электронный научно-практический журнал
electronic scientific-practical journal

актуальные вопросы аграрной науки

actual issues of agrarian science

ISSN: 2411-6483

ВЫПУСК 1(54)
МАРТ
VOLUME 1 (54)
MARCH





МОЛОДЁЖНЫЙ 2025

Электронный научно-практический журнал

“Актуальные вопросы аграрной науки”

2025 Выпуск 1(54)

Electronic scientific-practical journal

“Actual issues of agrarian science”

2025 Volume 1(54)

Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки” зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Регистрационный номер: Эл №ФС77-76761 от 06 сентября 2019 года.
Учредитель: ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

DOI 10.51215/2411-6483-2025-54

Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”, 2025, выпуск 1(54), март.
Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с ноября 2011 г.

Главный редактор: Я.М. Иваньо – д.т.н.
Зам. главного редактора: М.К. Бураев – д.т.н.
Ответственный секретарь: И.В. Наумов – д.т.н.
Члены редакционного совета: ***ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ:*** **С.Н. Шуханов,** д.т.н.; **В.Н. Хабардин,** д.т.н.; **О.В. Репецкий,** д.т.н.

Иные организации: ***Россия:*** Байкальский государственный университет: **В.И. Зоркальцев,** д.т.н.
Иркутский государственный университет путей сообщения **Ю.М. Краковский,** д.т.н.
Монголия: Монгольский государственный аграрный университет: **Гомбо Гантулга,** к.т.н.
Республика Узбекистан: Ташкентский государственный аграрный университет: **Ш. Жаникулов,** к.т.н.

В журнале публикуются работы авторов по разным тематикам: проблемам развития агроинженерных систем и технологий, математическим и информационным технологиям решения прикладных задач.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Регистрационный номер Эл № ФС77 – 76761 от 06 сентября 2019 г.

URL**: http://agronauka.igsha.ru/**

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Рукописи, присланные в журнал, не возвращаются. Авторы несут полную ответственность за подбор и изложение фактов, содержащихся в статьях; высказываемые ими взгляды могут не отражать точку зрения редакции. Любые нарушения авторских прав преследуются по закону. Перепечатка материалов журнала допускается только по согласованию с редакцией. Рецензии хранятся в редакции не менее 5 лет в бумажном и электронном вариантах и могут быть предоставлены в Министерство образования и науки РФ по запросу.

Статьи проверены с использованием Интернет-сервиса “Антиплагиат”.

Учредитель – ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

ISSN 2411-6483

© ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2025, март

Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”, 2025, issue 1(54), March.
It is edited under the decision of the Scientific Council of the Irkutsk State Academy of Agriculture since November, 2011.

Chief editor: Ya.M. Ivanyo – Doctor of Technical Sc.
Deputy chief editor: M.K. Buraev – Doctor of Technical Sc.
Executive secretary: I.V. Naumov – Doctor of Technical Sc.
The members of the editorial board: ***FSBEI HE Irkutsk SAU:*** **S.N. Shukhanov** – Doctor of Technical Sc.; **V.N. Khabardin** – Doctor of Technical Sc.; **O.V. Repetsky** – Doctor of Technical Sc.

Other organizations: ***Russia:*** Baikal State University: **V.I. Zorkaltsev,** Doctor of Technical Sc.
Irkutsk State Transport University IrGUPS: **Yu.M. Krakovsky** – Doctor of Technical Sc.
Mongolia: Mongolian State Agrarian University: **Gombo Gantulga,** Candidate of Technical Sc.
Republic of Uzbekistan: Tashkent State Agrarian University: **Sh. Zhanikulov,** Candidate of Technical Sc.

In the journal there are articles on different topics, such as: problems of development of agroengineering systems and technologies, mathematical and information technologies for solving applied problems.

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.
Certificate El № FS77 – 76761. Registration date: 06.09.2019.

URL: **http://agronauka.igsha.ru/**

The journal is included to the Russian Federation index of scientific quoting of electronic library eLIBRARY.RU.

Manuscripts are not returned to the authors. The authors are fully responsible for the compilation and presentation of information contained in their papers; their views may not reflect the Editorial Board’s point of view. Copyright. All rights protected. No part of the Journal materials can be reprinted without permission from the Editors. Reviews are stored in the office of editorial board at least 5 years in the paper and electronic versions and they can be provided on request to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation. In addition, the editorial board provides its opinion on the compliance of the scientific work and the possibility of the publication.

Articles are verified with Internet-service “Anti-plagiary”.

The founder – FSBEI HE Irkutsk SAU.

ISSN 2411-6483

© FSBEI HE Irkutsk SAU, 2025, March

СОДЕРЖАНИЕ

МЕХАНИЗАЦИЯ, ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Абросимов А.В., Васильев Ф.А. Метантенк с комбинированым возмущением 8

Сертакова Н.А., Федоринова Э.С., Якупова М.А. Оценка влияния светодиодных фитоизлучателей на качество электрической энергии 17

Черных А.Г. Уравнение движения воды в радиальном канале вращающегося рассекателя дождевателя 26

Шистеев А.В., Бураев М.К. Методика восстановления работоспособности подшипников скольжения коленчатых валов ДВС транспортно-технологических машин 34

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, УПРАВЛЕНИЕ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Гаврилова Н.Г. Нигерия: аграрный гигант Африки в эпоху цифровизации 43

Грачева Н.Н., Токарева А.Н., Чайка Д.С., Зайцев Я.Н. Использование мультикритериального метода для выбора конструкций систем энергообеспечения 54

Иваньо Я.М., Петрова С.А. О системе поддержки принятия решений для прогнозирования и планирования аграрного производства 64

Репецкий О.В., Хон Ир Ким Математическое моделирование и численный анализ статических и динамических характеристик рабочих лопаток паровых турбин с повреждениями в виде трещин 75

CONTENS

MECHANIZATION, ELECTRIFICATION, AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

Abrosimov A.V., Vasilev F.A. Methane tank with combined disturbance 8

Sertakova N.A., Fedorinova E.S., Yakupova M.A. Assessment of the influence of led phytoemissories on the quality of electrical energy 17

Chernykh A.G. Equation of water motion in the radial channel of a rotating sprayer diffuser 26

Shisteev A.V., Buraev M.K. Method of restoring the performance of crankshaft bearings of internal combustion engines of transport and technological machines 34

INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING, MANAGEMENT, MATHEMATICAL MODELING

Gavrilova N.G. Nigeria: the agrarian giant of Africa in the era of digitalization 43

Gracheva N.N., Tokareva A.N., Chaika D.S., Zaytsev Ya.N. Using the multicriteria method for selecting power supply system designs 54

Ivanyo Ya.M., Petrova S.A. About the decision support system for forecasting and planning agricultural production 64

Repetskii O.V., Il Kim Hong Mathematical modeling and numerical analysis of static and dynamic characteristics of steam turbine blades with damage in the form of cracks 75

Электронный научно-практический журнал
“Актуальные вопросы аграрной науки”
Electronic scientific-Practical journal “Actual issues of agrarian science”

2025; 1(54): 54-63
http://agronauka.igsha.ru

DOI 10.51215/2411-6483-2025-54-54-63

УДК 621.311.001.57; 536.24.01; 697.92

Научная статья

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИКРИТЕРИАЛЬНОГО МЕТОДА ДЛЯ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

[1,2] Н.Н. Грачева, [1] А.Н. Токарева, [1] Д.С. Чайка, [1]Я.Н. Зайцев

[1]Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
г. Зерноград, Ростовская область, Россия
[2]Донской Государственный технический университет,
Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация. Для выбора наиболее рациональных элементов систем энергообеспечения рекомендуется применять мультикритериальный метод с использованием результатов графического анализа. Использование данной методики позволяет снизить трудоемкость проводимых исследований. Рассмотрены примеры использования мультикритериального метода при выборе воздухораспределителей системы воздушного отопления ремонтной мастерской и теплоизоляционных материалов для наружной стены этого здания.

Представлены четыре конструкции воздухораспределителей, при использовании которых достигается необходимая схема циркуляции воздуха в мастерской. Выбор воздухораспределителя проводился по теплофизическим аэродинамическим, акустическим и экономическим характеристикам, величины которых должны стремиться к минимальному значению. Для всех четырех воздухораспределителей построены лепестковые диаграммы по указанным характеристикам. Минимальная площадь диаграммы показывает, какой из воздухораспределителей является наиболее эффективным.

При выборе теплоизоляционного материала для увеличения тепловой защиты здания учитывались теплофизические, физические, механические, геометрические, экономические, теплозащитные свойства, а также свойства надежности и морозостойкости. Все показатели разделены на две группы. Показатели первой группы должны иметь наименьшее значение. Для показателей второй группы предпочтительными являются максимальные величины. Для обеих групп показателей для всех рассматриваемых шести теплоизоляционных материалов с высокими теплозащитными характеристиками также были построены лепестковые диаграммы.

Использование универсальной системы автоматизированного проектирования КОМПАС-График позволило определить площади построенных в среде Microsoft Excel графиков. Величина каждой полученной площади оценена в баллах. Максимальная сумма баллов площадей обеих групп показателей позволила установить наиболее эффективный материал для усиления тепловой защиты здания ремонтной мастерской.

Ключевые слова: лепестковая диаграмма, мультикритериальный метод, воздухораспределитель, теплоизоляционный материал, площадь.

Для цитирования: Грачева Н.Н., Токарева А.Н., Чайка Д.С., Зайцев Я.Н. Использование мультикритериального метода для выбора конструкций систем энергообеспечения. *Электронный научно-практический журнал “Актуальные вопросы аграрной науки”*. 2025; 1(54):54-63. DOI 10.51215/2411-6483-2025-54-54-63.

2025; 1(54): 54-63 **Электронный научно-практический журнал "Актуальные вопросы аграрной науки"**
Electronic scientific-Practical journal "Actual issues of agrarian science"

Research article

USING THE MULTICRITERIA METHOD FOR SELECTING POWER SUPPLY SYSTEM DESIGNS

[1,2]Natalia N. Gracheva, [1]Anna N. Tokareva, [1]Darya S. **Chaika, [1]Yaroslav N. Zaytsev**

[1]Azov-Black Sea Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University,
Zernograd, Rostov Region, Russia
[2]Don State Technical University,
Rostov-on-Don, Russia

Abstract. To select the most rational elements of energy supply systems, it is recommended to apply a multicriteria method using the results of graphical analysis. The use of this technique makes it possible to reduce the complexity of the conducted research. Examples of using the multicriteria method in the selection of air distributors for the air heating system of a repair shop and thermal insulation materials for the exterior wall of this building are considered.

Four designs of air distributors are presented, using which the necessary air circulation scheme in the workshop is achieved. The air distributor was selected based on thermophysical, aerodynamic, acoustic and economic characteristics, the values of which should strive to a minimum value. For all four air distributors in the Microsoft Excel environment, petal diagrams are constructed according to the specified characteristics. The minimum area of the diagram shows which of the air distributors

When choosing a thermal insulation material to increase the thermal protection of the building, thermophysical, physical, mechanical, geometric, economic, thermal protection properties, as well as reliability and frost resistance properties were taken into account. All indicators were divided into two groups. The indicators of the first group should have the lowest value. The maximum values are preferred for the indicators of the second group. Petal diagrams were also constructed for both groups of indicators for all the considered six thermal insulation materials with high thermal protection characteristics.

The use of the universal computer-aided design system COMPASS-Graph made it possible to determine the areas of graphs constructed in the Microsoft Excel environment. The size of each area received was estimated in points. The maximum sum of the points of the areas of both groups of indicators allowed us to establish the most effective material to enhance the thermal protection of the repair shop building.
Key words: petal diagram, multicriteria method, air distributor, thermal insulation material, area.

For citation: Gracheva N.N., Tokareva A.N., Chaika D.S., Zaytsev Ya.N. Using the multicriteria method for selecting power supply system designs. *Electronic scientific-Practical journal "Actual issues of agrarian science"*. 2025; 1(54):54-63. DOI 10.51215/2411-6483-2025-54-54-63.

Введение. В результате расчетов по подбору оборудования систем энергообеспечения часто приходится сталкиваться с тем, что требуемым условиям обеспечения технологического процесса удовлетворяет довольно широкий ряд узлов и материалов. Поэтому, для того чтобы определить использование какого из подходящих элементов является наиболее эффективно, необходимо провести технико-экономическую оценку для целого ряда конструкций. Это существенно увеличивает трудоемкость выполнения и объем выпускных квалификационных работ. В связи с этим

большой интерес вызывает мультикритериальный метод с использованием результатов графического анализа [2].

Проведенные по данной методике исследования [5] позволили установить, применение какого из хладагентов нового поколения обеспечивает наибольший эффект в системах теплоснабжения на базе теплонасосных установок.

Поэтому данный подход было решено использовать при выборе оборудования систем энергообеспечения и материалов здания мастерской по ремонту холодильно-вентиляционного оборудования. Размеры мастерской составляют: длина $l_п$=95 м, ширина $b_п$=35 м, высота $h_п$=12 м.

Цель исследований – повышение энергоэффективности здания ремонтной мастерской путем обоснованного выбора воздухораспределителей системы воздушного отопления и использования в наружных стенах теплоизоляционного материала с наилучшими теплофизическими, механическими, геометрическими, строительными и экономическими характеристиками

Методы исследования – мультикритериальный метод, графоаналитический метод.

Основные результаты. В результате исследований установлено, что условиям обеспечения требуемой циркуляции воздуха в производственном посещении соответствуют:

– перфорированная решётка с выпрямителем и регулятором потока КПУ 650х200;

– двухрядная решетка с регулируемыми жалюзи КДУ 650х200;

– панельный сопловый воздухораспределитель1ВПС 595х595;

– круглый сопловый диффузор ДПУ-С-250.

Выбор оптимального воздухораспределителя проводился по теплофизическим (избыточная температура Δt), аэродинамическим (потери давления ΔP), акустическим (уровень звуковой мощности $P_{зв}$) и экономическим (цена, $Ц$) характеристикам.

Характеристики воздухораспределителей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – **Характеристики воздухораспределителей**

Table 1 – **Characteristics of air distributors**

Воздухораспределитель	Избыточная температура Δt, ^{0}C	Потери давления ΔР, Па	Уровень звуковой мощности, Рзв, ДБ	Стоимость, тыс. руб
КПУ 650х200	1.63	20.31	37.93	3.50
КДУ 650х200	1.38	14.90	36.50	3.46
ДПУ-С-250	0.67	89.89	51.96	1.41
1ВПС 595х595	15.92	124.77	50.26	8.11

Для всех показателей в среде Microsoft Excel построены лепестковые диаграммы, представленные на рисунке 1.

Так как все эти показатели должны стремиться к минимальному значению, то оптимальным воздухораспределителем будет тот, у которого площадь полученной фигуры наименьшая. В данном случае минимальная площадь получилась при использовании воздухораспределителя КДУ 650х200. Таким образом, в системе воздушного отопления мастерской наиболее целесообразно применять воздухораспределители КДУ 650х200.

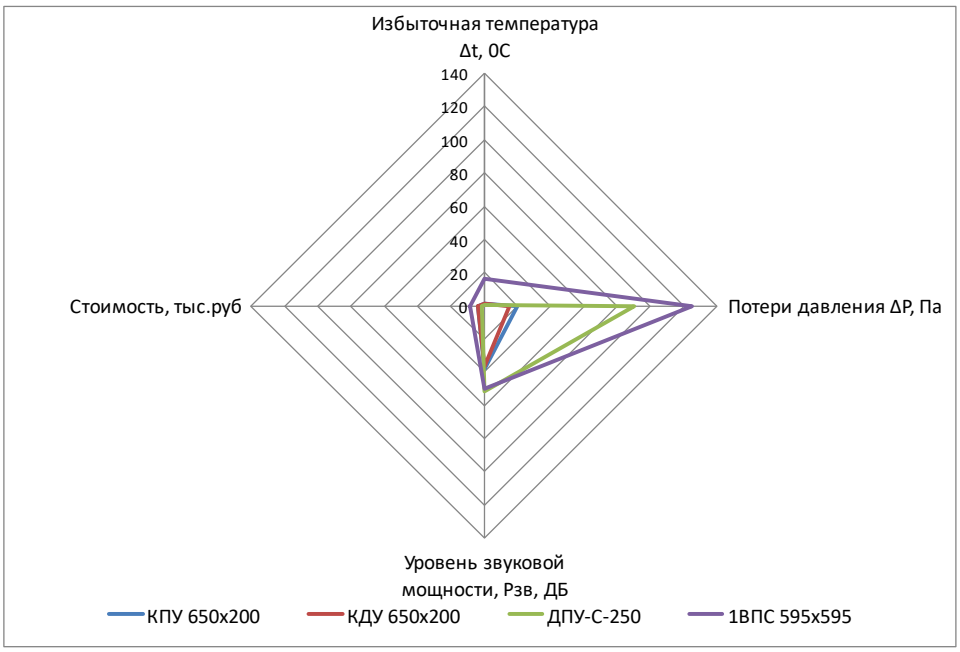


Рисунок 1 – **Лепестковая диаграмма характеристик воздухораспределителей**

Figure 1 – **Characteristics of air distributors**

Проведенная технико-экономическая оценка подтвердила эффективность использования данного воздухораспределителя по отношению к трем другим конструкциям.

Мультикритериальный метод с использованием результатов графического анализа также использован при определении оптимального теплоизоляционного материала для усиления тепловой защиты наружных стен мастерской. В настоящее время наиболее широкое распространение получили стекловатные минераловатные изделия, пенополистирол и пеноплекс. В последнее время набирает популярность материал пеностекольной группы – пенокварц.

Критерии для определения наиболее оптимального материала представляют собой:

– характеристики, выбранные по справочным данным [3, 6] (коэффициент теплопроводности, плотность, паропроницаемость, теплоусвоение, теплоемкость, срок службы, прочность на сжатие, стойкость к замораживанию);

– стоимостные характеристики;

– характеристики, полученные в результате расчетов по требованиям

тепловой защиты зданий [3, 4] (толщина, термическое сопротивление, экономия тепловой энергии).

Часть из вышеперечисленных показателей для оптимального варианта должна иметь наименьшее значение, а вторая часть показателей – максимальную величину. Поэтому все характеристики используемых материалов разделены на две группы: критерии с максимальным значением и критерии с минимальным значением.

Характеристики теплоизоляционных материалов приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – **Характеристики теплоизоляционных материалов с минимальным значением**

Table 2 – **Characteristics of thermal insulation materials with minimum value**

Материал	Коэффициент теплопроводности λ, $\frac{Вт}{м\cdot^0 C}$	Плотность, ρ, $\frac{кг}{м^3}$	Паропроницаемость, μ, $\frac{мг}{м\cdot ч\cdot Па}$	Толщина, δ, *м*	Стоимость1 м^3, *тыс.руб*
Пенополиуретан	0.031	40	0.05	0.03	43
Пенополистирол	0.039	17	0.05	0.015	6.5
Пеноплекс	0.034	35	0.005	0.02	11.5
Пенокварц	0.042	100	0.006	0.04	30
Минеральная вата	0.041	40	0.32	0.02	5.2
Стекловолокно	0.05	12	0.59	0.02	3.5

Таблица 3 – **Характеристики теплоизоляционных материалов с максимальным значением**

Table 3 – **Characteristics of thermal insulation materials with maximum value**

Материал	Теплоусвоение, *S*	Теплоемкость, *C*	Срок службы,	Прочность на сжатие,	Стойкость к замораживанию/ оттаиванию,	Термическое сопротивление	Снижение удельных потерь теплоты
	$\frac{Вт}{м^2\cdot^0 C}$	$\frac{кДж}{кг\cdot^0 C}$	лет	МПа	Циклы	$\frac{м^2\cdot^0 C}{Вт}$	$\frac{Вт}{м^2}$
Пенополиуретан	0.37	1.47	15	0.23	15	1.62	17.68
Пенополистирол	0.26	1.34	30	0.1	15	2.18	23.60
Пеноплекс	0.33	1.5	20	0.16	20	1.86	20.64
Пенокварц	0.63	0.84	100	1.0	100	1.62	17.76
Минеральная вата	0.51	0.84	15	0.09	5	1.98	21.90
Стекловолокно	0.18	0.84	50	0.04	130	2.14	23.31

По данным таблиц 2 и 3 также построены лепестковые диаграммы. Так

как численные значения показателей отличались на три порядка, то было принято решение, построить их по целому числу стандартной формы записи. Например, величину теплопроводности пенополиуретана 0.37 представляем как $3.7 \cdot 10^{-2}$, и на соответствующей шкале откладывается участок, соответствующий значению 3.7. Для срока службы пенополиуретана соответственно будет отложен участок, соответствующий значению 1.5, так как в стандартной форме записи срок службы пенополиуретана будет выглядеть как $1.5 \cdot 10^{1}$.

Исключение сделано только для такой величины как стойкость к замораживанию, так как ее величина колеблется от 5 до 130 циклов. Поэтому цифра 130 была представлена в стандартной форме и величина отрезка соответствовала значению 1.3, в то время как стойкость к замораживанию минеральной ваты представлена отрезком, соответствующим значению 0.05.

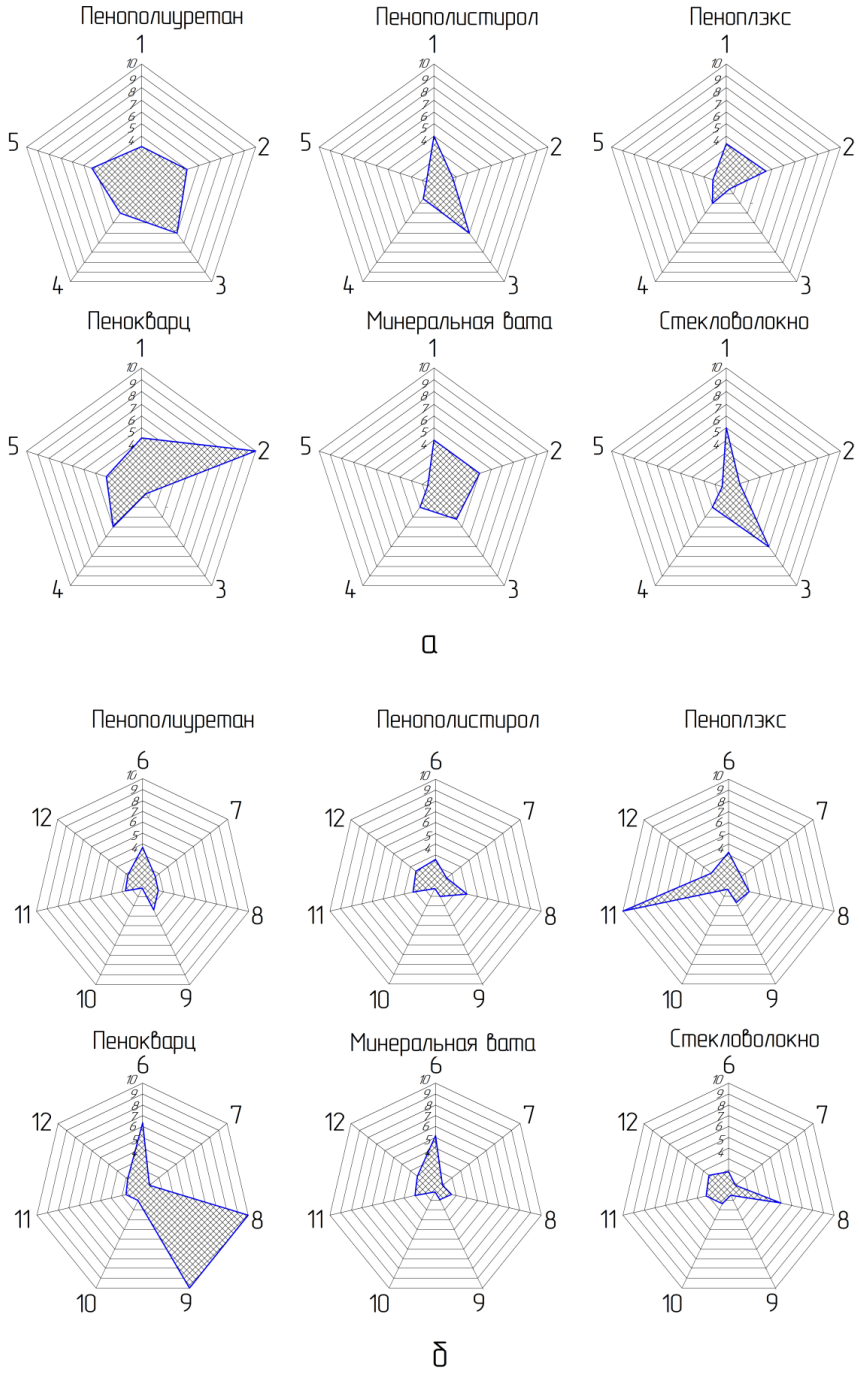
Построенные в среде Microsoft Excel лепестковые диаграммы, в отличие от ранее рассматриваемого примера, существенно отличались по конфигурации друг от друга, и определить какая из площадей будет минимальной или максимальной являлось затруднительным. Поэтому лепестковые диаграммы построены отдельно для каждого рассматриваемого теплоизоляционного материала. Полученные графики экспортированы в универсальную систему автоматизированного проектирования КОМПАС-График, где все диаграммы были выполнены в одинаковом масштабе (рис. 2).

После построения диаграмм в данной системе измерена площадь каждой из них. Минимальная площадь диаграммы для характеристик с минимальным значением получала 6 баллов, максимальная соответственно – 1 балл. Для графиков с максимальным значением характеристик наоборот, диаграмма с наибольшей площадью получала 6 баллов, минимальная – 1 балл. Диаграмма, у которой сумма баллов получилась максимальной, соответствует наиболее эффективному теплоизоляционному материалу для рассматриваемых условий. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4 – **Результаты исследований по определению наиболее эффективного теплоизоляционного материала**

Table 4 – **Results of studies to determine the most effective thermal insulation material**

Материал	Диаграмма характеристик с минимальным значением		Диаграмма характеристик с максимальным значением		Итого баллов
	Площадь, мм^2	Балл	Площадь, мм^2	Балл	
Пенополиуретан	2028.55	2	497.67	3	5
Пенополистирол	712.64	5	509.63	4	9
Пеноплекс	564.4	6	742.725	5	11
Пенокварц	2060.85	1	2522.97	6	7
Минеральная вата	1047.2	3	405.66	2	5
Стекловолокно	750.88	4	369.78	1	5



а–характеристики с минимальным значением, б–характеристики с максимальным значением
1–коэффициент теплопроводности, 2–плотность, 3–паропроницаемость, 4–толщина,
5–удельная стоимость,6–теплоусвоение, 7–теплоемкость, 8–срок службы,
9–прочнсть на сжатие, 10–стойкость к замораживанию,
11–термическое сопротивление, 12–снижение удельных потерь тепловой энергии

Рисунок 2 – **Изображение лепестковых диаграмм характеристик теплоизоляционных материалов в системе КОМПАС-График**

Figure 2 – **Image of petal diagrams of characteristics of heat-insulating materials in the COMPASS-Graph system**

Из таблицы 4 следует, что оптимальным вариантом для мастерской, расположенной в южном регионе страны, является пеноплэкс. Этот материал

набрал наибольшее количество баллов. В пользу пеноплэкса свидетельствуют также рекомендации строителей и ученых [1, 6] по применению данного теплоизоляционного материала.

Таким образом, при проведении дальнейших работ по совершенствованию тепловой защиты рассматриваемого здания будут рассматриваться ограждающие конструкции с теплоизоляционным слоем из пеноплэкса.

Заключение. На основе мультикритериального метода и графического анализа установлено, что для повышения энергоэффективности здания мастерской по ремонту холодильно-вентиляционного оборудования наиболее целесообразно в системе воздушного отопления использовать в качестве воздухораспределителей двухрядные решетки КДУ650х200 с регулируемыми жалюзи, а тепловую защиту наружных стен усилить теплоизоляционной прослойкой из пеноплэкса.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР на базе Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Список литературы

1. Аманова, Б.Н. Анализ современных высокоэффективных теплоизоляционных материалов в ограждающих конструкциях зданий Западно-Казахстанской области / Б.Н. Аманова // Восточно-Европейский научный журнал. – 2023. – № 3-2 (88). – С. 48-54.

2. Деменев, А.В. Оценка показателей качества холодильных агентов, используя инфографическое моделирование / А.В. Деменев, А.И. Данилов // Интернет-журнал "Науковедение" – 2013.– №1. – URL: https://naukovedenie.ru/PDF/53tvn113.pdf (дата обращения 21.04.2024).

3. СП 50.13330.2024 "Тепловая защита зданий". Актуализированная редакция СНИП 23-02-2003. – URL: https://www.mss-tver.ru/docs/snip/SP_50_13330_2024.pdf (дата обращения 11.01.2025).

4. "СП 60.13330.2020. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01-2003". – URL**:** https://xn--j1agcjjg.xn--p1ai/upload/%D0%A1%D0%9F%2060.13330.2020.pdf (дата обращения 11.01.2025).

5. Токарева, А.Н. Выбор холодильного агента группы гидрофторлефинов для теплонасосной установки теплицы / А.Н. Токарева, М.С. Демченко, А.П. Мартынов // Инженерное обеспечение сельского хозяйства: проблемы, достижения, перспективы: матер. I Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 70-летию освоения целинных и залежных земель в Алтайском крае. 22-23 октября.– Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2024. – С.104-107.

6. Ярцев, В.П. Эксплуатационные свойства и долговечность теплоизоляционных материалов / В.П. Ярцев, А.А. Мамонтов, С.А. Мамонтов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2013. – №1. – С.8-11.

References

1. Amanova, B.N. Analiz sovremennyh vysokoeffektivnyh teploizolyacionnyh materialov v ograzhdayushchih konstrukciyah zdanij Zapadno-Kazahstanskoj oblasti [Analysis of modern high-performance thermal insulation materials in enclosing structures of buildings of West Kazakhstan region]. Vostochno-Evropejskij nauchnyj zhurnal, 2023, no. 3-2 (88), pp. 48-54.

2. Demenev, A.V., Danilov, A.I. Ocenka pokazatelej kachestva holodil'nyh agentov, ispol'zuya infograficheskoe modelirovanie [Evaluation of refrigerant quality attributes using infographic modeling]. https://naukovedenie.ru/PDF/53tvn113.pdf

3. SP 50.13330.2024 "Teplovaya zashchita zdanij". Aktualizirovannaya redakciya SNIP 23-02-2003. [SP 50.13330.2024 "Thermal protection of buildings." Updated version of SNiP 23-02-2003]. https://www.mss-tver.ru/docs/snip/SP_50_13330_2024.pdf (data obrashcheniya 11.01.2025).

4. "SP 60.13330.2020. Svod pravil. Otoplenie, ventilyaciya i kondicionirovanie vozduha. SNiP 41-01-2003 ["SP 60.13330.2020. Code of practice. Heating, ventilation and air conditioning. SNiP 41-01-2003"]. https://xn--j1agcjjg.xn--p1ai/upload/%D0%A1%D0%9F%2060.13330.2020.pdf. (data obrashcheniya 11.01.2025).

5. Tokareva, A.N. et all. Vybor holodil'nogo agenta gruppy gidroftorlefinov dlya teplonasosnoj ustanovki teplicy [Selection of hydrofluorolefin group refrigerant for greenhouse heat pump plant]. Barnaul: RIO Altajskogo GAU, 2024, pp. 104-107.

6. Yarcev, V.P. et all. Ekspluatacionnye svojstva i dolgovechnost' teploizolyacionnyh materialov [Performance and durability of thermal insulation materials]. Krovel'nye i izolyacionnye materialy, 2013, no. 1, pp. 8-11.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили окончательный вариант.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Author's contribution. All authors of this study were directly involved in the planning, execution and analysis of this study. All authors of the article reviewed and approved the final version of the manuscript.
Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

История статьи / Article history:
Дата поступления в редакцию / Received: 27.02.2025
Поступила после рецензирования и доработки / Revised: 27.03.2025
Дата принятия к печати / Accepted: 31.03.2025

Сведения об авторах

Грачева Наталья Николаевна – кандидат технических наук, заведующий кафедрой "Математика и биоинформатика". Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ.
Контактная информация: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, тел. 89286051374, e-mail: grann72@mail.ru; ORCID ID: 0000-0003-3699-7255.

Токарева Анна Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры "Электроэнергетика и теплоэнергетика". Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ.
Контактная информация: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, тел. 89045079811, e-mail: tanna_ing@mail.ru; ORCID ID:. 0000-0002-0383-7039.

Чайка Дарья Сергеевна – магистрант кафедры "Электроэнергетика и теплоэнергетика". Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ.
Контактная информация: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, тел. 89187815205, e-mail: dasha.chayka.02@bk.ru; ORCID ID:. 0009-0008-0671-6188.

Зайцев Ярослав Николаевич – магистрант кафедры "Электроэнергетика и теплоэнергетика". Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ.
Контактная информация: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 347740, Россия, Ростовская область, г. Зерноград, тел. 89186313305, e-mail: yarikmaloy@yandex.ru; ORCID ID:. 0009-0006-3018-0606.

Information about authors

Natalia N. Gracheva – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Mathematics and Bioinformatics. Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University.
Contact information: Azov-Black Sea Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University, 347740, Russia, Rostov region, Zernograd, tel. 89286051374, e-mail: grann72@mail.ru ; ORCID ID: 0000-0003-3699-7255.

Anna N. Tokareva– Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power and Thermal Power Engineering. Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University.
Contact information: Azov-Black Sea Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University, 347740, Russia, Rostov region, Zernograd, tel. 89045079811, e-mail: tanna_ing@mail.ru ; ORCID ID:. 0000-0002-0383-7039.

Darya S. Chaika – is a master's student at the Department of Electric Power and Thermal Power Engineering. Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University.
Contact information: Azov-Black Sea Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University, 347740, Russia, Rostov region, Zernograd, tel. 89187815205, e-mail: dasha.chayka.02@bk.ru ; ORCID ID:. 0009-0008-0671-6188.

Yaroslav N. Zaitsev – is a master's student at the Department of Electric Power and Thermal Power Engineering. Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University.
Contact information: Azov-Black Sea Engineering Institute, Donskoy State Agrarian University, 347740, Russia, Rostov region, Zernograd, tel. 89186313305, e-mail: yarikmaloy@yandex.ru ; ORCID ID:. 0009-0006-3018-0606