



Утицај асистената вештачке интелигенције на продуктивност, когнитивно оптерећење и концентрацију програмера

The Impact of AI Assistants on Productivity, Cognitive Load, and Deep Concentration in Developer Work

Милан Ајдер, Факултет техничких наука, Нови Сад

Студијски програм – СОФТВЕРСКО ИНЖЕЊЕРСТВО И ИНФОРМАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

Кратак садржај – Рад испитује утицај асистената заснованих на вештачкој интелигенцији на продуктивност, когнитивно оптерећење и дубоку концентрацију у раду програмера. Истраживање је спроведено анкетом над 131 испитаником, од којих 119 користи асистенте засноване на вештачкој интелигенцији. Анализа је обухватила перцепцију продуктивности, различите облике когнитивног оптерећења, факторе прихватања технологије, ток рада и могуће промене у начину размишљања корисника. Резултати показују да асистенти највише доприносе ефикасности и смањењу менталног напора при рутинским задацима, док је утицај на квалитет рада и дубоку концентрацију умеренији.

Кључне речи: вештачка интелигенција, асистенти засновани на вештачкој интелигенцији, продуктивност програмера, когнитивно оптерећење, дубока концентрација

Abstract – This paper examines the impact of AI assistants on developer productivity, cognitive load and deep concentration. The study was conducted through a survey of 131 respondents, 119 of whom use AI assistants. The analysis covered perceived productivity, cognitive load, technology acceptance, workflow, and possible changes in users' ways of thinking. Results show that AI assistants contribute most to efficiency and the reduction of routine mental effort, while their impact on work quality and deep focus is more moderate.

Keywords: artificial intelligence, AI assistants, developer productivity, cognitive load, deep concentration

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Дину Драган, редовни професор

1. УВОД

Асистенти засновани на вештачкој интелигенцији (ВИ) представљају софтверске алате који користе велике језичке моделе и сродне технике машинског учења ради подршке у когнитивно захтевним задацима. У развоју софтвера они се користе за

генерисање и прегледање кода, објашњавање решења, писање документације и проналажење грешака. Ранија истраживања и индустријски извештаји указују на раст продуктивности приликом коришћења асистената заснованих на ВИ, али и на потребу да се добијени резултати рада асистената проверавају и критички тумаче [1, 2].

Проблем који испитује овај рад јесте да ли асистенти засновани на ВИ заиста олакшавају рад програмера или само премештају напор са писања решења на његову проверу. Због тога се у раду не посматра само брзина рада, већ и когнитивно оптерећење, дубока концентрација, поверење у алате и намера да се они наставе користити. Теоријску основу чине СПЕЈС модел продуктивности, Теорија когнитивног оптерећења, Теорија тока и Модел прихватања технологије [3-6]. Посебна пажња посвећена је и ризику неквалитетног садржаја генерисаног од стране ВИ, јер он може смањити продуктивност и нарушити поверење у тимску сарадњу [7, 8].

Циљ рада је да се на основу ставова активних учесника у развоју софтвера испитају следећа питања: у којим деловима посла асистенти засновани на ВИ највише помажу, да ли заиста смањују когнитивно оптерећење или га само мењају, и да ли њихова употреба подстиче или ремети дубоку концентрацију.

Рад има следећу структуру. У другом поглављу рада описује се теоријски оквир и методологија, у трећем резултати и дискусија, у четвртм закључци и правци будућих истраживања, док је у петом наведена литература. На самом крају рада налази се биографија.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР И МЕТОДОЛОГИЈА

Продуктивност у софтверском инжењерству се не може свести само на број написаних линија кода или брзину испоруке. СПЕЈС (енг. SPACE) модел наглашава више димензија продуктивности, укључујући задовољство и добробит, перформансе, активност, комуникацију и сарадњу, као и ефикасност и ток рада [3]. Овај приступ је важан за асистенте засноване на ВИ, јер алат може убрзати рутински део посла, али истовремено захтевати додатну процену исправности резултата.

Когнитивно оптерећење је посматрано кроз разлику између унутрашњег оптерећења, које произлази из

сложености самог проблема, спољашњег оптерећења, које ствара начин представљања или технички рад око задатка, и релевантног оптерећења, које доприноси учењу и формирању менталних шема [4]. Теорија тока коришћена је за процену дубоке концентрације, док је Модел прихватања технологије коришћен за испитивање односа између лакоће коришћења, перципиране корисности и намере даљег коришћења [5, 6].

Поред потенцијалних користи, у раду је разматран и проблем неквалитетног садржаја насталог употребом ВИ, који се другим члановима тима прослеђује као да је спреман за употребу. Такав садржај може на први поглед деловати исправно, али од колега захтева додатну проверу, исправке и објашњавање. Због тога је у анализу укључено и питање поверења унутар тима. Уколико ВИ једном члану тима скраћује време рада, али другом повећава терет провере и исправљања, стварни ефекат на продуктивност може бити мањи од онога што показује појединачна самопроцена.

Истраживање је спроведено путем онлајн анкете креиране у алату Гугл Формс (енгл. Google Forms). Анкета је садржала 32 питања, претежно затвореног типа. Анкета је била отворена од 20. 1. 2026. до 25. 1. 2026. Узорак је обухватио 131 испитаника, а питања за кориснике асистената заснованих на ВИ анализирана су на подзорку од 119 испитаника. Анкета је била анонимна и дистрибуирана је у више компанија које се баве развојем софтвера, као и путем пословне мреже Линкдин (енгл. LinkedIn).

Формулисано је девет хипотеза (H1-H9), груписаних око четири целине: когнитивне подршке и когнитивног оптерећења, поверења и разумевања решења, фокуса и прихватања технологије, као и ризика повезаних са начином употребе асистената.

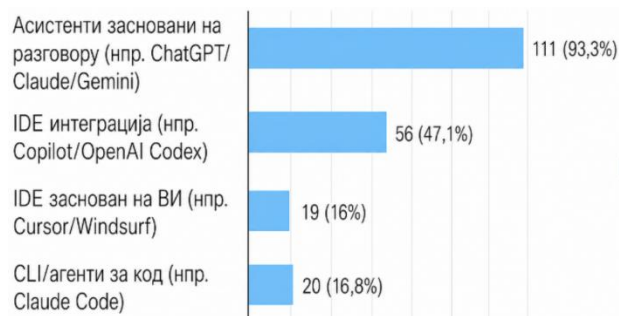
У обради података примењене су дескриптивна статистика, Кронбахов алфа коефицијент за проверу поузданости композитних индикатора, Спирманова корелација рангова, хи-квадрат тест независности, Ман-Витнијев U тест и Вилкоксон тест предзначених рангова. С обзиром на то да су питања најчешће формулисана као Ликертова скала (оцењивање од 1 до 5), непараметарски тестови су били примеренији од параметарских поступака.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

На питање да ли користе ВИ током програмирања или тестирања, потврдно је одговорило 119 од 131 испитаника, односно 90,8%. Преосталих 12 испитаника није наставило део анкете посвећен асистентима. Као главни разлози за некористићење појављују се неповерење у тачност резултата и недостатак примене у оквиру тренутне позиције.

Већина испитаника који користе асистенте засноване на ВИ ослања се на алате засноване на разговору, као што су Чет-Џи-Пи-Ти (енгл. ChatGPT), Клод (енгл. Claude) или Џемини (енгл. Gemini), што чини 93,3% испитаника. Интеграције у развојно окружење, попут Копилајота (енгл. Copilot) или ОпенАИ Кодекса (енгл. OpenAI Codex), користи 47,1% испитаника. Развојна окружења чији је рад примарно заснован на ВИ користи 16% испитаника, док алате командне линије

или агенте за рад са кодом користи 16,8%. Овакав резултат је у складу са ширим налазима о распрострањености алата заснованих на ВИ међу програмерима [2, 9]. Расподела коришћених типова асистената приказана је на слици 1.

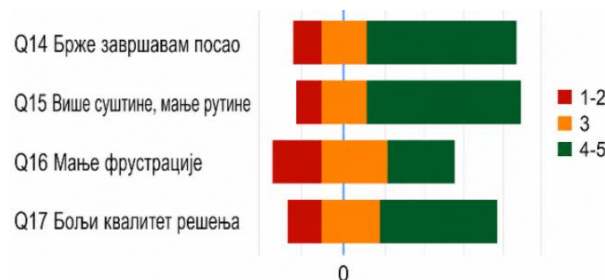


Слика 1. Учесталост коришћења различитих типова ВИ асистената

Две трећине корисника свакодневно користи асистенте засноване на ВИ. У скоро сваком радном задатку користи их 30,3% испитаника, док их 36,1% користи неколико пута дневно. Још 30,3% испитаника користи их неколико пута недељно, док је ретка употреба заступљена код малог броја испитаника. При процени удела кода генерисаног помоћу ВИ најчешће су категорије од 26% до 50%, што је навело 26,1% испитаника, и од 11% до 25%, што је навело 25,2% испитаника. Ови резултати показују да код генерисан од стране ВИ код већине испитаника не представља потпуну замену за ручно програмирање, већ помоћни алат у процесу рада.

На питање о уобичајеном начину рада са ВИ, 56,3% испитаника наводи да комбинује различите приступе у зависности од задатка. Додатних 25,2% испитаника најпре дефинише план и структуру, а затим ВИ користи као помоћ у реализацији решења, док 17,6% најчешће тражи почетно решење од ВИ које потом анализира и прилагођава. Ови резултати указују на то да испитаници углавном задржавају активну улогу у процени и обликовању добијених резултата.

Најјаснији ефекат ВИ уочен је у области продуктивности где 73,1% испитаника брже завршава посао, 73,9% се више усмерава на суштинске задатке, а 54,6% наводи бољи квалитет решења. Ставке су показале добру унутрашњу конзистентност (Кронбах $\alpha=0,79$). Дистрибуција одговора на кључна питања продуктивности приказана је на слици 2.



Слика 2. Дистрибуција одговора на питања везана за продуктивност

Резултати когнитивног оптерећења показују да асистенти највише делују на техничке и рутинске аспекте рада. Чак 74,8% испитаника сматра да им ВИ

штеди менталну енергију код синтаксе, документације и шаблонског кода, док 58,8% наводи да им помаже да разложи сложен задатак. Истовремено, 81,5% испитаника мора додатно да проверава резултат рада ВИ, што указује да се напор не елиминише, већ делимично премешта на верификацију. Чешћа употреба алата слабо је, али статистички значајно, повезана са већом перципираном когнитивном подршком ($p=0,275$; $p=0,002516$), док је Вилкоксонов тест потврдио да је корист израженија код спољашњег него код унутрашњег оптерећења ($W=498,500$; $p=0,0009739$).

Овај налаз је значајан јер показује границу аутоматизације. Асистент заснован на ВИ може да смањи напор око синтаксе, документације, шаблонског кода и брзог проналажења решења, али не уклања потребу да програмер разуме контекст, услове исправности и последице предложене измене. Зато се добијени резултати боље тумаче као промена врсте когнитивног рада, а не као једноставно смањење укупног менталног напора.

Утицај на дубоку концентрацију је знатно сложенији. Само 23,5% испитаника сматра да им ВИ помаже да одрже фокус, а 16,8% наводи да приликом коришћења ВИ губи појам о времену и остаје дубоко фокусирано. Са друге стране, само 16,8% испитаника сматра да сугестије ВИ прекидају ток размишљања. То значи да асистенти ретко директно изазивају стање тока, али га могу подржати када смањују сувишан напор. Овај закључак потврђује и статистички значајна позитивна повезаност индекса когнитивне подршке и индекса дубоке концентрације ($p=0,489$; $p=1,621 \times 10^{-8}$).

У домену прихватања технологије, већина испитаника (84,8%) сматра да су асистенти засновани на ВИ лаки за коришћење у свакодневном раду. Ипак, најважнији фактор намере даљег коришћења није сама лакоћа употребе, већ перципирана корисност. Најјача повезаност добијена је између проширеног индекса корисности и намере даљег коришћења ($p=0,610$; $p=1,859 \times 10^{-13}$), што је у складу са претпоставкама Модела прихватања технологије. Поверење у типичне сугестије ВИ је умерено: 55,5% испитаника има позитиван став, док је 31,1% неутрално.

Додатно, веће задовољство током употребе асистената повезано је са већим осећајем продуктивности. Најјача повезаност у овом делу добијена је између смањења фрустрације и проширеног индекса перформанси који обухвата брзину, усмереност на суштину и квалитет решења ($p=0,566$; $p=1,922 \times 10^{-11}$). То значи да корисници који ВИ доживљавају као мање фрустрирајућ алат чешће препознају и његове практичне добитке.

Посебно је анализирана појава некавалитетног садржаја генерисаног ВИ. У претходних 30 дана, 37% испитаника добило је од колеге садржај генерисан помоћу ВИ који је захтевао значајне исправке. Такав садржај може имати последице на тимско поверење, јер 39,3% испитаника сматра да смањује поверење у квалитет рада и сарадњу, док је 41,2% неутрално. Овај налаз је близак налазима о феномену површно припремљеног садржаја насталог употребом ВИ, при чему такав садржај привидно штеди време једном кориснику, али ствара додатан рад другима [7].

Није потврђено да већи удео кода генерисаног помоћу асистента статистички значајно повећава забринутост због деградације сопствених вештина ($p=0,171$; $p=0,0748$). Међутим, већи удео генерисаног кода јесте повезан са осећајем да ВИ мења начин размишљања корисника ($p=0,297$; $p=0,0017$). Ово указује да корисници не морају нужно да доживљавају губитак вештина, али препознају да им алат мења стратегију решавања задатака.

Компактни преглед тачних формулација хипотеза, примењених мера и закључака дат је у Табели 1.

Табела 1. Резултати тестирања хипотеза

Хип.	Формулација и закључак
H1	Хипотеза: Програмери који чешће користе алате засноване на вештачкој интелигенцији перципирају нижи ниво когнитивног оптерећења током рада. Закључак: Делимично потврђена, јер је веза значајна, али слаба ($p=0,275$; $p=0,002516$).
H2	Хипотеза: Коришћење асистената заснованих на вештачкој интелигенцији има већи утицај на смањење непотребног менталног напора него на олакшавање самог проблема. Закључак: Потврђена већа корист код спољашњег оптерећења ($W=498,500$; $p=0,0009739$; $r=0,302$).
H3	Хипотеза: Програмери који више верују асистентима заснованим на вештачкој интелигенцији чешће имају осећај да им асистент помаже да дубље разумеју проблеме и решења. Закључак: Делимично потврђена, позитивна, али слабија веза ($p=0,280$; $p=0,002058$).
H4	Хипотеза: Програмери који перципирају да асистенти смањују когнитивно оптерећење чешће доживљавају дубоку концентрацију током рада. Закључак: Потврђена умерена повезаност ($p=0,489$; $p=1,621 \times 10^{-8}$).
H5	Хипотеза: Већа перципирана лакоћа коришћења асистената заснованих на вештачкој интелигенцији повезана је са већом перципираном корисношћу. Закључак: Потврђена ($p=0,404$; $p=5,147 \times 10^{-6}$).
H6	Хипотеза: Веће задовољство приликом коришћења асистената заснованих на вештачкој интелигенцији повезано је са већим осећајем продуктивности. Закључак: Потврђена хипотеза ($p=0,566$; $p=1,922 \times 10^{-11}$).
H7	Хипотеза: Перцепција корисности асистената најјачи је предиктор намере за даљим коришћењем. Закључак: Потврђена хипотеза ($p=0,610$; $p=1,859 \times 10^{-13}$).

Хип.	Формулација и закључак
H8	Хипотеза: Програмери који током рада асистента прелазе на други задатак перципирају већу ефикасност рада. Закључак: Није потврђена, смер је очекиван, али није значајан ($U=1634$; $p=0,1980$).
H9	Хипотеза: Већи удео кода генерисаног помоћу асистента повезан је са већом забринутостју због деградације сопствених вештина. Закључак: Није потврђена, нема значајне везе са деградацијом вештина ($\rho=0,171$; $p=0,0748$).

4. ЗАКЉУЧАК

Истраживање показује да асистенти засновани на ВИ у раду програмера највише доприносе повећању ефикасности и смањењу рутинског менталног напора. Најјачи налази односе се на брже завршавање посла, усмеравање на суштинске делове задатка и смањење спољашњег когнитивног оптерећења. Ипак, резултати не подржавају закључак да се когнитивни напор у потпуности уклања. Он се делом премешта на проверу и критичко тумачење генерисаних резултата, што захтева стручно знање и одговорност корисника.

Утицај на дубоку концентрацију није директан и једнозначан. Асистенти могу створити услове за бољи фокус ако уклањају рутинске препреке, али сами по себи ретко доводе до стања тока. Перципирана корисност издваја се као кључни фактор прихватања технологије и намере даљег коришћења. Ограничења истраживања односе се на самопроцену испитаника, структуру узорка и брз развој алата. Због тога би будућа истраживања требало да комбинују анкетне податке са објективним мерама продуктивности, квалитета кода, времена утрошеног на проверу генерисаних резултата и прекида у току рада.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Peng, et al., "The impact of AI on developer productivity: Evidence from GitHub Copilot," arXiv preprint arXiv:2302.06590, 2023.
- [2] D. DeBellis, et al., "DORA 2025 State of AI-Assisted Software Development Report," Google/DORA, 2025.
- [3] N. Forsgren, et al., "The SPACE of Developer Productivity: There's more to it than you think," Queue, vol. 19, no. 1, pp. 20-48, 2021.
- [4] C. Clark and R. Kimmons, "Cognitive Load Theory," 2023.
- [5] M. Csikszentmihalyi, "Flow: The psychology of optimal experience," 1990.
- [6] D. Marikyan and S. Papagiannidis, "Technology acceptance model: A review," TheoryHub Book, 2024.
- [7] K. Niederhoffer, G. R. Kellerman, A. Lee, A. Liebscher, K. Rapuano, and J. T. Hancock, "AI-Generated Workstop Is Destroying Productivity," Harvard Business Review, 2025.

[8] H. P. Lee, et al., "The impact of generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects from a survey of knowledge workers," Microsoft Research, 2025.

[9] J. T. Liang, C. Yang, and B. A. Myers, "A large-scale survey on the usability of AI programming assistants: Successes and challenges," Software Engineering, 2024.

Кратка биографија:



Милан Ајдер, рођен 20. 5. 2000. у Новом Саду. Основне академске студије Софтверског инжењерства и информационих технологија на Факултету техничких наука у Новом Саду завршио је 2023. године. Исте године уписује мастер академске студије на истом смеру, где је положио све испите предвиђене наставним планом и програмом и стекао услов за одбрану мастер рада.

Контакт:
ajder.milan2000@gmail.com