



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОУТБУКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

*Алефиренко Виктор Михайлович
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

E-mail: alefirenko@bsuir.by

*Денскевич Артем Дмитриевич
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Асиненко Алексей Михайлович
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

E-mail: asinenko2016@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты расчетов комплексных показателей качества ноутбуков. Показаны диаграммы распределения комплексных показателей качества, по которым можно осуществлять выбор наиболее подходящей модели ноутбука.

Ключевые слова: комплексные показатели, качество, ноутбуки.

Современные ноутбуки могут использоваться не только для обработки информации, но и для управления различными устройствами путем их подключения к соответствующим портам. Ноутбук – это переносной, раскладной персональный компьютер (ПК) с автономным временем работы, т.е. временно независим от внешнего питания, состав интегрированных комплектующих, устройств ввода и вывода и является портативным мобильным устройством. Ноутбук помещается в специальную сумку, что облегчает его транспортировку. Визуально ноутбук делится на две части – крышку с дисплеем и остальную часть корпуса, в которой находятся важные компьютерные компоненты. Сам корпус может быть выполнен из пластика, лёгкого металла и других гибридных материалов. В дорогих ноутбуках часто в качестве материала корпуса

используется металл. Как правило, здесь применяются легкие «авиационные» металлы – алюминий, магниевые сплавы и т.п. При использовании металла, помимо солидного и «дорогого» внешнего вида, достигается недостижимая для пластика тонкая толщина корпуса. Изнутри корпус ноутбука покрыт тонким слоем фольги для изоляции от воздействия электромагнитных полей. Дополнительная прочность достигается путем встраивания металлического корда по периметру корпуса. Крышка с ЖК-дисплеем выполняет функцию экрана. В настоящее время комплектующие ноутбуков практически аналогичны комплектующим стационарного ПК. Однако мобильность ноутбука определяет размер и требования к энергопотреблению всех его узлов.

Основой всего ноутбука является материнская плата, на нее устанавливаются и к ней подключаются другие узлы ноутбука. Стандартов у материнских плат ноутбуков фактически нет, поэтому они уникальны по размерам, форме и размещению на них элементов. Экран ноутбука представляет собой жидкокристаллическую матрицу, помещенную в верхнюю крышку ноутбука. От матрицы ноутбука идут шлейфы к видеокарте. Также в крышке ноутбука находятся лампы подсветки и другие дополнительные устройства такие как: микрофон, антенны модулей беспроводной связи Wi-Fi и Bluetooth. В некоторых моделях в крышку ноутбука могут устанавливаться и динамики. Система охлаждения ноутбука начинается с вентиляционных отверстий на днище ноутбука и кулера производящего забор воздуха. Воздух направляется на медный тепловод или радиатор, который соединен с процессором, а иногда и с чипсетом на материнской плате.

Как и в стационарном ПК, видеокарта ноутбука может быть встроенной или внешней. Внешней видеокартой обычно оснащаются «игровые» ноутбуки. В приводе ноутбука, как правило, отсутствует механизм выдвижного лотка, что делает его более компактным. Для передачи информации вместо DVD-привода можно использовать USB порт. Оперативная память в ноутбуках мало чем отличается от привычной оперативной памяти в стационарных ПК. Она просто меньше размером и имеет более плотное расположение чипов.

Процессоры ноутбуков также принципиально мало чем отличаются от процессоров в стационарных ПК. При разработке процессоров для ноутбуков большое внимание уделяется снижению энергопотребления и теплоотдачи.

Жесткий диск ноутбука хотя и отличается меньшими размерами, но может иметь объемы, сравнимые с жесткими дисками стационарных ПК. Чаще всего используется интерфейс SATA. В последнее время все более популярными становятся твердотельные жесткие диски (SSD), разработанные на основе flash-памяти. Они работают намного быстрее и практически не греются, но обладают высокой ценой.

Аккумулятор крепится без винтов на защелках и легко снимается. Аккумулятор ноутбука состоит из отдельных элементов, собранных в один корпус. От емкости аккумулятора зависит автономное время работы ноутбука.

Важное значение для ноутбуков имеют также виды и количество портов, через которые к нему могут одновременно подсоединяться различные

периферийное оборудование: сканеры, принтеры, мыши, внешние накопители, флешки, фотоаппараты, мобильные телефоны и др. В настоящее время в ноутбуках могут применяться в различных сочетаниях и количествах следующие интерфейсы: USB (Universal Serial Bus); eSATA (External SATA); FireWire (IEEE 1394, у Sony – i.LINK); DVI (Digital Visual Interface); VGA (Video Graphics Adapter) или D-Sub (D-subminiature); HDMI (High Definition Multimedia Interface); DisplayPort; Ethernet (RJ-45 или LAN); Thunderbolt; ExpressCard; Разъем для подключения док-станции, порта-репликатора; аудиоразъемы.

В настоящее время на рынке представлено большое разнообразие моделей ноутбуков, выпускаемых различными фирмами. Поэтому, выбор наиболее оптимальной по своим техническим характеристикам модели представляет определенную трудность не только для обычного пользователя, но и для специалиста, так как требует анализа большого числа таких характеристик, отличающихся своими количественными значениями.

Для решения этой проблемы можно использовать комплексный метод определения качества изделий, который позволяет учитывать все принятые во внимание технические характеристики и их числовые значения [1].

Комплексный метод оценки качества изделий предполагает использование комплексных показателей, в качестве которых могут использоваться:

– средневзвешенный арифметический:

$$K_{\text{ариф}} = \sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} \cdot k_{Hi} ; \quad (1)$$

– средневзвешенный геометрический:

$$K_{\text{геом}} = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m k_{Hi}^{\alpha_{Hi}}} ; \quad (2)$$

– средневзвешенный гармонический:

$$K_{\text{гарм}} = \frac{\sum_{i=1}^m \alpha_{Hi}}{\sum_{i=1}^m \frac{\alpha_{Hi}}{k_{Hi}}} , \quad (3)$$

где k_{Hi} – нормированный i -й единичный показатель; α_{Hi} – нормированный коэффициент, характеризующий вес (значимость, важность) i -го единичного показателя; m – количество единичных показателей, принятых во внимание.

Как видно из формул (1) – (3), средневзвешенный показатель характеризует m различных свойств изделия. Комплексные средневзвешенные

показатели $K_{\text{ариф}}$, $K_{\text{геом}}$, $K_{\text{гарм}}$ представляют собой условную величину, выражаемую в условных (относительных), единицах и реального физического содержания не имеет.

Для получения нормированных (безразмерных) значений единичных показателей k_{Hi} могут использоваться следующие выражения:

$$K_{\text{Hi}} = \frac{k_i - k_{\text{кр } i}}{k_{\text{опт } i} - k_{\text{кр } i}}; \quad K_{\text{Hi}} = \frac{k_i}{k_{\text{max } i}}; \quad K_{\text{Hi}} = \frac{k_{\text{min } i}}{k_i}, \quad (4)$$

где k_i – исходное значение i -го единичного показателя; $k_{\text{кр } i}$ – критическое значение i -го единичного показателя; $k_{\text{опт } i}$ – оптимальное значение i -го показателя; $k_{\text{max } i}$ – максимальное значение i -го показателя; $k_{\text{min } i}$ – минимальное значение i -го показателя.

Если исходные значения k_i лежат в пределах $k_{\text{кр } i} < k_i < k_{\text{опт } i}$ или $k_{\text{опт } i} < k_i < k_{\text{кр } i}$, то нормированные значения k_{Hi} будут лежать в пределах $0 < k_{\text{Hi}} < 1$.

Коэффициенты значимости α_{Hi} для выражений (1) – (3) должны выбираться соответственно таким образом, чтобы обеспечивалось одно из условий:

$$\sum_{i=1}^m \alpha_{\text{Hi}} = 1; \quad \prod_{i=1}^m \alpha_{\text{Hi}} = 1. \quad (5)$$

То есть коэффициенты значимости должны лежать в пределах $0 < \alpha_{\text{Hi}} < 1$.

Для сравнительного анализа было выбрано 7 моделей ноутбуков ведущих производителей Lenovo, Apple, Acer, Asus и Dell [2-8]. Основные технические характеристики этих ноутбуков приведены в таблице 1.

Для расчетов комплексных показателей качества в качестве единичных показателей были выбраны следующие наиболее важные технические характеристики ноутбуков:

- диагональ экрана;
- разрешение экрана по горизонтали;
- разрешение экрана по вертикали;
- тактовая частота процессора;
- turbo-частота процессора;
- объем оперативной памяти;
- объем жесткого диска;
- объем видеопамяти;
- максимальное время работы аккумуляторной батареи;
- масса ноутбука.

Таблица 1

Основные технические характеристики ноутбуков

| Модель ноутбука | | | | | | | |
|---|---------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Единичный показатель | Lenovo IdeaPad 520-15 | Apple MacBook 12 MNYF2 | Acer Aspire VX 15 VX5-591G | Asus Zenbook UX310UA | Dell Inspiron 15 7567 | Dell Latitude 5400-2545 | Acer ConceptD 9 Pro |
| Диагональ экрана, дюйм | 15,6 | 12 | 15,6 | 13,3 | 15,6 | 14,0 | 17,3 |
| Разрешение экрана, пиксель | 1920×1080 | 2304×1440 | 1920×1080 | 3200×1800 | 1920×1080 | 1920×1080 | 3840×2160 |
| Тактовая частота процессора, МГц | 1 600 | 1200 | 2 500 | 2 500 | 2 800 | 1 800 | 2 400 |
| Турбо-частота процессора, МГц | 3 400 | 3 000 | 3 500 | 3 100 | 3 800 | 4 600 | 5 000 |
| Объем оперативной памяти, Гб | 20 | 8 | 8 | 8 | 24 | 32 | 32 |
| Объем жесткого диска, Гб | 1000 | 256 | 1000 | 256 | 1000 | 512 | 1024 |
| Модель и объем видеопамяти | NVIDIA GeForce MX150 4 Гб | Intel HD Graphics 615 1 Гб | NVIDIA GeForce GTX 1050 4 Гб | Intel HD Graphics 620 1 Гб | NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti 4 Гб | Intel UHD Graphics 620 1 Гб | NVIDIA Quadro RTX 5000 16 Гб |
| Максимальное время работы аккумулятора, ч | 5 | 10 | 6 | 10 | 6 | 6 | 2,5 |
| Масса ноутбука, г | 2200 | 920 | 2500 | 1450 | 2650 | 1480 | 4500 |

Для определения численных значений комплексных показателей качества ноутбуков необходимо предварительно подготовить и преобразовать исходные данные. Для этого необходимо:

- провести преобразование технических характеристик, выраженных несколькими числовыми значениями, в величины, выраженные одним значением (разрешение экрана);
- назначить техническим характеристикам коэффициенты значимости;
- провести нормирование коэффициентов значимости;
- провести нормирование технических характеристик.

Для присвоения параметрам коэффициентов значимости, которые не приводятся ни в одном из справочных источников, был использован экспресс-метод определения коэффициентов значимости, суть которого заключалась в определении различных по важности групп технических характеристик, каждой из которых присваивались свои диапазоны, выраженные в числовом виде и равностоящие друг от друга [1]. Нормирование коэффициентов значимости

проводилось с учетом выражений (5) соответственно для арифметического и геометрического показателя.

Нормирование технических характеристик проводилось по первому выражению (4). Оптимальные и критические значения технических характеристик выбирались следующим образом:

– за оптимальное значение было взято значение на 5% превышающее максимальное значение из всех значений рассматриваемых технических характеристик, если увеличение технической характеристики приводит к увеличению качества, или значение на 5% меньше минимального значения из всех значений рассматриваемых технических характеристик, если уменьшение технической характеристики приводит к увеличению качества;

– за критическое значение было взято значение на 5% превышающее максимальное значение из всех значений рассматриваемых технических характеристик, если увеличение технической характеристики приводит к уменьшению качества, или значение на 5% меньше минимального значения из всех значений рассматриваемых технических характеристик, если уменьшение технической характеристики приводит к уменьшению качества.

Результаты расчетов, проведенные для арифметического и геометрического показателя качества по формулам (1) и (2), представлены в таблице 2.

На основании полученных результатов были построены столбиковые диаграммы распределения комплексных показателей качества ноутбуков по убыванию их значений, которые приведены на рисунках 1 и 2.

По приведенным диаграммам можно наглядно определить какое место занимает каждый ноутбук по арифметическому и геометрическому показателю качества. Исходя из диаграмм, можно выделить ноутбук Dell Latitude 5400-2545, который занял 1 место по арифметическому показателю качества и Acer Concept D 9 Pro, который занял 1 место по геометрическому показателю качества.

Такое несоответствие результатов, которое касается и других ноутбуков, объясняется тем, что каждый комплексный показатель представляет только относительные, а не абсолютные результаты распределения уровня качества исследуемых ноутбуков в рамках используемых в нем математических операций. Поэтому, для более точного определения уровня качества ноутбуков можно использовать сумму значений комплексных показателей по каждому ноутбуку. В этом случае первое место будет занимать Acer ConceptD 9 Pro, второе – Latitude 5400-2545 и третье – Acer Aspire VX 15 VX5-591G, общий вид которых приведен на рисунках 3-5.

Таблица 2

Комплексные показатели качества ноутбуков

| | Lenovo IdeaPad 520-15 | Apple Macbook 12 MNYF2 | Acer Aspire VX 15 VX5- 591G | Asus Zenboo k UX310 UA | Dell Inspiron 15 7567 | Dell Latitude 5400- 2545 | Acer Concept D 9 Pro |
|--|-----------------------------|---------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| $K_{\text{ариф}} = \sum_{i=1}^m \alpha_{Hi} \cdot k_{Hi}$ | 0,39 | 0,409 | 0,459 | 0,518 | 0,456 | 0,627 | 0,623 |
| $K_{\text{геом}} = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m k_{Hi}^{\alpha_{Hi}}}$ | 0,267 | 0,077 | 0,207 | 0,139 | 0,334 | 0,22 | 0,407 |

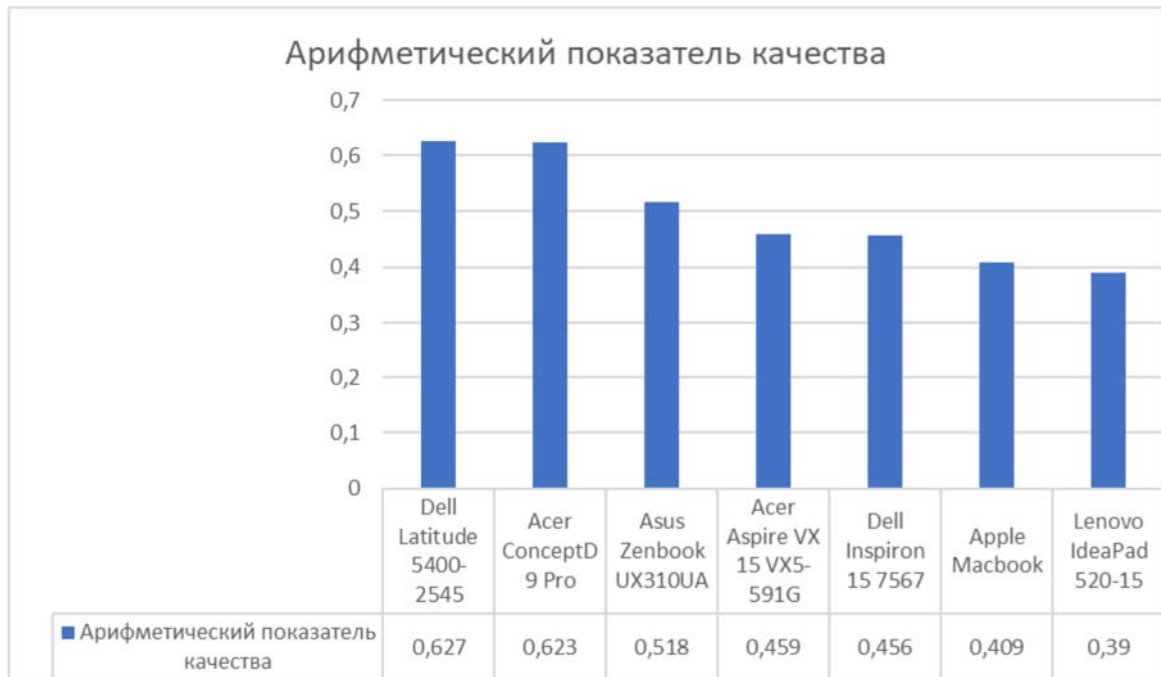


Рис. 1 Диаграммы комплексных арифметических показателей качества ноутбуков

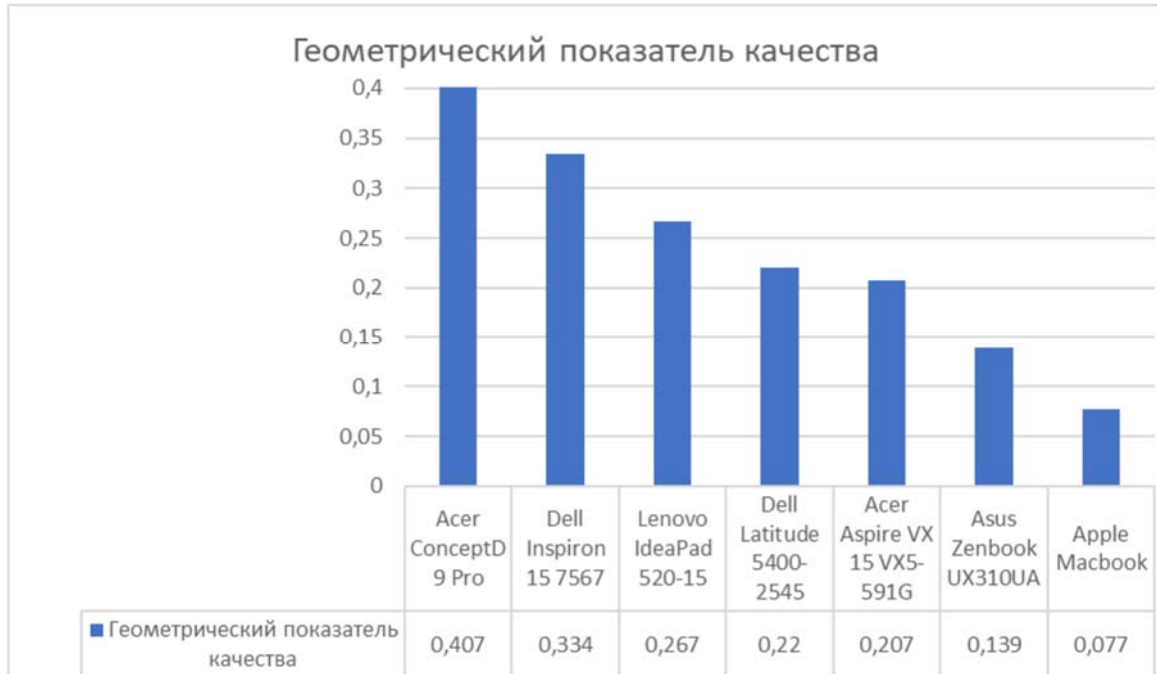


Рис. 2 Диаграммы комплексных геометрических показателей качества ноутбуков

SCIENCE TIME



Рис. 3 Ноутбук Acer ConceptD 9 Pro



Рис. 4 Ноутбук Dell Latitude 5400-2545



Рис. 5 Ноутбук Acer Aspire VX 15 VX5-591G

Литература:

1. Алефиренко В.М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности / В.М. Алефиренко // Доклады БГУИР. – 2017. – № 2 (104). – С. 39-44.
2. Ноутбук Lenovo IdeaPad 520-15 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fk.by/noutbuk-lenovo-ideapad-520-15-81bf00fnpb-20-gb-83398> (дата обращения: 25.08.2022)
3. Ноутбук Apple Macbook 12 MNYF2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://shop.by/noutbuki/apple_macbook_12_mnyf2/#desc (дата обращения: 25.08.2022)

SCIENCE TIME

4. Ноутбук Acer Aspire VX 15 VX5-591G [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fk.by/noutbuk-acer-aspire-vx15-vx5-591g-58tc-nh-gm2ep-002-55226> (дата обращения: 25.08.2022)

5. Ноутбук Asus Zenbook UX310UA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fk.by/noutbuk-asus-zenbook-ux310ua-fb405t-63507> (дата обращения: 25.08.2022)

6. Ноутбук Dell Inspiron 15 7567 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fk.by/noutbuk-dell-inspiron-15-7567-7567-3172-24-gb-80357> (дата обращения: 25.08.2022)

7. Ноутбук Dell Latitude 5400-2545 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fk.by/noutbuk-dell-latitude-5400-2545-32-gb-123944> (дата обращения: 25.08.2022)

8. Ноутбук Acer ConceptD 9 Pro [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fk.by/noutbuk-2-v-1-acer-conceptd-9-pro-cn917-71p-98en-nx-c4ser-001-135926> (дата обращения: 25.08.2022)