

СТАНОВИЩЕ

от проф. д.н. Иван Ганчев Гарванов

член на Научно жури, назначено със Заповед на Директора на ИИКТ-БАН
с № 179/01.07.2026 г.

относно: Дисертационен труд на **Генка Иванова Славова-Торрес** на тема “Методи и средства за оптимизиране на записи в мрежова среда за съхранение”, представен за придобиване образователна и научна степен “ДОКТОР” в научна област 5. „Технически науки“, професионално направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“ по Докторска програма “Компютърни системи, комплекси и мрежи”, към Институт по информационни и комуникационни технологии на БАН, с научен ръководител: доц. д-р Владимир Иванов.

1. Информация за процедурата

На първото заседание на Научното жури съм избран да напиша становище и съм получил следните документи:

- Дисертация на български език;
- автореферат на български и английски език;
- списък на отпечатани научни публикации по темата на дисертацията;
- копие на научни публикации по темата на дисертацията;
- справка за изпълнение на МНИ;
- други документи, свързани със защитата на дисертационния труд.

2. Актуалност, цел и задачи на дисертационния труд

Дисертационният труд е посветен на актуален и научно-приложен проблем в областта на компютърните системи и мрежите за съхранение на данни (Storage Area Networks – SAN). С навлизането на високоскоростни технологии като SSD, NVMe и NVMe-over-Fabrics (NVMe-oF), хардуерните закъснения бяха редуцирани до микросекунди. Това обаче измести критичните тесни места (bottlenecks) към управлението на опашките и координацията между слоевете. Авторът правилно идентифицира, че оптимизацията на съвременните системи не може да се разглежда изолирано на ниво компонент, а изисква системен подход. Фокусът върху „крайната латентност“, оценявана чрез високите персентили, е изключително ценен за практиката, където редките, но големи забавяния компрометират качеството на услугата.

Целта на настоящия дисертационен труд е да се разработи и валидира системен модел на поведението на операциите по запис в SAN среда, който отчита взаимодействието между отделните слоеве на пътя на записите и позволява идентифициране на факторите, определящи крайната латентност, както и формулиране на принципи и насоки за оптимизация на операциите по запис при различни режими на натоварване.

За да се постигне тази цел, дисертацията разглежда следните задачи:

Теоретично моделиране на софтуерния стек и компонентите на мрежовата среда за съхранение. Тази задача обхваща детайлното изследване и концептуализиране на пътя на записа като сложна система от последователни хардуерни и софтуерни опашки. Чрез прилагане на теорията на масовото обслужване се изгражда математически модел, който позволява да се анализира как преходът към високоскоростни NVMe технологии измества критичните забавяния от физическия носител към управлението на опашките.

Емпирично изследване на факторите, влияещи върху латентността. Задачата е насочена към проектиране на контролирана тестова среда в реална SAN инфраструктура, където се варира само по един параметър при фиксирани останали условия с цел гарантиране на научно издържани и възпроизводими резултати. Провеждат се серия от целеви експерименти за изследване на влиянието на дълбочината на опашките, профила на натоварването (равномерен или пулсиращ), координацията на заявките и ефекта на „шумния съсед“ върху високите латентностни персентили.

Анализ на резултатите и формулиране на оптимизационна рамка за управление на записите. Тази задача включва съпоставяне и интерпретиране на събраните емпирични данни за разкриване на нелинейното поведение на латентността при високо ниво на паралелизъм. В резултат се дефинират конкретни практически правила и методологически насоки за софтуерно оптимизиране на операциите по запис, които подобряват стабилността на системата без необходимост от купуване на нов хардуер.

3. Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертацията е структурирана в шест глави, обхващащи 145 страници, и съдържа балансирано съотношение между теоретично моделиране и експериментална валидация.

Глава 1. Проблем, цели и задачи: Ясно дефинира мотивацията, практическата приложимост и изследователската теза. Поставени са 9 конкретни задачи, които последователно водят до постигане на основната цел.

Глава 2. Системен модел на операциите по запис в SAN: Извършен е задълбочен анализ на пътя на записа (write path). Тук е проследена еволюцията на тесните места от HDD епохата до NVMe-oF. Ключов принос тук е

интерпретацията на софтуерните и хардуерните опашки чрез Теорията на масовото обслужване и дефинирането на емпиричната кумулативна функция на разпределение (ECDF).

Глава 3. Експериментална методология: Тук е описана контролирана тестова среда, използваща реална SAN инфраструктура. Подходът на изследване е научно издържан - променя се само по една независима променлива при фиксирани останали условия, което гарантира възпроизводимост на резултатите.

Глава 4. Експериментални резултати: Представени са базовият сценарий и 4 целеви експеримента, изследващи: Влиянието на дълбочината на опашката (Queue Depth – QD). Формата на натоварването (равномерен поток спрямо пулсиращ режим). Координацията при подаване на заявките (координиран срещу некоординиран режим). Ефекта на „шумния съсед“ (Noisy Neighbor) при споделен обем данни.

Глава 5. Аналитичен синтез и интерпретация: Извършено е съпоставяне на сценариите. Формулирана е цялостна оптимизационна рамка за управление на операциите по запис.

Глава 6. Заключение: Обобщават се приносите и се очертават насоки за бъдещи изследвания.

Резултатите са онагледени в 24 фигури и 16 таблици. Използвани са 61 литературни източници.

4. Приноси

В дисертационния труд са посочени приноси, които бих класифицирал както с научен, така и с научно-приложен характер.

Приносите бих ги обобщил като:

Разработен е цялостен системен модел на пътя на записа в SAN като верига от автономни, взаимодействащи опашки и регулатори.

Създадена е експериментална рамка за изолиране на факторите, влияещи на tail latency, чрез контролирано натоварване и прилагане на ECDF анализи.

Доказано е емпирично, че координацията между слоевете и контролът върху паралелизма имат по-голямо значение за стабилността на латентността от номиналната скорост на хардуера.

Формулирана е практическа рамка и конкретни насоки за оптимизация на SAN среди без нужда от допълнителни хардуерни ресурси.

5. Автореферат

Представеният автореферат отразяват достоверно съдържанието на дисертационния труд и съответства на изискванията на ЗРАСРБ и ППЗРАСРБ. От приложена декларация за оригиналност на представените резултати, като и от представените публикации по дисертационния труд може да се съди, че описаните резултати са оригинални и лично дело на докторанта.

6. Оценка за съответствие с минималните национални изисквания

Докторантката Генка Иванова Славова-Торрес е апробирала части от дисертационния си труд в шест научни публикации. В четири от публикациите тя е самостоятелен автор. Две от статиите са индексирани в Scopus. Представените публикации по дисертационния труд формират обща сума от точките за показателите от Група Г равна на 140 точки, което превишава изискуемия минимум от 30 точки.

7. Бележки и препоръки

Част от представените резултати в дисертационния труд не са намерили отражение в публикациите по дисертацията и препоръката ми е те да бъдат публикувани.

8. Заключителна комплексна оценка

Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и Правилника за придобиване на научни степени в ИИКТ-БАН. Постигнатите резултати ми дават основание напълно убедено да дам положителна оценка и препоръчвам на почитаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „Доктор” на **Генка Иванова Славова-Торрес** в професионално направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“, докторска програма “Компютърни системи, комплекси и мрежи”.

20.07.2026 г.

гр. София

