

УДК 624.042.1

Г. Б. Филимоныхин, Н. В. Пашинский

МЕТОД АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

UDC 624.042.1

G. B. Filimonikhin, M. V. Pashynskyi

METHOD OF ADMINISTRATIVE TERRITORIAL ZONING OF CLIMATIC LOADS ON BUILDING CONSTRUCTIONS

Аннотация

Обоснован метод административно-территориального районирования климатических нагрузок, состоящий в том, что для каждой административной области устанавливается единое характеристическое значение нагрузки как максимум по территории области с заданным уровнем обеспеченности. Преимущество данного подхода заключается в компактности норм нагрузок за счет отсутствия карт районирования, а также в простоте и безошибочности определения нагрузок исходя из принадлежности строительной площадки к некоторой административно-территориальной единице.

Ключевые слова:

климатические нагрузки, характеристические значения, территориальное районирование.

Abstract

The method of administrative territorial zoning of climatic loads is substantiated, consisting in the fact that for each administrative region a single characteristic value of the load is set as a maximum value over the territory of the region with assigned level of security. The advantage of this approach is in compactness of the load norms due to the absence of zoning maps, and also in the simplicity and error-free definition of loads, based on the belonging of the building site to the territory of a certain administrative area.

Key words:

climatic loads, characteristic values, territorial zoning.

Введение

При проектировании строительных конструкций характеристические значения климатических нагрузок и воздействий принято определять по картам территориального районирования, представленным в нормах Украины [1], Республики Беларусь [2, 3] и других европейских стран. Во всех случаях характеристическим считается значение нагрузки, которое может превышать в среднем один раз в 50 лет. Основным недостатком картографического метода является неопределенность нагрузок у

границ территориальных районов.

В [4, 5] предложен и частично апробирован метод административно-территориального районирования климатических нагрузок, суть которого состоит в том, что каждой административно-территориальной единице (области, группе областей или районов) присваивается общее для ее территории характеристическое значение нагрузки.

Преимущество такого метода районирования заключается в простоте и однозначности определения нагрузки в соответствии с принадлежностью строительной площадки к некоторой адми-



нистративно-территориальной единице.

Основная часть

Согласно [4, 5] областное характеристическое значение нагрузки устанавливается равным максимуму заданной обеспеченности по результатам статистической обработки данных метеостанций, расположенных на территории области. В [5] предложено определять областные характеристические значения, исходя из нормального распределения характеристических значений для отдельных метеостанций области, по формуле

$$Q_o = M + t_{\beta} \cdot S, \quad (1)$$

где M, S – среднее значение и стандарт выборки характеристических значений для метеостанций области; t_{β} – аргумент нормального распределения, зависящий от заданной обеспеченности областного характеристического значения [6].

Изображенные на рис. 1 гистограммы распределения характеристических значений четырех нагрузок построены по данным 172 равнинных метеостанций Украины. Они имеют холмообразный симметричный характер (снег и ветер при гололеде) или некоторую правостороннюю асимметрию (вес гололеда и максимальное давление ветра).

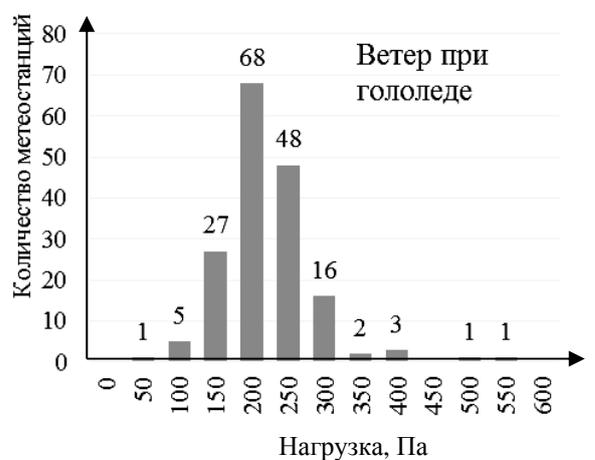
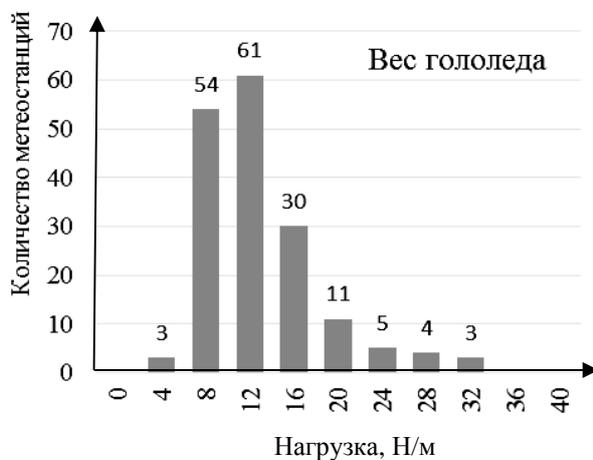
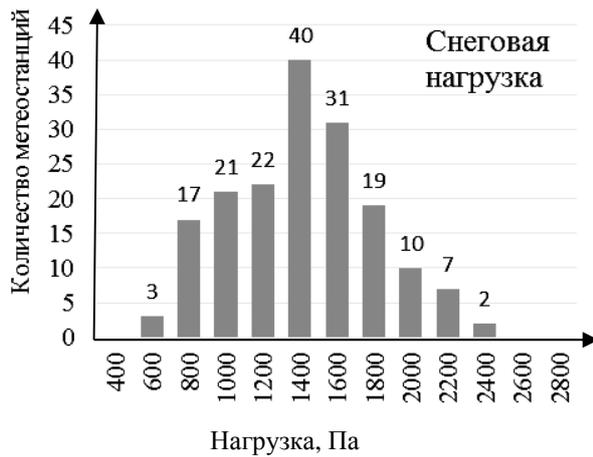


Рис. 1. Гистограммы распределения характеристических значений климатических нагрузок на метеостанциях Украины



Такие гистограммы можно лишь приближенно описать нормальным законом распределения. Более точная аппроксимация распределения характеристических значений нагрузок в пределах отдельной области не может быть реализована ввиду малого объема данных (от двух до восьми метеостанций в области), поэтому областные характеристические значения нагрузок следует вычислять по формуле (1), основанной на нормальном законе распределения.

При определении областного характеристического значения необходимо выбрать уровень его обеспеченности, а также проанализировать возможные запасы районирования. Большая территориальная изменчивость нагрузки в пределах области может привести к чрезмерным запасам районирования для значительной части территории.

Уровень обеспеченности территориального районирования следует выбирать не меньше, чем в картах норм [1]. Анализ показал, что эти карты обеспечивают запас районирования для 83...91 % метеостанций. Поэтому административно-территориальное районирование целесообразно выполнить для нескольких уровней обеспеченности в пределах от 0,80 до 0,95.

В [5] предложено оценивать точность районирования по величине доверительного интервала относительных отклонений характеристических значений для отдельных метеостанций от установленного областного характеристического значения. Более простым критерием является стандарт относительных отклонений, вычисленных по формуле

$$\Delta = \frac{Q_o - Q_m}{Q_o} 100 \% , \quad (2)$$

где Q_m – характеристические значения нагрузок для каждой метеостанции; Q_o – областные характеристические значения по (1).

Если стандарт выборки относительных отклонений (2) для рассматриваемой области не превышает стандарта аналогичных отклонений данных метеостанций от районного значения из карты [1] для всей территории Украины, точность выполненного административно-территориального районирования не хуже точности карт из норм [1].

Апробация описанной методики районирования произведена на данных двух областей Украины: Запорожской, территория которой по форме близка к окружности и примыкает к Азовскому морю, и Кировоградской, территория которой несколько вытянута с востока на запад. На территории вышеуказанных областей размещено семь и восемь метеостанций. Характеристические значения четырех климатических нагрузок для метеостанций из этих областей и результаты их статистической обработки приведены в табл. 1 и 2.

Каждый вид нагрузки в табл. 1 и 2 отображен двумя столбцами. Первый содержит характеристические значения нагрузки, а второй – относительные отклонения (2) от областного характеристического значения (1). В нижней части таблицы приведены статистические характеристики выборок характеристических значений нагрузок и процентов отклонений от областного значения: среднее значение, стандарт, минимальное и максимальное значения. В последних строках табл. 1 и 2 указаны областные характеристические значения нагрузок, вычисленные по формуле (1) с обеспеченностью 0,95.

Как правило, областные характеристические значения превышают значения для всех метеостанций области и только в четырех случаях из 60 районирование выполнено не в запас надежности: для веса гололеда в обеих областях, а также для максимального ветрового давления и ветрового давления при гололеде в Запорожской области. Отклонения не в запас надежности изменяются от –7,5 до –15,3 %, а максимальные запасы



районирования достигают 24,3...77,1 %. Большие запасы объясняются высокой обеспеченностью районирования и зна-

чительным разбросом данных метеостанций в пределах областей.

Табл. 1. Административно-территориальное районирование Кировоградской области

Метеостанция	Вес снега, Па		Вес гололеда, Н/м		Ветровое давление, Па		Ветер при гололеде, Па	
	Q_o	$\Delta, \%$	Q_o	$\Delta, \%$	Q_o	$\Delta, \%$	Q_o	$\Delta, \%$
77 (Бобринец)	1154	18,9	8,5	68,0	475	6,6	210	18,7
78 (Гайворон)	1361	4,4	11,3	57,5	465	8,5	137	46,9
79 (Долинская)	1308	8,1	28,9	-8,7	425	16,4	190	26,4
80 (Знаменка)	1379	3,1	17,7	33,4	350	31,2	230	10,9
81 (Кропивницкий)	1211	15,0	13,7	48,5	350	31,2	210	18,7
82 (Ново-Миргород)	1245	12,6	10,6	60,1	260	48,9	180	30,3
83 (Помошная)	1294	9,1	20,3	23,7	340	33,1	255	1,2
84 (Светловодск)	1077	24,3	7,9	70,3	430	15,4	190	26,4
Среднее $M =$	1254	11,9	14,9	44,1	387	23,9	200	22,4
Стандарт $S =$	103,4	7,26	7,13	26,8	73,9	14,5	35,2	13,6
Минимум	1077	3,1	7,9	-8,7	260	6,6	137	1,2
Максимум	1379	24,3	28,9	70,3	475	48,9	255	46,9
Областное Q_o	1424		26,6		508		258	

Табл. 2. Административно-территориальное районирование Запорожской области

Метеостанция	Вес снега, Па		Вес гололеда, Н/м		Ветровое давление, Па		Ветер при гололеде, Па	
	Q_o	$\Delta, \%$	Q_o	$\Delta, \%$	Q_o	$\Delta, \%$	Q_o	$\Delta, \%$
58 (Бердянск)	922	42,5	28,5	-10,4	305	52,5	190	53,9
59 (Ботицево)	839	47,7	16,4	36,5	350	45,5	200	51,5
60 (Гуляй Поле)	1098	31,5	5,9	77,1	455	29,1	235	43,0
61 (Запорожье)	1069	33,4	11,2	56,6	465	27,6	180	56,3
62 (Кирилловка)	1748	-9,0	10,7	58,5	690	-7,5	475	-15,3
63 (Мелитополь)	1126	29,8	14,2	45,0	405	36,9	190	53,9
64 (Пришиб)	892	44,4	8,8	65,9	360	43,9	185	55,1
Среднее $M =$	1099	31,5	13,7	47,0	433	32,6	236	42,6
Стандарт $S =$	306,9	19,13	7,38	28,59	127,1	19,8	106,8	25,9
Минимум	839	-9,0	5,9	-10,4	305	-7,5	180	-15,3
Максимум	1748	47,7	28,5	77,1	690	52,5	475	56,3
Областное Q_o	1604		25,8		6412		412	

Анализ зависимости запасов районирования от заданного уровня обеспеченности показал, что с ростом обеспеченности областные характеристические значения Q_o существенно повышаются.

При увеличении уровня обеспеченности растут также запасы районирования, причем минимальный процент отклонения Δ_{\min} переходит из отрицательного, когда для некоторых метеостанций об-



ластное значение установлено не в запас надежности, к положительному, когда областное значение превышает данные всех метеостанций области. С ростом уровня обеспеченности несколько уменьшается относительный разброс данных по территории области.

В качестве критерия точности районирования избран стандарт относительных отклонений S_{Δ} данных отдельных метеостанций от принятых

областных характеристических значений Q_0 . Зависимости этих стандартов от обеспеченности районирования всех четырех нагрузок в Кировоградской и Запорожской областях приведены в табл. 3. Для сравнения указаны также стандарты относительных отклонений S_{Δ} от районных значений карт территориального районирования Украины из норм нагрузок [1].

Табл. 3. Стандарты относительных запасов S_{Δ} административно-территориального районирования климатических нагрузок

Нагрузка	По картам норм [1]	При обеспеченности областного значения				
		0,8	0,85	0,9	0,95	0,99
<i>Кировоградская область</i>						
Снеговая нагрузка	17,4	7,7	7,6	7,5	7,3	6,9
Вес гололеда	23,8	34,2	32,0	29,7	26,8	22,7
Максимальное давление ветра	16,9	16,5	15,9	15,3	14,5	13,2
Давление ветра при гололеде	17,9	15,3	14,9	14,4	13,6	12,5
<i>Запорожская область</i>						
Снеговая нагрузка	17,4	14,4	14,0	13,6	12,9	11,9
Вес гололеда	23,8	37,1	34,6	31,9	28,6	23,9
Максимальное давление ветра	16,9	23,5	22,5	21,3	19,8	17,4
Давление ветра при гололеде	17,9	32,7	30,8	28,6	25,9	22,0

Из таблицы видно, что большой разброс характеристических значений для метеостанций Кировоградской области наблюдается только для веса гололеда, а Запорожской – для всех нагрузок, кроме снеговой (большие значения стандартов выделены жирным шрифтом). Во избежание чрезмерных запасов районирования территорию Кировоградской области целесообразно разделить на группы административных районов при районировании по характеристическим значениям веса гололеда, а Запорожской – при районировании веса гололеда, максимального ветрового давления и ветрового давления при гололеде. Дальнейший анализ выполнен для уровня обеспеченности областных

характеристических значений 0,95.

На рис. 2, а приведена карта Кировоградской области с указанными характеристическими значениями веса гололеда на восьми имеющихся метеостанциях. Их деление на две группы по четыре метеостанции, как отображено в табл. 4, уменьшило относительный разброс характеристических значений веса гололеда и запасы районирования до уровня запасов карт [1]. При этом территорию области можно разделить на две территориальные зоны (группы районов), как это показано на карте 2а.

Раздельная по выделенным зонам статистическая обработка характеристических значений и относительных запасов районирования веса гололеда дала



результаты, приведенные в табл. 4. Для удобства сравнения там же указаны данные из табл. 1 и 2 для всей территории области. Стандарты относительных запасов административно-территориального районирования по характеристическим значениям веса гололеда для обеих выделенных зон не превышают аналогичного стандарта для карт норм [1], равного 23,8 Н/м. Следовательно, разделение Кировоградской области на две группы администра-

тивных районов позволило существенно уменьшить запасы административно-территориального районирования, а также характеристическое значение веса гололеда в первой зоне. Недостатком выполненного районирования является территориальная обособленность метеостанции 77 (Бобринец) от первой зоны. Попытка включить ее в зону 2 приводит к неоправданно резкому увеличению запасов районирования.

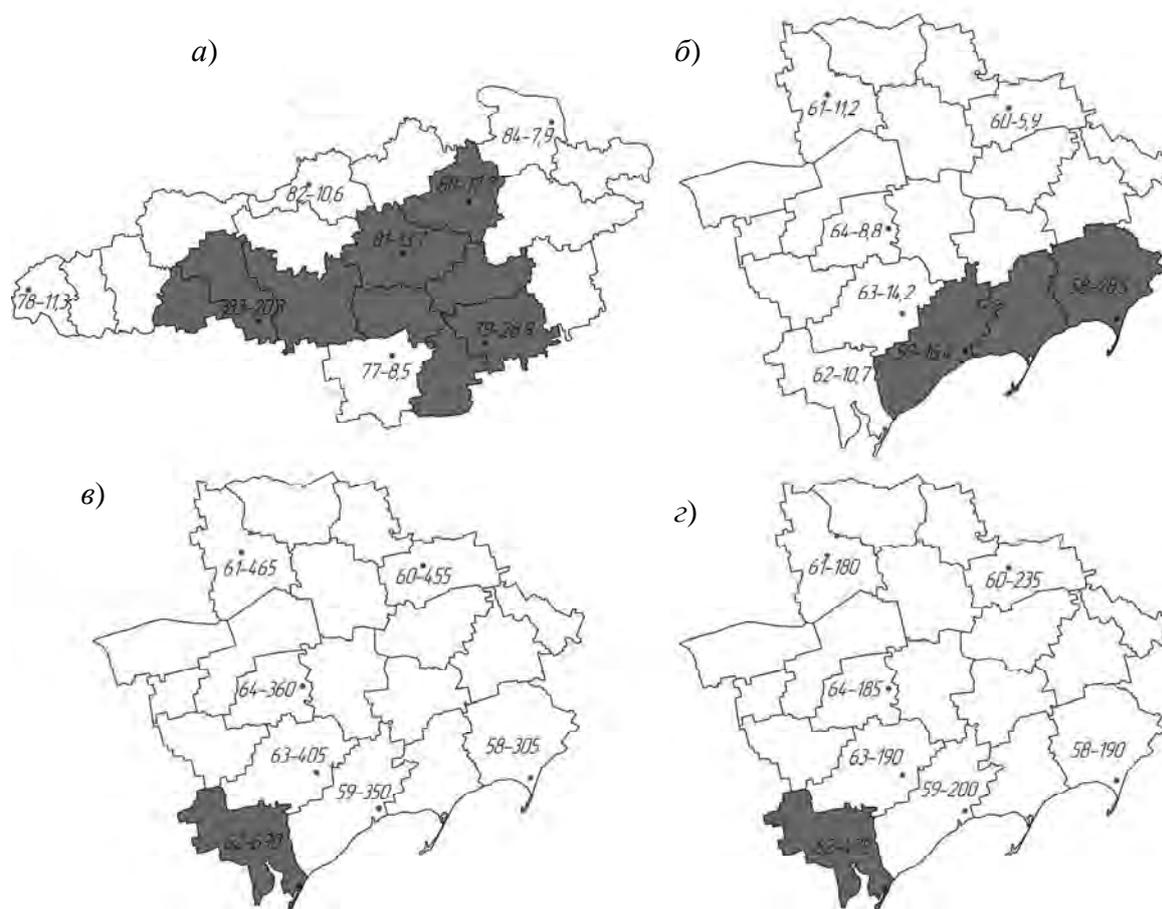


Рис. 2. Административно-территориальное зонирование Кировоградской и Запорожской областей по весу гололеда и ветровым нагрузкам



Табл. 4. Результаты административно-территориального районирования климатических нагрузок при зонировании территории областей

Нагрузка	S_{Δ} по картам норм [1]	Зона и номер метеостанции	Q_o	S_{Δ}
<i>Кировоградская область</i>				
Вес гололеда (карта 2а)	23,8	Вся область	26,6	26,8
		Зона 1: 77, 78, 82, 84	12,3	13,4
		Зона 2: 79, 80, 81, 83	30,7	20,9
<i>Запорожская область</i>				
Вес гололеда (карта 2б)	23,8	Вся область	25,8	28,6
		Зона 1: 60, 61, 62, 63, 64	15,2	17,8
		Зона 2: 58, 59	36,5	23,4
Максимальное давление ветра (карта 2в)	16,9	Вся область	642	19,8
		Зона 1: 58, 59, 60, 61, 63, 64	494	12,8
		Зона 2: 62	690	0
Давление ветра при гололеде (карта 2г)	17,9	Вся область	412	25,9
		Зона 1: 58, 59, 60, 61, 63, 64	229	8,7
		Зона 2: 62	475	0

Аналогичным образом выполнено разделение Запорожской области на две группы районов, показанные на картах рис. 2 и в табл. 4. Из карт видно, что из общего уровня больше всего выделяются три метеостанции, расположенные на побережье Азовского моря: 62 (Кирилловка), 58 (Бердянск), 59 (Ботиево). Попытка объединить их в одну зону не позволила должным образом уменьшить стандарты относительных отклонений характеристических значений нагрузок от зонального значения. Единственный возможный вариант зонирования территории Запорожской области, который позволяет сделать стандарты относительных отклонений характеристических значений меньше соответствующих показателей карт районирования из норм [1], отражен в табл. 4 и на картах (см. рис. 2).

При районировании веса гололеда (рис. 2, б) во вторую зону объединяются две метеостанции, расположенные на юго-востоке области: 58 (Бердянск) и 59 (Ботиево). Пять других метеостанций отнесены к первой зоне, характери-

стическое значение для которой 15,2 Н/м значительно меньше общего по области 25,8 Н/м. Показанное на рис. 2, в, г зонирование области по ветровым нагрузкам можно выполнить только путем выделения в отдельную вторую зону всего лишь одной метеостанции 62 (Кирилловка), данные которой резко отличаются от данных других метеостанций области. Это позволило существенно уменьшить зональные характеристические значения максимального давления ветра и ветрового давления при гололеде для большей части территории области, отнесенной к первой зоне. Вместе с тем зональные характеристические значения ветровых нагрузок, установленные по данным лишь одной метеостанции Кирилловка, нельзя считать достоверными.

Для удобства использования результатов разделение на группы административных районов желательнее было бы осуществить одинаково для всех климатических нагрузок, но это оказалось нереальным вследствие различного характера территориальной изменчи-



ности разных нагрузок.

Проведенный анализ подтвердил принципиальную возможность и целесообразность разделения некоторых административных областей на группы административно-территориальных районов с целью уменьшения разброса характеристических значений и запасов районирования до уровня запасов карт [1]. Вместе с тем этот подход несколько затруднит использование результатов районирования и является слишком недостоверным или даже нереальным при малом количестве метеостанций на территории области. Кроме того, случайный характер территориальной изменчивости климатических нагрузок может привести к сложному, нелогичному и географически необоснованному характеру распределения выделенных зон по территории, как это произошло при районировании веса гололеда в Кировоградской области. Возможно, в большинстве случаев лучшим решением будет отказ от деления территории административных областей на группы районов, если такое разделение не является географически обоснованным и это не влечет за собой чрезмерно большой рост запасов административно-территориального районирования.

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Изложенная методика позволяет

установить для территории каждой области единые характеристические значения климатических нагрузок исходя из заданной вероятности их превышения данными отдельными метеостанций (обеспеченности территориального районирования).

2. Запасы административно-территориального районирования, которые зависят от разброса характеристических значений нагрузок по территории области, сопоставимы с запасами карт территориального районирования Государственных строительных норм Украины «Нагрузки и воздействия».

3. В отдельных случаях может быть целесообразным разделение областей на группы административных районов, что позволяет уменьшить излишние запасы районирования, но несколько усложняет использование результатов.

4. Преимущества предложенного способа административно-территориального районирования климатических нагрузок состоят в упрощении норм нагрузок за счет отказа от карт и представления характеристических значений всех нагрузок в одной таблице, в простоте использования такой таблицы, а также в безошибочности определения характеристических значений нагрузок.

5. В дальнейшем планируется применение предложенной методики с целью разработки административно-территориального районирования климатических нагрузок для всей территории Украины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ДБН В.1.2–2:2006.** Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. – Киев : Мінбуд України, 2007. – 60 с.
2. **ТКП ЕН 1991–1–3:2009.** Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Ч. 1–3: Снеговые нагрузки. – Минск : МАиС, 2010. – 42 с.
3. **ТКП ЕН 1991–1–4:2009.** Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Ч. 1–4: Ветровые нагрузки. – Минск : МАиС, 2010. – 120 с.
4. **Пашинський, В. А.** Способи територіального районування кліматичних навантажень / В. А. Пашинський, М. В. Пашинський, В. В. Пашинський // Вісн. Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса : Атлант, 2016. – Вип. 64. – С. 103–109.



5. **Пашинський, В. А.** Методика адміністративно-територіального районування кліматичних навантажень на будівельні конструкції / В. А. Пашинський // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне, 2016. – Вип. 32. – С. 387–393.

6. **Вентцель, Е. С.** Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – Москва : Наука, 1969. – 576 с.

Статья сдана в редакцию 29 декабря 2017 года

Геннадий Борисович Филimoniхин, д-р техн. наук, проф., Центральноукраинский национальный технический университет. E-mail: filimonikhin@ukr.net.

Николай Викторович Пашинский, аспирант, Центральноукраинский национальный технический университет. E-mail: filonalone@gmail.com.

Gennadiy Borisovich Filimonikhin, DSc (Engineering), Prof., Central Ukrainian National Technical University. E-mail: filimonikhin@ukr.net.

Mykola Victorovych Pashynskiy, PhD student, Central Ukrainian National Technical University. E-mail: filonalone@gmail.com.

