

фактическое физическое устройство, виртуальная машина состоит из набора файлов и программ, работающих на физической системе [3].

Для будущего Интернет важнее всего не то, как будут меняться технологии, а то, как будет управляться сам процесс изменения и развития. Архитектура Интернет всегда будет определяться ядром, состоящим из ведущих проектировщиков, но с увеличением числа заинтересованных сторон форма ядра изменилась. Успех Интернет расширил круг людей и организаций, вложивших в сеть финансовые и интеллектуальные ресурсы, и именно ими определяются пути развития сети.

#### **Список использованных источников:**

1. Эндрю Таненбаум, Дэвид Уэзеролл. Компьютерные сети // Computer Networks, 5ed., 2012 – 21 с.
2. Брайан Хилл. Полный справочник по Cisco // М.: Вильямс, 2004 – 38 с.
3. Эндрю Блам. Сеть. Как устроен и как работает Интернет // М.: Вильямс, 2014 – 80 с.

**Пишко А.О.**

*студент;*

**Курдеча В.В.**

*ассистент,*

*Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт»*

#### **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИК WIFI OFFLOAD**

В данной статье сосредоточено внимание на проблеме аналитического моделирования поведения двух разных методов Wi-Fi offload, а именно: Wi-Fi offload с задержкой и Wi-Fi offload без задержки (оппортунистический метод).

Последние несколько лет трафик передачи данных в сетях сотовой связи стремительно увеличивается. Эта тенденция проявляется все ярче по той причине, что среди абонентов растет популярность в использовании устройств с функцией беспроводного доступа в Интернет.

Самым популярным вариантом увеличения плотности покрытия сети сотовой связи является установка дополнительных базовых станций. Однако этот подход требует значительных финансовых затрат. Другим вариантом решения проблемы является технология Wi-Fi Offload, которая используется для разгрузки сети сотовой связи от трафика передачи данных за счет применения технологии Wi-Fi.

Существует два основных подхода реализации технологии Wi-Fi Offload: 1) оппортунистический Wi-Fi Offload, где разгрузка данных осуществляется только тогда, когда устройство находится в зоне действия точек доступа Wi-Fi (ТД), если устройство покидает зону действия Wi-Fi – передача данных

прерывается; 2) Wi-Fi Offload с задержкой, где передача данных задерживается в ожидании будущих контактов с ТД.

Рассмотрен сценарий Wi-Fi offload в гетерогенных сетях, где Wi-Fi точки доступа развернуты в пределах сотового покрытия (рис. 1). Мобильное устройство (МУ) пытается установить сеанс передачи данных, чтобы загрузить файлы с Интернета в момент времени  $t$ . Предполагается, что сотовая сеть всегда доступна, в то время как Wi-Fi сеть доступна только тогда, когда МУ расположено достаточно близко к Wi-Fi ТД. Если МУ доступно во время  $t$  для обоих методов, то МУ устанавливает сеанс передачи данных только через сеть Wi-Fi.



**Рис. 1. Сценарий Wi-Fi Offload в гетерогенных сетях**

Если Wi-Fi сеть не доступна во время  $t$  в оппортунистическом подходе Wi-Fi offload, МУ немедленно переходит в сеть сотовой связи. В то время как Wi-Fi Offload с задержкой отсрочивает сеанс передачи данных до заранее определяемой задержки с границей  $D$ . Если во время задержки становится доступной сеть Wi-Fi, то МУ возобновляет ожидающий сеанс передачи данных. Эффективность каждого из методов определяется как суммарное количество разгруженных данных.

Изначально МУ находится в зоне покрытия сотовой сети. Время пребывания МУ в зоне покрытия сотовой сети обозначается  $t_c$  и определяется как среднее значения произвольного распределения  $\mu_c^{-1}$ . Предполагается, что во время пребывания МУ в зоне сотовой сети, оно обеспечивается скоростью передачи данных  $r_c$ . МУ переходит из зоны сотовой сети в зону доступа беспроводной сети, где скорость передачи данных  $r_w$ , и устройство остается там на протяжении времени  $t_w$ . Также в расчетах используется переменный параметр  $a$ , который отображает переменчивый характер времени пребывания МУ в зоне покрытия Wi-Fi. Функция плотности вероятности (ФПВ) и интегральная функция плотности (ИФП) для  $t_w$  обозначаются как:

$$f_w(t) = \frac{a}{a+1} \frac{1}{\frac{1}{a\mu_w}} e^{-a\mu_w t} + \frac{1}{a+1} \frac{1}{a\frac{1}{\mu_w}} e^{-\frac{\mu_w t}{a}}$$

$$F_w(t) = 1 - \frac{a}{a+1} e^{-a\mu_w t} + \frac{1}{a+1} e^{-\frac{\mu_w t}{a}}$$

Сессия разгрузки данных длится на протяжении времени  $t_d$ , значение которого соответствует экспоненциальному распределению со средним значением  $\mu_d^{-1}$ . ФПВ и ИФП для  $t_d$  обозначаются как:

$$f_d(t) = \mu_d e^{-\mu_d t}$$

$$F_d(t) = 1 - e^{-\mu_d t}$$

Время, которое прошло от попытки установления сеанса до непосредственной передачи данных, обозначается как  $t_r$ . Функция плотности вероятности для  $t_r$ :

$$f_r(t) = \mu_c (1 - F_c(t)),$$

где  $F_c(t)$  – это интегральная функция плотности  $t_c$ .

Время разгрузки Wi-Fi Offload в зоне беспроводной сети обозначается  $t_{off}$  и  $t_{doff}$ , в методе без задержки и с задержкой соответственно.

Для того, что бы получить ожидаемое время Wi-Fi Offload в оппортунистическом подходе  $E_{[t_{off}]}$ , нужно учесть три случая:

- 1)  $E_a$ : Сессия начинается и заканчивается в сети сотового покрытия. Следовательно  $t_{off}$  равняется 0 и  $E_a = 0$ .
- 2)  $E_b$ : Сессия начинается в сети сотового покрытия, переходит в зону покрытия Wi-Fi и после разгрузки сессия заканчивается.
- 3)  $E_c$ : Сессия начинается в сети сотового покрытия, переходит в зону покрытия Wi-Fi и заканчивается после того, как  $t_w$  закончилось.

Учитывая вышеперечисленные случаи, получаем, что  $E_{[t_{off}]}$  равняется:

$$E_{[t_{off}]} = E_a + E_b + E_c$$

Подобным образом рассчитывается время разгрузки для Wi-Fi Offload с задержкой.  $E_{[t_{doff}]}$ , можно получить, рассмотрев пять случаев:

1)  $E_{a,D}$ : Сессия начинается и заканчивается в сети сотового покрытия. Следовательно,  $t_{doff}$  равняется 0 и  $E_{a,D} = 0$ .

2)  $E_{b,D}$ : Сессия начинается в зоне покрытия сотовой сети, после задержки D. После этого, текущая сессия разгружается с помощью Wi-Fi Offload и обрывается в зоне действия Wi-Fi.

3)  $E_{c,D}$ : Сессия начинается в зоне покрытия сотовой сети после задержки D. Текущая сессия разгружается с помощью Wi-Fi Offload и обрывается в зоне действия Wi-Fi после того, как  $t_w$  закончилось.

4)  $E_{d,D}$ : Сессия начинается в зоне Wi-Fi и заканчивается в пределах времени  $t_w$ .

5)  $E_{e,D}$ : Сессия начинается в зоне Wi-Fi и заканчивается до истечения времени  $t_w$ .

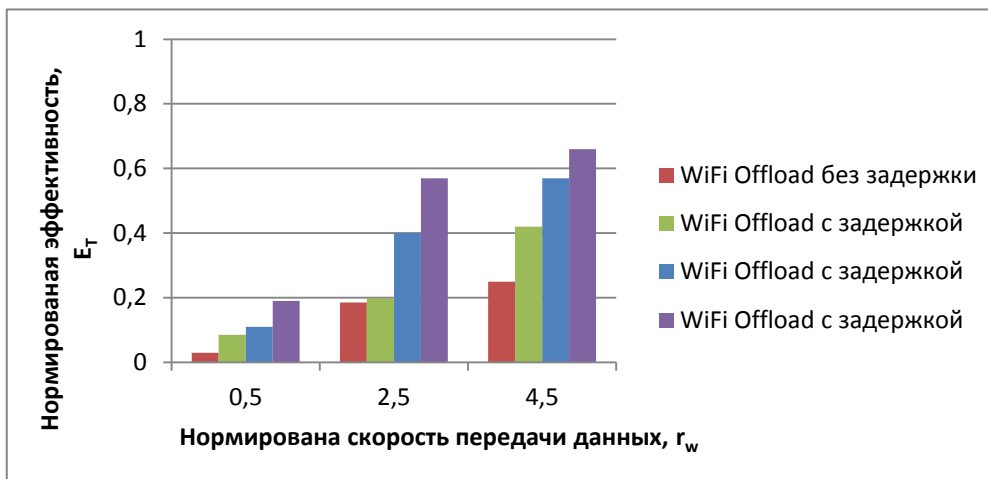
Учитывая вышеперечисленные случаи, получаем, что  $E_{[t]}$  равняется

$$E_{[t_{dofff}]} = E_{a,D} + E_{b,D} + E_{c,D} + E_{d,D} + E_{e,D}$$

Пусть  $E_T$  – эффективность способа WiFi Offload  $T \in \{off, dofff\}$ . Ожидаемый суммарный объем информации, передаваемый во время сессии в оппортунистическом методе Wi-Fi Offload и методе WiFi Offload с задержкой, могут быть рассчитаны как  $E_{[tofff]}r_w + (E_{[td]} - E_{[tofff]})r_c$  и  $E_{[tdofff]}r_w + (E_{[td]} - E_{[tdofff]})r_c$  соответственно. Следовательно,  $E_T$  может быть выражена, как:

$$E_T = \begin{cases} \frac{E_{[tofff]}r_w}{E_{[tofff]}r_w + (E_{[td]} - E_{[tofff]})r_c}, & \text{если } T = off \\ \frac{E_{[tdofff]}r_w}{E_{[tdofff]}r_w + (E_{[td]} - E_{[tdofff]})r_c}, & \text{если } T = dofff \end{cases}$$

Из графика зависимости эффективности WiFi Offload с задержкой от скорости передачи данных (рис. 2) видно, что эффективность WiFi Offload увеличивается по мере увеличения  $r_w$ . При расчетах использовались разные границы задержки  $D$ . Можно сделать вывод, что при увеличении задержки  $D$  – эффективность увеличивается.



**Рис. 2. Зависимости эффективности WiFi Offload с задержкой от скорости передачи данных**

Проанализировав полученную формулу и график можно сделать вывод, что эффективность  $E_T$  WiFi Offload с задержкой выше, чем  $E_T$  WiFi Offload без задержки. При использовании оппортунистического метода, при попадании в зону действия Wi-Fi, МУ каждый раз начинает загрузку/разгрузку заново, не учитывая предыдущие попытки. Метод Wi-Fi Offload с задержкой отстрачивает сессию на некоторое время  $D$ , при этом запоминая предыдущее состояние. Хотя время на разгрузку у оппортунистического подхода больше, можно сделать вывод, что оно тратится не эффективно. Чего нельзя сказать про Wi-Fi offload с задержкой, так как он продолжает начатую сессию, используя время разгрузки эффективней.

**Список использованных источников:**

1. Suh D., Ko H. (2015). Efficiency Analysis of WiFi Offloading Techniques. Korea: IEEE Transactions on Vehicular Technology. – P. 124-127.
2. Rebecchi F. (2015). Data Offloading Techniques in Cellular Networks: A Survey. France: IEEE Communications Surveys & Tutorials. – P. 580-603.

**Рибалка І.М.**

*студент;*

**Дьоміна В.М.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
Харківський національний аграрний університет  
імені В.В. Докучаєва*

**ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

На сучасному етапі розвиток вищої школи України перебуває у стані глобального реформування та інтеграції у європейський простір Інтернет-технології стають все більш доступними та можуть зайняти важливе місце практично у всіх сферах людської діяльності, включаючи освіту [1; 2].

Характеристики сучасного апаратного забезпечення стрімко змінюються та удосконалюються майже щоденно, на що практично кожен ВНЗ не має можливості своєчасно оновлювати свою технічну базу відповідно вимогам часу. Ситуація з програмним забезпеченням, передбачає вагомі затрати на підтримку інформаційного забезпечення студентів, що суттєво впливає на фінансовий стан навчального закладу та перерозподіл його бюджету. Одним із способів вирішення даної проблеми є використання «хмарних обчислювань» (cloud computing) в навчальному процесі [2; 3; 4].

Головною перевагою хмарних сервісів прийнято вважати їх доступність. При цьому це один з небагатьох інструментів з низькою вартістю обслуговування [2], що складається з:

- зменшення витрат на обслуговування віртуальної інфраструктури;
- оплати фактичного використання ресурсів;
- використання орендної основи, що дозволяє користувачам суттєво зменшити витрати на закупівлю дорогого обладнання;
- постійного оновлення апаратної частини, що забезпечує зменшення вартості використання обладнання.

Хмарні сервіси характерні не менш вагомою перевагою – гнучкістю, тобто необмеженістю в обчислювальних ресурсах. За рахунок використання систем віртуалізації процес масштабування і адміністрування стає доволі легкою справою, оскільки сервіс самостійно може надавати користувачу потрібну кількість ресурсів, а їх оплата відбуватиметься лише по факту їх використання [5].