

ИНФОРМАТИКА

Вестник Сыктывкарского университета.

Серия 1: Математика. Механика. Информатика.

Выпуск 2 (31). 2019

УДК 004.051

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СТОИМОСТИ
СЛОЖНЫХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ
ХАРАКТЕРИСТИК ВИДЕОКАРТ**

С. А. Хозяинов

Статья описывает способ определения относительной стоимости сложных устройств с помощью нормализации значений параметров и аддитивного критерия оценки эффективности вычислительных машин.

Ключевые слова: сложные устройства, видеокарты, аддитивный критерий, эффективность вычислительных машин, тендер.

1. Введение: проблемная область и определения

Каждый потребитель перед приобретением сложных устройств сталкивается с необходимостью предварительно оценить и сравнить их характеристики. Как правило, сделать это достаточно сложно в силу большого разнообразия параметров изделий и большого разброса цен на них. Основной вопрос в том, как согласовать все требования к изделию, порой в чем-то противоречивые, как соединить их в простую и доступную формулу — критерий, по которому можно было бы легко оценить устройство, понять, стоит ли оно той цены, которая за него запрашивается.

Интересующие нас устройства согласно законодательству принадлежат к числу технически сложных товаров, перечень которых утвержден Постановлением № 924 Правительства Российской Федерации от 10.11.2011 [1]. Из этого перечня мы в первую очередь имеем в виду «Системные блоки, компьютеры стационарные и портативные, включая ноутбуки, и персональные электронные вычислительные машины» (пункт 7), хотя не исключаем применимость методики и к другим технически сложным товарам.

Технически сложные товары в части пункта 7 перечня являются предметом многочисленных обзоров и обсуждений на тематических форумах (напр., forum.gigabyte.ru, forum-ru.msi.com и др.), специализированных интернет-ресурсах (ixbt.com, habr.com и др.) и сайтах компаний, реализующих эти товары (dns-shop.ru, regard.ru и др.). Каждое изделие окружено богатым информационным фоном, как правило, противоречивым по оценкам и выводам. Потребители стремятся обнаружить связь между характеристиками оборудования и ценами на него, изучают обзоры, отзывы и комментарии, пытаются уяснить, какой характеристикой можно было бы пожертвовать и во имя чего. Зачастую вся эта сложная коммуникация подвергается субъективной оценке по шкале «нравится — не нравится». Все это не способствует упрощению задачи.

Вопрос о соответствии цены и желаемых характеристик товара существует не только для частного потребителя. Достаточно остро стоит проблема закупки сложного оборудования в рамках тендеров [2]¹. Специалисты, имеющие практический опыт закупок, так ставят задачу «*формализации <курсив мой — С. Х.> предмета закупки*»: «С точки зрения инженерии, сложное оборудование нужно правильно покупать», следует определить «требования к продукции, ее тех. параметрам», «ка-

¹См., напр., статьи раздела «Обучение закупкам» на сайте оператора электронной торговой площадки ОТС-tender АО «ОТС». URL: <https://otc.ru>.

кие из показателей продукции <...> для Заказчика обязательны, какие — желательны, какие нежелательны, а какие — неприемлемы»². Ясно, что вопрос обоснованности цены в свете этих и других требований не является праздным.

Для оценки характеристик сложных устройств удобно использовать критерии эффективности микропроцессорных систем: выделение главного показателя, способ последовательных уступок, отношение частных показателей, аддитивный критерий, мультипликативный критерий, максиминную форму. Поскольку значения оцениваемых *частных показателей* (параметров) систем выражены в различных единицах измерения, перед применением критериев эффективности следует решать задачу *нормализации* параметров, т. е. приводить их к общей шкале. Наиболее удачным приемом здесь является использование безразмерной величины [3, с. 47—50]. Эти инструменты находят применение и в других областях, например при оценке влияния шаблонов архитектуры программного обеспечения на характеристики приложений, предназначенных для решения транспортных и логистических задач [4, 5].

Предлагаемый ниже способ выявления относительной стоимости сложных устройств опирается на *процедуру нормализации* значений параметров и *аддитивный критерий* оценки эффективности микропроцессорных систем. Метод позволяет по произвольно отобранным параметрам *формально* сопоставить любое количество устройств и определить их относительную стоимость. Он включает пять шагов: 1) выбор параметров и описание устройств; 2) устранение избыточности словаря параметров; 3) нормализация значений параметров и интегральная оценка *характеристик* устройств; 4) нормализация значений интегральной оценки характеристик и показателя цены; 5) интегральная оценка *стоимости* устройств (определение относительной стоимости).

²См. статью О. Паршина «Особенности закупки сложного оборудования в рамках 223-ФЗ». URL: https://otc.ru/academy/articles/zakpki_slozhnogo_oborud_223_veb.

Рассмотрим метод на примере оценки характеристик видеокарт, введя для ясности следующие определения: 1) параметр — величина, значения которой характеризуют какое-либо простое (неделимое) или сложное (комплексное) свойство объекта; 2) обобщенный параметр — параметр, значения которого производны от значений других параметров и несут информацию об объекте через связь двух и более его свойств; 3) интегральная оценка — обобщенный параметр, несущий информацию обо всех рассмотренных свойствах объекта в заранее заданном аспекте.

2. Выбор параметров и описание устройств

Сначала определим оцениваемые параметры устройств:

$P01$ — максимальная частота (МГц) графического процессора (GPU);

$P02$ — количество универсальных процессоров (УП);

$P03$ — объем памяти (Гбайт);

$P04$ — рабочая частота памяти (МГц);

$P05$ — ширина шины (в битах);

$P06$ — максимальная потребляемая мощность (Вт);

$P07$ — цена (в рублях).

Затем отберем для эксперимента несколько устройств с разными GPU: Sapphire 11265-01-20G (**RX 580**); MSI GTX 1060 ARMOR 3G OCV1 (**GTX 1060**); MSI GTX 1070 AERO ITX 8G OC (**GTX 1070**); ASUS ROG-STRIX-RXVEGA56-O8G-GAMING (**RX Vega 56**); MSI RX VEGA 64 AIR BOOST 8G OC (**RX Vega 64**); PowerColor AXVII 16GBHBM2-3DH (**Radeon VII**); Palit NE62080S20P2-180A (**RTX 2080**); Gigabyte GV-N2070GAMING OC-8GC (**RTX 2070**); Palit NE62060T18J9-1062A (**RTX 2060**). Опишем их в табл. 1, переписав значения нужных параметров с сайта dns-shop.ru (использованы данные от 28.04.2019).

3. Устранение избыточности словаря параметров

На этом шаге необходимо выявить взаимосвязанные параметры и сократить их количество одним из двух способов: 1) выявить дублиру-

Таблица 1

Характеристики оцениваемых устройств

GPU	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07
RX 580	1411	2304	8	2000	256	2351	7499
GTX 1060	1759	1152	3	2002	192	1201	5999
GTX 1070	1721	1920	8	2002	256	1503	5299
RX Vega 56	1471	3584	8	1600	2048	2102	8799
RX Vega 64	1575	4096	8	1890	2048	2953	4499
Radeon VII	1750	3840	16	2000	4096	3006	1999
RTX 2080	1815	2944	8	14000	256	2256	60999
RTX 2070	1740	2304	8	14000	256	1754	2999
RTX 2060	1830	1920	6	14000	192	1902	8499

ющие друг друга параметры и отбросить лишние; 2) построить обобщенные параметры, выразив наблюдаемую между теми или иными параметрами связь в виде математического выражения. Например, если в составе GPU есть n УП и каждый из них в общем случае может работать с максимальной тактовой частотой a , то ясно, что GPU в секунду может выполнять до $a \cdot n$ тактов.

В нашем случае существуют две пары связанных параметров: 1) $P01$ и $P02$; 2) $P04$ и $P05$. Выразим эти связи следующими выражениями:

$$1) P01 \times P02 = P01_i \cdot P02_i \cdot 0,000001 \text{ (трлн. тактов GPU в сек.)};$$

$$2) P04 \times P05 = P04_i \cdot P05_i / 8 / 1024 \text{ (пропускная способность, Гбайт/сек.)}.$$

Значения полученных обобщенных параметров перечислены в табл. 2. В результате этого шага число параметров сокращается с семи до пяти.

4. Нормализация и оценка характеристик устройств

На данном этапе мы не рассматриваем цену ($P07$), оставляя только четыре параметра, потому что именно ее в конечном счете мы и хотим

Таблица 2

Обобщенные параметры оцениваемых устройств

GPU	$P01 \times P02$	$P04 \times P05$
RX 580	3,251	62,500
GTX 1060	2,026	46,922
GTX 1070	3,304	62,563
RX Vega 56	5,272	400,000
RX Vega 64	6,451	472,500
Radeon VII	6,720	1000,000
RTX 2080	5,343	437,500
RTX 2070	4,009	437,500
RTX 2060	3,514	328,125

взвесить. Другими словами, цена не рассматривается нами как объективная и желаемая характеристика самого изделия. Напротив, она есть то, что может изменяться независимо от объективных качеств самого изделия (по конъюнктурным соображениям, в силу действия ценовой политики изготовителя или продавца и др.), а это именно тот фактор, действие которого потребитель стремится минимизировать. С учетом этого все характеристики можно поделить на две группы:

- 1) чем значение больше, тем лучше (частоты, ширина шины и др.);
- 2) чем значение меньше, тем лучше (потребляемая мощность).

Значения этих групп могут быть выражены в виде безразмерных величин (1) и (2) соответственно [3, с. 49–50]:

$$\bar{A}_i = \frac{A_i}{A_{max_i}}, \quad \bar{A}_i = \frac{A_{max_i} - A_i}{A_{max_i}}, \quad (1), (2)$$

где A_i — значение i -го показателя (параметра устройства).

Можно видеть, что безразмерная величина (2) будет тем больше, чем меньше значение A_i . Ясно также, что эта величина никогда не будет равна единице для тех параметров, нормализуемое значение кото-

рых не может быть равно нулю (например, максимальная потребляемая мощность). Это означает, что удельный вес таких параметров всегда будет меньше удельного веса параметров, нормализованных по формуле (1). В связи с этим представляется целесообразным нормализовать значения таких параметров через минимум, т. е. использовать вместо (2) следующую величину:

$$\bar{A}_i = \frac{A_{\min_i}}{A_i}. \quad (3)$$

Так мы получаем ключевой прием нормализации названных выше групп значений: первую группу следует нормализовать **через максимум**, а вторую — **через минимум**. Тогда каждое нормализованное значение будет тем ближе к единице, чем ближе нормализуемое значение к обозначенному нами идеалу (максимуму или минимуму), а все параметры будут равнозначны *по весу*.

Приняв вес a_i каждого i -го параметра равным единице и сложив все \bar{A}_i отдельно по каждому изделию, получим взвешенную **интегральную оценку характеристик** устройств K (5). По форме она соответствует аддитивному критерию оценки эффективности микропроцессорных систем (4) [3, с. 48—49], если в нем заменить значение A_i на нормализованный вариант этого значения \bar{A}_i :

$$K = \sum_{i=1}^n \alpha_i A_i \rightarrow \max, \quad K = \sum_{i=1}^n \alpha_i \bar{A}_i \rightarrow \max, \quad (4), (5)$$

где n — число параметров.

Чем больше значение оценки, тем ближе изделие к заданному нами идеалу с учетом заданной нами же системы характеристик оцениваемых изделий. Результат нормализации для всех четырех параметров (два обобщенных и два исходных) и вычисленная на их основе **интегральная оценка** характеристик устройств приведены в табл. 3³.

³Все значения округлены *только в записи, не в расчетах*. Поэтому повторные вычисления *по данным таблиц* могут не совпасть в точности с представленными ре-

Таблица 3

Нормализованные характеристики устройств и интегральная оценка

GPU	\bar{A}_i				K
	P01×P02	P04×P05	P03	P06	
RX 580	0,484	0,063	0,500	0,511	1,557
GTX 1060	0,302	0,047	0,188	1,000	1,536
GTX 1070	0,492	0,063	0,500	0,800	1,854
RX Vega 56	0,785	0,400	0,500	0,571	2,256
RX Vega 64	0,960	0,473	0,500	0,407	2,339
Radeon VII	1,000	1,000	1,000	0,400	3,400
RTX 2080	0,795	0,438	0,500	0,533	2,266
RTX 2070	0,597	0,438	0,500	0,686	2,220
RTX 2060	0,523	0,328	0,375	0,632	1,858

Как видно из таблицы, наилучшим объемом памяти обладает устройство с GPU Radeon VII (16 Гбайт), наилучшим показателем энергопотребления — устройство с GPU GTX 1060 (120 Вт). В пределах представленного набора видеокарт наибольшее значение *интегральной оценки* демонстрирует устройство с Radeon VII (3,4 — см. табл.), хотя его показатель энергопотребления наихудший.

5. Нормализация оценки характеристик и показателя цены

Вычисленные значения позволяют легко сравнивать между собой изделия, поэтому полученная таблица имеет ценность сама по себе. Однако все еще нелегко понять, какое изделие является наилучшим по соотношению цены и качества. Чтобы найти ответ на этот вопрос, выразим значения *интегральной оценки* и показателя *цены* изделий в виде *нормализованных значений*. Нормализацию выполним **через максимум** по формуле (2) (результаты см. в табл. 4). Теперь все множество

зультатами. Для их полного воспроизведения надо отталкиваться от данных табл. 1.

Таблица 4

**Нормализованные значения
интегральной оценки характеристик и цены**

GPU	\bar{A}_K	\bar{A}_{P07}
RX 580	0,458	0,282
GTX 1060	0,452	0,258
GTX 1070	0,545	0,569
RX Vega 560	0,664	0,465
RX Vega 640	0,688	0,556
Radeon VII	1,000	1,000
RTX 2080	0,666	0,984
RTX 2070	0,653	0,694
RTX 2060	0,546	0,460

характеристик устройств сводится к двум интуитивно понятным величинам:

1) *нормализованная интегральная оценка характеристик* (\bar{A}_K), которая выражает в долях приближение характеристик изделия к нами же заданному идеалу (например, 0,25 — четверть от «идеала», 0,5 — половина от «идеала»);

2) *нормализованный показатель цены* (\bar{A}_{P07}), который выражает в долях приближение цены изделия к нами же заданному верхнему пределу цены (например, 0,5 — половина от предела цены, 1 — предел цены).

Таблица показывает, как доля \bar{A}_K желаемых характеристик изделия соотносится с долей \bar{A}_{P07} предельно высокой цены. Естественно *ожидать*, чтобы характеристики, обладающие наивысшей оценкой, обладали наибольшей стоимостью, и наоборот, например: $\bar{A}_K = 1$, $\bar{A}_{P07} = 1$ — наилучшие характеристики стоят наиболее дорого; $\bar{A}_K = 0,5$, $\bar{A}_{P07} = 0,5$ — ухудшение характеристик в два раза влечет снижение цены в два раза; $\bar{A}_K = 0$, $\bar{A}_{P07} = 0$ — наихудшие характери-

стики не стоят ничего.

Однако подобная зависимость наблюдается не всегда. Это объясняется действием разных причин. Во-первых, может иметь место ошибка при выборе оцениваемых параметров — например недостаточное внимание к тем объективным характеристикам изделий, которые влияют на его цену (качество и цена деталей и комплектующих, сопоставимость используемых в устройстве технологий и пр.). Во-вторых, на цену изделия влияет ряд факторов текущей конъюнктуры (например, ценовая политика изготовителя и продавца), которые трудно выявить и оценить. Если эксперимент корректен с точки зрения выбора сравниваемых характеристик, метод позволяет выявить влияние конъюнктурных факторов на цену изделий и подобрать наилучшее решение.

6. Оценка стоимости устройств

Для удобства введем понятие *пункта* как единицы изменения нормализованной через (1) и (3) величины, приняв максимальное (по модулю) значение такой величины равным 100, а минимальное — нулю:

$$P_{\bar{A}_i} = \bar{A}_i \cdot 100. \quad (6)$$

Например, применив (6) к данным таблицы 4, для каждого устройства можем получить наблюдаемое количество *пунктов интегральной оценки характеристик* $P_{\bar{A}_K}$ и *пунктов показателя цены* $P_{\bar{A}_{P07}}$.

С учетом понятия *пункта* на основе оценки характеристик и показателя цены построим варианты **интегральной оценки стоимости** устройств Z для нахождения искомой *относительной стоимости их характеристик*:

$$Z_1 = \frac{P_{\bar{A}_{P07}}}{P_{\bar{A}_K}}, \quad Z_2 = Z_1 \cdot 100 - 100. \quad (7), (8)$$

Оценка (7) показывает стоимость одного пункта интегральной оценки характеристик, выраженную в долях ожидаемого значения показате-

Таблица 5

Относительная стоимость устройств

GPU	P_{AK}	P_{AP07}	Z_1	Z_2
RX 580	45,8	28,2	0,62	-38
GTX 1060	45,2	25,8	0,57	-43
GTX 1070	54,5	56,9	1,04	4
RX Vega 56	66,4	46,5	0,70	-30
RX Vega 64	68,8	55,6	0,81	-19
Radeon VII	100	100	1,00	0
RTX 2080	66,6	98,4	1,48	48
RTX 2070	65,3	69,4	1,06	6
RTX 2060	54,6	46	0,84	-16

ля цены. Оценка (8), соответственно, показывает в пунктах отклонение *наблюдаемого* значения показателя цены от его *ожидаемого* значения (см. комментарий к табл. 4). Положительное число — «наценка», отрицательное — «скидка».

В табл. 5 можно видеть, что стоимость одного пункта интегральной оценки характеристик карты с GPU RX 580 составляет лишь 2/3 ожидаемой цены ($Z_1 = 0,62$). Карта с Radeon VII продается за ожидаемую цену ($Z_1 = 1$). Размер «скидок» и «наценок» относительно ожидаемой цены показывает величина Z_2 (для первого устройства $Z_2 = -38$, для второго $Z_2 = 0$). Следуя этой логике, легко видеть, что по соотношению цена / качество наиболее выгодной покупкой в нашем демонстрационном эксперименте является устройство с GTX 1060 ($Z_2 = -43$), а наименее выгодной — устройство с GPU RTX 2080 ($Z_2 = 48$).

7. Заключение

Всю процедуру *можно упростить*, пропустив нормализацию значений интегральной оценки характеристик и показателя цены и применив оценку (7) к ненормализованным значениям этих показателей. Это

упрощение обладает двумя недостатками:

1. Дает выраженную в определенной валюте стоимость безразмерных условных единиц интегральной оценки K . В результате относительная стоимость будет выглядеть как абсолютная, что может привести потребителя к некорректным сравнениям несуществующих на самом деле (полученных в результате вычислений) цен.

2. Не позволяет потребителю выработать для себя понятие ожидаемой цены — такой цены, которую для данного множества вариантов устройств можно было бы считать «нормальной», т. е. не завышенной и не заниженной (см., например, в табл. 5 значения Z для устройств с GTX 1070, Radeon VII, RTX 2070, а в табл. 6 — значения Z для устройств с Radeon VII и RTX 2070).

Поэтому рекомендуется использовать процедуру в ее полном варианте, представленном в статье.

Делая выводы, следует помнить, что методика не позволяет определить производительность устройств в тех или иных задачах как таковую — это можно выявить только с помощью специальных тестов. Нельзя также забывать, что и сами результаты подобных тестов есть не что иное, как один из показателей оценки, который при необходимости можно учесть. При этом значимость того или иного показателя каждый раз должна определяться заново, так как в разных приложениях обретают важность разные характеристики устройств. В этом смысле предлагаемая методика является универсальной, так как позволяет оценить относительную стоимость именно тех характеристик устройств, которые важны для потребителя. Поэтому перечень оцениваемых показателей и их значимость для оценки должен определять сам потребитель.

В рассмотренном выше примере предполагается, что все параметры устройств равнозначны, поэтому при вычислении взвешенной интегральной оценки характеристик (5) вес каждого параметра был принят равным единице. В случае, когда это не так, достаточно при нормализа-

Таблица 6

Значения интегральных оценок при $\alpha_{P06} = 2$

GPU	K	\bar{A}_K	$P_{\bar{A}_K}$	$P_{\bar{A}_{P07}}$	Z_1	Z_2
RX 580	2,068	0,544	54,4	28,2	0,52	-48
GTX 1060	2,536	0,667	66,7	25,8	0,39	-61
GTX 1070	2,654	0,698	69,8	56,9	0,82	-18
RX Vega 56	2,827	0,744	74,4	46,5	0,62	-38
RX Vega 64	2,746	0,723	72,3	55,6	0,77	-23
Radeon VII	3,800	1,000	100	100	1,00	0
RTX 2080	2,799	0,737	73,7	98,4	1,34	34
RTX 2070	2,906	0,765	76,5	69,4	0,91	-9
RTX 2060	2,489	0,655	65,5	46	0,70	-30

ции значений частных показателей использовать весовые коэффициенты, отличные от единицы. Так, если нужно *повысить значимость показателя максимальной потребляемой мощности в два раза*, достаточно умножить все нормализованные значения *этого показателя* на два (например, по табл. 3 для карты с GTX 1070 получим $0,800 \cdot 2 = 1,600$). Это не повлияет, разумеется, на показатель цены и производные от него величины \bar{A}_{P07} и $P_{\bar{A}_{P07}}$, но изменит все значения интегральной оценки K и ее нормализованного варианта \bar{A}_K и, следовательно, относительную стоимость характеристик (см. табл. 6).

Оценивая данные этой таблицы, надо вспомнить, что показатель максимальной потребляемой мощности нормализуется через минимум (3), потому что относится к группе параметров, значение которых тем лучше, чем оно ниже. Сравнение новых результатов с прежними (см. таблицы 3, 4 и 5) показывает, что повышение значимости показателя экономности энергопотребления в два раза не меняет указаний ни на самое переоцененное устройство (с GPU RTX 2080), ни на наиболее выгодное приобретение (с GPU GTX 1060). В обоих случаях «скидка» на последнее устройство оказывается внушительной ($Z_2 = -61$ в табл. 6

и $Z_2 = -43$ в табл. 5). Достаточно привлекательными также оказываются устройства с RX 580 (ср.: $Z_2 = -48$ и $Z_2 = -38$), с RX Vega 56 (ср.: $Z_2 = -38$ и $Z_2 = -30$) и некоторые другие. Как видно, прежние результаты подтверждаются новыми при двукратном увеличении весового коэффициента α для $P06$, что косвенно указывает на устойчивость и надежность методики.

В любом случае, варьируя весовые коэффициенты частных показателей и пересчитывая относительную стоимость устройств, можно получать дополнительные оценки, помогающие лучше определиться с выбором устройства.

Список литературы

1. Собрание законодательства Российской Федерации. 2011. № 46. Ст. 6539.
2. Корпоративные закупки — 2016: практика применения федерального закона № 223-ФЗ : сборник докладов. М.: Книга по требованию, 2016. 232 с.
3. Орлов С. А., Цилькер Б. Я. Организация ЭВМ и систем : учебник для вузов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2011. 688 с.
4. Orlov S., Vishnyakov A. Pattern-oriented architecture design of software for logistics and transport applications // *Transport and Telecommunication*. 2014. Vol. 15. No 1. Pp. 27–41.
5. Orlov S., Vishnyakov A. Pattern-oriented decisions for logistics and transport software // *Transport and Telecommunication*. 2010. Vol. 11. No 4. Pp. 46–58.

Summary

Khozyainov S. A. Identification of the relative cost of technically complex devices: An evaluation of graphics cards

The article describes a method for determining the relative cost of technically complex devices using normalization of parameter values and additive criterion for evaluating the efficiency of computers.

Keywords: complex devices, graphics cards, additive criterion, efficiency of computers, tender.

References

1. *Sobranie zakonodatel'stva Rossiiskoi Federatsii* (Collected Legislation of the Russian Federation), 2011, No 46, Article 6539 (In Russian).
2. *Korporativnye zakupki — 2016: praktika primeneniya Federal'nogo zakona № 223-FZ: sbornik dokladov* (Corporate procurement — 2016: practice of application of the Federal law No 223-FL. The collection of reports), Moscow, Book on Demand Publ., 2016, 232 p. (In Russian).
3. **Orlov S. A., Tsilker B. Ya.** *Organizatsiya EVM i sistem : uchebnik dlya vuzov* (Organization of computers and systems: textbook for high schools), St. Petersburg, Piter Publ., 2011, 688 p. (In Russian).
4. **Orlov S., Vishnyakov A.** Pattern-oriented architecture design of software for logistics and transport applications, *Transport and Telecommunication*, 2014, Vol. 15, No 1, pp. 27–41.
5. **Orlov S., Vishnyakov A.** Pattern-oriented decisions for logistics and transport software, *Transport and Telecommunication*, 2010, Vol. 11, No 4, pp. 46–58.

Для цитирования: Хозяинов С. А. Выявление относительной стоимости сложных устройств на примере оценки характеристик видео-

карт // *Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 1: Математика. Механика. Информатика. 2019. Вып. 2 (31). С. 42–57.*

For citation: Khozyainov S. A. Identification of the relative cost of technically complex devices: An evaluation of graphics cards, *Bulletin of Syktyvkar University. Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics*, 2019, 2 (31), pp. 42–57.

СГУ им. Питирима Сорокина

Поступила 18.11.2019