

**"ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРИК УЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОБИЛЬНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ ПРОТОКОЛОВ  
МАРШРУТИЗАЦИИ БЕСПРОВОДНЫХ MESH-СЕТЕЙ"**

К.В. КРИНКИН, Д.В. ЮРАНОВ

# Классификация беспроводных сетей

Беспроводные сети делятся на:

- Одноузловые (Singlehop Wireless Networks)
- Многоузловые (Multihop Wireless Networks)

Многоузловые беспроводные сети делятся на:

- Беспроводные ad hoc сети (Wireless Ad hoc Networks)
- Беспроводные сенсорные сети (Wireless Sensor Networks)
- Гибридные беспроводные сети (Hybrid Wireless Networks)
- **Беспроводные ячеистые сети (Wireless Mesh Networks)**

# Проблема сохранения энергии мобильных узлов

- Мощность батарей увеличивается на много меньше, чем другие компоненты мобильных устройств.
- Производители делают устройства все меньше по размерам, в которых остается мало место под батареи питания.

Компоненты мобильных устройств	Показатели улучшения компонентов с 1990 по 2001 года
Емкость дисков	1200
Скорость процессора	393
Оперативная память	128
Скорость беспроводной передачи	18
Энергоемкость батареи (Дж/кг)	2.7

# Возможные методы сохранения энергии узлов

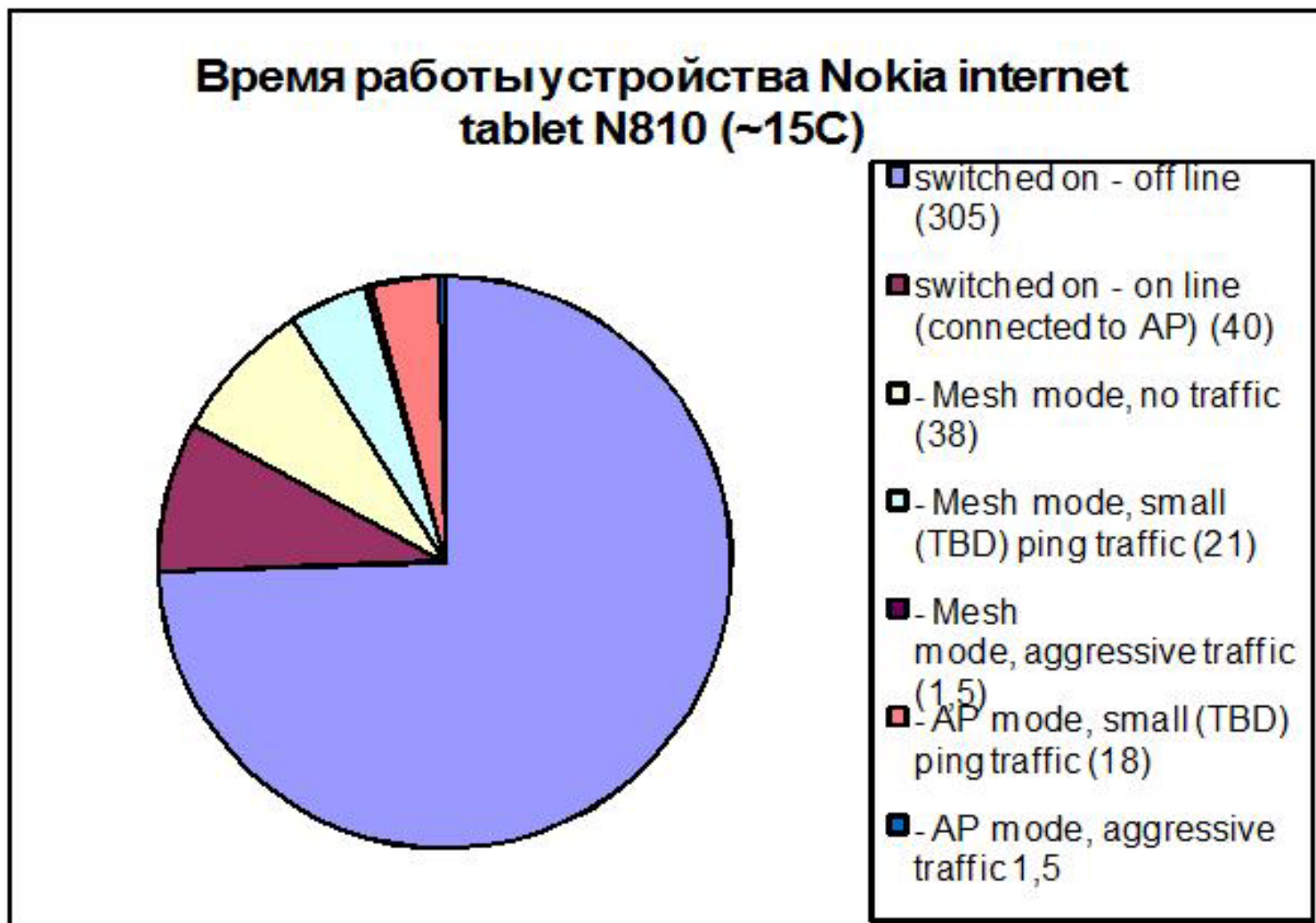
Всю энергию, затрачиваемую узлом можно разделить на два типа:

- **Энергия коммуникации (Active communication energy)**
- **Энергия ожидания (Inactive energy)**

Три подхода к сохранению энергии:

- **Метод контроля энергии передачи (Transmission Power Control approach)**
- **Метод распределения нагрузки (Load Distribution Approach)**
- **Режим засыпания/отключения узлов (Sleep/Power-down Mode Approach).**

# Распределение времени жизни мобильного устройства



# Таблица сравнительного анализа протоколов маршрутизации

Параметр	Проактивные протоколы		Реактивные протоколы		Гибридные протоколы	
	DSDV	OLSR	AODV	DSR	ZRP	HWMP
Название протокола	DSDV	OLSR	AODV	DSR	ZRP	HWMP
Алгоритм маршрутизации	Distance Vector	Link State	Distance Vector	Link State	Distance Vector	Link State
Сложность алгоритма	$O(d)$	$O(d)$	$O(2d)$	$O(2d)$	Intra: $O(l)$ Inter: $O(2d)$	Intra: $O(l)$ Inter: $O(2d)$
Метрика	Кратчайший путь					Airtime
Контроль энергии передачи	Нет					
Распределение нагрузки	Нет					
Засыпание узлов	Нет					Да

# Проблема нахождения пути

- Sungoh Kwon и Ness B. Shroff поставили следующую проблему нахождения пути с кол-вом успешно доставленных пакетов в интервал времени  $[0, t]$ .
- Беспроводная сеть описывается графом  $G(N, L)$ , где  $N$  – множество узлов,  $L$  – множество связей между узлами.
- Проблема нахождения пути:

$$\operatorname{argmax}_R J(P, S, R, \zeta, t)$$

$$\theta(l) \geq c(l), \forall l \in L$$

$$P^{\max}(l) \geq P(l) \geq 0, \forall l \in L$$

$$\varepsilon_n, \forall n \in N$$

# Аналитическая модель Ракхматова определения времени жизни батареи

- В 2001 году Дейлер Рахматов (*Daler Rakhmatov*), Сарма Врудбула (*Sarma Vrudbula*) и Равишанкар Рао (*Ravishankar Rao*) предложили аналитическую модель.
- Модель описывает процесс изменения концентрации электроактивных ионов в электролите, позволяющий вычислить время жизни батареи при определенной нагрузке.

$$\alpha = \sum_{k=0}^{n-1} I_k F(L, t_k, t_{k+1}, \beta), \text{ где}$$
$$F(L, t_k, t_{k+1}, \beta) = t_{k+1} - t_k + 2 \frac{\sum_{m=1}^{\infty} e^{-\beta^2 \cdot m^2 \cdot (L - t_{k+1})} - e^{-\beta^2 \cdot m^2 \cdot (L - t_k)}}{\beta^2 \cdot m^2}$$

$\alpha$  – емкость батареи,

$\alpha$  – мера нелинейности процесса диффузии в батарее,  $L$  – время жизни батареи

# Рекомендации по расширению метрики для протокола HWMP

- Метрика учитывающая время жизни узла для нахождения пути:

$$M_E = 1 - \frac{T_e}{T_{max}} = 1 - \frac{L_{max} + L^2 / L}{T_{max}} = \frac{L_{max} + L^2}{L \cdot T_{max}}$$

$$, где T_e = \frac{L_{max} + L^2}{L}$$

$$L_{max} = \frac{C}{I_{min}}$$

*C* – емкость батареи,

*I<sub>min</sub>* – минимальная сила тока батареи

**Спасибо за внимание!**