ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

В.М. Алефиренко,
канд.техн.наук, доцент,
А.Д. Денскевич,
магистр, ассистент,
Д.Д. Маханьков,
студент 4 курса,
БГУИР,
г. Минск, Республика Беларусь

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ КАМЕР СИСТЕМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Аннотация: в статье проведен сравнительный анализ усилителей для цифровых камер, применяемых в системах видеонаблюдения, на основе результатов комплексного анализа, включающего расчет арифметического и геометрического показателей качества. Представлены диаграммы распределения комплексных показателей качества, которые позволяют проводить сравнение и ранжирование устройств в соответствии с их техническими параметрами и выбирать наиболее эффективные модели для лучшего функционирования комплексов видеомониторинга объектов.

Ключевые слова: системы видеонаблюдения, цифровые камеры, усилители, технические параметры, сравнительный анализ, комплексные показатели качества, арифметический показатель качества, геометрический показатель качества, диаграммы распределения моделей усилителей.

На сегодняшний день большая часть систем видеонаблюдения строится на базе цифрового оборудования, доминирующего по многим показателям перед аналоговым. Исключением не являются и сами камеры, осуществляющие видеоконтроль охраняемых объектов. *IP*-камеры работают по стеку протоколов *TCP*/*IP*. *TCP*/*IP* – сетевая модель с четырьмя

уровнями прохождения данных. Такие камеры функционируют в сети *Ethernet* – технологии, объединяющей устройства в локальную сеть (*LAN*) для пакетной передачи данных. В отличие от традиционных, *IP*-камеры сжимают поток, обрабатывая его на борту видеокодеками, и тем самым не нагружают сервер [1].

При этом удаленность камер друг от друга и от серверного оборудования может достигать сотен метров, что неизбежно сказывается на качестве передачи данных по кабельным линиям. В связи с этим ключевым элементом таких сетей выступают усилители для цифровых камер, обеспечивающие устранение затухания сигналов и устойчивость каналов связи при работе на больших расстояниях.

В настоящий момент ассортимент усилителей для цифровых камер очень широк и представлен моделями, имеющими различные технические параметры, условия работы и стоимость. Это ставит перед покупателем непростую задачу по выбору конкретного устройства, удовлетворяющего его потребностям.

Чтобы упростить данный процесс, можно применять комплексный метод оценки технических параметров усилителей для цифровых камер с дальнейшим сравнением полученных значений. Данный метод предполагает использование арифметического и геометрического показателей качества, которые продемонстрировали свою применимость и эффективность на практике [2, 3]:

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

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

где $k_{\text{Н}\,i}$ – нормированный i-й единичный показатель;

$\alpha_{\text{Н}\,i}$ – нормированный коэффициент, характеризующий вес (значимость, важность) i-го единичного показателя;

m – количество единичных показателей, принятых во внимание.

В работе были проанализированы 10 моделей усилителей для цифровых камер от различных производителей: *Axis Long Range PoE Extender Kit*, *Linovision POE-EXT*3001*LP*, *Intellinet Ultra Long Range PoE++ Extender*, *Tycon Gigabit PoE Extender*, *Panduit PoE Extender*, *PLANET IPOE-E*174 *Industrial PoE++ Extender*, *TRENDnet TI-E*100 *Industrial Extender*, *Fastcabling Waterproof PoE Extender*, *Osnovo E-PoE*/1*W*, *AXIS T*8129 *PoE EXTENDER*. В качестве единичных показателей были взяты девять наиболее важных технических параметров: максимальное расстояние передачи данных, уровень защиты, совместимость *PoE*, минимальная и максимальная рабочие температуры, длина, ширина, высота и масса.

Результаты расчетов показателей качества, проведенные по формулам (1) и (2) для каждого усилителя, представлены на рисунке 1 и 2.

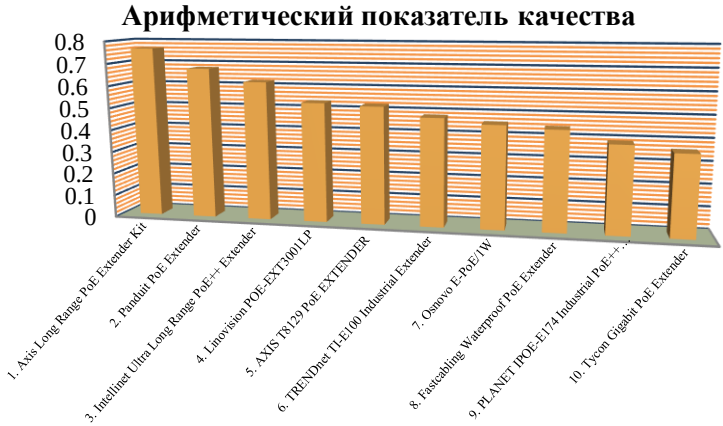


Рисунок 1 – Распределение комплексных арифметических показателей качества усилителей для цифровых камер

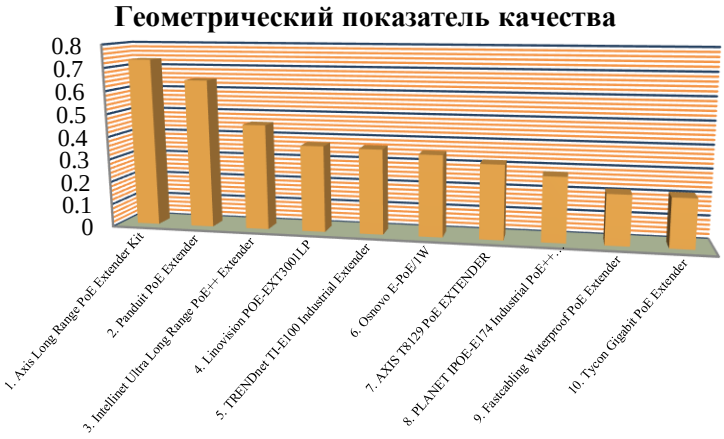
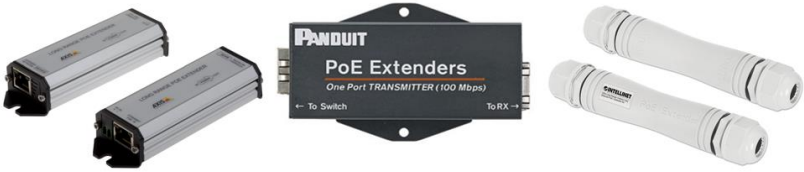


Рисунок 2 – Распределение комплексных геометрических показателей качества усилителей для цифровых камер

Из анализа представленных диаграмм следует, что значения комплексных геометрических показателей подвержены более значительной вариации. Разброс между крайними позициями достигает 0,52, между соседними не превышает 0,19, в то время как аналогичные значения для арифметических показателей составляют 0,40 и 0,09 соответственно. Выявленное различие объясняется более высокой степенью чувствительности геометрического показателя к минимальным значениям единичных параметров, чем комплексного арифметического показателя.

Согласно полученным результатам, в порядке убывания по комплексному арифметическому показателю качества лидирующие позиции занимают следующие усилители: *Axis Long Range PoE Extender Kit* [4], *Panduit PoE Extender* [5], *Intellinet Ultra Long Range PoE++ Extender* [6]. По результатам расчетов геометрического показателя лидерами оказались те же модели. Внешний вид данных устройств показан на рисунке 3. Характеристики ведущих моделей приведены в таблице 1.



а б в

Рисунок 3 – Наилучшие модели усилителей для цифровых камер: а – *Axis Long Range PoE Extender Kit*; б – *Panduit PoE Extender*; в – *Intellinet Ultra Long Range PoE++ Extender*

Таблица 1 – Технические характеристики наилучших усилителей для цифровых камер из рассмотренных моделей

Характеристики	Модели		
	Axis Long Range PoE Extender Kit	*Panduit PoE Extender*	*Intellinet Ultra Long Range PoE++ Extender*
1. Максимальное расстояние передачи данных, м	1000	600	1000
2. Уровень защиты, баллы	10	9	10
3. Совместимость *PoE*, баллы	2	2	3
4. Минимальная рабочая температура, °С	-40	-40	-10
5. Максимальная рабочая температура, °С	70	70	55
6. Длина, мм	120	89	157
7. Ширина, мм	36	50	29
8. Высота, мм	23	26	29
9. Масса, кг	0,100	0,114	0,155

Таким образом, представленный метод выбора усилителей для цифровых камер с помощью комплексных арифметического и геометрического показателей качества позволяет провести всестороннее сравнение взятых моделей по их техническим параметрам и осуществить выбор конкретного устройства, наиболее удовлетворяющего всем потребностям пользователя.

Список использованных источников и литературы:

[1] Ворона В.А. Технические средства наблюдения в охране объектов / В.А. Ворона, В.А. Тихонов. – Москва: Горячая линия-Телеком, 2022. – 188 с.

[2] Морозова А.Н. Оценка качественных показателей видеокамер для систем наружного наблюдения / А.Н. Морозова, Д.Д. Маханьков, В.М. Алефиренко // Современная наука: теория и практика: материалы Междунар. (заоч.) науч. – практ. конф., Астана, 17 марта 2026 г. / Баспасы «Академия», НИЦ Мир науки. – Астана, 2026. – С. 6-12.

[3] Алефиренко В.М. Выбор состава технических средств для систем обеспечения безопасности / В.М. Алефиренко // Доклады БГУИР. – 2017. – №2 (104). – С. 39-44.

[4] AXIS Long Range PoE Extender Kit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.unibelus.by/itm/k90046

[5] PoE Extender Receiver Box [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://opticomtech.com/product/ca-101hd/ https://www.panduit.com/en/products/copper-systems/connectors/power-over-ethernet-poe/p201841.html#pn=POEXRX1

[6] Intellinet Ultra Long Range PoE++ Extender [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://intellinetsolutions.com/products/intellinet-en-ultra-long-range-outdoor-fast-ethernet-poe-extender-kit-561952?srsltid=AfmBOorxEoRu68NlM_OYC342yfMUCjz4zZA8bfEu7D_TkQvqO9MFzUfA

© В.М. Алефиренко, А.Д. Денскевич, Д.Д. Маханьков, 2026