

ИСПИТИВАЊЕ ПРИХВАТАЊА ИНОВАТИВНЕ УПОТРЕБЕ РАЧУНАРА У НАСТАВИ МАТЕМАТИКЕ КОД БУДУЋИХ УЧИТЕЉА И НАСТАВНИКА МАТЕМАТИКЕ

*Верица Милутиновић**

Факултет педагошких наука у Јагодини,
Универзитет у Крагујевцу, Србија

Апстракт. Иновативна употреба рачунара омогућава да се оснажи и трансформише наставна пракса. Упркос томе, бројна истраживања показују да наставници недовољно користе рачунаре у настави математике. Циљ ове студије је испитивање разлога због којих наставници ретко користе рачунар, тј. испитивање променљивих које би могле утицати на прихватање иновативне употребе рачунара у настави математике. С тим у вези, намера употребе рачунара у настави математике у основној школи посматрана је на узорку од 455 будућих учитеља и наставника математике у Србији. Модел прихватања технологије проширен је екстерним варијаблама па су као предиктори намере употребе рачунара посматрани ставови студената према рачунарима, њихов доживљај корисности употребе рачунара у настави математике, доживљај лакоће употребе, технолошко-педагошко познавање садржаја из математике, искуство у коришћењу, субјективна норма, технолошка комплексност и познавање садржаја из математике. Анализа моделовања структуралним једначинама указала је на то да предложени модел има добру подесност и да су издвојене променљиве значајни предиктори намере употребе рачунара. Предложени модел је објаснио 23,7% варијансе за намеру употребе рачунара. Утврђено је да намеру употребе рачунара директно предвиђају доминантно технолошко-педагошко познавање садржаја из математике, затим ставови студената према рачунарима и њихово искуство, док је индиректно предвиђају доживљај корисности, субјективна норма, технолошка комплексност и познавање садржаја из математике. У сагласности са изложеним налазима дате су препоруке које могу помоћи да се унапреди образовање будућих учитеља и наставника математике.

Кључне речи: намера употребе рачунара у настави математике, модел прихватања технологије, технолошко-педагошко познавање садржаја, настава математике, моделовање структуралним једначинама.

* E-mail: verica.milutinovic@pefja.kg.ac.rs

Увод

У данашњем дигиталном добу ученике је потребно оспособити да одговоре на захтеве које им поставља информационо друштво. Вештине тражене у 21. веку које су значајне за целоживотно учење јесу креативност и стваралаштво, комуникација и сарадња, истраживачка и информационо флуентност, критичко расуђивање, решавање проблема и доношење одлука, дигитално држављанство и технолошка оперативност и разумевање концепата (ISTE, 2007). Партнерство за вештине 21. века (Partnership for 21st Century Skills, 2011) истиче значај академског предметног знања и разумевања садржаја основних школских предмета за развој вештина које су појединцу неопходне у 21. веку. Математика, као један од основних предмета, подстиче и негује развој ових вештина, посебно када је у питању решавање проблема, критичко мишљење, креативност и сарадња. Поред тога, многи верују да би употреба информационо-комуникационих технологија (ИКТ) у настави математике унапредила процес учења, чиме би била оснажена и трансформисана наставна пракса (Barak, 2014; NCTM, 2000). Дакле, да би се развиле вештине вишег реда – које су тражене у данашњем друштву, неопходно је примењивати информационо-комуникационе технологије у настави, посебно у настави математике.

Са једне стране, у настави је заступљена традиционална употреба рачунара која подразумева коришћење информационо-комуникационих технологија као подршке настави којом руководи наставник, засноване на фронталном облику, како би се постигли традиционални циљеви без значајних измена активности током часа. Са друге стране, иновативна употреба рачунара претпоставља коришћење информационо-комуникационих технологија као подршке учењу усмереном на ученика и заснованом на поменутим технологијама, ради постизања образовних циљева у складу са потребама садашњег друштва и циљевима целоживотног учења (Drent & Meelissen, 2008; Тео, 2009а; Тео, Milutinović, Zhou & Banković, 2016b; Tubin, 2006). То значи употребу информационо-комуникационих технологија у функцији проширивања граница учионице, повезивања стечених знања са догађајима и ситуацијама у свету изван учионица и усмеравања студената да постану независни у развијању математичких концепата (Тео, 2009а). Иновативни ниво употребе рачунара у настави математике односи се на коришћење рачунара као наставног средства које доприноси да се сарадничке и организационе способности ученика у оквиру тимова унапреде, или као наставног средства које може помоћи да индивидуално учење ученика буде ефикасније (Voogt, 2010).

Досадашња пракса у настави математике и поједина истраживања (Тео *et al.*, 2016b) указују на то да би у иновативну употребу могле да се сврстају активности као што су: развој нових модела помоћу динамич-

ких геометријских софтвера (нпр. у програму GeoGebra), размена и коришћење информација у социјалној мрежи у форми речи, слика, аудио и видео-материјала (нпр. коришћење Wiki или других Web 2.0 алата), као и комуникација и сараднички (тимски) рад на развоју пројеката и решавању математичких проблема (у одговарајућој социјалној мрежи) у циљу развијања математичких концепата. У зависности од тога на који начин и колико наставници користе рачунаре, ученици ће развити тражене компетенције које прописују стандарди образовне технологије, као што су креативност и стваралаштво, комуникација и сарадња, истраживачка и информациона флуентност, критичко расуђивање, решавање проблема, доношење одлука, разумевање концепата. Стога је прихватање иновативне употребе рачунара код наставника и одговарајуће коришћење рачунара у свакодневной пракси веома значајно. Свака иницијатива да се информационо-комуникационе технологије интегришу у процес наставе и учења умногоме зависи од подршке наставника, независно од стања технолошког напретка у школама (Huang & Liaw, 2005).

Међутим, истраживања показују да упркос повећању приступа информационо-комуникационим технологијама, њиховој потенцијалној предности у учењу и њиховој способности да оснаже или трансформишу наставу и учење, наставници ретко користе рачунаре у настави и да, уколико то чине, углавном их употребљавају на основном (традиционалном) нивоу (Barak 2014; Dimitrijević, Popović & Stanić, 2012; NCES, 2006; Pierce & Ball, 2009; Russel, Bebell, O'Dwyer & O'Connor, 2003; Ruthven, 2009; Wachira & Keengwe, 2011). У Србији се, према Кадидевићевом мишљењу (Kadijevich, 2012), главни разлог овог неповољног стања може потражити у чињеници да наставницима недостају софистицирана знања како би подржали ефикасну интеграцију информационо-комуникационих технологија. Међутим, ову ситуацију ублажавају млађи наставници који покушавају да користе ИКТ у настави математике у основним и средњим школама у Србији (Dimitrijević, Popović & Stanić, 2012). Поједини аутори сматрају да се недовољно коришћење информационо-комуникационих технологија у настави математике може повезати са посебним програмима за припрему наставника да примењују ИКТ у настави и са њиховим професионалним развојем (Bennison & Goos, 2010; Dimitrijević, Popović & Stanić, 2012; Wachira & Keengwe, 2011).

Истраживачи покушавају да открију главне препреке и покретаче употребе рачунара у настави. Конципирање теоријског модела који би се могао користити за одређивање намере употребе рачунара у настави математике, могло би помоћи да се боље разумеју предиктори ове намере. Такође, поменути модел би допринео да се унапреде курикулум и курсеви за образовање будућих учитеља и наставника математике, као и програми стручног усавршавања наставника у земљама у развоју као што је Србија.

Преглед литературе

Истраживања о прихватању информационо-комуникационих технологија у образовању углавном се фокусирају на индивидуално прихватање проучавањем *намере употребе* као зависне променљиве (Drent & Meelissen 2008; Hermans, Tondeur, van Braak & Valcke, 2008; Milutinović, 2009; Pierce & Ball 2009; Teo 2009b; Teo & Milutinović, 2015). Намера понашања (енг. Behavioral Intention – BI) се дефинише као мера јачине нечије намере да се изврши одређено понашање (Fishbein & Ajzen, 1975). Она показује колико су људи спремни да покушају да га изврше (Ajzen, 1991). Кључни разлог за проучавање намере будућег наставника да користи рачунар представља њена способност предвиђања коришћења рачунара у будућности, јер је показано да намере утичу на стварну употребу (Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003; Milutinović, 2009). Разматрајући 79 емпиријских студија, Тарнер и сарадници су доказали да постоји позитиван однос између намере коришћења и стварне употребе информационо-комуникационих технологија (Turner, Kitchenham, Brereton, Charters & Budgen, 2010).

Теоријска основа

Основни модел примењен у овој студији је проширени Модел прихватања технологије (енг. Technology Acceptance Model – TAM) који су дизајнирали Дејвис и сарадници (Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989). TAM је један од најпопуларнијих и најутицајнијих истраживачких модела у студијама о предикторима прихватања информациононих технологија, због своје стабилности и економичности. У поменутом моделу променљиве су: доживљај корисности, доживљај лакоће коришћења и ставови према употреби рачунара дате помоћу хипотеза и емпиријски подржане као основни предиктори прихватања датог информационог система или технологије од стране корисника. Доживљај корисности (енг. Perceived usefulness – PU) се дефинише као степен у којем особа верује да ће коришћење одређене технологије унапредити њен учинак на послу (Davis, 1989), а доживљај лакоће употребе (енг. Perceived ease of use – PEU) се односи на степен у којем особа верује да ће коришћење посебне (одређене) технологије бити једноставно и лако, тј. без напора (Davis, 1989). Ставови према употреби рачунара (енг. Attitudes toward computer use – ATCU) се дефинишу као степен у којем особа располаже позитивним или негативним осећањима у вези са коришћењем рачунара (Fishbein & Ajzen, 1975). Намера корисника да користе технологију требало би да је под утицајем ставова према употреби, као и директних и индиректних ефеката доживљаја корисности и доживљаја лакоће коришћења. На основу резултата досадашњих истраживања у настави математике (Teo &

Milutinović, 2015; Teo *et al.*, 2016b; Wong, 2015) формулисане су следеће хипотезе:

X1: Ставови према употреби рачунара (ATCU) значајно директно утичу на намеру употребе (BI);

X2: Доживљај лакоће употребе (PEU) значајно директно утиче на намеру употребе рачунара (BI);

X3: Доживљај лакоће употребе (PEU) значајно директно утиче на ставове према употреби рачунара (ATCU);

X4: Доживљај корисности (PU) значајно директно утиче на ставове према употреби рачунара (ATCU);

X5: Доживљај лакоће употребе рачунара (PEU) значајно директно утиче на доживљај корисности (PU).

TAM је коришћен као теоријски оквир у бројним истраживањима у области образовања и показао се као веома поуздан (Cheung & Vogel, 2013; Jan & Contreras, 2011; Pynoo *et al.*, 2012; Teo, 2009b; Teo & Milutinovic, 2015; Teo *et al.*, 2016b; Wong, 2015), али углавном је прошириван варијаблама које су значајне у одређеном контексту. Неке од екстерних променљивих, којима смо проширили Модел, преузете су из различитих теорија о прихватању информационих технологија, а неке су се показале значајним за наставу математике (Teo & Milutinović, 2015; Teo *et al.*, 2016b; Wong, 2015). Када су у питању променљиве од значаја за наставу математике, у истраживању смо применили: искуство у коришћењу рачунара, познавање садржаја из математике и потребу студената за софистицираним познавањем технолошко-педагошких садржаја из области математике (енг. Technological Pedagogical Content Knowledge –TPCK).

Кадијевић и Хапасало (Kadijevich & Naapasalo, 2008) су показали да променљива *искуство са технологијом* има директан и позитиван утицај на ставове према рачунарима и на интересовања која се односе на достизање стандарда образовне технологије код будућих учитеља и наставника, како у Србији тако и у Финској. Тео и сарадници (Teo *et al.*, 2016b) установили су да искуство значајно директно утиче на ставове према употреби и на намеру употребе рачунара у настави математике на иновативном нивоу употребе међу будућим учитељима у Србији. Такође, у истраживању Милутиновић (Milutinović, 2015) указано је на директан утицај искуства на намеру употребе рачунара у настави математике. Испитаћемо следеће хипотезе:

X6: Искуство (EXP) значајно директно утиче на намеру употребе рачунара (BI);

X7: Искуство (EXP) значајно директно утиче на ставове према употреби рачунара (ATCU).

TPCK је теорија изграђена на Шулмановој (Shulman, 1986) идеји педагошког познавања садржаја из неког предмета укључивањем техно-

лошког знања (Angeli & Valanides, 2009; Mishra & Koehler, 2006). Већ од самог почетка примене показало се да ТРСК представља користан оквир за испитивање употребе ИКТ образовању наставника математике (Niess, 2005). Вацхира и Кенгве (Wachira & Keengwe, 2011) су као једну од главних препрека у примени ИКТ у настави математике идентификовали недостатак ТРСК. Истраживања су показала (Teo *et al.*, 2016b) да ТРСК директно значајно утиче на доживљај корисности и намеру употребе рачунара у настави математике како на традиционалном, тако и на иновативном нивоу употребе међу будућим учитељима у Србији. Формулисане су следеће хипотезе за ову студију:

X8: Потреба за технолошко-педагошким познавањем садржаја математике (ТРСК) значајно директно утиче на намеру употребе рачунара (BI);

X9: Потреба за технолошко-педагошким познавањем садржаја математике ТРСК значајно директно утиче на доживљај корисности (PU).

Из теорија као што су Теорија планираног понашања (Ajzen, 1991) и Обједињена теорија прихватања и коришћења технологије (Venkatesh *et al.*, 2003) искористили смо следеће променљиве: субјективна норма и комплексност технологије. Фишбејн и Ајзен (Fishbein & Ajzen, 1975) су дефинисали субјективну норму (енг. Subjective Norm – SN) као перцепцију притисака, односно реакције и мишљења других о извршавању датог понашања или о обављању задатка. Субјективна норма је емпиријски тестирана и имала је значајан директан (Mathieson, 1991; Taylor & Todd, 1995) или индиректан утицај кроз доживљај корисности (Venkatesh & Davis, 2000) на намеру понашања. У појединим истраживањима установљено је да субјективна норма значајно утиче на ставове према употреби рачунара (Jan & Contreras, 2011; Schepers & Wetzels, 2007). У више студија, које су се тичале образовног контекста, потврђен је значајан утицај субјективне норме на доживљај корисности (Teo & Milutinović, 2015; Wong, 2015) и на ставове према употреби рачунара (Valtonen, Kukkonen, Kontkanen, Sormunen, Dillon, & Sointu, 2015).

Технолошка комплексност (енг. Technological Complexity – TC) се односи на степен у којем се сматра да је информациони систем релативно тешко схватити и користити (Thompson, Higgins & Howell, 1991). Томпсон и сар. (Thompson, Higgins & Howell, 1991) су утврдили да постоји значајна негативна веза између перцепције о комплексности употребе и коришћења рачунара. Логично је очекивати да ће, уколико корисници сматрају систем тешким за схватање и коришћење, доживљај једноставности употребе система бити под утицајем његове комплексности. У недавно реализованим студијама, у којима је испитивано прихватање технологије у образовању, утврђено је да технолошка комплексност има значајан директан утицај на ставове према употреби рачунара (Teo, 2009b, 2010; Teo, Milutinović & Zhou, 2016a), као и на доживљај лакоће

употребе рачунара (Тео, 2009b, 2010). На основу анализе наведене литературе формулисане су следеће хипотезе:

X10: Технолошка комплексност (ТС) значајно директно утиче на ставове према употреби рачунара (АТСУ);

X11: Технолошка комплексност (ТС) значајно директно утиче на доживљај лакоће употребе (РЕУ);

X12: Субјективна норма (SN) значајно директно утиче на доживљај корисности (PU);

X13: Субјективна норма (SN) значајно директно утиче на ставове према употреби рачунара (АТСУ).

Истраживања су показала корелацију између доживљаја лакоће коришћења система и унутрашње и спољашње контроле понашања (Ајзен, 1991; Venkatesh, 2000). У настави математике – која је иновирана употребом рачунара, познавање садржаја из математике може се посматрати као самоефикасност корисника која може бити важан део перцепције унутрашње контроле понашања. Стога, претпостављамо да би познавање садржаја из математике (KNOW) утицало на доживљај лакоће коришћења рачунара у настави математике што се показало тачним у неким истраживањима (Тео & Milutinović, 2015). Желимо да испитамо следећу хипотезу:

X14: Перцепција познавања математике (KNOW) значајно директно утиче на доживљај лакоће употребе (РЕУ).

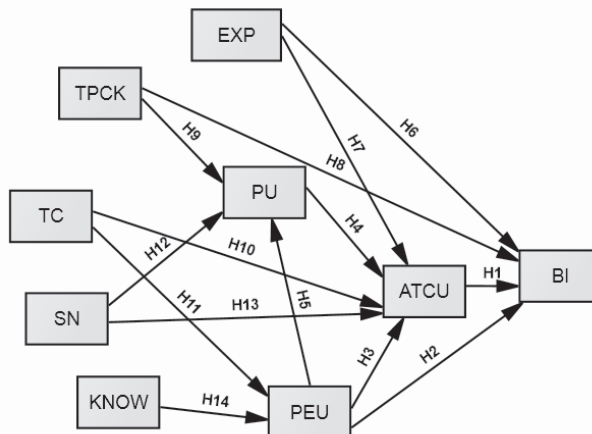
МЕТОД

Предмет и проблем истраживања. С обзиром на чињеницу да наставници недовољно користе рачунар у настави математике у основној школи, предмет овог истраживања представља предвиђање прихватања иновативне употребе рачунара у настави математике. С тим у вези биће испитани могући предиктори намере коришћења рачунара у настави математике на иновативном нивоу употребе код будућих учитеља и наставника математике.

Циљ и задаци истраживања. Циљеви ове студије су: (1) утврђивање предиктора који би могли утицати на опредељења будућих учитеља и будућих наставника математике у основним школама у Србији да примене видове коришћења рачунара на иновативном нивоу употребе у настави; (2) тестирање ваљаности коришћеног модела. Реализација постављених циљева истраживања биће операционализована посредством следећих задатака: (1) формирати модел истраживања за иновативни ниво употребе; (2) испитати ваљаност коришћеног модела; (3) утврдити предикторе који утичу на намеру будућих учитеља и наставника математике да употребљавају рачунар у настави.

Модел истраживања. У овој студији је примењен анкетни упитник. Од девет променљивих испитане су четири зависне променљиве: PU – доживљај корисности, PEU – доживљај лакоће употребе, ATCU – ставови према употреби рачунара и BI – намера употребе, као и пет независних променљивих: TPCK – потреба за технолошко-педагошким познавањем садржаја из математике, EXP – искуство, SN – субјективна норма, TC – технолошка комплексност, KNOW – перцепција познавања математике. Имајући у виду налазе презентованих истраживања и теоријску основу, тј. резултате бројних студија у којима је тестиран проширени TAM модел, као и иновативни ниво употребе рачунара, издвојили смо кључне предикторе и формирали модел истраживања који је представљен на Слици 1.

Слика 1: Модел истраживања



Напомена. PU=доживљај корисности; PEU=доживљај лакоће коришћења; ATCU=ставови према употреби рачунара; EXP=искуство; TPCK=потреба за технолошко-педагошким знањем садржаја из математике; SN=субјективна норма; TC=технолошка комплексност; KNOW=перцепција познавања математике; BI=намера понашања.

Учесници истраживања и прикупљање података. С обзиром на чињеницу да студенти током универзитетских студија могу стицати рачунарску искуство у својој области, као и развијати TPCK, у овом истраживању фокусирали смо се на популацију будућих учитеља и наставника математике завршних година студија. Користили смо репрезентативни узорак студената основних студија са факултета за образовање учитеља и наставника математике, који су одслушали већину својих предмета из области информационо-комуникационих технологија, педагогије, математике и методике наставе математике.

У истраживању је учествовало 455 будућих учитеља и наставника математике са три универзитета у Србији. Од укупног броја испитани-

ка, њих 209 је похађало Факултет педагошких наука у Јагодини Универзитета у Крагујевцу, 100 Учитељски факултет у Ужицу и двадесет деветоро Природно-математички факултет истог Универзитета. Са Математичког факултета Универзитета у Београду учествовало је 75 испитаника, док је њих четрдесет двоје са Департмана за математику Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду. Од укупног броја испитаника, 11,6% (53) су били мушкарци, а просечна старост свих учесника била је 22,52 (SD=1,29) године. Њих 250 (54,9%) је одслушало трећу, док су остали одслушали четврту годину својих студија.

Испитаницима је представљена сврха овог истраживања и указано им је на њихово право да се повуку у било ком тренутку током или након попуњавања упитника. Сваком учеснику било је потребно, у просеку, око 20 минута да попуни упитник. Учесници нису добили додатне поене на курсевима или награде, а учешће је било добровољно. Величина узорка ($n=455$) је у сагласности са Стивенсовом (Stevens, 1996) препоруком да буде најмање 15 случајева по мереној променљивој, што за девет променљивих разматраних у овом истраживању износи 135 испитаника.

Инструменти. За потребе ове студије конструисан је комбиновани упитник којим смо мерили намеру коришћења рачунара у настави математике. Већи део ставки преузет је и прилагођен из бројних публикованих извора, наведених у Прилогу, тако што су преведене на српски језик. Осим демографских питања, у упитнику је било још 35 ставки састављених тако да се на основу њих могу процењивати одговори учесника на питања која мере променљиве дате у истраживачком моделу.

Ставке за променљиве, које су испитиване у бројним досадашњим студијама, као што су TC, SN и KNOW и TAM променљиве (PU, PEU и ATCU), преведене су и прилагођене превасходно на основу Теоовог истраживања (Тео, 2009b) које је спроведено међу будућим учитељима у Сингапуру. У многим другим изворима наведеним у Прилогу коришћене су исте или сличне скале чија је поузданост такође потврђена.

Да би поузданост била адекватна, Форнел и Ларкер (Fornell & Larcker, 1981) предложили су три процедуре у процени конвергентне валидности: мере поузданости сваке ставке, композитна поузданост сваке скале и просечна екстрахована (издвојена) варијанса. Препоручене вредности фактора су 0,5 и више (Hair, Black, Babin & Anderson, 2010), композитне поузданости 0,7 и више (Nunnally & Bernstein, 1994) и просечна издвојена варијанса треба да буде једнака или већа од 0,5 (Segars, 1997). Такође, да би композитна поузданост примењене мере (Cronbach α) била адекватна, препоручује се вредност која је једнака или већа од 0,70 (De Vellis, 2003; Schumacker & Lomax, 2010).

Тео (Тео, 2009b) је користио поменуте ставке у образовном контексту и нашао врло добре мере поузданости са фактором изнад 0,7 на нивоу сваке ставке, композитном поузданошћу сваке скале променљиве изнад 0,9 и адекватном конвергентном валидношћу за предложене скале (про-

сечна екстрахована варијанса је изнад 0,6). Свака ставка променљиве је мерена тако што је испитаник изражавао свој став заокружујући једну од пет понуђених могућности на Ликертовој петостепеној скали, са значењима од 1 – уопште се не слажем до 5 – слажем се у потпуности.

Као и код појединих аутора (Kadijevich & Naapasalo, 2008; Тео *et al.*, 2016b), укупно искуство (EXP) је требало да буде наведено (у сатима) за сваку активност. Затим су одговори кодирани и претворени у петостепену Ликертову скалу која је садржала следеће вредности: 1– за одговоре од 0 до 9; 2 – за одговоре од 10 до 19; 3 – за одговоре од 20 до 29; 4 – за одговоре од 30 до 39 и 5 – за одговоре веће од 39. Свака ставка променљиве VI је мерена тако што су учесници на петостепеној Ликертовој скали бирани од 1 – уопште се не слажем до 5 – слажем се у потпуности.

Скала за ТРСК је развијена усвајањем скале са 7 ставки коришћене за мерење ТРСК наставника уводног програмирања (Kadijevich, 2012) прилагођавањем учитељима/наставницима математике, слично као што је учинио Тео са сарадницима (Тео *et al.*, 2016b). Сваком ставком студент је изражавао сопствене ставове избором једне од пет понуђених могућности на петостепеној Ликертовој скали: од 1 – не у потпуности до 5 – да у потпуности. Кадијевић (Kadijevich, 2012) је користио процену вредности Кронбаховог алфа коефицијента за одређивање поузданости упитника која је била 0,88 (Nunnally & Bernstein, 1994) и Каисер, Мајер и Олкинову меру за репрезентативност која је износила 0,97. Са друге стране, Тео и сарадници установили су да су вредности фактора за све ставке у ТРСК скали биле у распону од 0,63 до 0,73 што је знатно више у односу на препоруке (Hair *et al.*, 2010) за конвергентну валидност на нивоу ставки. Композитна поузданост била је 0,85, што је знатно изнад препоручене вредности, док је конвергентна валидност била адекватна јер је просечна издвојена варијанса била 0,5. Као што је приказано у Табели 1, композитна поузданост свих наших предложених констраката је у распону од 0,75 до 0,89.

Анализа података. Подаци су анализирани коришћењем моделовања структуралним једначинама (SEM) спроведеног у програму AMOS 7.0. SEM је породица техника која омогућава посматрање засебних односа за сваку од низа зависних варијабли, односно даје одговарајуће и најефикасније технике процена за низ одвојених једначина вишеструке регресије истовремено (Hair *et al.*, 2010). Међутим, каузални ефекти у опсервационим студијама могу бити образложени само комбинацијом анализе података и теоријских претпоставки, а не искључиво анализом података (Hair *et al.*, 2010; Pearl, 2012). С обзиром на то да је теоријска основа веома значајна, и будући да је у нашем истраживању модел развијен искључиво на основу раније показаних каузалних веза у различитим образовним контекстима, како у развијеним тако и у земљама у развоју, сматрамо да је коришћење SEM анализа оправдано и у складу са тим како су хипотезе концептуално и статистички изражене (Hoyle,

2011). Она је корисна за анализу односа између латентних и посматраних променљивих. Анализа подразумева тестирање нормалности података и процењивање модела који представља односе између поменутих девет променљивих у овој студији.

Пратећи стандардни двостепени SEM приступ (Schumacker & Lomax, 2010), у првом кораку врши се процена модела мерења (CFA) за све неопсервабилне променљиве у моделу. Модел мерења описује колико добро посматране ставке упитника мере латентне променљиве. У другом кораку се процењује структурни део модела (Слика 1). У овом делу су наведене релације између егзогених и ендогених латентних променљивих. У циљу добијања поузданих резултата у SEM приступу, истраживачи препоручују узорак величине од 100 до 150 испитаника (Kline, 2011). С обзиром на то да је величина узорка ове студије 455, моделовање структуралним једначинама се сматра одговарајућом техником за анализу података.

РЕЗУЛТАТИ

Дескриптивна статистика. Коришћењем SPSS софтвера утврдили смо дескриптивне статистике променљивих (Табела 1). Испитали смо за свих девет променљивих њихову средњу вредност, стандардну девијацију, асиметрију и спљоштеност. Осим за EXP, све средње вредности су биле изнад средишта 3,00, што указује на претежно позитивне одговоре који се односе на променљиве у моделу.

Табела 1: Дескриптивна статистика променљивих коришћених у истраживању (скала) и композитна поузданост (Кронбахов алфа)

Променљива	Средња вредност	Стандардна девијација	Асиметрија	Сплљоштеност	Кронбахов алфа
PU	4,35	0,69	-1,00	0,9	0,89
PEU	3,93	0,75	-0,45	-0,05	0,85
ATCU	4,08	0,81	-0,97	1,15	0,89
TPCK	3,78	0,72	-0,42	0,23	0,85
SN	3,62	0,88	-0,5	0,31	0,75
TC	2,00	0,84	0,70	-0,06	0,84
KNOW	3,94	0,76	-0,45	-0,03	0,86
BI	3,43	0,89	-0,38	-0,01	0,77
EXP	2,09	1,11	0,89	-0,23	0,75

Стандардне девијације су биле у распону од 0,69 до 1,11, одражавајући релативно мала одступања одговора учесника од средње вредности. Индекси асиметрије и спљоштености приказују прихватљив степен нормалности за потребе ове студије, јер се, према начелу, за податке може претпоставити да су нормални ако су вредности асиметрије и спљоштености у оквиру прихватљивог нивоа који износи $|3|$ и $|10|$ респективно (Kline, 2011; Schumacker & Lomax, 2010).

*Евалуација модела мерења
(потврдна факторска анализа)*

Модел мерења је процењен помоћу потврдне факторске анализе (CFA) спроведене у програму AMOS 7.0 коришћењем процедуре оцене максималне веродостојности (MLE). MLE је популарна и робустна процедура за употребу у SEM приступу (Schumacker & Lomax, 2010). Како MLE процедура претпоставља мултинормалну расподелу посматраних променљивих, подаци у овој студији су испитани помоћу Мардијине нормализоване мултиваријационе вредности спљоштености. Мардијин коефицијент M , (Mardia, 1970) за податке у овој студији је 229,42, што је ниже од вредности 1295 која је добијена коришћењем формуле $M=p(p+2)$, где је p једнак броју посматраних променљивих у моделу, односно $p=35$ (Raykov & Marcoulides, 2008). С тим у вези, мултиваријациона нормалност података у овој студији је потврђена.

Општа подесност (фитовање) модела је процењена коришћењем χ^2 теста. Међутим, с обзиром на то да је он веома осетљив на величину узорка, израчунат је такође и количник Хи квадрата и степени слободе (χ^2/df), за који вредност до 3,0 указује на прихватљиву подесност између хипотетичког модела и података узорка (Wheaton, Muthen, Alwin & Summers, 1977). Осим тога, други индекси подесности, као што су Такер-Луисов индекс (TLI), индекс компаративног фитовања (CFI), квадратни корен просечне квадратиране грешке апроксимације (RMSEA) и стандардизовани квадратни корен просечног квадрата резидуала (SRMR), такође су израчунати.

Ху и Бентлер (Hu & Bentler, 1999) су предложили да TLI и CFI статистике веће од 0,90 одражавају добру подесност модела, а за RMSEA и SRMR, вредности 0,06 и 0,08 би представљале горњи лимит за прихватљиву подесност модела (Steiger, 2007). На основу резултата CFA може се закључити да модел у овој студији има добру подесност ($\chi^2=964,61$; $\chi^2/df=1,86$; TLI=0,93; CFI=0,94; RMSEA=0,04; SRMR=0,05).

Поузданост ставки, на основу којих је мерена свака променљива у истраживачком моделу (Слика 1), проверена је помоћу композитне поузданости (CR). У процени валидности ставки упитника испитани су смер, магнитуда и статистички значај сваке ставке, тј. Т вреднос-

ти (Schumacker & Lomax, 2010). Свака ставка објашњава добро своју променљиву ако је стандардизована процена већа од 0,50 (Hair *et al.*, 2010). Помоћу конзервативнијег показатеља валидности израчуната је просечна издвојена варијанса (AVE) за сваку променљиву која мери износ варијансе коју фактор обухвата у односу на износ варијансе која се може приписати грешци приликом мерења. Оба CR и AVE се процењују као адекватни када су већи од 0,50 или једнаки 0,50 (Fornell & Larcker, 1981).

Резултати CFA су приказани у Табели 2. Све T вредности, стандардизоване процене, CR, и AVE свих ставки, као и променљиве задовољавају препоручене смернице, тј. све ставке су биле поуздани показатељи очекиване променљиве за коју је наведено да је мере.

Табела 2: Резултати CFA за модел мерења

Ставка	UE	T вредност	SE	AVE (>0,50)*	Композитна поузданост
PU1	0,82	20,86	0,78		
PU2	1,02	26,49	0,93		
PU3	1,00	---	0,87	0,69	0,90
PU4	0,77	17,42	0,73		
PEU1	1,01	13,45	0,74		
PEU2	1,26	14,54	0,83		
PEU3	1,18	17,44	0,78	0,58	0,84
PEU4	1,00	---	0,68		
ATCU1	0,83	18,06	0,77		
ATCU2	0,95	20,77	0,86		
ATCU3	1,01	20,24	0,84	0,68	0,89
ATCU4	1,00	---	0,80		
BI1	0,57	10,50	0,51		
BI2	1,00	---	0,85	0,57	0,79
BI3	0,98	15,89	0,86		

Ставка	UE	T вредност	SE	AVE (>0,50)*	Композитна поузданост
TPCK1	0,88	11,95	0,61		
TPCK2	0,71	10,61	0,52		
TPCK3	0,71	10,14	0,50		
TPCK4	0,98	14,77	0,71	0,49	0,85
TPCK5	1,09	16,77	0,83		
TPCK6	0,93	14,61	0,70		
TPCK7	1,00	---	0,75		
TC1	1,00	---	0,69		
TC2	0,87	14,26	0,78	0,56	0,84
TC3	1,17	14,49	0,79		
TC4	1,03	13,58	0,73		
EXP1	1,00	---	0,50	0,54	0,77
EXP2	1,67	9,73	0,83		
EXP3	1,34	9,77	0,82		
MK1	0,92	19,97	0,87		
MK2	1,00	---	0,88	0,68	0,86
MK3	0,81	16,51	0,71		
SN1	1,18	11,26	0,80		
SN2	0,94	11,07	0,7	0,51	0,76
SN3	1,00	---	0,64		

Напомена. T вредност статистике; UE: нестандардизована процена (вредност); SE: стандардизована процена (вредност); *означава прихватљиви ниво; --- ова вредност је фиксирана на 1,00 за потребе идентификације модела; AVE: просечна издвојена варијанса; CR: композитна поузданост.

Провера структуралног модела

Пошто смо добили добру подесност за СФА модел, тестирана је подесност структуралног модела (Слика 1). Коришћењем истих показатеља (индекса) за проверу подесности као и за СФА, открили смо да структурални модел у овој студији има добру подесност ($\chi^2=18,03$; $\chi^2/df=1,64$; $TLI=0,97$; $CFI=0,99$; $RMSEA=0,04$; $SRMR=0,03$).

Намера употребе рачунара у односу на разматране предикторе

Од четрнаест хипотеза које смо испитивали, анализама спроведеним на комплетном узорку, потврђено је дванаест хипотеза. Табела 3 и Слика 2 приказују резултате тестирања хипотеза.

Табела 3: Резултати тестирања хипотеза

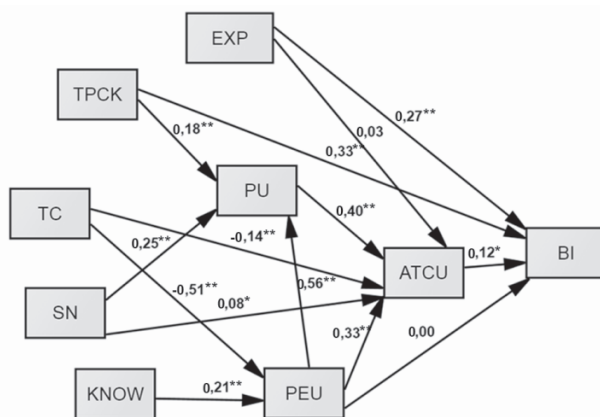
Хипотеза	Путања	р	Резултат
X1	ATCU → VI	0,029	Подржана
X2	PEU → VI	0,688	Није ►
X3	PEU → ATCU	<0,0005	Подржана
X4	PU → ATCU	<0,0005	Подржана
X5	PEU → PU	<0,0005	Подржана
X6	EXP → VI	<0,0005	Подржана
X7	EXP → ATCU	0,376	Није ►
X8	TPCK → VI	<0,0005	Подржана
X9	TPCK → PU	<0,0005	Подржана
X10	TC → ATCU	<0,0005	Подржана
X11	TC → PEU	<0,0005	Подржана
X12	SN → PU	<0,0005	Подржана
X13	SN → ATCU	0,013	Подржана
X14	KNOW → PEU	<0,0005	Подржана

Осим X2, све хипотезе (X1 до X5) које се односе на везе између променљивих из основног ТАМ модела су потврђене у овој студији. Од хипотеза везаних за променљиве изван ТАМ модела, све хипотезе осим X7 су потврђене (X6, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14).

Тестиране су четири ендogene променљиве (намера коришћења рачунара, ставови према употреби рачунара, доживљај корисности и доживљај лакоће коришћења) у истраживачком моделу. За ставове према употреби рачунара испитивани директни предиктори су доживљај корисности, доживљај лакоће коришћења, технолошка комплексност, искуство и субјективна норма. Индиректни предиктори везани за ставове испитивани у овој студији су: ТРСК, доживљај лакоће коришћења, технолошка комплексност, субјективна норма и знање из математике.

За доживљај корисности посматрани директни предиктори у нашем моделу су: доживљај лакоће коришћења, ТРСК и субјективна норма, док су индиректни предиктори технолошка комплексност и знање из математике. Претпоставља се да доживљај лакоће коришћења директно предвиђају следеће променљиве: технолошка комплексност и знање из математике.

Слика 2: Резултати тестирања хипотезаса коефицијентима путева



Напомена. *Корелација је значајна на 0,05 нивоу значајности (2-tailed). Бројеви приказују стандардизоване вредности директних ефеката променљивих. ** Корелација је значајна на 0,01 нивоу значајности (2-tailed).

Искуство, став, и ТРСК су имали значајан директан ефекат на намеру употребе рачунара са укупним утицајем од 27,5%, 11,8% и 32,9% респективно. Од четири ендogene променљиве, став према употреби рачунара има највећи износ варијансе који одређују његови директни и индиректни предиктори (ТРСК, PEU, EXP, PU, TC, SN и KNOW) и то је приближ-

но 51,4%. Затим, променљива PU је била објашњена својим директним (PEU, TC и SN) и индиректним предикторима (TPCK и KNOW) у износу од 19,6%. Променљива PEU објашњена је својим директним предикторима (TC и KNOW) у износу од 36,5%. Коначно, зависну променљиву у овој студији, намеру коришћења рачунара (BI), објаснило је осам променљивих – четири са директним и индиректним утицајем (TPCK, PEU, EXP и ATCU) и четири са само индиректним утицајем (TC, PU, SN и KNOW) са 23,7%. Разлагање, односно декомпозиција ефеката из установљеног модела путева дата је у Табели 4. Ова табела показује стандардизоване укупне ефекте, директне и индиректне ефекте у вези са сваком од осам променљивих. Доминантни предиктор намере понашања је TPCK са укупним ефектом 32,9%.

Табела 4: Стандардизовани директни, индиректни и укупни ефекти за истраживачки модел

Исход	Предиктор	Стандардизоване вредности		
		Директни	Индиректни	Укупно
Намера понашања ($R^2=0,237$)	TPCK	0,329	0,009	0,338
	PEU	0,004	0,065	0,069
	EXP	0,275	0,004	0,278
	ATCU	0,118	–	0,118
	PU	–	0,047	0,047
	TC	–	-0,052	-0,052
	SN	–	0,022	0,022
Ставови према употреби рачунара ($R^2=0,514$)	KNOW	–	0,015	0,015
	TPCK	–	0,074	0,074
	PEU	0,327	0,225	0,552
	EXP	0,031	–	0,031
	PU	0,402	–	0,402
	TC	-0,141	-0,283	-0,424
	SN	0,085	0,102	0,187
Доживљај (перцепција) корисности ($R^2=0,196$)	KNOW	–	0,117	0,117
	TPCK	0,185	–	0,185
	PEU	0,559	–	0,559
	TC	–	-0,286	-0,286
	SN	0,253	–	0,253
Доживљај (перцепција) лакоће коришћења ($R^2=0,365$)	KNOW	–	0,119	0,119
	TC	-0,512	–	-0,512
	KNOW	0,212	–	0,212

ДИСКУСИЈА

Циљ ове студије био је да се развије и тестира модел који би омогућио да се објасне намере будућих учитеља и наставника математике да користе рачунаре на иновативном нивоу у настави математике у Србији. Користећи SEM приступ, ова студија је показала да проширени ТАМ модел у потпуности одговара прикупљеним подацима. Резултати студије указују на то да су ТАМ променљиве, као и ТРСК, искуство, субјективна норма, технолошка комплексност и знање из математике значајни предиктори намере будућих учитеља и наставника математике да користе рачунаре у настави математике на иновативном нивоу.

Ова студија је показала да потреба за технолошко-педагошким знањем садржаја из математике има најзначајнији утицај на намеру употребе рачунара (X8). Можемо закључити да је већа вероватноћа да ће будући учитељи и наставници математике у Србији користити рачунар на иновативни начин када сагледају могућности коришћења рачунара у настави математике, и препознају потребу да унапреде своје познавање технолошко-педагошких садржаја из математике. Будући учитељи и наставници математике осећају потребу да стекну конкретна знања о томе како, када, где и у којим ситуацијама би требало да користе рачунар у настави математике.

Следећа променљива, за коју је утврђено да има директан позитивни значајан утицај на намеру употребе рачунара, јесте став према употреби рачунара (што показује потврда хипотезе X1). Овај налаз је у складу са недавним студијама у којима је испитиван утицај ставова према употреби рачунара међу будућим наставницима (Teo & Milutinović, 2015; Yuen & Ma, 2008). Иусхау (Yushau, 2006) истиче да је најпре потребно помоћи наставницима да развију позитивне ставове према рачунарима како би их у већој мери користили у настави математике. Дакле, ако би студенти променили свој став, намера да користе рачунар у настави математике била би у складу са датим променама. Ови налази су у складу и са многим истраживањима у различитим образовним контекстима и културама (Cheung & Vogel, 2013; Drent & Meelissen, 2008; Jan & Contreras, 2011; Pynoo *et al.*, 2012; Teo, 2009b).

Са друге стране, у моделу ове студије променљиве *доживљај једноставности употребе* и *ТРСК* посредно, преко променљивих *доживљај корисности* и *ставови према употреби рачунара*, утичу на намеру употребе рачунара, што је илустровано потврђивањем следећих хипотеза: X3, X4, X5 и X9. Ово указује на то да корисници неће користити рачунаре у настави математике само зато што их доживљавају као лаке и ненапорне за коришћење, или што осећају потребу да у већој мери овладају технолошко-педагошким садржајима из математике, већ зато што их сматрају корисним и имају позитивне ставове према коришћењу рачунара. Потврде хипотеза X3, X4, X5 у складу су са многим

другим истраживањима у различитим образовним контекстима и културама (Cheung & Vogel, 2013; Drent & Meelissen, 2008; Jan & Contreras, 2011; Рупоо *et al.*, 2012; Тео, 2009b). Слично томе, доживљај корисности индиректно, преко ставова према употреби рачунара, утиче на намеру понашања (хипотеза Х4).

Резултати нашег испитивања који потврђују хипотезу Х4 у сагласју су са налазима истраживања која су показала да је доживљај корисности један од кључних предиктора ставова према употреби рачунара у различитим образовним контекстима (Cheung & Vogel, 2013; Jan & Contreras, 2011; Pituch & Lee, 2006; Тео, Milutinović & Zhou, 2016a; Тео, Lee & Chai, 2008; Тео & Milutinović, 2015). Може се претпоставити да би ставови будућих наставника математике у Србији према употреби рачунара били позитивнији када би сматрали да употреба рачунара омогућава већу продуктивност. То такође значи да га неће користити уколико и њихови ставови према рачунарима нису позитивни и поред тога што сматрају да је рачунар користан у настави математике.

Показано је да је доживљај једноставности коришћења значајан предиктор ставова према употреби рачунара међу будућим наставницима, чиме је потврђена хипотеза Х3. Овај налаз је у складу са истраживањима која показују да позитиван став према рачунарима може да се објасни перцепцијом корисника о томе колико је коришћење те технологије релативно ослобођено улагања напора (Рупоо *et al.*, 2012, Тео, Milutinović & Zhou, 2016a; Тео, Lee & Chai, 2008; Тео & Milutinović, 2015). Међутим, у нашој студији је показано да доживљај једноставности коришћења не утиче значајно на саму намеру коришћења рачунара, тј. хипотеза Х2 није потврђена. Дакле, иако студенти сматрају да је једноставно користити рачунаре у настави математике, њихова намера не мора бити у складу са тим, јер можда њихови ставови према рачунарима нису позитивни, или је њихово искуство стечено у учионици негативно.

Искуство будућих учитеља и наставника у вези са употребом рачунара у настави математике није директно утицало на њихове ставове према употреби рачунара у настави, тј. није потврђена хипотеза Х7. Међутим, искуство је директно значајно утицало на намеру студената да користе информационе технологије (Х6 је била потврђена). У Србији, чак и ако студенти имају лоше искуство, ипак могу развити позитивне ставове према рачунарима и могу исказати намеру да их користе, јер, на пример, осећају потребу да у већој мери овладају технолошко-педагошким садржајима из математике.

Ова студија је показала да је субјективна норма (SN) имала значајан утицај на доживљај корисности и на ставове испитаника, односно хипотезе Х12 и Х13 су потврђене. То значи да ако би будући наставници имали утисак да људи, битни за њих, подржавају коришћење информационих технологија у настави математике, и они би сматрали технологију корисном и имали би позитивније ставове. Ови налази су у складу

са актуелним истраживањима (Teo, Lee & Chai, 2008; Teo & Milutinović, 2015). Као значајан показао се и утицај на РЕУ променљиве знање математике (KNOW) јер је хипотеза Х14 подржана. Када будући наставници сматрају да поседују висок ниво познавања садржаја из математике, они доживљавају коришћење рачунара у настави математике релативно лаким.

Технолошка комплексност се показала као значајан предиктор ставова према коришћењу рачунара, чиме је потврђена хипотеза Х10, што је у складу са актуелним истраживањима која указују на директан утицај технолошке комплексности на ставовове будућих наставника према употреби рачунара (Sime & Priestley, 2005; Teo, Milutinović & Zhou, 2016a). Важно је напоменути да се, у поређењу са економски развијеним земљама, упркос прилично успореном развоју образовних технологија у школама у Србији, код будућих наставника уочава иста веза између перцепције сложености употребе рачунара у настави математике и ставова према рачунару. То наводи на закључак да истоветан однос постоји у различитим културама и државама. Емпиријски је доказан и значај технолошке комплексности на доживљај једноставности употребе рачунара, чиме је потврђена хипотеза Х11. Што је студентима технологија комплекснија и сложенија за учење, доживљаваће је компликованијом за коришћење.

ЗАКЉУЧАК

Ова студија испитује променљиве које утичу на намеру будућих учитеља и наставника математике у Србији да користе рачунар у настави на иновативном нивоу употребе. Модел прихватања технологије (ТАМ) проширен је са пет спољашњих променљивих (искуство, технолошка комплексност, субјективна норма, знање из математике и потреба за познавањем технолошко-педагошких садржаја из математике) како би се објаснила намера учесника да користе рачунар. Овим истраживањем дошло се до неколико закључака.

Намера будућих учитеља и наставника математике да користе информационе технологије у настави је дефинисана њиховом потребом за познавањем технолошко-педагошких садржаја из математике, на првом месту, а затим искуством и на крају ставовима. Ставови су најпре објашњени доживљајем корисности, затим доживљајем лакоће коришћења рачунара, и на крају технолошком сложености и субјективном нормом. Доживљај корисности се значајно приписује доживљају једноставности употребе, субјективној норми и потреби за познавањем технолошко-педагошких садржаја из математике, док се доживљај једноставности употребе објашњава помоћу технолошке комплексности и познавања садржаја из математике. Утврђено је да променљиве *доживљај корисности*, *доживљај лакоће употребе*, *технолошка комплексност* и

субјективна норма такође посредно, преко променљиве ставови према коришћењу рачунара, објашњавају намеру коришћења рачунара.

Резултати ове студије пружају неколико импликација како за руководиоце образовних институција, тако и за едукаторе будућих учитеља и наставника математике у Србији. Одговори учесника истраживања указују на чињеницу да образовање будућег наставника треба, између осталог, да се бави ставовима, перцепцијом корисности, као и развојем вештина и знања који се односе на технолошко-педагошке садржаје из математике. Јуен и сарадници (Yuen, Law & Chan, 1999) су утврдили да би наставници требало да стекну одговарајуће вештине и успешна искуства у коришћењу информационо-комуникационих технологија још током студија, како би развили своје наставне стратегије и вештине које би пренели ученицима. Бенисон и Гос (Bennison & Goos, 2010) су истакли да професионални развој наставника математике игра кључну улогу у томе да ли и на који начин ће они смислено користити ИКТ у настави. Расел и сарадници (Russel *et al.*, 2003) препоручују да би припрема наставника могла да се унапреди стварањем могућности да приправници виде и доживе позитивне ефекте информационо-комуникационих технологија на наставу и учење. За подстицање иновативног начина интеграције рачунара најважније је да се студентима омогући практичан рад, затим да им се дају примери добре праксе, да им се омогући да стекну позитивно искуство и да задовоље сопствене потребе за развојем вештина које се односе на примену технолошко-педагошких садржаја из математике у настави и учењу.

Једно од ограничења у овом истраживању представља прикупљање података путем самоизвештаја што може довести до прекомерног повећања вредности правих односа између променљивих. Друго, недостатак искуства испитаника у пракси и с тим у вези пратећих стресова, при интеграцији рачунара у стварном наставном процесу, може довести до лошег представљања праве слике. Такође, проценат варијансе у намери употребе рачунара указује на могућност да смо неке променљиве превидели. Стога би у фокусу будућих истраживања могло бити испитивање наставника који су већ запослени и испитивање осталих променљивих које су значајне за образовање учитеља и наставника математике.

Коришћена литература

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211.
- Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52, 154–168.
- Barak, M. (2014). Closing the gap between attitudes and perceptions about ict-enhanced learning among pre-service STEM teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 1–14.

- Bennison, A. & Goos, M. (2010). Learning to teach mathematics with technology: A survey of professional development needs, experiences and impacts. *Mathematics Education Research Journal*, 22(1), 31–56.
- Cheung, R. & Vogel, D. (2013). Predicting user acceptance of collaborative technologies: An extension of the technology acceptance model for e-learning. *Computers & Education*, 63, 160–175.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.
- De Vellis, R. (2003). *Scale development: Theory and applications* (2nd Edition). Thousand Oaks, California: Sage.
- Dimitrijević, S., Popović, B. & Stanić, M. (2012). Computer use in mathematics teaching – overview of the situation in Serbia. *Croatian Journal of Education*, 14, 387–415.
- Drent, M. & Meelissen, M. (2008). Which factors obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively? *Computers & Education*, 51(1), 187–199.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Fornell, C. & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 48, 39–50.
- Hair, J. F., Jr., Black, W. C., Babin, B. J. & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th Edition). New Jersey: Prentice-Hall International.
- Hermans, R., Tondeur, J., van Braak, J. & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on the classroom use of computers. *Computers & Education*, 51(4), 1499–1509.
- Hoyle, R. H. (2011). *Structural equation modeling for social and personality psychology*. London: Sage Publications.
- Hu, L. & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1–55.
- Huang, H. M. & Liaw, S. S. (2005). Exploring user's attitudes and intentions toward the web as a survey tool. *Computers in Human Behavior*, 21(5), 729–743.
- International Society for Technology in Education (ISTE) (2007). *ISTE Standards for Students*. Retrieved August 30, 2014, from http://www.iste.org/docs/pdfs/20-14_ISTE_Standards-S_PDF.pdf
- Jan, A. U. & Contreras, V. (2011). Technology acceptance model for the use of information technology in universities. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 845–851.
- Kadijevich, Dj. & Haapasalo, L. (2008). Factors that influence student teacher's interest to achieve educational technology standards. *Computers & Education*, 50(1), 262–270.
- Kadijevich, D. J. (2012). TPCK framework: Assessing teachers' knowledge and designing courses for their professional development. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E28–E30.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modelling* (3rd Edition) New York: Guilford Press.
- Mardia, K. V. (1970). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 36(4), 519–530.
- Mathieson, K. (1991). Predicting user intentions: Comparing the technology acceptance model with the theory of planned behavior. *Information systems research*, 2(3), 173–191.
- Milutinović, V. (2009). Factors of ICT application in education: Mentors and student teachers. In M. Meri (Ed.), *Promoting teacher education – from intake system to teaching practice: Proceedings of the International Conference*, Vol. 1 (pp. 175–187). Jagodina: Faculty of Education in Jagodina.
- Milutinović, V. (2015). Analiza iskustva i namere upotrebe računara u nastavi matematike budućih učitelja i nastavnika matematike. U A. Mihajlović (ur.), *Zbornik radova sa trećeg*

- međunarodnog naučnog skupa Metodički aspekti nastave matematike III*, rad štampan u celini, 14–15. juna 2014. godine, Jagodina (str. 213–230). Jagodina: Fakultet pedagoških nauka Univerziteta u Kragujevcu.
- Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *The Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Niess, M.L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, 509–523.
- Nunnally, J. & Bernstein, I. (1994). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Partnership for 21st Century Skills (2011). *Framework for 21st century learning*. Retrieved January 27, 2016 from World Wide Web <http://www.p21.org/>
- Pearl, J. (2012). *The causal foundations of structural equation modeling* (Vol. 370). California: University of California, Los Angeles Computer Science Department.
- Pierce, R. & Ball, L. (2009). Perceptions that may affect teachers' intention to use technology in secondary mathematics classes. *Educational Studies in Mathematics*, 71(3), 299–317.
- Pynoo, B., Tondeur, J., Braak, J. V., Duyck, W., Sijnave, B. & Duyck, P. (2012). Teachers' acceptance and use of an educational portal. *Computers & Education*, 58(4), 1308–1317.
- Raykov, T. & Marcoulides, G. A. (2008). *An introduction to applied multivariate analysis*. New York: Taylor & Francis.
- Russel, M., Bebell, D., O'Dwyer, L. & O'Connor, K. (2003). Examining teacher technology use implications for preservice and inservice teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 54(4), 297–310.
- Ruthven, K. (2009). Towards a naturalistic conceptualisation of technology integration in classroom practice: The example of school mathematics. *Education & Didactique*, 3(1), 131–152.
- Schepers, J. & Wetzels, M. (2007). A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects. *Information & Management*, 44(1), 90–103.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2010). *A beginner's guide to structural equation modeling* (3rd Edition). New York: Routledge.
- Segars, A. H. (1997). Assessing the unidimensionality of measurement: A paradigm and illustration within the context of information systems research. *Omega*, 25(1), 107–121.
- Shulman L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Sime, D. & Priestley, M. (2005). Student teachers' first reflections on ICT in classroom learning: Implications for initial teacher education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(2), 130–143.
- Steiger, J. H. (2007). Understanding the limitations of global fit assessment in structural equation modeling. *Personality and Individual Differences*, 42(5), 893–898.
- Stevens, J. (1996). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (3rd Edition). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Taylor, S. & Todd, P. (1995). Understanding information technology usage: A test of competing models. *Information Systems Research*, 6(2), 144–176.
- Teo, T. (2009a). Examining the relationship between student teachers' self-efficacy beliefs and their intended uses of technology for teaching: A structural equation modelling approach. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8(4), 7–16.
- Teo, T. (2009b). Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers. *Computers & Education*, 52(2), 302–312.
- Teo, T. (2010). A path analysis of pre-service teachers' attitudes to computer use: Applying and extending the technology acceptance model in an educational context. *Interactive Learning Environments*, 18(1), 65–79.

- Teo, T., Lee, C. B. & Chai, C. S. (2008). Understanding pre-service teachers' computer attitudes: Applying and extending the Technology Acceptance Model (TAM). *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(2), 128–143.
- Teo, T. & Milutinović, V. (2015). Modelling the intention to use technology for teaching Mathematics among pre-service teachers in Serbia. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(4), 363–380.
- Teo, T., Milutinović, V. & Zhou, M. (2016a). Modelling Serbian pre-service teachers' attitudes towards computer use: A SEM and MIMIC approach. *Computers & Education*, 94, 77–88.
- Teo, T., Milutinović, V., Zhou, M. & Banković, D. (2016b). Traditional vs. innovative uses of computers among mathematics pre-service teachers in Serbia. *Interactive Learning Environment*. DOI: 10.1080/10494820.2016.1189943.
- Thompson, R. L., Higgins, C. A. & Howell, J. M. (1991). Personal computing: Toward a conceptual model of utilization. *MIS Quarterly*, 15(1), 124–143.
- Tubin, D. (2006). Typology of ICT implementation and technology application. *Computers in the Schools*, 23(1/2), 85–98.
- Turner, M., Kitchenham, B., Brereton, P., Charters, S. & Budgen, D. (2010). Does the technology acceptance model predict actual use? A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 52(5), 463–479.
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P. & Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education*, 81, 49–58.
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information systems research*, 11(4), 342–365.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G. & Davis, F. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- Voogt, J. (2010). Teacher factors associated with innovative curriculum goals and pedagogical practices: Differences between extensive and non-extensive ICT-using science teachers. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 453–464.
- Wachira, P. & Keengwe, J. (2011). Technology integration barriers: Urban school mathematics teachers perspectives. *Journal of Science Education and Technology*, 20(1), 17–25.
- Wheaton, B., Muthen, B., Alwin, D. & Summers, G. (1977). Assessing reliability and stability in panel models. In D. R. Heise (Ed.), *Sociological methodology* (pp. 84–136). San Francisco: Jossey-Bass.
- Wong, G. K. W. (2015). Understanding technology acceptance in pre-service teachers of primary mathematics in Hong Kong. *Australasian Journal of Educational Technology* 31(6), 713–735.
- Yuen, A. H. K. & Ma, W. W. K. (2008). Exploring teacher acceptance of E-learning technology. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 36(3), 229–243.
- Yuen, H. K., Law, N. & Chan, H. (1999). Improving IT training for serving teachers through evaluation. In G. Cumming, T. Okamoto & L. Gomez (Eds.), *Advanced Research in Computers and Communications in Education*, Vol. 2 (pp. 441–448).
- Yushau, B. (2006). Computer attitude, use, experience, software familiarity and perceived pedagogical usefulness: The case of mathematics professors. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(3), 1–7.

Примљено 15.3.2016; прихваћено за штампу 1.8.2016.

ПРИЛОГ

Списак скала и одговарајућих ставки коришћених у овој студији

Променљива	Ставка	
<i>Доживљај корисности</i> (енг. Perceived usefulness – PU) преузето из истраживања (Davis <i>et al.</i> , 1989; Teo, 2009b; Teo & Milutinović, 2015)	PU1	Коришћење рачунара унапредиће мој рад.
	PU2	Коришћење рачунара повећаће моју ефикасност.
	PU3	Коришћење рачунара повећаће моју продуктивност.
	PU4	Сматрам рачунар корисним алатом у свом раду.
<i>Доживљај лакоће употребе</i> (енг. Perceived ease of use – PEU) преузето из истраживања (Davis <i>et al.</i> , 1989; Teo, 2009b; Teo & Milutinović, 2015)	PEU1	Оно што радим на рачунару ми је јасно и разумљиво.
	PEU2	Лако ми је да постигнем да рачунар уради оно што ја хоћу.
	PEU3	Сматрам да је лако користити рачунар.
	PEU4	Било би ми лако да постанем вешт/а у коришћењу рачунара.
<i>Ставови према употреби рачунара</i> (Attitudes toward compute ruse – ATC) преузето из истраживања (Thompson, Higgins, & Howell, 1991; Venkatesh <i>et al.</i> , 2003; Teo, 2009b; Teo & Milutinović, 2015)	ATCU1	Употреба рачунара чини посао интересантнијим.
	ATCU2	Рад на рачунару је забаван.
	ATCU3	Волим да користим рачунар.
	ATCU4	Радујем се оним аспектима мога посла који захтевају да користим рачунар.
<i>Потреба за ТРСК</i> (енг. Technological Pedagogical Content Knowledge – ТРСК) преузето из истраживања (Kadijevich, 2012; Teo <i>et al.</i> , 2016b)	ТРСК1	Боље бих реализовао/ла наставу математике када бих знао/ла више о: математичким појмовима и алгоритмима (процедурама) рачунарским програмима за учење математике (нпр. <i>GeoGebra</i>) различитим наставним методама коришћењу рачунара за приказивање главних садржаја из математике коришћењу рачунара ради имплементације различитих наставних метода наставним методама за обраду различитих садржаја из математике коришћењу рачунара ради имплементације наставних метода за обраду различитих садржаја из математике
	ТРСК2	
	ТРСК3	
	ТРСК4	
	ТРСК5	
	ТРСК6	
	ТРСК7	

<p><i>Искуство</i> (енг. Experience – EXP) прилагођено из истраживања (Teo <i>et al.</i>, 2016b)</p>	<p>EXP1 EXP2 EXP3</p>	<p>Наведите <i>мерено у сатима</i>, Ваше укупно досадашње искуство у раду на рачунару (у школи, на факултету и код куће). Напишите колико оно износи за следеће активности: Прављење (израду) нових модела у програму <i>GeoGebra</i> Размену информација у неком <i>Wiki</i> окружењу Развој групних пројеката (нпр. рачунање трошкова екскурзије) у неком <i>Wiki</i> окружењу</p>
<p><i>Намера употребе</i> (енг. Behavioral Intention – BI) прилагођено из истраживања (Teo <i>et al.</i>, 2016b)</p>	<p>BI1 BI2 BI3</p>	<p>Планирам да у настави математике често користим рачунар и одговарајући софтвер за: Прављење (израду) нових модела у програму <i>GeoGebra</i> Размену информација у неком <i>Wiki</i> окружењу Развој групних пројеката (нпр. рачунање трошкова екскурзије) у неком <i>Wiki</i> окружењу</p>
<p><i>Технолошка комплексност</i> (енг. Technological Complexity – TC) презето из истраживања (Thompson, Higgins, & Howell, 1991; Teo, 2009a,b; Teo & Milutinović, 2015)</p>	<p>TC1 TC2 TC3 TC4</p>	<p>Учење коришћења рачунара ми одузима много времена (у односу на редовне дужности). Коришћење рачунара је тако компликовано да ми је тешко да разумем шта се дешава. Коришћење рачунара захтева превише времена (за обављање механичких операција као нпр. унос података). Потребно је много времена да научимо да користимо рачунар (да би било вредно труда).</p>
<p><i>Субјективна норма</i> (енг. Subjective Norm – SN) презето из истраживања (Taylor & Todd, 1995; Venkatesh <i>et al.</i>, 2003; Teo, 2009a,b; Teo & Milutinović, 2015)</p>	<p>SN1 SN2 SN3</p>	<p>Људи чије мишљење уважавам подстичу ме да користим рачунар. Људи који су ми важни пружиће ми подршку за коришћење рачунара. Људи који имају утицаја на моје понашање мисле да треба да користим рачунар.</p>
<p><i>Математичко знање</i> (KNOW) презето из истраживања (Teo & Milutinović, 2015)</p>	<p>KNOW1 KNOW2 KNOW3</p>	<p>Имам потребно знање из математике. Знам да примењујем математичко размишљање. Користим различите начине и стратегије као помоћ да боље разумем математику.</p>

AN EXPLORATION OF ACCEPTANCE OF INNOVATIVE COMPUTER
USE IN TEACHING MATHEMATICS AMONG PRE-SERVICE CLASS
TEACHERS AND MATHEMATICS TEACHERS

Verica Milutinović

Faculty of Education of University of Kragujevac, Jagodina, Serbia

Abstract

Innovative computer use enables the strengthening and transformation of teaching practice. Notwithstanding, numerous studies have indicated that teachers do not use computers in teaching mathematics to a sufficient extent. This study was aimed at exploring the reasons for insufficient computer use by teachers, i.e. at examining the variables which may affect the acceptance of innovative computer use in teaching mathematics. Hence, the intention to use computers in teaching mathematics in primary school was explored on the sample of 455 pre-service class teachers and mathematics teachers from Serbia. The technology acceptance model was extended by external variables and the following were observed as the predictors of intention to use computers in teaching mathematics: students' attitudes towards computers, their perception of usefulness of computers in teaching mathematics, perceived ease of use, technological pedagogical content knowledge in mathematics, experience with use, subjective norms, technological complexity and content knowledge in mathematics. Structural equation modelling has shown that the proposed model had a good fit and that the selected variables were significant predictors of the intention to use computers. The proposed model explained 23.7% of variance in the intention to use computers. It has been shown that the intention to use computers is directly predicted by dominant technological pedagogical content knowledge in mathematics, students' attitudes towards computers and their experience, while it is indirectly predicted by perceived usefulness, subjective norm, technological complexity and content knowledge in mathematics. In accordance with the presented findings, the final part provides recommendations that may be beneficial for advancing the education of pre-service class teachers and mathematics teachers.

Key words: intention to use computers in teaching mathematics, technology acceptance model, technological pedagogical content knowledge, teaching mathematics, structural equation modelling.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЯТИЯ ИННОВАТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРОВ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Верица Милутинович

Факультет педагогических наук в Ягодине,
Университет в Крагуеваце, Сербия

Аннотация

Иновативное использование компьютеров дает возможность оптимизации и трансформации педагогической практики. Однако, многочисленные исследования показывают, что учителя недостаточно используют компьютеры в обучении математике. Цель предлагаемой работы – выявление причин редкого использования компьютеров, т. е. выявление факторов, которые могли бы влиять на более широкое принятие иновативного использования компьютеров в обучении математике. В связи с вышеупомянутым, интенция использования компьютеров в обучении математике в восьмилетней школе была рассмотрена на корпусе 455 будущих учителей и преподавателей математики в Сербии. Модель принятия технологии была расширена экстерными переменными, так что в качестве предикторов намерения использования компьютеров рассматривались отношение студентов к компьютерам, их мнение о выгодности использования компьютеров в обучении математике, мнение о легкости их использования, технолого-педагогическое знание учебных содержаний по математике, опыт в использовании компьютеров, субъективная норма, технологическая комплексность и знание содержаний по математике. Анализ моделирования структуральными уравнениями указал на то, что предложенная модель вполне адекватна и что выделенные переменные представляют значимые предикторы интенции использования компьютеров. Предложенная модель разъяснила 23,7% вариации для интенции использования компьютеров. Выявлено, что интенцию использования компьютеров прямо обуславливают доминирующее технолого-педагогическое знание содержаний по математике, затем отношение студентов к компьютерам и их опытность, а косвенно – мнение о выгодности использования компьютеров, субъективная норма, технологическая комплексность знание содержаний по математике. В соответствии с изложенными результатами даются рекомендации, которые могут содействовать оптимизации образования будущих учителей и преподавателей математики.

Ключевые слова: интенция использования компьютеров в обучении математике, модель принятия технологии, технолого-педагогическое знание учебных содержаний, обучение математике, моделирование структуральными уравнениями.