решение в строительно-монтажных работах	39
М.А. Лемешко, Н.Е. Самарский. Совершенствование стенда для исследования звукоизолирующих материалов	45
С.И. Паскарелов, М.Д. Молев. Теоретическое и методическое обоснование разработки контрольно-регулирующей системы по обеспечению безопасного состояния региональной гидросферы	49
М.А. Лемешко, Д.А. Чеботарев. Стенд для исследования солнечных панелей	55
Е.И. Костромина, А.Е. Шкуренок. Анализ инновационных шумоизоляционных материалов.....	60

УДК 69.001.5

М.Е. Ефремова¹, В.А. Дмитриенко²

¹Магистрант гр. ПГС-Tg11

²Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство и техносферная безопасность»
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЗЕЛЕНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ANALYSIS OF PROMISING AREAS OF GREEN CONSTRUCTION

***Аннотация.** В данной статье рассмотрен вопрос озеленения зданий. Выявлена актуальность использования зеленых экранов, отмечены их преимущества. Представлена методика моделирования для оценки влияния экранов на тепловосприятие солнечной радиации ограждающими конструкциями. Отмечены результаты оценки освещенности и температуры на поверхности оконного проема.*

***Ключевые слова:** зеленое строительство, зеленые кровли, зеленые стены, зеленые экраны, озеленение.*

***Abstract.** This article discusses the issue of greening buildings. The relevance of the use of green screens is revealed, their advantages are noted. A modeling technique is presented to assess the effect of screens on the thermal perception of solar radiation by enclosing structures. The results of the assessment of illumination and temperature on the surface of the window opening are noted.*

***Keywords:** green construction, green roofs, green walls, green screens, landscaping.*

В связи с мировой тенденцией сокращения выбросов в атмосферу парниковых газов, в последнее время большое внимание уделяется проблеме теплоэффективности зданий.

Технология озеленения кровель на сегодняшний день набирает популярность в решении проблемы энергоэффективности зданий. Эффективность данного способа заключается в экономии энергоресурсов за счет понижения температуры и соответственно времени кондиционирования воздуха. Озеленение крыш зданий эффективно не только в регионах с жарким климатом, но и в местах с холодным климатом. Это объясняется тем, что конструкция озеленения при положительной температуре будет являться дополнительным слоем изоляции, а при отрицательных – утеплителем [1].

Существует два типа озеленения кровель – экстенсивное и интенсивное.

Экстенсивное озеленение – вариант озеленения, при котором не требуется специальный уход за растениями, так как отдают предпочтение таким видам растительности, которые обладают свойствами засухоустойчивости, морозостойкости, саморазмножения, а также которые не требуют особого режима полива и удобрения. К таким растениям можно отнести многолетние травы, мхи, суккуленты.

Интенсивное озеленение, наоборот, возможно только при регулярном уходе. Часто реализуются на таких кровлях разнообразные ландшафтные проекты. При данном варианте озеленения используются газонные травы, цветы, кустарники и даже деревья [2].

«Зеленые» экраны являются одним из способов осуществления вертикального озеленения. Актуальность их использования заключается в обеспечении существенных экономических, эстетических и экологических преимуществ, которые представлены на рисунке 1 [3].



Рис. 1. Преимущества «зеленых» экранов

Для создания зеленых экранов применяют ампельные растения или вьющиеся лианы.

Основным недостатком «зеленых» экранов считается необходимость регулярного ухода, что требует постоянного полива, а также возможность аллергии, разрушительный эффект в случае выбора лиан с мощной корневой системой [4]. Указанные факторы в определенной степени сдерживают применение «зеленых» экранов.

Для оценки влияния экранов на тепловосприятие солнечной радиации была разработана методика моделирования и выполнена оценка освещенности и температуры на поверхности оконного проема.

Суть эксперимента заключалась в искусственном освещении проектором модели стеклопакета в перегородке теплоизолированного помещения. В качестве «зеленого» экрана применялось растение традесканция. Это вечнозеленое растение с длинными плетистыми побегами, с продолговатыми, заостренными листьями. Она неприхотлива, одинаково хорошо произрастает как в прохладных, так и в теплых помещениях [5].

Температура в помещении поддерживалась постоянной и составляла $20 \pm 0,2$ °С. Для снижения эффекта точечного нагрева от источника света использовался рассеиватель из ткани с искусственными полупрозрачными волокнами, который располагался на поверхности стекла.

Оценка уровня освещенности выполнялась люксметром «ТКА-Люкс» по 12 точкам, разброс составил 50 лк, т.е. не превышает 10 %. Это свидетельствует об относительно равномерной освещенности поверхности стекла.

Следующий этап – регистрация температуры поверхности окна бесконтактным методом при помощи пирометра АКПП-9301. Результаты измерений приведены в таблице и на рисунке 2. Анализ результатов измерения температуры стекла без экрана показывает о вариации всего 0,4 °С, что не превышает 2 % от среднего значения.

После распределения ветвей растения по поверхности стекла выполнено измерение температуры и освещенности по контрольным точкам. Результаты измерения также приведены в таблице и на рисунке 3.

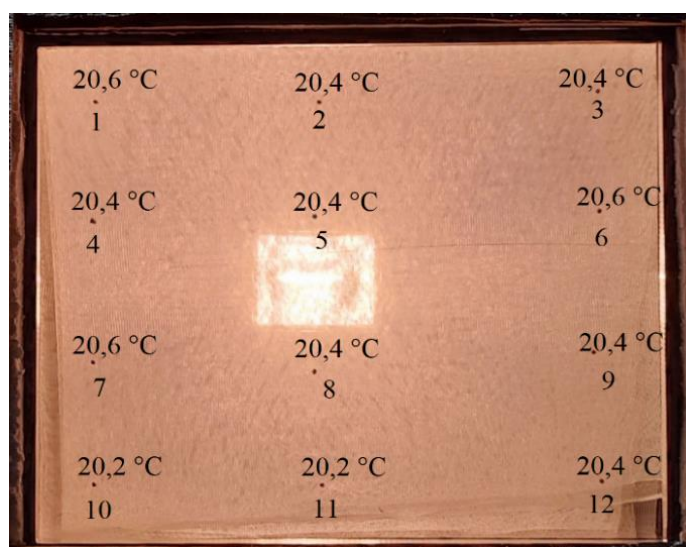


Рис. 2. Результаты измерения температуры стекла без «зеленого» экрана

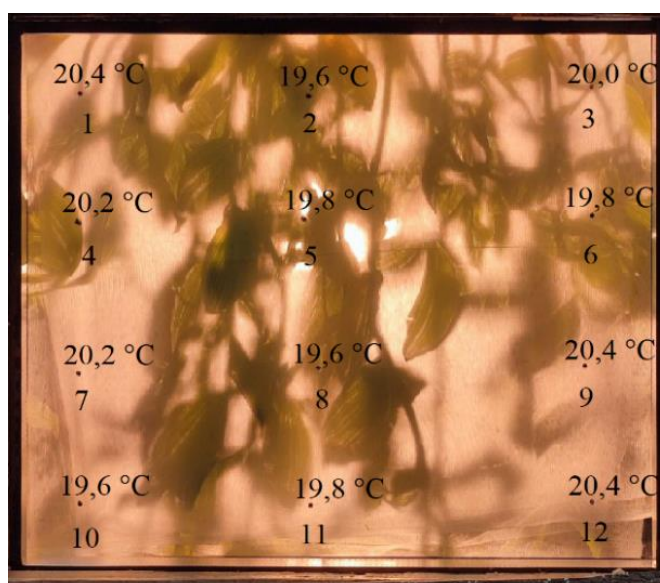


Рис. 3. Результаты измерения температуры стекла с «зеленым» экраном

Результаты измерения температуры стекла

№ п/п	Без экрана		С экраном	
	освещенность, лк	температура, °С	освещенность, лк	температура, °С
1	494	20,6	199	20,4
2	499	20,4	192	19,6
3	490	20,4	205	20,0
4	534	20,4	184	20,2
5	540	20,4	176	19,8
6	537	20,6	188	19,8
7	530	20,6	249	20,2
8	535	20,4	179	19,6
9	526	20,4	240	20,4
10	505	20,2	203	19,6
11	511	20,2	231	19,8
12	492	20,4	245	20,4
среднее значение	517	20,4	207	19,9

Таким образом, даже при минимальной плотности листьев, лишь в точках № 2, 5, 6, 8, 11 наблюдается наибольшее затенение, поэтому и температура стекла снижается в среднем всего на 0,5 °С. Это говорит о том, что «зеленый» экран в самом простом варианте может выступать в роли теплоизоляции.

В то же время освещенность снижается на 310 люкс, т.е. в 2,5 раза. Учитывая, что в летнее время освещенность может превышать 30000 лк, снижение освещенности может положительно влиять на зрительное восприятие в помещениях.

Список литературы

1. Саматова В.М., Гамаюнова О.С. Энергетическая эффективность зданий с применением технологии «зеленая кровля» // Инженерные исследования. 2021. № 4 (4). С. 24–32.
2. Антонов А.М., Верещагина В.П. Озеленение крыш как необходимость современной жизни // StudNet. 2021. № 2. С. 739–746.
3. Зеленский В.А. Преимущества создания зеленых стен в современной ландшафтной архитектуре городской среды // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4.
4. Телюкина А.С. Вертикальное озеленение фасадов зданий как часть городской экосистемы и его влияние на современное общество // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2022. № 11(75). С. 25–29.
5. Мазаева Ю.В., Лыгина Н.О. Изящный дизайн «малых висячих садов», использование для озеленения ампельных растений // Наука и образование. 2022. № 2.

[В начало к содержанию](#)

УДК 614.8.02

Н.И. Стуженко¹, В.И. Красюков²

¹Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство и техносферная безопасность»

²Магистрант гр. БЖТ-Тг21

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ЧАСТОТНО-ЦИФРОВЫХ ДИАГРАММ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНОГО РИСКА АВАРИЙ

APPLICATION OF THE ANALYTICAL FORM OF FREQUENCY-DIGITAL DIAGRAMS IN OPTIMIZING THE SOCIAL RISK OF ACCIDENTS

Аннотация. В работе рассматривается возможность использования аналитической формы представления социального риска, полученного путем перевода частотно-цифровой диаграммы в векторную форму; реализован алгоритм попарного сравнения показателей социального риска; применяются дополнительные показатели риска для обоснования расширения зоны недопустимого риска в связи с числом персонала, пострадавшего в результате аварии; обосновывается применение сокращенной векторной оценки показателей социального риска для возможности их сравнения; исследуется влияние поведения лица, принимающего решение, на сравнение показателей социального риска; демонстрируется возможность использования смешанных показателей риска в связи с оценкой групповых несчастных случаев и их последствий; оценивается потенциал предложенной методики в практике оценки риска аварийных ситуаций и обеспечения промышленной безопасности; обобщаются итоги по результатам работы.

Ключевые слова: оценка риска, социальный риск, неприемлемый риск, допустимый риск, частотно-цифровая диаграмма.

Abstract. The paper considers the possibility of using an analytical form of social risk representation obtained by converting a frequency-digital diagram into a vector form; an algorithm for pairwise comparison of social risk indicators is implemented; additional risk indicators are used to justify the expansion of the unacceptable risk zone due to the number of personnel injured as a result of an accident; the use of an abbreviated vector assessment of social risk indicators for the possibilities of their comparison; the influence of the decision-maker's behavior on the comparison of social risk indicators is investigated; the possibility of using mixed risk indicators in connection with the assessment of group accidents and their consequences is demonstrated; the potential of the proposed methodology in the practice of assessing the risk of accidents and ensuring industrial safety is evaluated; the results of the work are summarized.

Keywords: risk assessment, social risk, unacceptable risk, acceptable risk, frequency-digital diagram.

Обеспечение безопасности персонала предприятия является одной из задач руководителя подразделения обеспечения промышленной безопасности. В настоящее время особо остро стоит проблема снижения рисков, а также проблема эффективного управления рисками, с целью защиты насе-

ления и территорий от чрезвычайных ситуаций [1]. Ключевой особенностью процесса управления рисками промышленной безопасности является недостижимость создания полностью безопасных условий проведения технологических процессов, тем самым обуславливая возникновение рисков для обслуживающего персонала предприятия. Значимость вопроса обеспечения безопасности персонала обосновывается возможностью травмирования и(или) гибели людей, а также необходимостью проведения профилактических мероприятий.

Для ЛПР процесс обеспечения промышленной безопасности представляется в виде определения необходимого соотношения уровня риска возникновения аварии и уровнем затрат на обеспечение промышленной безопасности. Данная проблема возникает при любом числе сотрудников организации, поскольку существует индивидуальный риск травмирования/гибели сотрудника. Вопрос определения оптимального уровня риска, исходя из имеющихся риска аварии и затрат предприятия на обеспечение безопасности, уже изучен в научной литературе. Данный подход к изучению вопроса предполагает рассмотрение персонала предприятия как единого компонента, что равносильно рассмотрению индивидуального или коллективного риска, которые характеризуются единственным показателем, что не отражает реальное положение дел и обусловлено упрощенной моделью оценки риска. Однако даже эта модель отражает проблему, с которой сталкивается ЛПР, – необходимость принятия решения в условиях многокритериальности и неопределенности, что вынуждает вводить дополнительные ограничения в имеющуюся модель.

Одной из проблем оценки и управления риском промышленной безопасности является вопрос оптимизации социального риска, который представляется чаще всего в графической форме. Задача прогнозирования и управления социальными рисками в зависимости от рассматриваемой среды обитания человека является многокритериальной и слабоструктурированной [2]. Возникновение рисков в деятельности предприятия обусловлено неопределенностью и неполнотой исходной информации при принятии управленческих решений [3], причем это утверждение касается и техногенных рисков.

В условиях формирования социального риска для ЛПР возникает дополнительная проблема определения степени важности индивидуального и группового риска. Исходя из этого происходит формирование предпочтений ЛПР и, следовательно, необходимых мероприятий по обеспечению промышленной безопасности. В зависимости от принятого решения возможно внедрение мероприятий по снижению социального риска путем использования средств коллективной защиты либо снижение индивидуальных рисков путем применения средств индивидуальной защиты. Оба варианта снижения рисков требуют технико-экономического обоснования, сле-

довательно, необходимость оптимизации риска и затрат возникает и в этом случае. Считая, что объем оптимальных затрат на обеспечение промышленной безопасности принимается за постоянную величину, необходимо определить способ принятия решения по оптимизации социального риска.

Формирование графика социального риска происходит путем вычисления риска травмирования n человек в результате аварии. Графическое изображение социального риска в виде частотно-цифровой диаграммы представлено на рисунке 1.

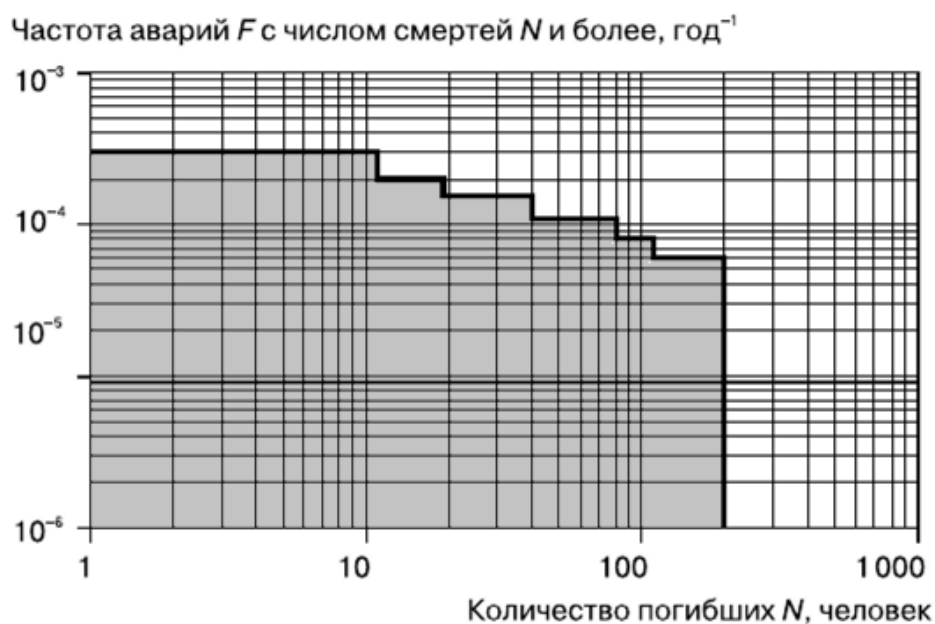


Рис. 1. Графическое изображение частотно-цифровой диаграммы социального риска

Графическое представление социального риска в виде частотно-цифровых диаграмм не позволяет провести сравнение двух и большего количества социальных рисков, в связи с чем необходимо ввести аналитическую форму социального риска в виде векторной оценки, представленной в виде формулы:

$$R_{\text{соц}} = (r_i^1; \dots; r_i^{n-1}; r_i^n), \quad (1)$$

где n – число человек, пострадавших в аварии; r_i^n – риск травмирования n человек в результате аварии.

Для сравнения двух показателей социального риска с разным числом пострадавших необходимо, чтобы в них был указан риск получения негативного воздействия для максимального количества пострадавших в одной из аварий. Для этого необходимо векторную оценку социального риска, которая представлена формулой 2 и выражена меньшим количеством значений риска повреждения, доопределить значениями риска, равными 0, для возможности попарного сравнения показателей по формуле 3:

$$\begin{cases} R_{\text{соц1}} = (r_{i1}^1; \dots; r_{i1}^{m-1}; r_{i1}^m; \dots; r_{i1}^{n-1}; r_{i1}^n), \\ R_{\text{соц2}} = (r_{i2}^1; \dots; r_{i2}^{m-1}; r_{i2}^m), \\ \text{где } n > m \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} R_{\text{соц1}} = (r_{i1}^1; \dots; r_{i1}^{m-1}; r_{i1}^m; r_{i1}^{m+1}; \dots; r_{i1}^{n-1}; r_{i1}^n), \\ R_{\text{соц2}} = (r_{i2}^1; \dots; r_{i2}^{m-1}; r_{i2}^m; r_{i2}^{m+1}; \dots; r_{i2}^{n-1}; r_{i2}^n), \\ \text{где } n > m \text{ и } \forall x \in (m+1; n): (r_{i2}^x = 0) \end{cases} \quad (3)$$

Однозначное сравнение нескольких графиков социального риска в графическом виде возможно только при соблюдении следующего условия: значение социального риска в результате первой аварии превышает социальный риск второй аварии, если значение риска травмирования n человек в первом случае превышает второе, причем это условие выполняется при всех n . Выразим это утверждение в виде формулы:

$$\forall n \in \mathbb{N}: (r_{i1}^n > r_{i2}^n) \Rightarrow (R_{\text{соц1}} > R_{\text{соц2}}), \quad (4)$$

где n – число человек, пострадавших в аварии; r_{i1}^n, r_{i2}^n – риск травмирования n человек в результате первой и второй аварии соответственно; $R_{\text{соц1}}, R_{\text{соц2}}$ – социальный риск в результате первой и второй аварии соответственно.

Данное условие однозначной сравнимости социального риска возможно только случае, когда графики социального риска имеют вид, представленный на рисунке 2. Область А представляет собой социальный риск аварии А, область Б – социальный риск аварии Б.

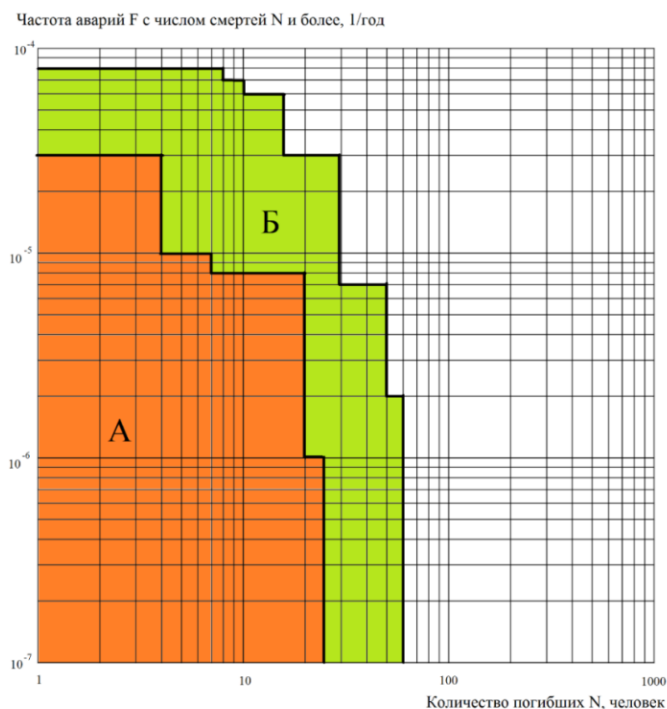


Рис. 2. Пример однозначного сравнения социального риска двух аварий

В том случае, если хотя бы для одного n данное условие не выполняется, то графики социального риска имеют вид, изображенный на рисунке 3. Социальный риск первой аварии на рисунке 3 определяется как сумма областей А и Б, социальный риск второй аварии – сумма областей Б и В.

Область А представляет собой область, при которой риск травмирования/гибели в результате аварии А превышает соответствующий риск от аварии Б, область В – превышение риска аварии Б над риском аварии А.

Условие, представленное на рисунке 3, может быть представлено формулой:

$$(\exists! x \in \mathbb{N}: (r_{i1}^n > r_{i2}^n)) \wedge (\forall n \in \mathbb{N}_x: (r_{i1}^n < r_{i2}^n)) \Rightarrow (R_{\text{соц1}} \neq R_{\text{соц2}}), \quad (5)$$

где x – число человек, пострадавших в аварии, при котором выполняется условие $r_{i1}^n > r_{i2}^n$; $\mathbb{N}_x$ – множество натуральных чисел за исключением числа x , множество определяется по формуле:

$$\mathbb{N}_x = \mathbb{N} \setminus x \quad (6)$$

То есть, если существует хотя бы одно значение x , при котором первый риск травмирования больше другого, а при всех остальных значениях x выполняется противоположное неравенство, то эти социальные риски нельзя сравнить между собой. Соблюдение данного условия представляет собой множество Парето, в котором улучшение одного из параметров при переходе от одного варианта к другому приводит к ухудшению другого. Для выполнения данного условия достаточно всего двух сравниваемых пар параметров.

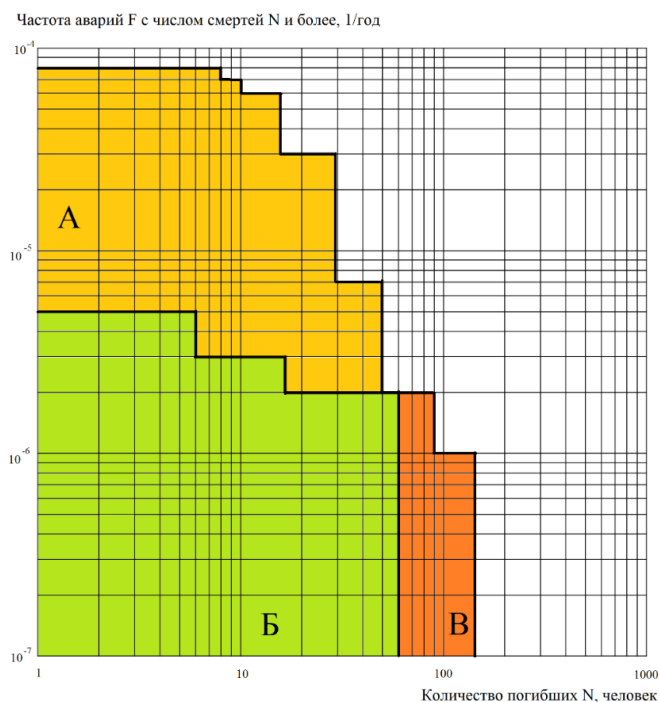


Рис. 3. Пример неоднозначного сравнения социального риска двух аварий

Исходя из этого, формирование однозначного сравнения нескольких социальных рисков невозможно построить на сплошном попарном сравнении риска травмирования людей. Для устранения выявленной проблемы необходимо учитывать мнение ЛПР в отношении существующего риска, поскольку возможные негативные последствия аварий могут затронуть слишком большое количество людей. Подобные аварии характеризуются следующим условием, выраженным формулой:

$$R_{\text{соц}} = (r_i^1; \dots; r_i^{k-1}; r_i^k; r_i^{k+1}; \dots; r_i^{n-1}; r_i^n), \quad (7)$$

где $\forall x \in (k; n): (r_i^x > 0)$

где k – число человек, пострадавших в аварии, при котором последствия аварии считаются катастрофическими.

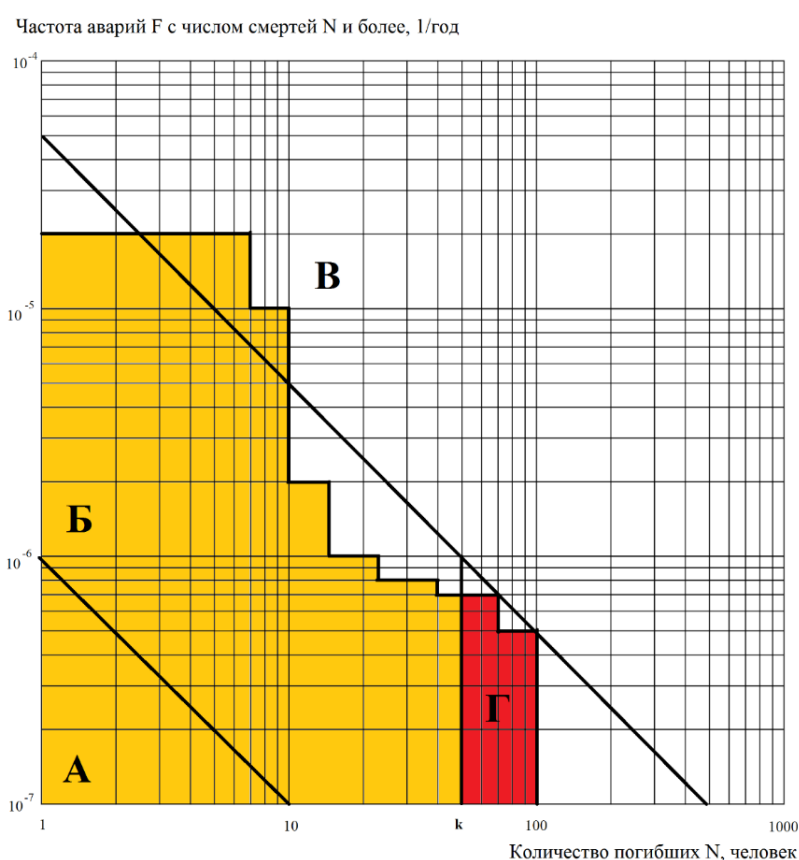


Рис. 4. Пример частотно-цифровой диаграммы социального риска, при котором существует вероятность травмирования значительного числа людей (показатель k принят равным 50)

В этом случае возникает вероятность травмирования значительного числа людей, что является неприемлемой ситуацией при прогнозировании и оценке риска. Графическое представление социального риска, при котором существует вероятность травмирования значительного числа людей, представлена на рисунке 4. Обозначения: А – область пренебрежимого

риска, Б – область допустимого риска, В – область недопустимого риска, Г – область недопустимого риска в связи с числом пострадавших.

В данной ситуации необходимо определить минимально необходимое число человек, при котором последствия аварии для ЛПР будут считаться недопустимыми. В руководстве по безопасности [4] в качестве дополнительного показателя риска представлена частота гибели/ранения 1/10/50 человек при авариях. С одной стороны, в контексте применения векторной аналитической формы социального риска данный показатель позволяет снизить количество сравниваемых пар значений. С другой стороны, в данном дополнительном показателе риска представлен один из вариантов минимально возможного числа потерпевших в результате аварии, при котором она является неприемлемой, т.е. определяется показатель k . Тем самым обеспечивается практическая реализация условия, при котором риск травмирования/гибели k человек равен 0. Данное условие выражено формулой 8 для представленного выше дополнительного определения риска:

$$R_{\text{соц}} = (r_i^1; r_i^{10}; r_i^{50}), \quad \text{где } r_i^{50} = 0 \quad (8)$$

где $r_i^1; r_i^{10}; r_i^{50}$ – риск травмирования/гибели 1, 10 и 50 человек в результате аварии соответственно.

Несмотря на то, что данный показатель риска существенно упрощает выполнение сравнения показателей социального риска, следует отметить, что оно не выражает самую многочисленную группу аварий с групповыми несчастными случаями, а именно случай аварии с двумя несчастными случаями. Тем самым предлагается следующая векторная форма социального риска, представленная формулой:

$$R_{\text{соц}} = (r_i^1; r_i^2; r_i^{10}; r_i^{50}) \quad (9)$$

Дальнейшее сравнение двух показателей социального риска производится на основании представленных выборок значений риска травмирования/гибели n человек, учитывая, что значение риска травмирования/гибели 50 человек должно равняться 0 в соответствии с условием, представленным в формуле 8. Если при сравнении социального риска выясняется, что значение показателя r_i^{50} положительно, то есть существует вероятность травмирования/гибели 50 и более человек, то принимается социальный риск, при котором значение показателя r_i^{50} сводится к минимуму. Данное условие представлено формулой:

$$\begin{cases} R_{\text{соц}1} = (r_{i1}^1; r_{i1}^2; r_{i1}^{10}; r_{i1}^{50}), \\ R_{\text{соц}2} = (r_{i2}^1; r_{i2}^2; r_{i2}^{10}; r_{i2}^{50}), \\ \min(r_{i1}^{50}; r_{i2}^{50}) \end{cases} \quad (10)$$

Необходимость минимизации риска травмирования/гибели 50 и более человек обусловлена принципиальной невозможностью своевременного устранения последствий подобной аварии, а также возможности подго-

товки к ней. Профилактика возникновения аварий с малым числом несчастных случаев возможна за счет применения средств индивидуальной и коллективной защиты в совокупности с выполнением требований инструкций по безопасности. При этом обеспечение защиты достаточно большого числа персонала ОПО требует кардинальной перестройки всей системы технологического процесса, что возможно только на этапе проектирования ОПО в силу отсутствия дополнительных трудовых и финансовых затрат на техническое перевооружение и переоборудование опасного объекта.

Сравнение социальных рисков при значениях показателей r_{ij}^{50} , равных 0, осуществляется на сравнении трех оставшихся показателей $r_{ij}^1; r_{ij}^2; r_{ij}^{10}$. Как уже было отмечено выше, что достаточно всего двух пар показателей для возникновения оптимальности по Парето, в связи с чем необходимо определить отношение ЛПР к существующему риску, а именно установить, какой риск для него более предпочтителен: индивидуальный или групповой. Выбранное ЛПР предпочтение в отношении риска устанавливает зависимость между применением средств индивидуальной и коллективной защиты, что позволяет обосновать используемые на ОПО технологии и средства защиты. Определив доминирующие факторы, необходимо проводить мероприятия, направленные на минимизацию значения выявленного вида риска [5].

Для целей однозначного сравнения имеющихся показателей социального риска необходимо установить, являются ли имеющиеся критерии $r_{ij}^1; r_{ij}^2; r_{ij}^{10}$ равными по важности для ЛПР. В зависимости от предпочтений ЛПР возможны следующие критерии для показателей $r_{ij}^1; r_{ij}^2; r_{ij}^{10}$, рассмотренные в таблице. Для определения важности критериев использован комбинационный метод, который основан на проведении сравнений по важности пар отдельных критериев и групп критериев [6].

Перечень критериев, установленных в таблице, не является исчерпывающим, поскольку формирование предпочтений зависит от самого ЛПР. Но в большинстве случаев с увеличением числа пострадавших растет важность показателя риска травмирования/гибели N человек. Еще одно обстоятельство, определяющее важность показателя группового риска над индивидуальным, заключается в том, что индивидуальный риск является частным случаем группового. Это позволяет рассматривать показатели группового и индивидуального риска как равноважные, т.е. при сравнении показателей социального риска большее предпочтение уделяется групповому риску.

Используя сведения, полученные из таблицы, определим количественное предпочтение показателей риска. Для риска травмирования одно-

го человека всего четыре критерия, для 2–5 критериев, для 10–8 критериев, данные значения могут быть изменены ЛПР при выборе других критериев. Данные предпочтения выражены условиями, представленными в формуле:

$$r_{ij}^{10} \succ^{8/5} r_{ij}^2; r_{ij}^2 \succ^{5/4} r_{ij}^1; r_{ij}^{10} \succ^2 r_{ij}^1 \quad (11)$$

Дальнейший расчет находится в зависимости от имеющихся показателей $r_{ij}^1; r_{ij}^2; r_{ij}^{10}$, поскольку они не могут обеспечить однозначное сравнение показателей.

Для этого необходимо преобразование показателей $r_{ij}^1; r_{ij}^2$ относительно r_{ij}^{10} , учитывая предпочтения из условий формулы 11.

Таблица

Критерии, определяющие важность показателей социального риска со стороны руководства организации

Критерии	Критерии, определяющие важность показателей риска травмирования/гибели N человек		
	$N=1$	$N=2$	$N=10$ и более
Средства защиты	Необходимость в приобретении достаточного количества СИЗ	Наличие СИЗ и СКЗ	Обеспечение достаточной надежности СКЗ
Наряды-допуски	Использование нарядов-допусков для работ повышенной опасности	То же	То же
Датчики	Применение датчиков слежения состояния показателей здоровья	То же	Формирование информационной системы, в которой объединяются сведения в режиме реального времени
Промышленная безопасность	Формирование инструкций по работе с вредными и опасными производственными факторами	То же для отдельных групп лиц	Формирование системы управления промышленной безопасностью
Ответственность за других лиц	Минимальна (за 1 сотрудника)	За 2 сотрудников	За группу лиц
Сроки замены пострадавшего персонала	Возможна оперативная замена пострадавшего сотрудника	То же	Оперативная замена невозможна
Сроки остановки работы	Зависит от вовлеченности пострадавшего сотрудника в технологический процесс	То же	Сроки остановки зависят от формирования группы новых сотрудников
Потери организации	Незначительные	То же	Значительные

Преобразование производится по формулам:

$$\begin{aligned} r_{ij\text{преобр}}^2 &= Q_1 \cdot (r_{ij}^{10} - r_{ij}^2) + r_{ij}^2, \\ r_{ij\text{преобр}}^1 &= Q_2 \cdot (r_{ij}^{10} - r_{ij}^1) + r_{ij}^1, \end{aligned} \quad (12)$$

где $r_{ij\text{преобр}}^2$; $r_{ij\text{преобр}}^1$ – скорректированные значения риска; Q_1, Q_2 – коэффициенты, определяемые по формуле:

$$Q_i = \frac{h}{1 + h}, \quad (13)$$

где h – количественная величина предпочтения одной величины над другой; i – порядковый номер коэффициента.

Принимая в качестве количественной величины предпочтения условия формул 11, произведем расчет преобразованных показателей риска $r_{ij\text{преобр}}^2$; $r_{ij\text{преобр}}^1$ по формуле:

$$\begin{aligned} r_{ij/\text{преобр}}^2 &= \frac{8}{13} \cdot r_{ij}^{10} + \frac{5}{13} \cdot r_{ij}^2, \\ r_{ij/\text{преобр}}^1 &= \frac{2}{3} \cdot r_{ij}^{10} + \frac{1}{3} \cdot r_{ij}^1. \end{aligned} \quad (14)$$

Полученные значения попарно сравниваются с другими вариантами j , т.е. осуществляется сравнение показателей в соответствии с вариантами социального риска:

$$\begin{aligned} R_{\text{соц1/преобр}} &= (r_{i1/\text{преобр}}^1; r_{i1/\text{преобр}}^2; r_{i1}^{10}), \\ R_{\text{соц2/преобр}} &= (r_{i2/\text{преобр}}^1; r_{i2/\text{преобр}}^2; r_{i2}^{10}). \end{aligned} \quad (15)$$

В случае, если и данное попарное сравнение не приведет к получению оптимального результата, то необходимо составление обобщающей формулы, включающей в себя все показатели, входящие в социальный риск.

Практическое применение представления социального риска в аналитической векторной форме позволяет применить к нему методологию сравнения показателей на основе теории важности критериев, что позволяет использовать имеющиеся сведения для решения многокритериальных задач в области управления техногенными рисками. Переход от графической формы к аналитической позволяет устранить ряд недостатков, присущих частотно-цифровой диаграмме и связанных с невозможностью оперативного принятия решений. Таким образом, использование преобразованной формы социального риска позволяет адаптировать к нему математическую операцию сравнения и возможность использования электронно-вычислительных машин для оперативного решения задач управления риском.

Список литературы

1. Асадуллаев Р.Г., Ломакин В.В. Формальные средства прогнозирования и управления социальными рисками [Электронный ресурс] // Науч-

ные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2015. № 13 (210). С. 150–155. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24313934> (дата обращения: 14.10.2023).

2. Присяжнюк Н.Л., Чистякова А.А., Сидоркин В.А., Шангин В.Н. Социотехнические системы. Проблемы рисков безопасности [Электронный ресурс] // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2017. № 2. С. 121–126. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsiotehnicheskie-sistemy-problemy-riskov-bezopasnosti> (дата обращения: 14.10.2023).

3. Латкин М.А., Нестерова Н.В., Шаптала В.Г., Радоуцкий В.Ю. Выбор мероприятий по реагированию на техногенные риски предприятия [Электронный ресурс] // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 4. С. 145–149. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28904347> (дата обращения: 14.10.2023).

4. Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах: приказ Ростехнадзора от 03.11.2022 № 387. Консультант плюс [Электронный ресурс]. URL https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_433652/ (дата обращения: 12.10.2023).

5. Москвичев В.В., Постникова У.С., Тасейко О.В. Управление техногенной безопасностью на основе риск-ориентированного подхода [Электронный ресурс] // Проблемы управления. 2022. № 3. С. 16–28. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49286017> (дата обращения: 14.10.2023).

6. Подиновский В.В. Идеи и методы теории важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений [Электронный ресурс]. – Москва: Наука, 2019. 103 с. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/319138375> (дата обращения: 14.10.2023).

[В начало к содержанию](#)

УДК 614.84

А.Г. Илиев¹, Д.А. Лободенко²

¹Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство и техносферная безопасность»

²Студент гр. БЖТ-Тб11

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ И МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОЖАРА

MEASURES TO ENSURE THE SAFE EVACUATION OF PEOPLE AND PROPERTY IN THE EVENT OF A FIRE

Аннотация. Данная статья посвящена вопросу обеспечения безопасной эвакуации людей и материальных ценностей при возникновении пожара. Рассмотрены все аспекты пожарной безопасности людей и материальных ценностей во время пожара.

Ключевые слова: пожарная безопасность, эвакуация, сирена, пожарная тревога.

Abstract. This article is devoted to the issue of ensuring the safe evacuation of people and property in the event of a fire. All aspects of fire safety of people and material assets during a fire are considered.

Keywords: fire safety, evacuation, siren, fire alarm.

В современном обществе, без исключения, все больший научный интерес уделяется проблемам обеспечения безопасной эвакуации людей во время возникновения пожара. В контексте пожарной безопасности, эвакуация рассматривается как процесс организованного и контролируемого перемещения людей и материальных ценностей из зон риска, потенциально подверженных воздействию пожара, на открытую местность или в безопасные зоны. Технический регламент по требованиям пожарной безопасности определяет эвакуацию как процесс, при котором люди и материальные ценности систематически и независимо перемещаются из помещений, которые могут подвергаться пожару, прямо на улице или в безопасное место, помимо самостоятельной эвакуации, документ также содержит правила передвижения лиц с ограниченной подвижностью, ценностей или ценных бумаг в безопасное место [1].

Обеспечение безопасности процесса эвакуации невозможно без самостоятельного и осознанного покидания людьми горящего здания или объекта, а также без организации вывоза материальных ценностей, например, документации, финансовых активов, высокотехнологичного оборудования. После прибытия пожарных на место происшествия их приоритетной задачей становится проверка того, что все люди покинули опасную зону, а в случае обнаружения оставшихся – организация их эвакуации, а также локализация и ликвидация очага возгорания. В компетенцию пожарного надзора может входить как непосредственное осуществление эвакуации, так и контроль за соблюдением соответствующих процедур.

Действия каждого человека во время эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре описываются в инструкции по противопожарной безопасности и, в идеале, должны быть отработаны в ходе профилактических мероприятий. Наиболее общие правила выглядят так:

- сохранение спокойствия и предотвращение паники;
- уведомление пожарной охраны;
- оповещение о пожаре всех, кто находится в здании, помощь в эвакуации детей, лиц с ограниченными возможностями и пострадавших;
- отключение электроэнергии или приборов при возможности;

- ограничение доступа кислорода к месту возгорания;
- использование средств первичного пожаротушения для тушения небольших пожаров;
- отказ от попыток забрать все личные вещи.

Строгое соблюдение этих правил имеет критическую значимость в условиях быстрого распространения пожара. Однако, как показывает результат исследований статистических данных, зачастую, люди не относятся к сигналам об эвакуации с должной степенью ответственности, начиная собирать личные вещи или имущество предприятия, а в некоторых ситуациях фиксировать возгорание на смартфон для использования данной информации в целях развлечения, что абсолютно неприемлемо. В случае возникновения пожара, наиболее важным является начало эвакуации и вызов пожарной службы.

Этапы организации эвакуации при пожаре

Считается, что процедура эвакуации в случае пожара состоит из четырех этапов применения:

- первый этап – выход из помещения;
- второй этап – проход по коридору в сторону эвакуационного выхода;
- третий этап – передвижение по лестнице на первый этаж, если таковое потребовалось, и выход на улицу;
- четвертый этап – отход на безопасное расстояние от здания или объекта.

При обнаружении пожара в высотном здании эвакуация обычно проводится следующим образом: сначала эвакуируется весь этаж или этажи, где обнаружен пожар, затем 1 этаж выше и ниже, и только затем все остальные, начиная сверху [2].

Далее, представим в таблице более подробное описание этапов эвакуации при возгорании в здании (табл. 1).

Таблица 1

Этапы эвакуации при возгорании в здании

Этап	Описание
Первый	Обнаружение возгорания и оповещение соответствующих служб. Установка и обслуживание пожарной сигнализации
Второй	Непосредственный процесс эвакуации: разработка и внедрение плана эвакуации, определение маршрутов и точек сбора, предоставление инструкций людям
Третий	Оказание помощи пострадавшим и обеспечение их безопасности: проведение первичной медицинской помощи, успокоение людей и организация их временного размещения
Четвертый	Устранение пожара: локализация и тушение очага возгорания, предотвращение распространения огня, минимизация ущерба

Действия людей во время проведения эвакуации при пожаре

В зависимости от фазы пожара действия ответственных за пожарную безопасность и их помощников могут быть непосредственно направлены на тушение, эвакуацию людей и материальных ценностей, а также устранение возможности повторного возгорания (табл. 2).

Таблица 2

Фазы возгорания

Фаза	Характеристики	Основные задачи
Начальная (не более 10 мин.)	Огонь успевает распространяться только линейно – вдоль горючего вещества или субстанции начинается сильное задымление	На первой стадии пожара нужно начать эвакуацию, вызвать пожарных и попытаться потушить пламя. Это именно тот момент, когда необходимо использовать огнетушитель или другие первичные средства пожаротушения, чтобы предотвратить распространение огня
Объемная (30–40 мин.)	Огонь распространяется по всему объему помещения, а также за его пределами в воздуховодах и смежных помещениях, где двери были открыты	Использование первичных средств пожаротушения на второй стадии пожара допускается только для обеспечения безопасной эвакуации. Если удалось создать очаг возгорания, то до прибытия сотрудников пожарной охраны можно попытаться потушить пламя с помощью пожарной водопроводной трубы
Затухающая (не менее 30 мин.)	Третья фаза пожара делится на две фазы: стабилизацию и выгорание. Стабилизация характеризуется прекращением роста таких опасных факторов пожара, как тепловыделение, горение и др. с последующим снижением. Выгорание может длиться достаточно долго, и если не будет повторного возгорания, огонь погаснет сам	На данном этапе главной задачей является тушение всех тлеющих очагов возгорания. Для этого все участки, пострадавшие от пожара, необходимо обработать огнетушащим средством (водой, пеной, песком). Для обнаружения тления скрытых очагов возгорания разрешается демонтировать строительные конструкции, перемещать крупные сгоревшие предметы, вскрывать изоляцию, а также прощупывать стены, полы и потолки – поверхности должны быть прохладными

Если покинуть здание невозможно, правильная процедура заключается в следующем:

– сохраняйте спокойствие и не паникуйте. Сотрудники МЧС всегда предпочитают эвакуировать людей в случае пожара разными способами

(через двери, через окно по лестнице, выпрыгивая на батут), им нужно только продержаться до их прибытия;

- найдите комнату как можно дальше от огня, предпочтительно с окном;

- закройте дверь и заделайте все щели в люке. Вы можете использовать полотенца, занавески, одежду и т.д. По возможности смочите их водой. Опять же, по возможности, периодически смачивайте дверь и пол рядом с ней водой;

- откройте окно, чтобы избежать задымления. Если в комнате уже много дыма, проползите вокруг, сделайте маску и дышите через нее;

- сообщите о своем местоположении любым способом: по телефону, через окно и т.д. [3].

Планы эвакуации как средство подготовки к внештатным ситуациям

Наличие планов эвакуации людей в случае пожара является требованием постановления Правительства № 390 от 25 апреля 2012 г. «О системе управления пожарами». На первый взгляд кажется, что поэтажные планы эвакуации людей при пожаре бесполезны: они сбивают с толку, содержат сложные обозначения, в чрезвычайной ситуации они не только не помогают, но и дезориентируют человека.

Дело в том, что изучать план эвакуации (сокращенно ЧП) нужно не во время пожара, а во время инструктажа по пожарной безопасности или самостоятельно при посещении здания. Если человек хорошо разбирается в дизайне, он легко найдет огнетушитель, кнопку пожарного извещателя, а также выход на улицу для себя и других.

У скольких людей есть план эвакуации на объекте? Согласно действующему законодательству, руководитель организации обязан обеспечить наличие планов эвакуации в любом здании или сооружении (кроме жилых), если выполняется хотя бы одно из условий:

- одновременно в здании может находиться 50 и более человек, то есть объекты с массовым пребыванием людей;

- в помещении, где на этаже есть рабочие места для 10 и более человек.

Если на объекте ожидается массовое пребывание людей (50 и более человек одновременно), то в таких случаях разрабатывается не только план эвакуации людей в случае пожара, но и инструкции по обеспечению быстрой и безопасной эвакуации с обязательным регулярным информированием и обучением среди сотрудников. Все стандарты по проектированию ПЭ содержатся в ГОСТ Р 12.2.143-2009 «Система стандартов безопасности труда. Фотолюминесцентные системы эвакуации. Требования и методы контроля».

Являясь одним из основных элементов организации эвакуации в случае пожара, ЧП помогает обеспечить безопасность зданий для достижения важных целей:

- описание процедуры для персонала и посетителей в случае пожара или другой чрезвычайной ситуации;
- обозначение расположения первичных средств пожаротушения, устройств связи и пожарной сигнализации, устройств дымоудаления, устройств подачи огнетушащей воды и другого оборудования для пожаротушения;
- наглядная информация о правилах и мерах пожарной безопасности, а также условиях безопасной эвакуации людей в случае пожара;
- ориентирование в случае чрезвычайной ситуации;
- ознакомить сотрудников пожарной охраны с планировкой объекта во время разведки, локализации и ликвидации очагов возгорания [8].

Виды планов эвакуации

Согласно ГОСТ 34428-2018, планы эвакуации следующие:

- двухъярусные – покрывают весь пол, чаще всего их можно увидеть на стенах внутри здания;
- секционный – предназначен для отдельной секции пола в следующих случаях:
 - ✓ площадь помещения составляет более 1000 м²;
 - ✓ на этаже имеется несколько отдельных эвакуационных выходов, отделенных от остальной части этажа стеной или перегородкой;
 - ✓ раздвижные, поворотные или опускающиеся двери и(или) турникеты расположены на полу;
 - ✓ маршруты эвакуации на этаже труднопроходимы из-за их протяженности или сложности (маршруты могут быть сводными и локальными).

Рассмотрим характеристику маршрутов эвакуации более подробно.

Сводные маршруты представлены комплектом вторых экземпляров для этажа или секции и хранятся у лица, ответственного за пожарную безопасность. Они выдаются по требованию руководителя тушения пожара или ликвидации другой чрезвычайной ситуации. Это позволяет оперативно реагировать на ситуацию и принимать необходимые меры.

Локальные маршруты разработаны для отдельных помещений на этаже и обеспечивают быструю и безопасную эвакуацию людей из них. Например, в гостиничных номерах, каютах пассажирских судов, больничных палатах и других помещениях, где могут находиться люди, локальные маршруты эвакуации играют ключевую роль в обеспечении безопасности.

Однако стоит отметить, что для эффективной эвакуации необходимо не только наличие маршрутов, но и их регулярное обновление, проверка актуализации, а также обучение персонала и посетителей объекта правилам эвакуации и использования маршрутов.

Цель научной статьи заключалась в анализе вопросов и поиску их решений по теме «Обеспечение безопасной эвакуации людей и материальных ценностей при возникновении пожара». В современном обществе обеспечение безопасной эвакуации людей и материальных ценностей при возникновении пожара становится все более актуальным вопросом. Технический регламент определяет эвакуацию как систематическое перемещение людей и ценностей из помещений, подверженных риску пожара, на улицу или в безопасное место. Для обеспечения безопасности этого процесса необходимо не только самостоятельное и осознанное покидание горящего здания людьми, но и организация вывоза материальных ценностей. Это особенно важно для объектов, где находятся маломобильные группы населения или ценные документы, финансовые активы и высокотехнологичное оборудование. Успешная эвакуация и вывоз материальных ресурсов могут существенно снизить ущерб от пожара и предотвратить возможный материальный ущерб и жертвы среди населения.

Список литературы

1. НПБ 111-98. Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности. Москва : ДЕАН, 2021. 569 с.
2. Все о пожарной безопасности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Москва : Альфа-пресс, 2016. 480 с.
3. Все о пожарной безопасности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Москва: Альфа-пресс, 2017. 480 с.
4. Дьяченко И.А. Основные правила пожарной безопасности. Наглядное пособие для начальной-школы / И.А. Дьяченко. Москва : Айрис-пресс, 2017. 691 с.
5. Журнал регистрации инструктажей по пожарной безопасности. – Москва : СИНТЕГ, 2019. 572 с.
6. Инструкция о мерах пожарной безопасности при проведении огневых работ на энергетических предприятиях. Москва : Энергия, 2020. 364 с.
7. ГОСТ Р 53315-2009. Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. Москва : Энергия, 2022. 736 с.
8. Ложкин В.С. Памятка-инструкция для ответственного за обеспечение пожарной безопасности офисных помещений по выполнению возложенных на него ежедневных обязанностей. Москва : Безопасность труда и жизни, 2019. 211 с.

[В начало к содержанию](#)

УДК 004.942

Д.С. Медакова

Студент гр. ПГС-Тб41

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ПОДБОР КОНСТРУКЦИИ СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ЛИРА-САПР

SELECTION OF PILE FOUNDATION DESIGN IN LIRA-SAPR SOFTWARE COMPLEX

Аннотация. Выбор вида свай для увеличения несущей способности грунта осложнен многообразием видов свай по методу устройства, по материалу, по способу изготовления. Наиболее популярные железобетонные забивные сваи, обладающие рядом преимуществ, имеют существенные недостатки. Такие сваи могут в значительной степени терять несущую способность из-за уменьшения пятна контакта боковой поверхности сваи и грунта. Такой проблемы не возникает при использовании буроналивных свай. В данном исследовании было проведено моделирование этих двух видов свай для определения величины осадки в программном комплексе ЛИРА-САПР. Были выбраны характерные узлы, в которых проводился расчет осадки на основе полученных значений перемещений. В результате осадка буроналивных свай оказалась значительно меньше осадки забивных свай.

Ключевые слова: грунтовый массив, моделирование, напряженно-деформированное состояние, ЛИРА-САПР, свая, буроналивные сваи, забивные сваи.

Abstract. The choice of the type of piles to increase the load-bearing capacity of the soil is complicated by the variety of types of piles according to the construction method, material, and manufacturing method. The most popular reinforced concrete driven piles, which have a number of advantages, have significant disadvantages. Such piles can significantly lose their load-bearing capacity due to a decrease in the contact patch between the side surface of the pile and the soil. This problem does not arise when using drilled injection piles. In this study, modeling of these two types of piles was carried out to determine the amount of settlement in the LIRA-SAPR software package. Typical nodes were selected at which the settlement was calculated based on the obtained displacement values. As a result, the settlement of the drilled injection piles turned out to be significantly less than the settlement of the driven piles.

Keywords: soil mass, modeling, stress-strain state, LIRA-SAPR, friction piles, drilled injection piles, driven piles.

Проектирование фундамента любого здания или сооружения всегда начинается с проведения инженерно-геологических изысканий. Частым случаем является обнаружение залегающих на строительной площадке грунтов, которые неспособны выдержать планируемые нагрузки. В таких ситуациях используют различные методы по повышению несущей способности грунтов. Один из наиболее распространенных методов – устройство свайного фундамента.

В настоящее время существует множество различных видов свай по методу устройства, по материалу, по способу изготовления. Наиболее популярным видом свай являются железобетонные забивные сваи [1]. Они

обладают значительными преимуществами перед другими видами: экономичность, относительная простота установки, широкий спектр применения в различных условиях. Но при этом у забивных свай существуют и недостатки и один из основных, по мнению авторов, – отделение грунта от тела сваи с течением времени в пластичных грунтах. Поскольку несущая способность висячих свай определяется силами трения, возникающими по площади контакта боковой поверхности, то уменьшение контакта приведет к уменьшению сил трения и, как следствие, к уменьшению несущей способности сваи.

Предотвратить такое разделение можно если поверхность сваи будет достаточно неоднородной, как, например, в случае применения буроинъекционных свай. При устройстве свай данного типа цементный раствор закачивают под давлением в заранее выбуренную скважину меньшего диаметра, чем диаметр будущей сваи [2]. За счет этого происходит перемещение частиц грунта с цементом по боковой поверхности, образуя надежное сцепление.

В данном исследовании было проведено моделирование железобетонных свай двух типов: забивных и буроинъекционных – в программном комплексе ЛИРА-САПР. Данный программный комплекс позволяет решать различные по сложности геомеханические задачи, используя метод конечных элементов КЭ, поскольку все пространство модели делится на неограниченное количество простых элементов, каждый из которых может обладать отличными от других характеристиками [3]. Преимуществом использования данной программы также является полностью русскоязычный интерфейс и интуитивное управление.

Для проведения исследования были использованы характеристики грунта, полученные в ходе расчетов на основе инженерно-геологических изысканий.

Первым этапом необходимо было определить начальные координаты характерных узлов (по этим узлам в дальнейшем будут определены величины осадки для каждого типа свай). Для этого была создана модель грунта без свайного фундамента. Она представляет собой сеть квадратных конечных элементов с длиной стороны 0,5 м. Все конечные элементы обладали одинаковыми физико-механическими свойствами и собственным весом. Чтобы предотвратить возможные искажения изополей перемещений и напряжений, появляющиеся по границам модели, были закреплены граничные узлы модели.

Далее проходило моделирование непосредственно свай на основе вышеописанной модели грунта. В обоих случаях следующим этапом шла замена конечных элементов грунта, на конечные элементы, моделирующие тело свай. При моделировании буроинъекционных свай необходимо было каким-либо образом смоделировать неоднородную боковую поверхность.

Для этого квадратные конечные элементы, находящиеся в непосредственном контакте с будущей сваей, были разделены на четыре равных квадрата со стороной 0,25 м. Далее те из уменьшенных КЭ, которые соприкасаются с сваей, были разделены на четыре одинаковых равнобедренных треугольника. Необходимые элементы грунта были заменены на элементы, моделирующие железобетон. Таким образом были получены две модели свай, каждая из которых содержит по две сваи глубиной 6 м и диаметром 0,5 м. Последним этапом была приложена нагрузка от вышележащих конструкций.

На каждой модели были выбраны характерные узлы, в которых и производился расчет осадки. Узлы отмечены на рисунке.

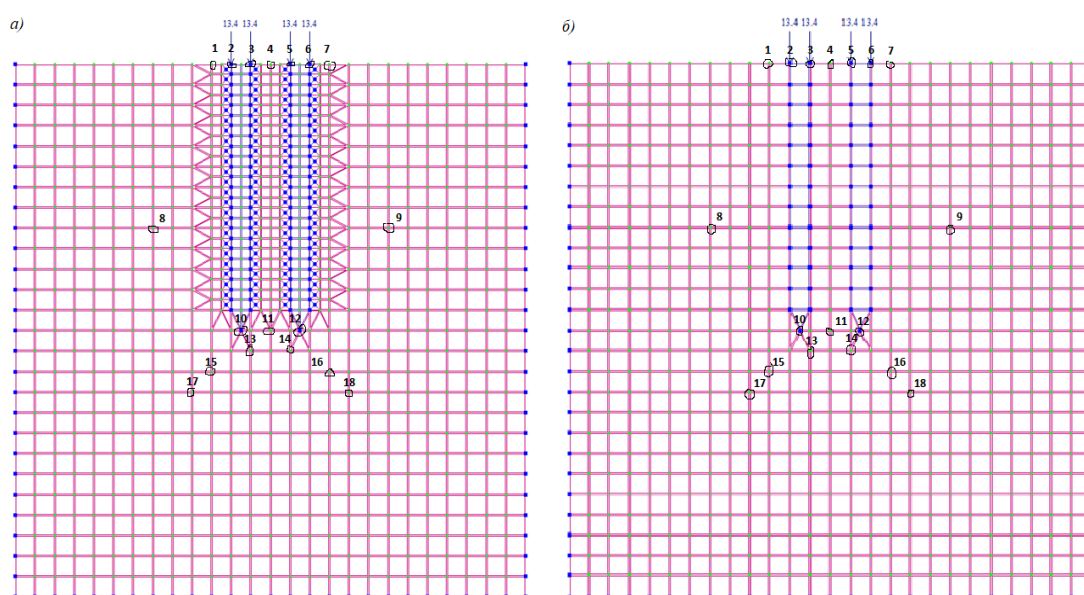


Рис. Модели свай в грунтовом массиве:
а) буроинъекционные сваи; б) забивные сваи

Для простоты расчетов и наглядного представления все значения перемещений сведены в таблицу. В первом столбце таблицы указаны номера узлов на рисунке. Во втором столбце записаны перемещения узлов, полученные с первой модели грунта без устройства свай. В третьем и пятом столбце записаны перемещения, полученные со второй и третьей моделей буроинъекционных и забивных свай соответственно. Осадка, записанная в четвертом и шестом столбцах, рассчитывалась как разница между начальным и конечным положением характерных узлов. Все значения указаны в мм.

Следует обратить внимание на значения осадки, полученные на узлах под номерами 2, 3 и 5, 6, поскольку данные узлы расположены непосредственно в месте соединения сваи и ростверка. В случае использования забивных свай осадка превышает допустимую величину [4]. Таким образом, использование свай данного типа является нецелесообразным.

Таблица

Перемещения характерных узлов моделей

Номер узла на рисунке	Начальное положение узлов	Буроинъекционные сваи		Забивные сваи	
		конечное положение	осадка	конечное положение	осадка
1	-1646,5	-1622,7	-23,8	-1586,2	-60,3
2	-1646,5	-1717,5	71,5	-1811,6	165,1
3	-1646,5	-1717,5	71,5	-1811,6	165,1
4	-1646,5	-1598,3	-48,2	-1527,3	-119,2
5	-1646,5	-1717,5	71,5	-1811,6	165,1
6	-1646,5	-1717,5	71,5	-1811,6	165,1
7	-1646,5	-1622,7	-23,8	-1586,2	-60,3
8	-1527,2	-1460,4	-66,8	-1451,3	-75,9
9	-1527,2	-1460,4	-66,8	-1451,3	-75,9
10	-1235,4	-1099	-36,4	-1066,9	-68,5
11	-1235,4	-1126,5	-8,9	-1092,8	-42,6
12	-1235,4	-1099	-36,4	-1066,9	-68,5
13	-1169,2	-1060,6	-8,6	-1030,2	-39
14	-1169,2	-1060,6	-8,6	-1030,2	-39
15	-1098,5	-1034,1	-64,4	-1015,9	-82,6
16	-1098,5	-1034,1	-64,4	-1015,9	-82,6
17	-1023	-976,73	-46,27	-963,42	-59,58
18	-1023	-976,73	-46,27	-963,42	-59,58

Подводя итог необходимо отметить, что при подборе свайного фундамента необходимо учитывать различные характеристики. Моделирование каждого вида свай имеет свои нюансы, которые и влияют на получаемую несущую способность. В случае с буроинъекционными сваями главная сложность состоит в моделировании неоднородной боковой поверхности. Результаты моделирования в данном исследовании показывают увеличение несущей способности буроинъекционных свай по сравнению с забивными почти в два раза за счет увеличения площади боковой поверхности.

Список литературы

1. Ковалев В.А., Ковалев А.С. Технологические схемы устройства забивных свай в пробитых скважинах [Электронный ресурс] // Строительство: наука и образование. 2017. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-shemy-ustroystva-zabivnyh-svay-v-probityh-skvazhinah> (дата обращения: 12.10.2023).
2. Минин М.Г., Соколов Н.С. Буроинъекционные сваи [Электронный ресурс] // Вестник науки. 2022. № 5(50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/buroinektсионные-svai> (дата обращения: 12.10.2023).
3. Веремеев Д.В., Тимофеев А.А., Сазонова С.А., Вдовин Д.В. Анализ различных методов расчета осадок плитного фундамента с учетом вза-

имного влияния [Электронный ресурс] // ИВД. 2023. №5 (101). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-razlichnyh-metodov-raschyota-osadok-plitnogo-fundamenta-s-uchyotom-vzaimnogo-vliyaniya> (дата обращения: 12.10.2023).

4. Ковалевский Д.А., Терещенко И.Ю. Влияние формы фундамента на осадку здания [Электронный ресурс] // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. № 4–2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-formy-fundamenta-na-osadku-zdaniya> (дата обращения: 12.10.2023).

[В начало к содержанию](#)

УДК 699.8

Е.А. Моторко¹, А.Г. Илиев²

¹Студент гр. БЖТ-Тб41

²Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство и техносферная безопасность»
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

ANALYSIS OF METHODS FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION SYSTEMS SAFETY IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

***Аннотация.** При эксплуатации промышленных предприятий возникает множество рисков, связанных с физическими, химическими, биологическими факторами, степенью тяжести работ, финансовые и экологические риски. В данной статье мы рассмотрим экологические риски, так как необходимый контроль за ними способствует достижению устойчивой благоприятной и безопасной среды обитания, а также позволит избежать множества техногенных аварий и катастроф.*

***Ключевые слова:** экологическая безопасность, методы повышения экологической безопасности, промышленные предприятия.*

***Abstract.** When operating industrial enterprises, there are many risks associated with physical, chemical, biological factors, the severity of the work, financial and environmental risks. In this article, we will consider environmental risks, since the necessary control over them contributes to achieving a stable, favorable and safe habitat, and will also avoid many man-made accidents and catastrophes.*

***Keywords:** environmental safety, methods of improving environmental safety, industrial enterprises.*

При эксплуатации промышленных предприятий возникает множество рисков, связанные с физическими, химическими, биологическими факторами, степенью тяжести работ, финансовые и экологические риски. В данной статье мы рассмотрим экологические риски, так как необходимый контроль за ними способствует достижению устойчивой благоприятной и безопасной среды обитания, а также позволит избежать множества техногенных аварий и катастроф. Осуществление производственного аудита в сфере экологической безопасности предполагает контроль над техническим состоянием оборудования, его обслуживание и ремонт, который обеспечит безопасность работника в процессе его производственной деятельности. Своевременное проведение экологического контроля на производственных предприятиях позволит избежать множества штрафных взысканий.

Низкая производительность, а также неоднократные нарушения требований безопасности, при проектировании предприятия и управлении экологическими рисками приводит к большим затратам на устранение экологических аварий. Для того, чтобы издержки в себестоимости и прибыли были минимальными, необходимо своевременно предотвращать негативные экономические последствия при помощи методов снижения экологических рисков, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Основные методы снижения экологических рисков

Название метода	Описание	Пример
1. Метод упразднения снижает вероятность возникновения риска до нуля	Метод является абсолютно надежным и дает возможность исключить вероятные потери. Но следует учесть тот факт, что упразднение риска может привести к сведению полученной прибыли до нуля, а как следствие, к полному прекращению деятельности предприятия	Полный отказ от инвестирования денежных средств в ту или иную производственно-хозяйственную деятельность, отказ от заключения договоров
2. Метод предотвращения потерь и контроль	Означает определенный набор предупреждающих и последующих действий, которые должны предотвратить негативные последствия или контролировать их размер, если таковые уже имеются. Чтобы предотвратить экологические риски на промышленном предприятии, предлагаются определенные меры безопасности	Замена опасных материалов безопасными, применение автоматизированных производств
3. Метод страхования	Распределяет возможные потери среди большого количества юридических и физических лиц, которые подвергаются одинаковому риску. Данный метод является защитой имущественных интересов промышленного предприятия при наступлении страхового случая предназначенными для этого страховыми компаниями	Страхование происходит за счет денежных фондов предприятия, которые формируются за счет получения от страхователей страховых взносов

	Данный метод является защитой имущественных интересов промышленного предприятия при наступлении страхового случая предназначенными для этого страховыми компаниями. Страхование происходит за счет денежных фондов предприятия, которые формируются за счет получения от страхователей страховых взносов	
4. Метод поглощения	Признание и допущение риска без распределения его посредством страхования. Как правило, это риск, вероятность возникновения которого ничтожно мала. Для устранения ущерба, если таковой все же произойдет, используются средства резервных фондов, т.е. применяется самострахование, или средства каких-либо других источников	Стихийное бедствие или ЧС природного характера

Приведем ниже более подробное описание:

1. Метод упразднения направлен на снижение экологических рисков путем полного исключения источников потенциальных угроз. Основная идея заключается в том, чтобы устранить опасные факторы или деятельность, которая может привести к неблагоприятным последствиям для окружающей среды. Этот метод имеет наивысший потенциал для снижения риска, так как его целью является устранение угрозы до нуля. Однако в реальных условиях не всегда возможно полностью упразднить все потенциальные источники риска.

2. Метод предотвращения потерь и контроля направлен на предотвращение возможных потерь и снижение риска через меры предупреждения и контроля. Важной частью этого метода является разработка и внедрение строгих правил, стандартов и политик безопасности. Эти меры включают в себя системы мониторинга, регулярные инспекции, обучение персонала и управление рисками. Метод предотвращения потерь и контроля нацелен на минимизацию вероятности возникновения риска и уменьшение его негативных последствий.

3. Метод страхования представляет собой финансовую стратегию для снижения экологических рисков. Он заключается в заключении страховых договоров, которые предоставляют компенсацию в случае возникновения чрезвычайных ситуаций или потерь. Этот метод может быть полезен в том случае, если риск не может быть полностью устранен или снижен до нуля. Страхование помогает предприятиям или организациям справиться с финансовыми последствиями экологических аварий.

4. Метод поглощения предусматривает разработку финансовых резервов или средств, которые могут быть использованы для управления экологическими рисками в случае их возникновения. Организации выделяют определенные средства на случай чрезвычайных ситуаций, что помогает им поглотить финансовые убытки и обеспечить непрерывность своей деятельности. Этот метод способствует минимизации финансовых последствий экологических аварий.

Опираясь на таблицу, можно прийти к выводу, что, исходя из определенной сложившейся ситуации на предприятии можно выбрать один из вышеуказанных методов. Но стоит отметить, что каждая ситуация уникальна и нет стандартного метода для ее решения. Прежде всего, необходимо отталкиваться от общих методологических подходов и мнения независимых экспертов и специалистов, которые принимают решение о выборе необходимого метода по снижению экологических рисков. Часто комбинирование различных методов может быть наиболее эффективным способом снижения экологических рисков и обеспечения устойчивости в условиях переменчивой окружающей среды.

Чтобы оценить степень экологичности любого производства необходимо проанализировать уровень его воздействия на окружающую природную среду и возможность приблизить его к безотходному производству. Для этого используют следующие эффективные методы, представленные на рисунке.



Рис. Методы оценки экологичности производства

В данной работе мы предлагаем оценивать показатели экологической эффективности менеджмента компании по следующим критериям:

1. Соответствие нормативно-правовым требованиям.
2. Функционирование системы экологического управления.
3. Финансовые характеристики.
4. Отношения с общественностью.
5. Организация работ.

На основании полученных данных представим характеристику критериев комплексной оценки уровня эффективности мероприятий по обеспечению экологической безопасности (табл. 2).

Таблица 2

**Характеристика критериев комплексной оценки уровня
эффективности мероприятий по обеспечению экологической
безопасности**

Критерий оценки экологической эффективности	Показатели	Контрольные значения/цели
1. Соответствие нормативно-правовым требованиям	Допустимые нормы загрязнения	Соблюдение установленных норм и стандартов
2. Функционирование системы экологического управления	Коэффициенты выхода готовой продукции	Увеличение эффективности производства с уменьшением экологического воздействия
3. Финансовые характеристики	Расходы на проведение природоохранных мероприятий	Эффективное использование ресурсов для снижения негативного воздействия
4. Отношения с общественностью	Предотвращенный ущерб окружающей среды	Положительное восприятие со стороны общественности, уменьшение негативного восприятия
5. Организация работ	Снижение вредных выбросов в атмосферу, водный бассейн, снижение шума	Внедрение технологий и мероприятий для уменьшения воздействия на атмосферу, водные ресурсы и снижения шума

Представленные критерии и показатели позволяют комплексно оценить экологическую эффективность мероприятий и их соответствие заданным целям в области охраны окружающей среды. Регулярный мониторинг и анализ по этим критериям помогут оптимизировать экологические практики и повысить степень устойчивости компании в долгосрочной перспективе.

Выявить потенциально возможные экологические риски и устранять аварии или снизить ущерб к минимуму можно с помощью оценки экологических рисков. Выделяют следующие этапы оценки экологических рисков:

1. Идентификация опасностей на производстве, которые могут возникнуть вследствие запуска проекта;

2. Установление стоимости всех работ по устранению последствий от аварий;

3. Определение вероятности возникновения аварийной ситуации на производстве.

Качество и результат, сформированные в системе экологического менеджмента, а также управление в организации обеспечивают экологическую безопасность. Однако, на сегодняшний день формирование системы экологического менеджмента в промышленной сфере России затрудняется как в частных, так и в национальных экологических целях:

1. Малый опыт и недостаточная квалификация персонала в разработке экологических стратегий;

2. Неполное и непоследовательное использование методов экологического контроля;

3. Отсутствие адаптации нынешней системы организации производственного процесса под современные методы снижения экологических рисков;

4. Слабая методическая база в сфере экологического менеджмента;

5. Недостаток необходимой собранной информации для принятия решений.

Список литературы

1. Демарева Е.Е. Ключевые показатели эффективности промышленной безопасности предприятий // Наука Красноярья. Том 11. № 3. 2022. С. 7–15.

2. Лаврухина Н.В. Методы снижения экологических рисков на уровне промышленного предприятия / Н.В. Лаврухина, М.С. Филиппова // «Экономика и социум» № 12(31). 2016. С. 59–61.

3. Зализняк Е.А. Правовые основы обеспечения промышленной безопасности и охраны окружающей среды / Е.А. Зализняк, С.В. Жбанников, Н.В. Морозова // ЭКОЛОГИЯ И БИОЛОГИЯ. 2020. С. 12–19.

4. Лебедева Н.А. Проблемы эффективного функционирования систем экологической безопасности на промышленных предприятиях / Н.А. Лебедева, С.С. Свежинцев, О.Н. Качанова // Инженерный вестник Дона, № 8(2020). С. 26–35.

[В начало к содержанию](#)

УДК 504.05+62-1

М.А. Лемешко¹, И.С. Багнюк², Д.С. Бондарев²

¹Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство и техносферная безопасность»

²Студент гр. ПГС-Тб31

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПРЕСНИТЕЛЯ ЗАГРЯЗНЕННОЙ ВОДЫ В ВАКУУМЕ

DESALINATION OF SEAWATER BY SOLAR ENERGY IN A VACUUM

***Аннотация.** В статье изложено описание коллекторного опреснителя загрязненной воды, разработанного на кафедре «Строительство и техносферная безопасность» и обоснована целесообразность исследования конструкции опреснителя и разрабатываемого метода очистки загрязненной воды. С целью увеличения достоверных исследований, авторами изготовлен стенд для выполнения экспериментальных исследований разработанного солнечного коллектора для очистки загрязненной воды методом дистилляции. Конструкция стенда разработана преподавателями кафедры В.А. Дмитриенко и М.А. Лемешко. Приведена схема этого стенда, приведено описание его работы. Изложено назначение стенда и приведены его возможности. Приведен план планируемых исследований на этом стенде, показаны его возможности для исследования солнечных коллекторов различного типа. Показана перспективность исследований новых солнечных коллекторов в стендовых условиях.*

***Ключевые слова:** конструкция стенда, вакуум, очистка воды дистилляцией, опреснение, солнечный коллектор, принцип работы стенда, исследование опреснителя.*

***Abstract.** The article describes the collector desalination of polluted water, developed at the Department of Construction and Technosphere Safety, and substantiates the expediency of studying the design of the desalination plant and the method of purification of polluted water being developed. In order to increase reliable research, the authors have made a stand for performing experimental studies of the developed solar collector for purification of polluted water by distillation. The design of the stand was developed by teachers of the faculty Dmitrienko V.A. and Lemeshko M.A. The scheme of this stand is given, a description of its work is given. The purpose of the stand and its capabilities are described. The plan of the planned research at this stand is presented, its capabilities for the study of solar collectors of various types are shown. The prospects of research of new solar collectors in bench conditions are shown.*

***Keywords:** stand design, vacuum, water purification by distillation, desalination, solar collector, stand operation principle, desalination research.*

В настоящее время одной из актуальных задач в мире является необходимость обеспечения населения чистой пресной водой. В ряде стран, например, в странах Африки, а также некоторых регионах России, например, в республике Крым, в городах Краснодарского края и Ставропольского края, эта проблема, с каждым годом, становится все острее [1].

Несмотря на то, что Россия по валовым запасам пресной воды занимает второе место в мире после Бразилии, в Европейской части России сосредоточено только 20 % воды общих запасов, тогда как за Уралом сосредоточено 80 % ее запасов. В тоже время 80 % населения и хозяйств России

сосредоточены в европейской части. При этом наблюдается тенденция к уменьшению водности рек. Например, река Дон мелеет, начиная с 1990-х гг., так в 2020 г. его сток был ниже нормы на 57,6 % [2].

В связи с вышеизложенным, ученые многих стран мира постоянно исследуют и совершенствуют методы обеспечения населения пресной водой. Ведутся аналогичные исследования и в России. Возникшая проблема не является новой, уже известны различные относительно новые методы очистки загрязненной воды. Известно, что одним из современных методов получения чистой питьевой воды является метод дистилляции. В некоторых странах работают станции по опреснению морской воды [2]. В дистиллят добавляют специальные добавки, чтобы привести дистиллированную воду к нормальному составу соответствующему СанПиНу[3].

Если для дистилляции применять типовые тепловые источники энергии такие как электричество или газ, то себестоимость чистой воды становится очень высокой, ввиду того, что для перевода жидкой фазы воды в газообразное состояние, необходимо большое количество энергии. Так для испарения 1 л воды необходимо подвести тепловую энергию в 2260 кДж, что эквивалентно 0,628 Квт·час.

Таким образом актуальной задачей является экономическая целесообразность применения метода дистилляции для получения чистой воды на промышленных предприятиях и хозяйственного быта с использованием энергии солнца. Этому направлению посвящены данные исследования. Решается задача по использованию энергии солнца для очистки загрязненной воды методом дистилляции.

Нами разработана конструкция солнечного опреснителя и технология по использованию энергии солнца для процесса дистилляции [3, 4].

Известны системы теплового опреснения морской или соленой воды, в которых в качестве источника высокотемпературной энергии используется энергия солнца. Испарение загрязненной воды выполняется с использованием солнечных концентраторов, в которых используется система зеркал и относительно сложная система поворота этих зеркал. Однако очевидно, что применение солнечных концентраторов существенно усложняют систему, а метод опреснения очень сложный.

Очевидно целесообразно исследовать все возможности разработанного метода и разработанной конструкции. Для этого необходимо провести исследования разработанного солнечного коллектора в специальном стенде, используя который, можно решать задачи исследований.

Особенностью разработанной конструкции специального солнечного коллектора является наличие плоских теплоприемников, выполненных в виде параллельных труб прямоугольного сечения, изготовленных из алюминия.

Материал теплоприемников был выбран с учетом его относительно высокой теплопроводности и высокой коррозионной стойкости. Известно,

что алюминиевые сплавы имеют хорошее сопротивление коррозии в следующих средах: атмосфере, пресной и морской воде. В конструкции использован сплав алюминия с марганцем «АМг-3», т.к. марганец производит на коррозионную стойкость алюминия небольшой положительный эффект [5].

Идея нашего проекта заключается в том, что процесс испарения воды выполняется с помощью солнечной энергии в самой установке в среде вакуума. Разработанная для этого специальная конструкция солнечного коллектора, отличается от известных аналогов и практически не исследована.

Нами разработан и изготовлен стенд для исследования разработанного солнечного коллектора для опреснения загрязненной воды. Схема стенда приведена на рисунке.

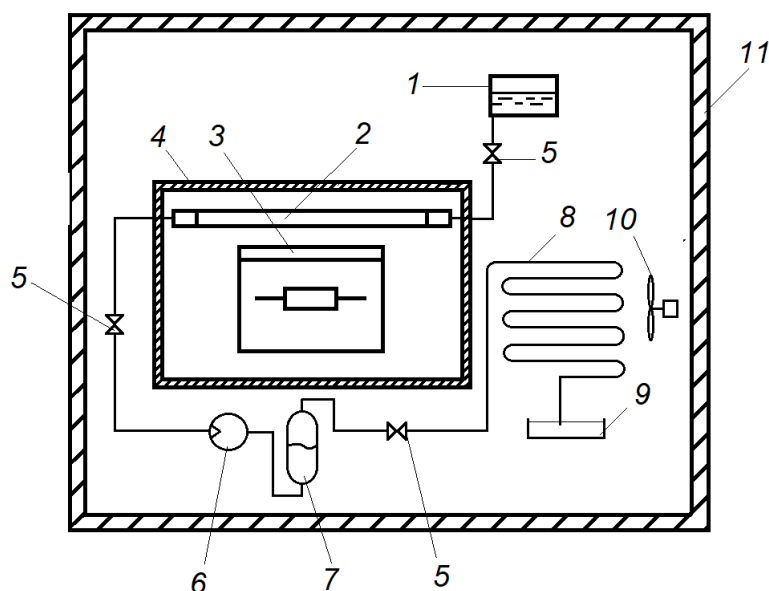


Рис. Схема испытательного стенда:

- 1 – емкость с исходной воды для очистки; 2 – трубчатый солнечный коллектор;
- 3 – электронагреватель прямого типа; 4 – теплоизолятор солнечного коллектора;
- 5 – клапаны управления; 6 – вакуумный насос; 7 – ресивер; 8 – конденсатор; 9 – емкость для дистиллята; 10 – охлаждающий вентилятор; 11 – теплоизолированная камера

Наряду с обозначенными на схеме устройствами, в стенде предусмотрена установка датчиков температуры, датчиков давления, датчиков уровня, датчиков плотности солевого раствора. Солнечный коллектор и нагревательный элемент помещены в теплоизолирующую конструкцию, выполненную из минеральной ваты. Теплоизолированная камера (помещение размерами 2×2×2,5) позволяет поддерживать температуру окружающего воздуха и стабилизировать условия эксперимента.

Под действием тепла электронагревателя обеспечивается нагрев поверхности солнечного коллектора. В стенде тепловая энергия солнца ими-

тируется тепловой энергией электронагревателя. Работа опреснителя выполняется согласно описанного ранее способа опреснения загрязненной воды в солнечном коллекторе с использованием вакуума [4, 6]. При этом энергию нагревания коллектора можно регулировать, температуру окружающего воздуха можно имитировать и тоже регулировать. В стендовых условиях удобно планомерно изменять условия эксперимента и выполнять измерения и регистрацию показателей с высокой точностью. Имитируя различные условия работы солнечного опреснителя можно экспериментальным путем выполнять оптимизацию режимов работы и параметров системы опреснения.

Для оценки эффективности процесса очистки загрязненной воды методом дистилляции с использованием солнечной энергии в стендовых условиях планируется исследовать следующие вопросы:

1. Скорость опреснения при различных температурных режимах;
2. Длительность процесса испарения загрязненной воды, в зависимости от подводимой энергии;
3. Определить влияние на процесс испарения степени заполнения жидкостью объема труб коллектора;
4. Установить производительность разработанного солнечного коллектора при максимально возможной энергии солнца;
5. Поскольку процесс испарения планируется выполнять в условиях вакуума, целесообразно выполнить исследования при разном давлении (разряжении) в испарительном коллекторе;
6. Определить затраты на рациональную работу вакуумного насоса.

Разработанный стенд применим и для исследования типовых солнечных коллекторов, оптимизировать их конструкцию и выявлять эксплуатационные показатели.

Список литературы

1. Дефицит водных ресурсов [Электронный ресурс] // Энциклопедия Википедия : URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/ Дефицит_водных_ресурсов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дефицит_водных_ресурсов) (дата обращения 30.10.2023).
2. Каким регионам России грозит дефицит пресной воды [Электронный ресурс] // Парламентская газета : URL: <https://www.pnp.ru/social/kakim-regionam-rossii-grozit-deficit-presnoy-vody.html> (дата обращения: 30.10.2023).
3. Лемешко, М.А. Система опреснения воды в солнечном коллекторе / М.А. Лемешко // Научная весна – 2022. Технические науки: сборник научных трудов : научное электронное издание. Шахты, 2022. С. 196–202.
4. Лемешко М.А. Энергоэффективный метод опреснения морской воды // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2021. № 11(53). С. 221–224.
5. Коррозия алюминия [Электронный ресурс] // Aluminium Information Portal : [сайт]. [2022]. URL: [https://aluminium-guide.com/ korroziya-alyuminiya/](https://aluminium-guide.com/korroziya-alyuminiya/) (дата обращения: 30.10.2023).

6. Лемешко М.А. Разработка опреснителя морской воды / М.А. Лемешко // Научная весна – 2023. Технические науки: сборник научных трудов : научное электронное издание. Шахты, 2023. С. 140–146.

[В начало к содержанию](#)

УДК 624.05+69.009+69.003

Н.Н. Семенов¹, А.Е. Рудакова²

¹Доцент кафедры «Строительство и техносферная безопасность»

²Магистрант гр. ПГС-Tg11

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТАХ

COMPREHENSIVE SOLUTION IN CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS

Аннотация. Предметом исследования являются современные методы контроля строительно-монтажных работ в организации производственного строительного процесса, где поставлена задача выявить проблемы, причины и факторы, влияющие на управление качеством исполнения работ. Проведен анализ информационных источников, позволяющие определить какие методы и подходы являются важными для реализации строительного производства, куда направить ресурсы и стратегически спланировать действия каждой структуры в организации строительства, а также структурированы типичные проблемы и недостатки в системе управления качеством. В результате предложен комплексный подход решений в строительно-монтажных работах, выстроена цепочка взаимодействий участников строительного процесса объекта, обозначены этапы планирования, установлены цели для реализации плана, возможности формирования штата в организации, ведение контроля и делегирование полномочий. Также предложено внедрить и применить систему менеджмента качества по стандартизации ИСО-9000. Отмечены основные аспекты строительного процесса – это «Человек» и его ресурсы: профессионализм, опыт, навыки, достижения, а также «Человеческий фактор», влияющий на весь процесс строительного производства.

Ключевые слова: строительно-монтажные работы (СМР), типичные проблемы и недостатки в системе управления качеством, комплексное решение проблемы, системный подход, этапы планирования, система менеджмента качества.

Annotation. The subject of the study is modern methods of monitoring construction and installation works in the organization of the industrial construction process, where the task is to identify problems, causes and factors affecting the quality management of work execution. An analysis of information sources was carried out to determine which methods and approaches are important for the implementation of construction production, where to direct resources and strategically plan the actions of each structure in the construction organization, and also structured typical problems and shortcomings in the quality management system. As a result, an integrated approach to solutions in construction and installation work was proposed, a chain of interactions between participants in the

construction process of the facility was built, planning stages were identified, goals were set for the implementation of the plan, the possibility of forming staff in the organization, maintaining control and delegating powers. It is also proposed to introduce and apply a quality management system according to ISO-9000 standardization. The main aspects of the construction process are noted - this is "Man" and his resources: professionalism, experience, skills, achievements, as well as the "Human Factor", which influences the entire process of construction production.

Keywords: construction and installation work (CEM), typical problems and shortcomings in the quality management system, comprehensive solution to the problem, systematic approach, planning stages, quality management system.

В связи с повышением деловой активности строительных организаций, а также результатов показателей хозяйственно-экономической деятельности, соответствующие удовлетворению конечного потребителя (заказчика), с соблюдением интересов самих организаций, основным преимуществом для конкуренции будет являться системный подход к организации производственного процесса, то есть контроль качества строительства, грамотное управление и стратегическое планирование всей деятельности организации. Это позволит решить проблему комплексного характера, где все участники строительного процесса (инженеры, проектировщики, подрядчики, заказчики и др.) несут ответственность за надежность эксплуатации, а также долговечность, экологичность, безопасность и экономичность как при строительно-монтажных работах, так и при эксплуатации объектов, с соблюдением технических регламентов.

Цель организации строительства – это достижение наилучших результатов при возведении и сдаче заказчиком строительной продукции и рациональном использовании производственных ресурсов, а также получение максимальных финансовых результатов при минимальных издержках производства, при исполнении требований безопасного ведения работ и охраны безопасности здоровья работающих. Необходимо отметить, что организация строительного производства состоит из: осуществления подготовки к строительству, установления общей очередности выполнения работ, выполнения соответствующих видов СМР, организации строительной площадки, а одним из основных моментов – это обеспечение строящихся объектов всеми необходимыми ресурсами, а также создание условий для качественного и безопасного выполнения всех видов строительных работ.

Основной целью организации строительного производства является достижение наилучших результатов в создании строительной продукции при минимальных издержках производства с учетом требований безопасного ведения работ и охраны здоровья окружающих. При этом в качестве общепринятых показателей эффективности организации строительства обычно принимаются: уменьшение стоимостных затрат на строительство, уровня затрат ручного труда и времени работы машин и механизмов, а также сокращение срока строительства [1].

Анализируя различные информационные источники, выделяются типичные проблемы организации контроля качества на строительной площадке [2].

На рисунке 1 представлены типичные проблемы в системе управления и контроля качеством.

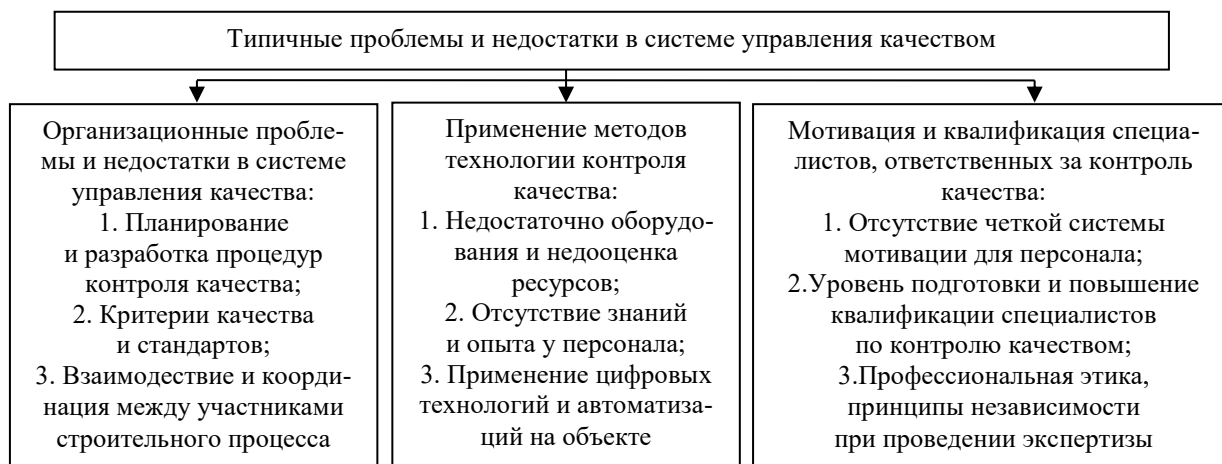


Рис. 1. Типичные проблемы и недостатки в системе качеством

Важно отметить, что для комплексного решения проблем, соответствующие требованиям свода правил, ГОСТа, СНиПов, ТУ и других нормативных документов, будет являться не только руководящие принципы, но и эффективное планирование строительного процесса.

На рисунке 2 приведены основные решения проблем, а также ниже описаны факторы, позволяющие комплексно и стратегически подойти к организации строительного производства.

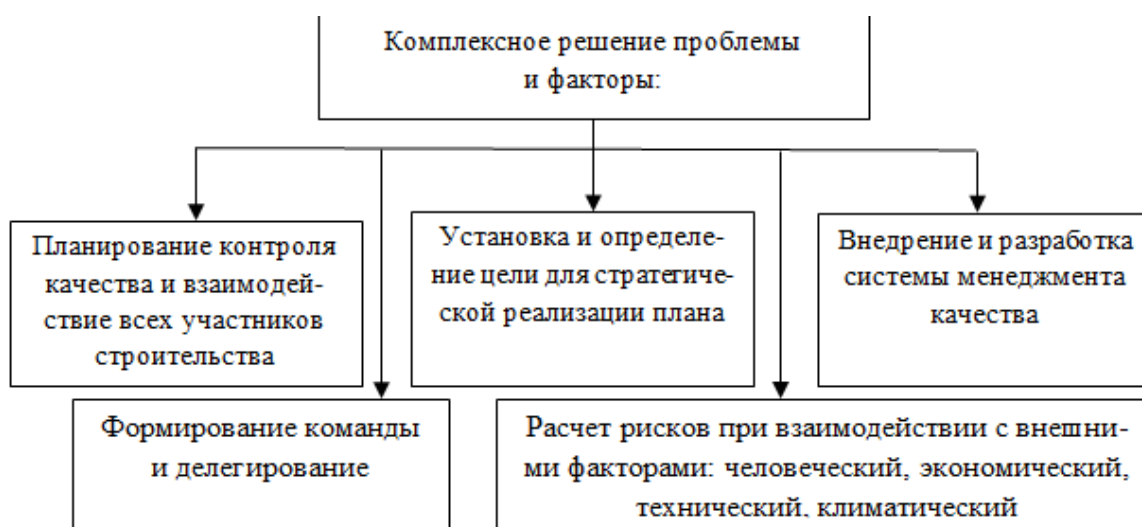


Рис. 2. Комплексное решение проблемы и факторы

Для того чтобы можно было регулировать качество в строительстве используют: лицензирование строительной деятельности, технический надзор строительно-монтажных работ, систему сертификации материалов, проверку главной инспекцией государственного архитектурно-строительного надзора (ГАСН) и ведомственную (производственную) инспекцию строительных организаций (СНиП 3.01.01–85**, п. 7.10 «Организация строительного производства» заменен на СНиП 12-01-2004 «Организация строительства») [3].

Комплексный подход к решению проблем контроля качества строительного процесса позволяет не только выявить основные моменты управления и контроля, но и выделить ряд задач организации строительства:

1. Планирование контроля качества и взаимодействие всех участников строительства, можно разделить на два этапа: стратегическое (предварительное) и текущее планирование.

Стратегическое (предварительное) планирование позволит увидеть общее развитие строительного процесса, где каждое подразделение (отдел) организации процесса будет нести ответственность за ход действий реализации плана, выстраивая цепочку всех участников строительного объекта (площадки).

Цепочка взаимодействий участников строительного процесса объекта отображена на рисунке 3:

Заказчик → Главный инженер проекта → Руководитель организации → Начальник отдела (подразделения) → Инженеры проектировщики → Контроль ГИПа → Органы муниципального самоуправления (СРО, экспертиза, строительный контроль, изыскания и др.) → Контрагенты (поставщики, производители и др.) Подрядные организации (генподряд, субподряд и др.) → Штатные сотрудники (бригадиры, менеджеры по закупкам, охрана труда и др.) → Заказчик.

Рис. 3. Цепочка взаимодействий участников

В цепочке видно, что по началу и окончанию всех работ представителем, инициатором и конечным потребителем всегда будет являться «Заказчик», а руководитель строительной организации – это посредник, который реализует, контролирует и управляет всеми процессами контроля качества работ и ввода в эксплуатацию объекта. Следовательно, необходимо отметить, что грамотно спланированные действия и коммуникации между всеми участниками, позволяют предвидеть и предотвратить риски в процессе строительно-монтажных работ, соблюдая нормативные, правовые и законодательные требования в ходе строительства объекта.

Во втором этапе, текущее планирование – это внутренний процесс организации строительства, взаимодействие между подразделениями, где каждый руководитель (начальник) своей структуры (подразделения) про-

являет свой профессионализм, навыки, опыт, ведение отчетности, применяя в практике свод правил, соблюдение ГОСТов, СНиПов, стандартизации и другие нормативно-правовые документы, позволяющие проконтролировать и определить сроки исполнения договорных условий, поставок строительного материала, контроль процесса проектных и строительно-монтажных работ, учитывая действие внешних факторов, которые влияют как на экономический, так и на динамический ход развития строительного объекта;

2. Установка и определение цели для стратегической, и текущей реализации плана, позволяет выделить ряд задач и принципы в строительной организации для решения проблем контроля качества, такие как:

2.1. Соблюдение договорных сроков строительства, оговоренных в подрядных контрактах;

2.2. Исключение простоев техники и рабочей силы, обеспечивая тем самым непрерывность производственных процессов на объектах строительства;

2.3. Своевременное материально-техническое обеспечение объектов и строительных бригад и звеньев, соответствующие стандартизации;

2.4. Минимизация транспортных расходов при доставке строительных материалов и конструкций на склады и в зону монтажа;

2.5. Минимизация затрат на создание временной инфраструктуры строительной площадки (временные дороги, временные ограждения, временное энерго- и водоснабжение) путем рациональной организации строительной площадки;

2.6. Создание оптимального запаса строительных материалов и конструкций;

2.7. Обеспечение качественных санитарно-бытовых условий для работающих и безопасных условий труда на строительной площадке с соблюдением требований охраны труда и экологии производства;

2.8. Внедрение автоматизации разработки проектной документации, такой систем как BIM, повышение квалификации персонала;

3. Учитывая два вышеизложенных этапа, формирование штата (команды), позволяет в первую очередь делегировать процесс организации строительства, качественно вести отчетную деятельность, контролировать все этапы строительно-монтажных работ, нести ответственность на каждом этапе хода строительства объекта.

Важно отметить, что внедряя и применяя систему менеджмента качества по стандартизации ИСО-9000, позволяет руководителю вести контроль не только внутри организации и строительного объекта (площадки), но и привлечь сторонних подрядных организации, используя аутсорсинг, упрощая систематизацию действий работников строительно-монтажных работ, возлагая ответственность и внутренний контроль на подрядные ор-

ганизации, с отчетностью перед заказчиком и другими участниками процесса. Это позволяет эффективно минимизировать показатели затрат с экономической, трудовой, технической и экологической части, при соблюдении техники безопасности на строительной площадке. А также, увеличить мотивацию персонала, которая вырабатывается за счет конкуренции между участниками исполнения СМР, рассчитать риски внешних факторов, такие как воздействие на строительный процесс климатических условий (повышение или понижение температуры определенных норм, дожди, стихийные бедствия, ЧС и др.), соблюдая экологичность, производительности технического оборудования, его современность, состояние при эксплуатации. Возложение ответственности на сотрудников подряда о состоянии здоровья персонала, а планирование и ведение рабочего графика, его корректировка в случае климатических условий, страхование жизнедеятельности на строительной площадке, регламентирование, ознакомление и автоматизации трудовых обязательств в соответствии с положением строительной организации. Используя данный подход позволит минимизировать финансовые затраты как на трудовые ресурсы, так и сократить сроки исполнения, выявить нарушения технической инженерной части здания, выявить дополнительные расходы, заменить подрядную организацию на другую.

Важно выделить, что при современных методах контроля качества строительно-монтажных работ одним и основных аспектов строительного процесса, всегда будет является сам «Человек», а главным ресурсом его профессионализм, опыт, навыки, достижения. При производстве строительно-монтажных работ, даже при соблюдении всей нормативно-правовой и технической документации, зачастую на объектах срабатывает «Человеческий фактор».

Список литературы

1. Диалло М. А. Теоретические основы организации строительного производства [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2023. № 18(465). С. 95–98. URL: <https://moluch.ru/archive/465/101889/> (дата обращения: 02.11.2023).
2. Башарин А. Д. Проблемы организации контроля качества на строительной площадке [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2023. № 24(471). С. 154–157. URL: <https://moluch.ru/archive/471/104253/> (дата обращения: 02.11.2023).
3. Зверинцева К. М. Основные понятие системы качества в строительстве [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2019. № 26(264). С. 109–110. URL: <https://moluch.ru/archive/264/61253/> (дата обращения: 31.10.2023).

[В начало к содержанию](#)

УДК 534.833.522:699.844

М.А. Лемешко¹, Н.Е. Самарский²

¹Канд. техн. наук, профессор кафедры «Строительство и техносферная безопасность»

²Студент гр. ПГС-ТбХ21

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

IMPROVEMENT OF THE STAND FOR THE STUDY OF SOUND-PRODUCING MATERIALS

***Аннотация.** Статья посвящена экспериментальным исследованиям звукоизолирующих материалов и, в частности, конструкции стационарного научно-исследовательского стенда, обеспечивающего повышение точности и достоверности результатов экспериментальных исследований строительных звукоизолирующих ограждений. В результате обзора известных публикаций и патентов на изобретения установлены направления совершенствования измерительной техники для исследования звукоизоляции строительных материалов. Установлена тенденция по использованию стационарных исследовательских стендов, предназначенных для многостороннего исследования строительных звукоизолирующих материалов и звукоизолирующих ограждений. Приведено описание нового, модернизированного стенда для исследования звукоизолирующих материалов, который в настоящее время спроектирован и изготавливается в лаборатории кафедры «Строительство и техносферная безопасность» с участием студентов.*

***Ключевые слова:** звукоизоляция, звукоизолирующие материалы, исследовательский стенд, точность и достоверность исследований.*

***Abstract.** The article is devoted to experimental studies of soundproof materials, and in particular the design of a stationary research stand, which provides an increase in the accuracy and reliability of the results of experimental studies of the construction of soundproof fences. As a result of a review of well-known publications and patents for inventions, directions for improving measuring equipment for the study of sound insulation of building materials have been established. A trend has been established for the use of stationary research stands designed for multilateral research of construction sound-proofing materials and sound-proofing fences. The description of a new, modernized stand for the study of soundproof materials, which is currently designed and manufactured in the laboratory of the Department of Construction and Technosphere Safety with the participation of students, is given.*

***Keywords:** sound insulation, sound-proofing materials, research stand, accuracy and reliability of research.*

При строительстве жилых зданий, одной из важнейших задач является обеспечение комфортных условий проживания людей, включая вопросы звукоизоляции жилых помещений. Межквартирные и межкомнатные стены должны обеспечивать звукоизоляцию, чтобы существенно снизить уровень звука, проходящего через стеновое ограждение. Стандарты регламентируют максимально допустимые значения критериев звукопередачи [1, 2].

Звукоизолирующие ограждения непрерывно совершенствуются. Это направление исследований в настоящее время является актуальным.

Исследователи постоянно изучают возможность улучшить звукоизоляцию и снизить затраты на производство звукоизолирующих ограждений. При создании более современных, более эффективных звукоизолирующих ограждений необходимо выполнять экспериментальные исследования звукоизолирующих материалов и конструкций. Для этого наиболее достоверные результаты можно получить на специальных научно-исследовательских стационарных стендах. В этих стендах можно выполнять физическое моделирование воздействия условий эксплуатации звукоизолирующих ограждений на эффективность звукоизоляции, исследовать и совершенствовать звукоизолирующие материалы.

Работа посвящена вопросу совершенствования исследовательского стенда, предназначенного для изучения и исследования звукоизолирующих материалов. Необходимость модернизации ранее разработанного и использованного стенда обоснована новыми идеями по улучшению точности и достоверности измерений показателей звукоизолирующих материалов. Эти идеи возникли при практических измерениях и исследованиях различных звукоизолирующих материалов и конструкций звукоизолирующих ограждений.

Теоретически понятие «звукоизоляция» объясняется следующим образом: когда звуковая волна достигает звукоизолирующего ограждения, часть энергии волны отражается обратно, а часть энергии поглощается материалом ограждения. Поглощение энергии зависит от плотности, пористости или волокнистости и толщины материала звукоизолирующего ограждения. Часть энергии звука, которая не отразилась и не поглотилась материалом, проходит далее после звукоизолирующего ограждения.

Для исследования свойств звукоизолирующих материалов используются стационарные стенды. Такие стенды позволяют исследовать показатели звукоизолирующих опытных образцов, которые выполнены из различных материалов, и имеют различные конструктивные особенности.

Источником звука в стенде являются динамики, в качестве приемника звука используется прибор – «Анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А».

Следовательно, стенд должен обеспечивать измерение как отраженного звука, так и поглощенного.

Таким образом, существуют различные материалы и конструкции для улучшения свойств звукоизолирующих ограждений, которые исследуются и разрабатываются в научных исследованиях.

Для тестирования данных ограждений используется стенд и его модификации. При тестировании нашего стенда до модернизации были выявлены такие недостатки как:

- невозможность исследовать звукоотражение от передней поверхности звукоизолирующего материала (образца);
- невозможность исследовать изменение расстояния от источника звука до исследуемого образца;
- большой шум помех, влияние колебаний источника звука на показатели измерений микрофоном.

Образцы которые используются при исследовании этой звукоизоляционной панели (рис. 1).

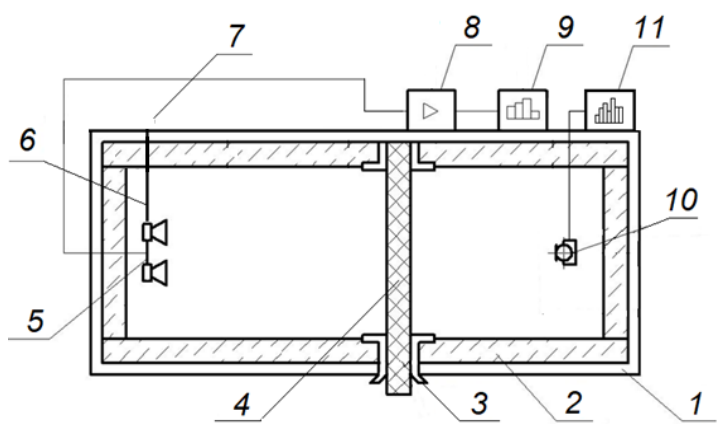


Рис. 1. Схема стенда до модернизации

1 – металлический корпус; 2 – звукоизолирующие плиты, закрывающие всю внутреннюю поверхность стенда; 3 – окно; 4 – для размещения исследуемых образцов; 5 – динамики; 6, 7 – узел крепления динамиков; 8 – усилитель (гитарный); 9 – генератор моночастоты; 10 – прибор «Экофизика 110А»

Учитывая опыт использования ранее разработанного стенда для исследования звукоизоляционных ограждений, нами разработана модификация исследовательского стенда, в которой учтены приведенные ранее недостатки.

Учитывался опыт известных разработок, например, стенд для исследования звукоизоляции, описанный в патенте [4]. Учитывались перспективы совершенствования аналогичных стендов, в которых развивается подход по роботизации процесса экспериментальных исследований с использованием роботизированных стендов, в которых варьирование исследуемых параметров будет выполняться программно, с электронной обработкой результатов и интеллектуальной возможностью корректировать план эксперимента [5].

Наиболее существенно изменен корпус стенда – он выполнен из двух частей. На рисунке 2 приведена схема нового, модернизированного стенда.

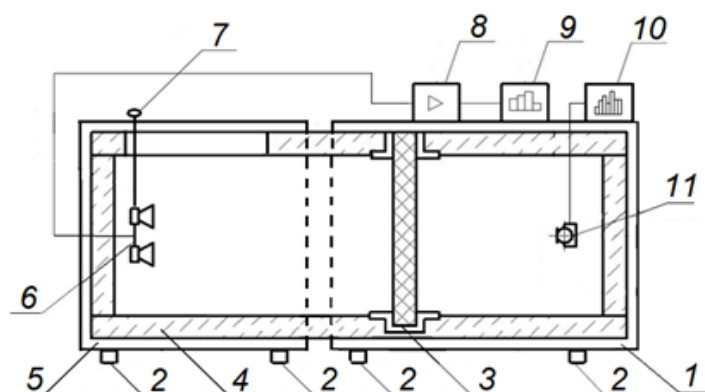


Рис. 2. Схема звукоизоляционного стенда из эластичных мембран:
 1 – корпус 1-й; 2 – опоры 1-го корпуса и опоры 2-го корпуса; 3 – звукоизоляция из минеральной ваты; 4 – звукоизоляция; 5 – корпус 2-й; 6 – динамики на гибкой подвеске, сверху щель в звукоизоляции в корпусе – узкая щель; 7 – это рукоять за которую динамики можно приближать или удалять от звукоизоляции;
 8 – усилитель; 9 – генератор; 10 – прибор «Экофизика 110А»

Преимущества стенда после модернизации:

1. Исключена передача колебаний от источника звука к приемнику звука через общий корпус стенда, путем выполнения стенда из двух корпусов.

2. Решена задача по изменению расстояния от динамиков (источника звука) до поверхности исследуемого образца, путем выполнения щели в корпусе стенда для перемещения подвести с динамиками за рукоять, ближе/дальше от перегородки.

3. Предусмотрено использование двух микрофонов до исследуемого образца и после.

4. Предусмотрено оснащение стенда вязко-упругими опорами.

Выводы:

1. Выполненные исследования позволили выявить тенденции совершенствования стендов для исследования звукоизолирующих ограждений. На основании этих сведений выбрано направление совершенствования известных исследовательских стендов.

2. Исследования выявили возможность объединять достоинства различных конструкторских решений в одной конструкции и разработать более совершенный исследовательский стенд с новыми функциями и с более высокими показателями точности и достоверности при экспериментальных исследованиях.

3. Модернизация известного стенда позволит проводить более точные исследования, а также проводить новые эксперименты, которые нельзя было провести на ранее использованном стенде.

Список литературы

1. СНИП 23-03-2003. Защита от шума (Актуализированная редакция СП 51.13330.2011) Дата введения 20.05. 2011.
2. Методы экспериментальных исследований и системы измерений акустических характеристик авиационных звукоизолирующих конструкций: Обзор ЦАГИ №683. 1988 г. С. 29–30.
3. Башняк С.Е., Лемешко М.А. Стенд для исследования звукоизолирующих материалов // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. 1(43). С. 134–140.
4. Патент РФ № 218 081U1 МПК G10K 11/16 (2006.01), Стенд для исследования звукоизолирующих материалов Заявка: № 2023104151, 21.02.2023 Оpub.: 05.05.2023 Бюл. № 13 Авторы: Д.В. Русяков, М.А. Лемешко Патентообладатель Донской государственный технический университет» (ДГТУ).
5. Лемешко, М.А., Чикунов И.А., Чикунова В.В. Автоматизированный стенд для исследования звукоизолирующих материалов // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых: Сборник научных трудов XXI Международной научно-технической конференции аспирантов и студентов (в рамках 7-го Международного научного форума «Инновационные перспективы Донбасса»), Донецк, 24–26 мая 2021 г. Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2021. С. 246–248.

[В начало к содержанию](#)

УДК 628.33

С.И. Паскарелов¹, М.Д. Молев²

¹Студент гр. БЖТ-Tg11

²Д-р техн. наук, профессор кафедры «Строительство и техносферная безопасность» Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ КОНТРОЛЬНО-РЕГУЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОГО СОСТОЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL SUBSTANTIATION OF THE DEVELOPMENT OF A CONTROL AND REGULATORY SYSTEM TO ENSURE THE SAFE CONDITION OF THE REGIONAL HYDROSPHERE

***Аннотация.** В статье изложены результаты научных изысканий по разработке системы, обеспечивающей достижение нормативных показателей безопасного состояния региональной гидросферы. В частности, изложена оценка современного состояния подземной гидросферы на территории угледобывающего региона и предложения по формированию контрольной системы.*

Ключевые слова: научно-методическое обоснование, гидравлические связи, техногенные гидрогеологические комплексы, контрольно-регулирующая система, проактивный мониторинг, режим «on-line».

Abstract. The article presents the results of scientific research on the development of a system that ensures the achievement of normative indicators of the safe state of the regional hydrosphere. In particular, an assessment of the current state of the underground hydrosphere in the territory of the coal mining region and proposals for the formation of a control system are presented.

Keywords: scientific and methodological justification, hydraulic connections, man-made hydrogeological complexes, control and regulatory system, proactive monitoring, on-line mode.

Безопасность среды обитания населения России представляет одно из пяти базовых положений государственной политики руководства страны, озвученных в выступлении Президента В.В. Путина перед Федеральным собранием [1]. Повышенное внимание к указанной проблеме обусловлено ее значимостью в общем комплексе задач, стоящих перед российским обществом, в программе поступательного социально-экономического развития России.

Тема научных исследований является особенно актуальной для техногенно нагруженных регионов нашей страны, на территории которых в большом количестве функционируют крупные угольные шахты и разрезы. Угледобывающие предприятия вносят значительный негативный вклад в формирование экологической ситуации в районах проживания персонала шахт и их семей. Беспрецедентные по своему масштабу производственные процессы горных работ отрицательно воздействуют на состояние всех сред обитания: атмосферы, гидросферы и почвы. Сложившаяся ситуация в угледобывающих регионах инициировала проведение серьезных научных исследований со стороны известных отечественных ученых и специалистов в области горного дела и смежных наук, включая геологию и геофизику [2–5]. Сложность рассматриваемой проблемы обусловила ряд важных задач, которые не удалось решить исследователям до настоящего времени.

Обоснованием разработки технической системы контроля является формулирование базовых принципов и методологии решения. В первую очередь разрабатывается концепция, чтобы направленно продвигаться к достижению намеченной цели [6, 7]. Как правило, основная идея в форме концепции является квинтэссенцией проекта и входит в состав содержательных элементов методологии научного исследования (рис. 1).

Ведущей компонентой предлагаемой концепции является цель, согласованная с установленным на практике основным опасным фактором в регионе – состоянием и поведением гидросферы в пространственно-временных координатах.

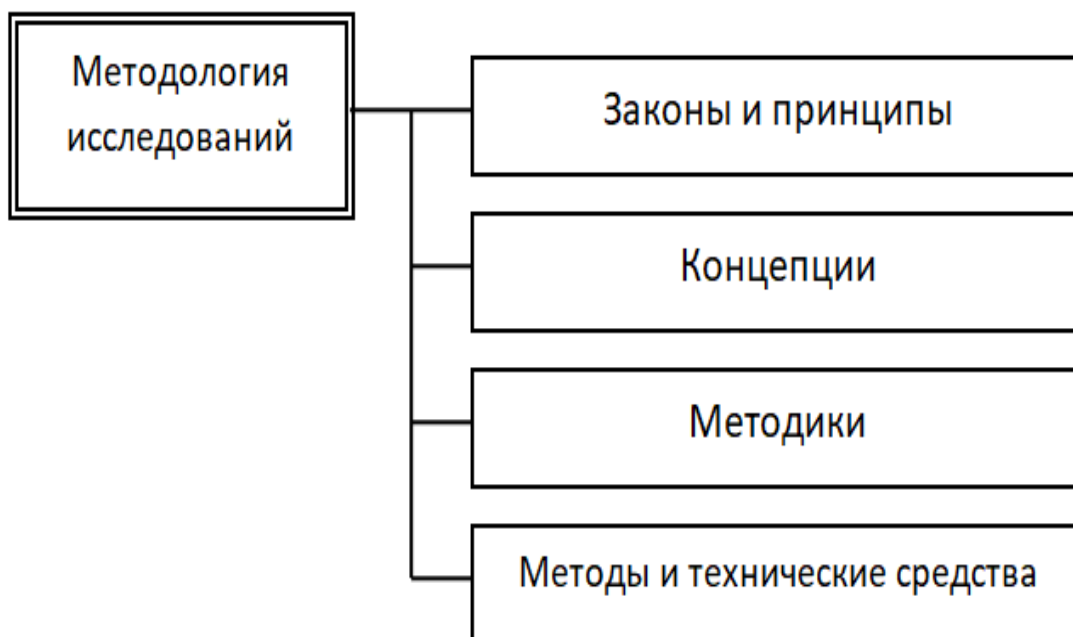


Рис. 1. Совокупность элементов методологии исследований

Реализация концепции предусматривает комплексное решение таких значимых для угледобывающей территории вопросов, как:

- всесторонняя надежная защита жителей от негативного воздействия техногенных процессов, обусловленных динамическими изменениями в выработанном пространстве шахт, включая динамику гидросферы, загрязнения водной среды, выход вредных газов в атмосферу, геодинамическую деформацию поверхностного ландшафта;
- обеспечение нормальной производственной деятельности шахт на территории региона в части предупреждения травматизма и материального ущерба, а также защиты среды обитания.

В контексте НИР предлагается обосновать и разработать региональную технико-аналитическую структуру в целях управления экологической безопасностью угледобывающего региона. Для формирования контрольно-регулирующей системы (КРС) необходимо:

- выполнить анализ источников опасности;
- оценить уровень воздействия ВОПФ;
- выполнить анализ потенциальных методов исследования и контроля техногенных процессов;
- разработать оптимальный комплекс методов;
- сформировать аналитический аппарат оценки (рис. 2).

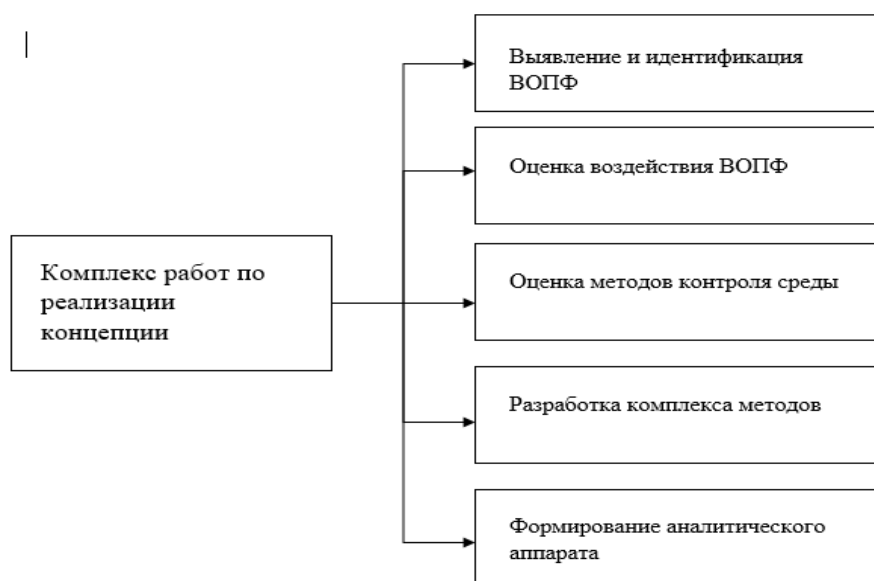


Рис. 2. Комплекс работ по реализации концепции

Представительный анализ публикаций по теме исследований позволил установить авторам, что самый опасный техногенный фактор воздействия на среду обитания в угледобывающих регионах – подземная гидросфера. Тезис подтверждается выявленными причинами регионального масштаба (табл. 1):

- образованием искусственных техногенных водоносных горизонтов
- значительным объемом гидрогеологических комплексов – до 50–70 км³;
- химическим составом дренажных вод, изливающихся в подземную гидросферу, затем – в региональную гидрографическую сеть.

Таблица 1

Перечень техногенных гидрогеологических комплексов

Название комплекса	Состав комплекса (шахты)	Название комплекса	Состав комплекса (шахты)
«Глубокий»	«Глубокая», «Мирная», «Наклонная», им. Артема им. Красина,	«Донецкий»	№ 3, «Красносулинская»
«Южный»	«Майская», «Южная», «Нежданная»,	«Соколовский»	«Соколовская», №1, им. Горького
«Западный»	«Западная-Капитальная», им. газ. «Комсомольская правда», «Юбилейная», ш/у «Степановское»	«Шолоховский»	«Шолоховская», «Горняцкая», «Тацинская» «Центральная», «Дальняя»
«Кировский»	им. Кирова, им. Ленина, «Калиновская», «Несветаевская»,	«Лиховской»	«Комиссаровская» ш/у «Краснодонецкое»
«Гуковский»	«Степная»	«Красно донецкий»	

Предлагается с целью формирования комфортной и безопасной среды обитания на шахтерской территории внедрить КРС, элементы которой определены на основе системного анализа, поэтому обеспечивают эффективный контроль и требуемое качество регулирования параметров негативного воздействия техносферы (рис. 3).

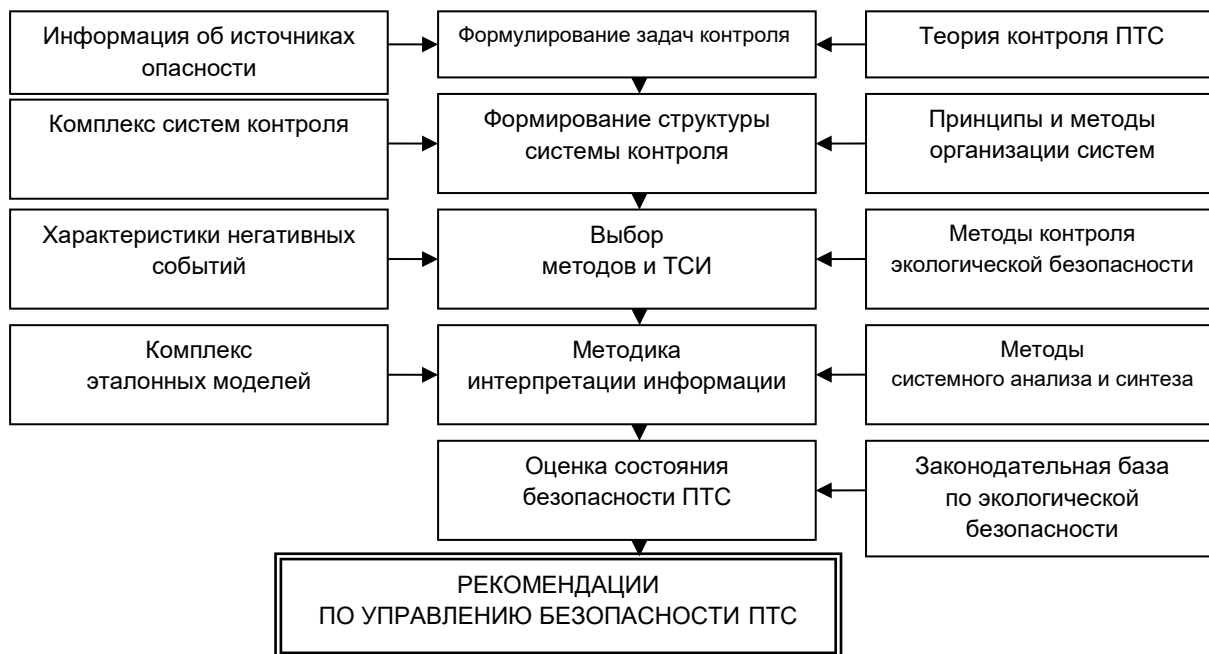


Рис. 3. Комплекс элементов формирования контрольной системы

Алгоритм работы заключается в следующем (рис. 4):

- контроль и анализ текущего состояния гидросферы;
- прогнозирование динамики подземных вод в перспективе;
- регулирование функционирования системы;
- контроль выполнения мероприятий.

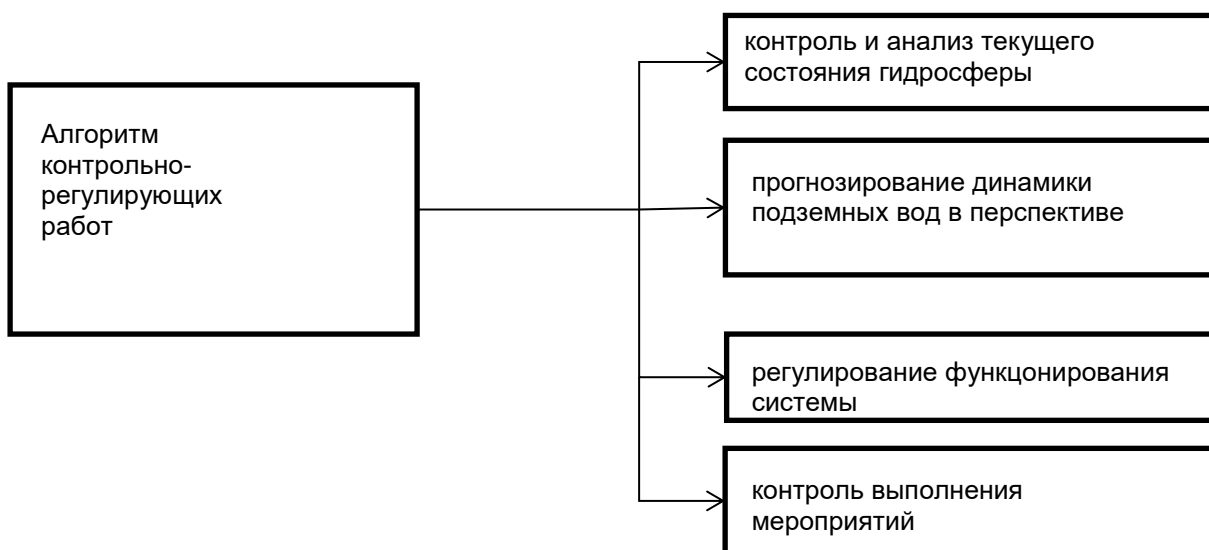


Рис. 4. Алгоритм функционирования предлагаемой системы

Для достижения целей НИР авторы предлагают организовать текущую работу КРС в режиме так называемого «проактивного» мониторинга.

Проведение контрольных работ по указанному графику позволяет оперативно прогнозировать и предупредить негативные последствия. Синхронное функционирование организационно-технических блоков системы кратно сокращает время на разработку и принятие управляющих решений в случае изменения гидрогеологической ситуации в какой-либо части углеводящего массива. При этом в рамках работы мониторинговой структуры должны применяться компьютеризованные быстродействующие приборы и технические средства [8].

В контексте изложения материалов исследований с целью ускорения процесса принятия решений предлагается использовать ГИС-технологии, что позволяет отслеживать гидрогеологическую ситуацию на территории региона в режиме «on-line».

Верификация на практике решений, изложенных в статье, позволяет авторам выразить мнение о положительной перспективе внедрения результатов НИР.

Список литературы

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] : Указ Президента Российской Федерации от 21.07.20 г. № 474. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения 26.11. 2022).

2. Gavrishin, A.I. Quality of surface water in Eastern Donbass, Russia [Электронный ресурс] // Int. Conference “Process Management and Scientific Developments”. Birmingham. United Kingdom. June 9/2020/. P. 111–116. URL: <https://doi.org/10.34660/INF.2020.34.82/001> (дата обращения 27.11. 2023).

3. Норватов, Ю.А., Савельев, Д.И., Яшина, А.В. Гидрогеологическое обеспечение горных работ при разработке угольных месторождений подземным способом [Электронный ресурс] // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2014. № 8. С. 23–28.

4. Golik V.I., Stradanchenko S.G., S.A Maslennikov S.A. Experimental Study Of Non-Waste Recycling Tailings Ferruginous [Электронный ресурс] // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. V. 10, № 15. P. 35410–35416. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=72312> (дата обращения 01.10.2022).

5. Экологический мониторинг ликвидации неперспективных шахт Восточного Донбасса / Под ред. В.М. Еремеева. Шахты: Изд-во ЮРО АГН, 2001. С. 277–278.

6. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе : учебное пособие [Электронный ресурс] / Под ред. Б.А. Лагоши. Москва : Фи-

нансы и статистика, 1999. 365 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79332> (дата обращения: 28.06.2021).

7. Молев, М.Д. Формирование безопасной среды жизнедеятельности населения в индустриальных регионах : монография / М.Д. Молев. Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2020. 96 с.

8. Паскарелов, С.И. Оценка эффективности технологий очистки дренажных стоков на основе исследований количественных и качественных характеристик шахтных вод [Электронный ресурс] // Научная весна – 2022: Технические науки: сборник научных трудов: научное электронное издание / редкол.: С.Г. Страданченко [и др.] : Ин-т сферы обслуж. и предпринимательства (филиал) федер. гос. бюджет. образоват. учреждения высш. образования «Донской гос. техн. ун-т» в г. Шахты Рост.обл. (ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты). – Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2022. С. 265–272.

[В начало к содержанию](#)

УДК: 621.311.243

М.А. Лемешко¹, Д.А. Чеботарев²

¹Канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство и техносферная безопасность»

²Студент гр. ПГС-ТбХ21

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

A STAND FOR THE STUDY OF SOLAR PANELS

Аннотация. В статье рассматривается вопрос охлаждения солнечной панели с целью повышения КПД этого преобразователя при нагревании его поверхности. Повышение температуры солнечной панели обусловлено выделением тепла при фотоэлектрическом преобразовании энергии солнца в электричество и воздействием солнечной тепловой энергии. Исследования посвящены выявлению степени влияния тепла солнечной панели на эффективность фотоэлектрических преобразований, а также выявлению эффективности метода охлаждения панели принудительной конвекцией. Для точности проведения опытов и достоверности измерений целесообразно снизить влияние случайных факторов на экспериментальные исследования. С этой целью разработан специальный стационарный исследовательский стенд, приведено описание этого стенда.

Ключевые слова: охлаждение солнечной панели, потери мощности, влияние температуры, охлаждение поверхности, исследовательский стенд.

Abstract. The article discusses the issue of cooling a solar panel in order to increase the efficiency of this converter when its surface is heated. The increase in the temperature of

the solar panel is due to the release of heat during the photovoltaic conversion of solar energy into electricity and the impact of solar thermal energy. The research is devoted to identifying the degree of influence of solar panel heat on the efficiency of photovoltaic transformations, as well as to identifying the effectiveness of the panel cooling method by forced convection. For the accuracy of experiments and the reliability of measurements, it is advisable to reduce the influence of random factors on experimental studies. For this purpose, a special stationary research stand has been developed, and a description of this stand is given.

Keywords: solar panel cooling, power loss, temperature effect, surface cooling, research stand.

Солнечная энергетика – это быстроразвивающаяся отрасль. Этот тип источника энергии относится к экологически чистым альтернативным источникам энергии, которые с каждым годом все больше и больше используются в практике энергоснабжения [1, 2, 3]. Совершенствуются фотоэлектрические преобразователи, конструкции солнечных панелей. Идут постоянные научные исследования по повышению КПД солнечных элементов, солнечных преобразователей. Поэтому, очевидно, что решение задач по повышению эффективности солнечных панелей является актуальной задачей. Большинство относительно недорогих потребительских солнечных панелей имеют КПД около 25 %. Однако эти данные соответствуют температуре поверхности солнечной панели в 25 °С.

При нагревании поверхности солнечной панели выше 25 °С, на каждый градус превышения уменьшается мощность панели на 0,2–0,5 % [4]. На эффективность солнечных батарей и панелей влияет также положение солнца по отношению к горизонту. Это влияние, оценивается показателем АМ (Air Mass) «воздушной массой». Сумма рассеянного и прямого излучения составляет суммарное солнечное излучение, которое и обеспечивает энергией фотоэлектрические преобразователи. Рассеянное (диффузное) излучение может составлять от 20 до 60 % [5]. В теплый солнечный день при температуре окружающего воздуха свыше 30 °С, температура поверхности солнечной панели поднимается до 70 °С, иногда и выше. Тогда КПД падает на 18–20 %.

В связи с этими и другими подобными обстоятельствами [6], исследовать вопросы повышения эффективности солнечных панелей необходимо в стационарных условиях, когда все влияющие факторы должны быть детерминированы. Такие условия проведения экспериментов могут быть организованы в специальных исследовательских стендах.

Определить эффективность солнечной панели при различной степени освещенности ее поверхности можно по вольт-амперным характеристикам, которые можно построить выполняя измерения в специальных стендах, где условия эксперимента постоянны.

Нами поставлена цель изучить и разработать способ охлаждения солнечной панели. В настоящее время исследуется вариант охлаждения солнечной панели высокоэффективными вентиляторами (от персональных

компьютеров). При мощности 0,1–0,14 Вт они создают поток воздуха производительностью до 3–5 л в сек. (что зависит от условий их применения). На рисунке 1 приведена схема охлаждения солнечной панели.

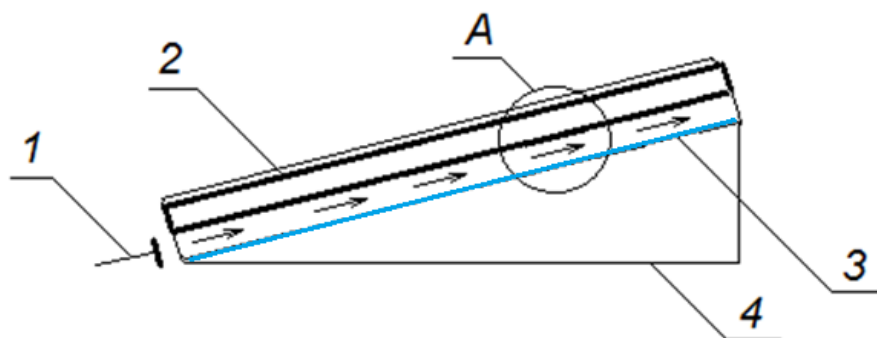


Рис. 1. Схема охлаждения солнечной панели:
1 – вентилятор; 2 – солнечная панель; 3 – ограждающая панель;
4 – опора солнечной панели

Вентилятор продувает воздух вдоль тыльной ограждающей панели. Очевидно, что применение вентиляторов потребует энергии на их питание. Поэтому важно, чтобы эффект от их применения был больше, чем потери на их питание. Цель исследований установить условия рационального обдува поверхности солнечной панели и установить эффективность обдува.

На рисунке 2 приведены примеры вольт-амперных характеристик для солнечных панелей, представляемые производителями некоторых популярных солнечных панелей.

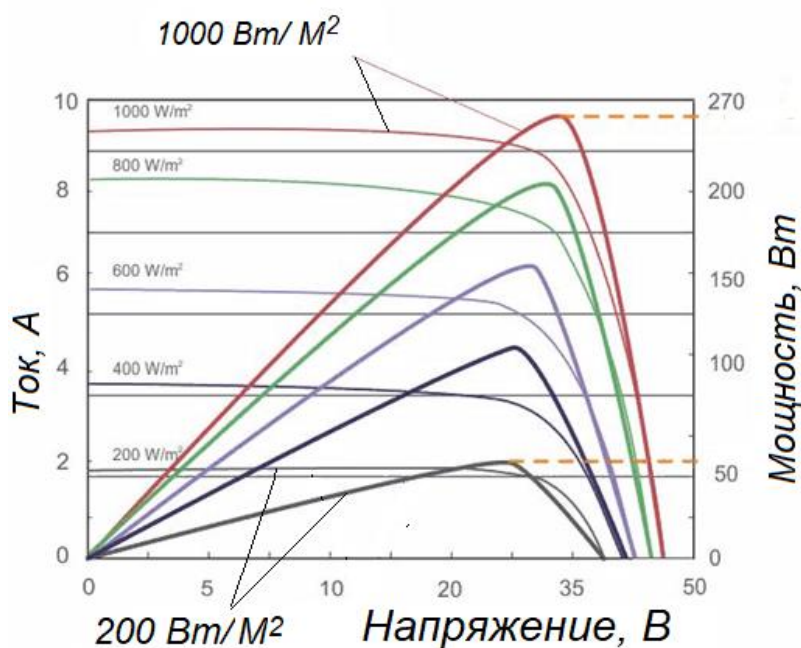


Рис. 2. Типовые вольт-амперные характеристики солнечной панели

Аналогичные характеристики планируется получать на изготовленном испытательном стенде. Ожидается, что при интенсивности ультрафиолетового излучения, специальной лампой, поверхности опытной солнечной панели, при условии 1000 Вт/м^2 вольт-амперная характеристика будет иметь более высокие значения, а при уменьшении освещенности существенно изменятся. Это следует исследовать в стендовых условиях.

Планируя эксперименты, в большей степени внимание обращалось на температурные режимы работы солнечной панели. В стенде предусмотрено измерение и регулирование температуры поверхности солнечной панели, за счет ее теплового облучения.

В процессе работы системы охлаждения вентиляторы работают только в ситуации, когда температура поверхности панели выше определенного значения, при которой затраты на вентилятор будут меньше, чем положительный эффект от их применения [7]. Это поясняется графиками на рисунке 3.

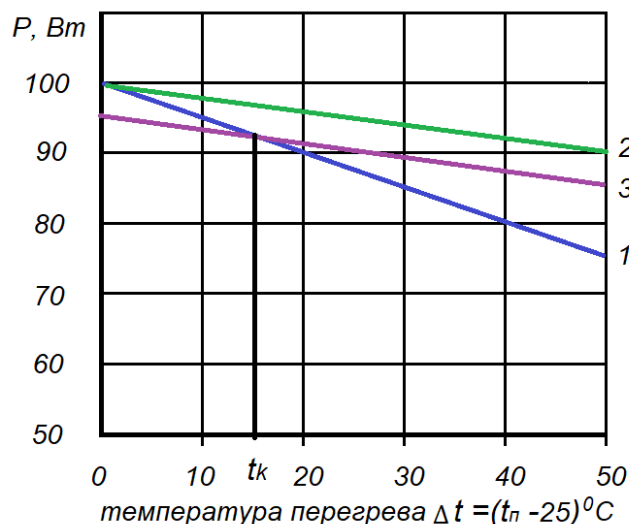


Рис. 3. Графики зависимости вырабатываемой панелью мощности

График 1 отражает падение мощности солнечной панели при нагревании ее поверхности до 75°C , график 2 – отражает изменение мощности солнечной панели при ее охлаждении вентиляторами без учета затрат на работу вентилятора, график 3 соответствует графику 2 с учетом затрат на питание вентилятора. Точка t_k соответствует температуре панели, при которой необходимо включать вентилятор для охлаждения панели. Однако точно неизвестно значение этой температуры, это значение зависит от эффективности теплоотвода от панели и влияния этого теплоотвода на КПД фотоэлектрического преобразования. Но это условие необходимо проверить экспериментально. На рисунке 4 приведен общий вид разработанного стенда.



Рис.4. Стенд для исследования солнечных панелей

Стенд снабжается приточной вентиляцией, подающей холодный воздух для обдува тыльной поверхности конструкции. При этом измеряются температуры, потребляемая мощность, скорость движения холодного воздуха, освещенность солнечной панели. Испытания выполняются в термостабильном помещении. Изменяется скорость воздушного потока вдоль охлаждаемой поверхности, мощность теплового и инфракрасного облучения. Строятся вольт-амперные характеристики, путем изменения нагрузки на солнечную панель.

Выводы:

1. Разработанный стенд обеспечит исследование солнечных панелей при различных режимах работы, включая изменение условий эксплуатации.
2. Стенд позволит установить эффективность охлаждения солнечной панели методом обдува его поверхности.
3. На стенде возможно исследовать различные типы солнечных панелей, определять их фактические характеристики, выполнять исследования по их совершенствованию.

Список литературы

1. Говорушко С.М. Солнечная энергетика и ее экологические проблемы // Международный научный журнал альтернативная энергетика и экология. № 4(96). 2011. С. 30–33.
2. Солнечная энергия. [Электронный ресурс]. URL: <https://solarsoul.net/category/solar-energy> (дата обращения: 5.12.2023).
3. Городов Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. Томск : Изд-во Томского политех. ун-та. 2009. 294 с.
4. Асанов М.М., Бекиров Э.А., Воскресенская С.Н. Снижение влияния нагрева поверхности фотоэлемента на эффективность его работы // Строительство и техногенная безопасность. 2014. № 51. С. 92–96.
5. Allaby, M. Basics of Environmental Science // Journal of Agricultural and Environmental Ethics. 1996. № 10(2). P. 199–200.
6. Гульков В.Н., Колесниченко И.Д., Коротков К.Е. Исследование влияния нагрева солнечных модулей на эффективность преобразования излучения // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». № 1. 2019. С. 10–16.
7. Лемешко М.А., Мельничук С.М., Димов А.С. Обоснование выбора вентилятора для охлаждения солнечной панели. [Электронный ресурс] // Научная весна – 2022. Технические науки : сборник научных трудов : научное электронное издание. г. Шахты, 2022 С. 191–196.

[В начало к содержанию](#)

УДК 699.844

Е.И. Костромина¹, А.Е. Шкуренко²

¹Ст. преподаватель кафедры «Строительство и техносферная безопасность»

²Студент гр. БЖТ-Тб21

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ANALYSIS OF INNOVATIVE NOISE INSULATION MATERIALS

Аннотация. В статье рассматриваются инновационные материалы, используемые для шумоизоляции и их характеристики. Статья посвящена решению задачи защиты учащихся и преподавателей от автотранспортного шума в учебном корпусе ИСОиП (филиал) ДГТУ в городе Шахты. Рассмотрены различные виды шумоизоляционных материалов, начиная с традиционных материалов, таких как изоляционные панели и стекло, и заканчивая современными материалами, такими как шумопоглощающие покрытия и акустические панели.

Ключевые слова: шумоизоляция, материалы для шумоизоляции, шумопоглощение, звукоизоляционные панели, звукопоглощающие покрытия.

Abstract. The article discusses innovative materials used for sound insulation and their characteristics. The article is devoted to solving the problem of protecting students and teachers from motor vehicle noise in the educational building of ISOIP (branch) of DSTU in the city of Shakhty. Various types of noise insulation materials are considered, starting with traditional materials such as insulation panels and glass, and ending with modern materials such as noise-absorbing coatings and acoustic panels.

Keywords: noise insulation, materials for noise insulation, noise absorption, sound insulation panels, sound-absorbing coatings.

В настоящее время шум является вредным фактором в городах с развитой сферой промышленности и транспорта, он негативно воздействует на окружающую природную среду и приводит к нарушению функционирования организма человека. Шум даже небольших уровней оказывает значительное влияние на слуховой анализатор человека. Основным признаком воздействия шума на организм является медленное снижение слуха и развивающаяся на его фоне нейросенсорная тугоухость. Основным источником шумового загрязнения является автотранспорт, на втором месте – стройплощадки, затем следуют промышленные площадки. Увеличение шумового загрязнения напрямую связано с ростом населения городов и увеличением количества транспортных средств.

В учебном корпусе № 12 ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, находящегося по адресу проспект Карла Маркса 110, были проведены замеры уровня шума с помощью шумомера «ЭКОФИЗИКА-110А». По полученным данным, представленных на рисунках 1–4, видно, что шум превышает максимальный уровень шума в аудитории, согласно санитарным нормам 40 дБ.

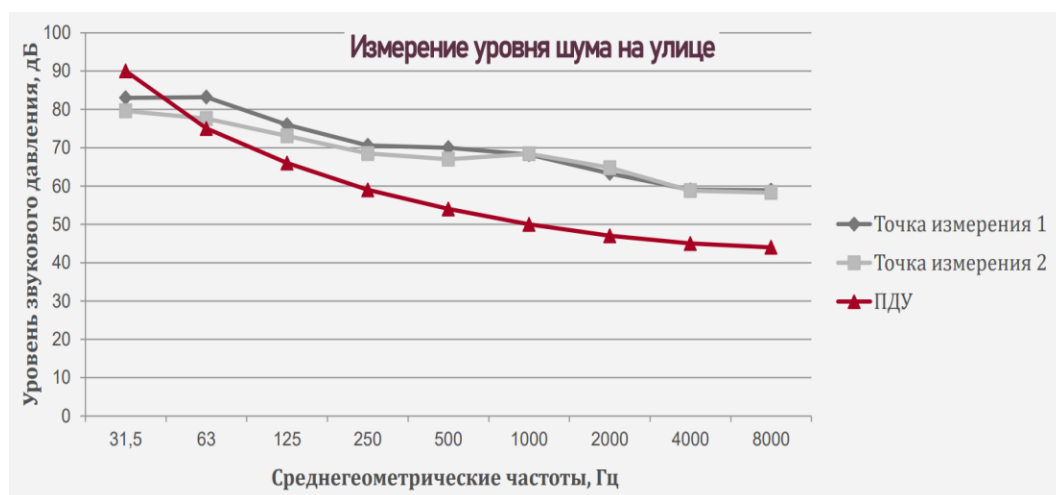


Рис. 1. График измерений уровня шума на улице возле учебного корпуса № 12

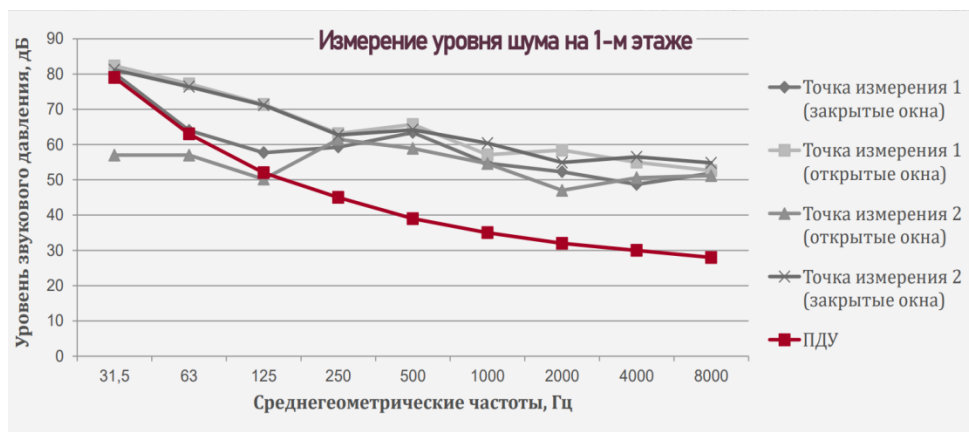


Рис. 2. График измерений уровня шума на 1-м этаже учебного корпуса № 12

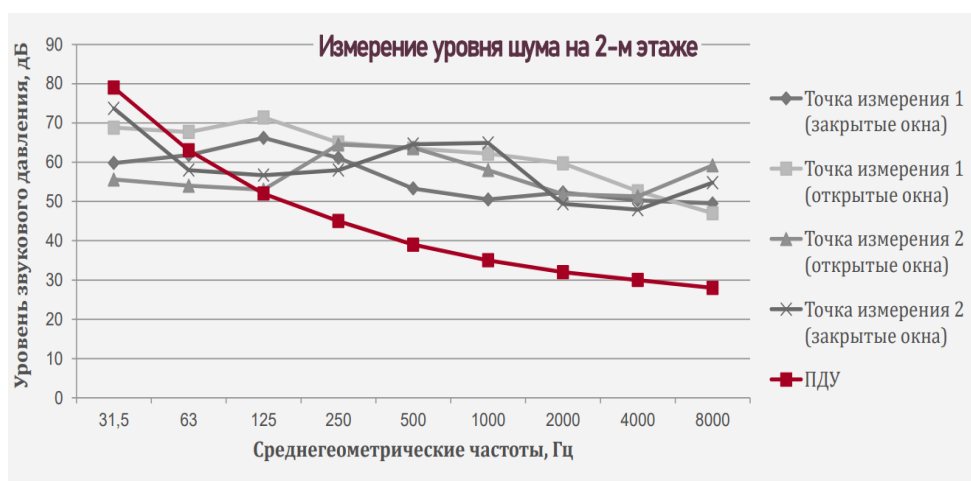


Рис. 3. График измерений уровня шума на 2-м этаже учебного корпуса № 12

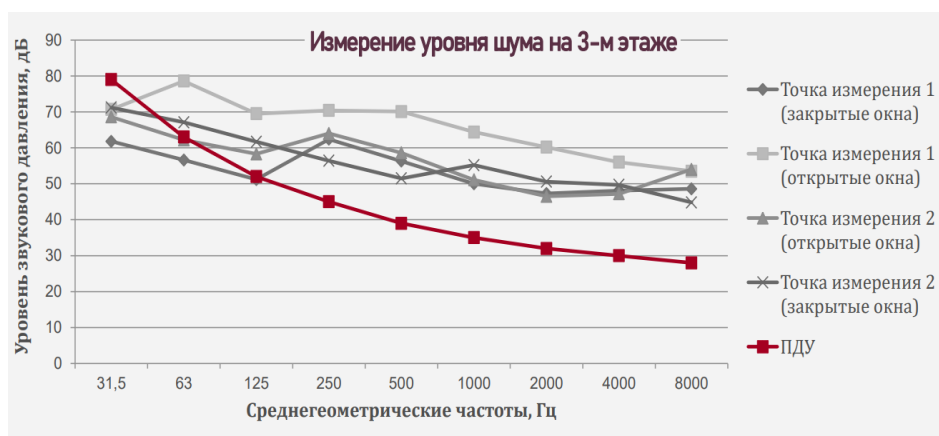


Рис. 4. График измерений уровня шума на 3-м этаже учебного корпуса № 12

Нами была проведена сравнительная оценка технических решений, направленных на уменьшение уровней шума, оказывающих негативное воздействие на людей. Наиболее распространенными проектными решениями защиты от шума на сегодняшний день являются: звукопоглощающие конструкции; шумозащитные экраны и барьеры; звукоизолирующие панели.

Звукопоглощающая сэндвич-панель А.Н. Коршунова и С.Н. Лалетина относится к устройствам для защиты от шума. Используется для звукопоглощения в производственных и жилых помещениях. Благодаря высокому коэффициенту звукопоглощения, панель способна снизить уровень шума и создать комфортные условия для работы и проживания. Кроме того, звукопоглощающая сэндвич-панель может быть использована в защитных экранах для оборудования, которое является источником шума. Она поможет снизить уровень шума, который исходит от оборудования, и обеспечить безопасность рабочих и окружающей среды. Также, данная панель может быть использована в придорожных шумозащитных экранах. Она будет способствовать снижению уровня шума от проезжающих автомобилей и обеспечит тишину и спокойствие в окружающих домах и жилых зонах. Технический результат данного изобретения заключается в увеличении коэффициента звукопоглощения панели. Благодаря этому улучшению, панель становится более эффективной в борьбе с шумом и способна обеспечить более комфортные условия для проживания и работы.

Конструкция звукопоглощающей панели состоит из двух листовых наружных облицовок. Одна из облицовок выполнена сплошной и имеет высокую звуконепроницаемость, в то время как другая облицовка имеет сквозную перфорацию в виде отверстий. Эта перфорация позволяет звуковым волнам проникать внутрь панели. Внутри панели расположен массив звукопоглощающего материала, который представляет собой ламели из минеральной ваты. Эти ламели приклеены к наружным облицовкам и расположены таким образом, что направление волокон в них перпендикулярно плоскостям наружных облицовок. Такая конструкция обеспечивает наилучшую звукопоглощающую эффективность. Звукопоглощающий массив состоит из ламелей разной высоты, которые чередуются между собой. Это создает дополнительные условия для поглощения звуковых волн. На рисунке 5 показано продольное сечение звукопоглощающей сэндвич-панели в составе облицовок и звукопоглощающего массива из ламелей с акустическими ловушками, также показано направление падающих, поглощенных и отраженных звуковых волн от ламелей в составе сэндвич-панели.

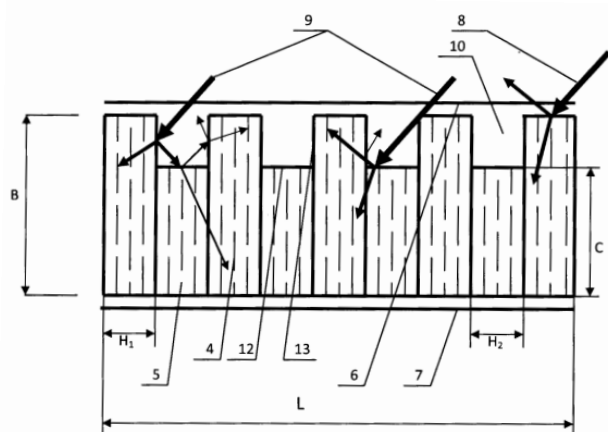


Рис. 5. Продольное сечение звукопоглощающей сэндвич-панели в составе облицовок и звукопоглощающего массива из ламелей:

4, 5 – разновысотные ламели; 6 – звукопроницаемая облицовка;
7 – не звукопроницаемая облицовка; 8, 9 – звуковые волны; 10 – акустические ловушки;
12 – фронтальные грани ламелей; 13 – боковые грани ламелей

На рисунке 6 показано то же сечение звукопоглощающей сэндвич-панели, но в другом варианте граней ламелей меньшей длины, которые имеют разную комбинацию плоскостей их наклона к звукопроницаемой облицовке.

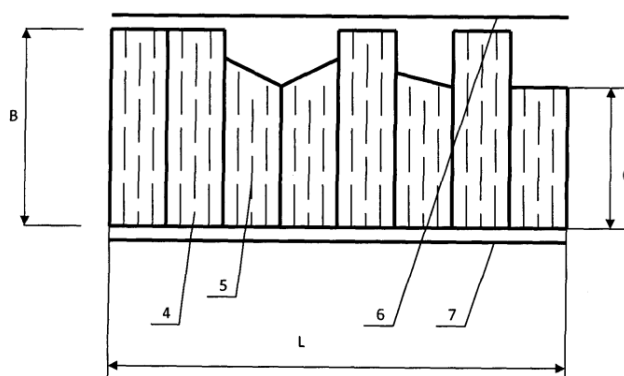


Рис. 6. Продольное сечение звукопоглощающей сэндвич-панели:

4, 5 – разновысотные ламели; 6 – звукопроницаемая облицовка;
7 – не звукопроницаемая облицовка

Эта новая конструкция звукопоглощающей панели может быть использована в различных сферах, таких как архитектура, строительство, производство мебели и многих других. Внутри акустических ловушек, созданных благодаря тесному прижатию друг к другу без зазоров, находятся ламели, изготовленные из стандартных минераловатных плит. Эти ламели имеют различные наклоны поверхностей граней к перфорированной облицовке сэндвич-панели, варьирующиеся в интервале от 0 до 65°. Таким образом, они могут быть как параллельными, так и иметь другое расположе-

ние относительно облицовки. Это разнообразие расположений ламелей позволяет достичь оптимальной акустической эффективности всего массива звукопоглощающего материала. Кроме того, из-за разности в высоте ламелей, составляющих массив звукопоглощающего материала сэндвич-панели, эта конструкция становится еще более эффективной в поглощении звука. Грани ламелей большей высоты, выступающие на одинаковую высоту из массива звукопоглощающего материала, приклеиваются к перфорированной звукопроницаемой плоской облицовке сэндвич-панели. Однако, ламели меньшей высоты остаются приклеенными только одной гранью к неперфорированной облицовке обеспечивают устойчивость и прочность всей конструкции. Звукопроницаемая плоская облицовка сэндвич-панели имеет особое строение, которое позволяет контролировать звуковое поглощение. Такая конструкция позволяет достичь оптимального звукопоглощения и контроля звукового комфорта в помещении.

Представленная А.Р. Кваном модель облицовочно-изоляционной плиты является инновационным строительным элементом с отличительной особенностью – невысокой толщиной. Она идеально подходит для создания отдельных компонентов зданий, как плиты и панели, которые состоят из изоляционного и листового материалов. Уникальность данного элемента заключается в его двухслойной структуре: облицовочный слой, выполняющий защитную функцию, и изоляционный слой, отвечающий за шумо-, вибро-, термо- и гидроизоляцию (рис. 7).

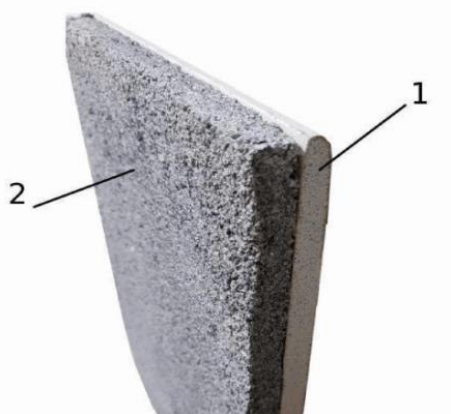


Рис. 7. Облицовочно-изоляционная плита:
1 – облицовочный слой; 2 – изоляционный слой

Значительное преимущество этой модели перед конкурентами заключается в ее повышенной прочности, что придает дополнительную надежность всем объектам, где она применяется. Листовые строительные материалы выступают в роли облицовочного слоя при создании облицовочно-изоляционной плиты. Выбор конкретного вида листового материала зависит от требований к облицовочному слою, которые определяются его назначением. В качестве примера такого облицовочного слоя можно

рассмотреть гипсокартон, поскольку он обеспечивает необходимые характеристики теплоизоляции, огнестойкости и влагостойкости. Кроме того, гипсокартон отличается небольшим весом. Другими возможными вариантами облицовочного слоя являются древесноволокнистая плита, древесно-слоистая плита, древесно-стружечная плита, ориентированно-стружечная плита, гипсоволокнистый лист, стекломагниевый лист, гипсостружечная плита, цементно-стружечная плита и асбестовый картон. Изоляционный слой включает в себя несколько компонентов, таких как резиновая крошка, фибра и связующее вещество. В процессе производства компоненты изоляционного слоя соединяются путем приготовления смеси. Затем данная смесь наносится на листовый строительный материал, который выполняет функцию облицовочного слоя. После высыхания образуется облицовочно-изоляционная плита, состоящая из облицовочного слоя и изоляционного слоя.

Мобильные конструкции, ограждения и здания могут быть построены с использованием шумозащитной строительной панели П.А. Аносова и В.А. Швайка, которая относится к области строительства звукопоглощающих панелей. Панель (рис. 8) состоит из легкого бетона в качестве несущего слоя и двух внешних слоев из стеклопластика, размещенных с обеих сторон от несущего слоя.

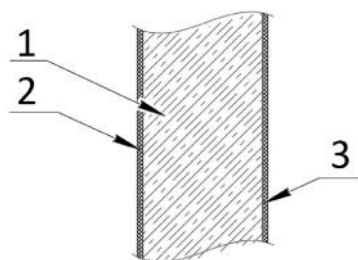


Рис. 8. Шумозащитная панель:
1 – легкий бетон; 2, 3 – стеклопластик

Толщина несущего слоя и внешнего слоя может быть в соотношении от 4 до 50. Техническим результатом является увеличение прочности шумозащитной панели в различных условиях.

Применение шумозащитных панелей с несущим слоем из пористых (легких) бетонов является экономически выгодным, поскольку пористый бетон обладает хорошими звукопоглощающими свойствами, является более дешевым материалом, чем каменная вата, и обладает лучшими прочностными характеристиками, что позволяет исключить из конструкции усиливающие элементы, ребра жесткости и дополнительные внутренние перегородки.

Предложенная М.А. Лемешко и А.М. Лемешко усовершенствованная вакуумная звукоизолирующая панель не требует дорогостоящих материалов. Панель (рис. 9) состоит из ограничивающих стенок, между которыми формируется вакуумированная полость.

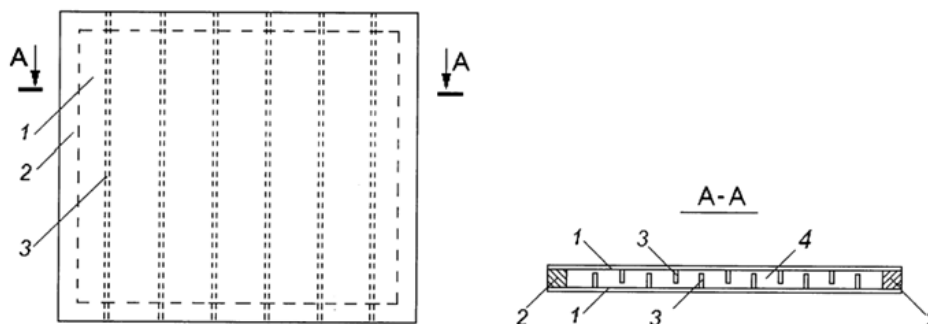


Рис. 9. Схема вакуумной звукоизолирующей панели в двух видах:

1 – ограничивающие стенки; 2 – каркас; 3 – ребра жесткости;
4 – замкнутая вакуумированная полость

Ограничивающие стенки выполнены с применением плоских ребер жесткости, закрепленных к внутренним сторонам стенок. Кроме того, по всему периметру панели размещен каркас, к которому надежно крепятся ограничивающие стенки. Такое сочетание образует герметичное вакуумное пространство, которое подвергается вакуумированию в диапазоне от 0,01 до 0,2 атмосфер. Данная панель является инновационным средством для борьбы с шумом и обладает широким спектром применения в различных отраслях. Прежде всего, ее можно использовать в качестве звукоизолирующей вакуумной панели при строительстве зданий и сооружений, а также в машиностроении. Вакуумные звукоизолирующие панели нашли свое место в гражданском и промышленном строительстве. Более того, они могут применяться как эффективные ограждающие экраны в районах аэропортов, железных дорог и автодорог. Также эти панели найдут применение в специальных цехах, где осуществляется звукоизоляция машин и оборудования с высоким уровнем шума.

Предложенная Ю.А. Бурьяном, Г.С. Русским и Э.А. Романенко звукоизолирующая панель, состоящая из нескольких слоев, расположенных параллельно относительно друг друга (рис. 10).

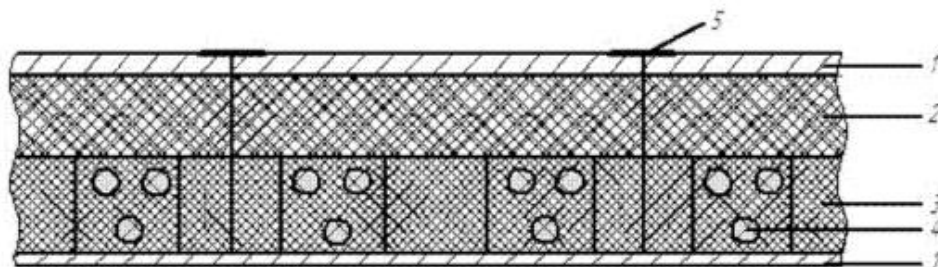


Рис. 10. Схема многослойной панели:

1 – тонкая металлическая сетка; 2 – металлическая резина (материал МР) с пористостью 35–85 %; 3 – базальтовый мат; 4 – металлические включения в виде шариков; 5 – проволока

Поверхностные слои выполнены в виде тонкой металлической сетки. Средний слой, выполняющий роль поглощающей прокладки, представляет собой две части – слой из металлической резины (материал МР) с пористостью 35–85 %, и базальтовый мат с металлическими включениями в виде шариков. Крепление слоев осуществляется путем стяжки проволокой с равным шагом по площади поверхности. Полезная модель относится к транспортному машиностроению, промышленной и архитектурной акустике, гидроакустике, к широкополосному шумоглушению, и может быть применена при проектировании строительных конструкций и звукоизолирующих устройств, предназначенных для защиты внутренних отсеков или замкнутых объемов в системах морского, речного, воздушного и наземного транспорта.

Принцип работы многослойной панели заключается в следующем – при попадании звуковой волны на поверхность большая ее часть проходит в звукопоглощающую прослойку. Внутри материала МР происходит поглощение энергии, а также отражение. Вторичное поглощение происходит в зоне базальтового мата, также с преобразованием в тепло. Базальтовый мат имеет вырубку для укладки металлических шариков – такой прием называется созданием распределенного волноводного поглотителя. Распределенный волноводный поглотитель приводит к повышению потерь колебательной энергии за счет поглощения, демпфирования и многократного переотражения звуковых волн от металлических шариков. Таким образом, применение звукоизолирующего ограждения позволяет получить высокий уровень надежности – звукоизоляции и противогидролокационного эффекта, износостойкости и пожарной безопасности.

Данные разработки являются эффективным решением в снижении уровня шума в учебном корпусе. Самой эффективной является предложенная Ю.А. Бурьяном, Г.С. Русским и Э.А. Романенко звукоизолирующая панель, состоящая из нескольких слоев, но более практичной в нашем случае можно считать представленную А.Р. Кваном модель облицовочно-изоляционной плиты малой толщины. Она не только хорошо изолирует шум от дороги, но и позволит подобрать любую облицовку, которая облагородит внешний вид учебного корпуса. Малая толщина и легкое крепление позволит быстро обшить все стены.

Список литературы

1. Патент № 2763419 Российская Федерация, МПК E04B 1/74 (2006.01). Звукопоглощающая сэндвич-панель : № 2021111309 :заявл. 20.04.2021 : опубликовано 29.12.2021 / Коршунов А.Н., Лалетин С.Н. ; заявитель Акционерное Общество «Казанский Гипронефтеавиапром» имени Б.И. Тихомирова, А.Н. Коршунов 15 с.

2. Патент № 211282 Российская Федерация, МПК E04C 2/00 (2006.01), E04B 1/84 (2006.01). Облицовочно-изоляционная плита :

№ 2022103254 :заявл. 09.02.2022 : опубликовано 30.05.2022 / Кван А.Р. ; заявитель Кван А. Р. 5 с.

3. Патент № 199553 Российская Федерация, МПК E04C 2/00 (2006.01). Шумозащитная строительная панель : № 2020117431 :заявл. 27.05.2020 : опубликовано 07.09.2020 / Аносов П.А., Швайка В.А. ; Аносов П.А. 6 с.

4. Патент № 205795 Российская Федерация, МПК E04B 1/84 (2006.01). Вакуумная звукоизолирующая панель : N 2021111953 :заявл. 26.04.2021 : опубликовано 11.08.2021 / Лемешко М.А., Лемешко А.М. ; заявитель ДГТУ 6 с.

5. Патент № 200788 Российская Федерация, МПК G10K 11/168 (2006.01), E04B 1/82 (2006.01). Звукоизолирующая панель : № 2020123247 : заявл. 14.07.2020 : опубликовано 11.11.2020 / Бурьянон Ю.А., Русских Г.С., Романенко Э.А. ; ОмГТУ. 5 с.

6. Блокнот строителя: информационный портал: [Электронный ресурс]. Москва, 2023. URL: <https://proantishum.ru> (дата обращения: 21.09.2023).

7. Васинева М.В., Ефремова В.Н., Гераськина Т.В. Проектно-конструкторские решения для защиты населения от шума [Электронный ресурс]. // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 109. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektno-konstruktorskie-resheniya-dlya-zaschity-naseleniya-ot-shuma> (дата обращения: 25.10.2023).

[В начало к содержанию](#)