

ТЕОРИЈЕ НАСТАНКА ПРОБЛЕМА ПРИ КОРИШЋЕЊУ СИСТЕМА ВИРТУЕЛНЕ РЕАЛНОСТИ
THEORIES OF THE PROBLEM OCCURRENCE WHEN USING A VIRTUAL REALITY SYSTEM

Предраг Величковић, Сања Крсмановић Величковић, Милош Миловановић

РЕЗИМЕ: Виртуелна реалност има потенцијал за примену у многим пољима, укључујући образовање, медицину, научна истраживања итд. Ипак, сама технологија виртуелне реалности је недовољно истражена. Узимајући у обзир утицај виртуелног окружења на искуство учесника и проблеме који се јављају при коришћењу, потребно их је узети у обзир од раних стадијума њиховог дизајнирања, јер способности и ограничења корисника могу у знатној мери утицати на ефективност и употребљивост виртуелног окружења. Ранија истраживања виртуелних окружења су имала фокус на развој и примену саме технологије, а тек се последњих година акценат ставља на проблеме при коришћењу који укључују и људски фактор. Технологија система виртуелне реалности се убрзано развија, али тај развој могу да успоре уочени негативни симптоми и ефекти који се јављају код корисника при интеракцији са виртуелним окружењем.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: Информационе технологије, виртуелна реалност, виртуелна окружења, сајбер болест

ABSTRACT: Virtual reality has the potential to be applied in many fields, including education, medicine, scientific research, etc. Yet virtual reality technology itself is under-explored. Considering the impact of the virtual environment on the experience of the participants and the problems encountered when using them, they should be considered from the early stages of its design, as the capabilities and limitations of users can greatly affect the effectiveness and usability of the virtual environment. Earlier studies of virtual environments have focused on the development and application of technology itself, and it is only in recent years that emphasis has been placed on use problems that include the human factor. The technology of virtual reality systems is evolving rapidly, but these developments can be slowed down by the perceived negative symptoms and effects that occur with users when interacting with the virtual environment.

KEY WORDS: information technologies, virtual reality, virtual environments, cyber sickness

1. УВОД

Начин коришћења је један од пресудних фактора за употребљивост неког система. Начин на који се користи неки систем може да има позитиван и негативан утицај на корисника, од чега може да зависи да ли ће наставити да употребљава тај систем, што директно утиче и на успешност самог система. Примена виртуелне реалности је вишеструка, као и користи које може имати у различитим пољима. Виртуелна реалност је технологија која се често сматра природним проширењем тродимензионалне рачунарске графике са напредним уређајима за унос и излаз.

Технологија система виртуелне реалности се убрзано развија, али тај развој могу да успоре негативни симптоми и ефекти који се јављају код корисника при интеракцији са виртуелним окружењем. Неке од нуспојава које се могу јавити код корисника су вртоглавица и мучнина, пецкање у очима или дезоријентација. Проблеми који могу настати код боравка корисника у виртуелним окружењима могу смањити време коришћења саме апликације или чак створити аверзију од будућег коришћења. Схватање узрока и фактора који утичу на појаву ових негативних симптома и ефеката, може омогућити да се симптоми избегну или умање код креирања виртуелног окружења, чиме би се допринело побољшању интеракције човека и рачунара када је у питању коришћење неког виртуелног система.[1]

2. ТЕОРИЈЕ НАСТАНКА ПРОБЛЕМА

Људски усправни став контролише се уз помоћ више чула. Важне информације даје вид који се обично комбинује са знаковима других чула из вестибуларног, проприоцептивног и соматосензорног система.[2] Болест покрета, која настаје конфликтним улазима визуелних, вестибуларних и соматосензорних ефеката, углавном носи вестибуло-аутономне одговоре код људи.[3]

Током година истраживачи су развили бројне теорије објашњавајући како се јављају болест кретања и болест симулатора. Три најчешће прихваћене теорије су сензорни сукоб, постурална нестабилност и теорија мировања. Три мање прихваћене теорије су теорија отрова, теорија тока и теорија прилагођавања сензомоторног система.

Биолошки узроци сајбер болести нису чврсто утврђени, а различите теорије указују на различите факторе који су одговорни за појављивање сајбер болести у виртуелном окружењу. У Табели 1 можемо видети уобичајене теорије [4]:

	Положај	Виртуални аспекти
Сензорни конфликти	Ако се стимуланси из спољашње средине и различита осећања опајају различито појавиће се симптоми	Праћење, векција и навигација
Постурална нестабилност	Ако особа није у стању да одржи потребан положај с обзиром на стимулансе из спољашње средине појавиће се симптоми	Оријентациони знакови и позиција током урањања
Мировање	Ако се правац који особа види као „горе“ разликује од осећаја гравитације за горе појавиће се симптоми	Знакови места и оријентације
Отров	Ако погрешно опажено окружење може да се догоди због ефекта отрова из прошлости појавиће се симптоми	Реализам, праћење и навигација
Ток	Високо укључено стање, где су мотивација и концентрација важни аспекти тока	Реализам, праћење и навигација
Прилагођавање сензомоторног система	Промена реакције тела на утицај сталних надражаја	Оријентациони знакови и знакови места и оријентације

Табела 1: Теорије сајбер болести [53]

3. ТЕОРИЈА СЕНЗОРНИХ КОНФЛИКТА (*SENSOR CONFLICT THEORY*)

Према Оксфордском психолошком речнику, објашњење теорије сензорних конфликта гласи „Предложено објашњење болести кретања према којем пасивно кретање ствара неусклађеност између информација које се односе на оријентацију и кретање које пружају визуелни и вестибуларни систем, а управо та неусклађеност изазива осећај мучнине“.[5]

Теорија сензорних конфликта објашњава узрок болести кретања или болести симулатора. Теорију је први представио Кларемонт 1931. године, па је након тога преиспитана од стране различитих аутора.[6] Он је предложио да ћемо искусити морску болест ако се сигнали различитих сензорних органа не слажу. 1989. године је Оман закључио да није у питању само неслагање сигнала сензорних органа, већ да зависи и од контекста и претходног сензорног искуства.[7] Теорија се заснива на претпоставци да одступања између чула која пружају информације о оријентацији и кретању тела изазивају перцептивни сукоб са којим тело не зна да изађе на крај. Два примарна чула која су укључена у сајбер болест и болест кретања су вестибуларни и визуелни систем. Ови сензорни сукоби настају када се чулне информације не подудару са оним које је субјекат очекивао на основу свог искуства.[8]

Неусклађеност сензора је најраспрострањенија теорија. Ако се стимуланси из окружења различито опажају различитим чулима то ће узроковати сајбер болест.[4] Сукоби између кретања које корисник види и стварног кретања које доживљава, као и сукоби између структура унутар вестибуларног система које детектују и опажају правац и убрзање кретања, два су главна фактора за болести кретања и болести симулатора.[9] На пример, када се слика коју визуелни систем опажа накриви, а вестибуларни систем осећа и даље гравитацију према доле као и пре померања слике.

Овај модел сугерише да, за појаву болести, сензорне информације такође морају бити у сукобу са сопственим прошлим искуствима кретања. На основу овог модела болест ће се највероватније догодити када су сензорне информације контрадикторне, у великој мери неусклађене или не одговарају нечијим очекивањима.[9] Виртуелна окружења могу да изазову неусклађене надражаје због тога што резолуција, боје, осветљење и кашњење могу да се разликују од оних из стварног света. Вестибуларни систем, који је задужен за покрете и одговоран за равнотежу, може да не добија информације о промени стања док их визуелни систем добија, па ће то изазвати конфликт.[10] Често објашњење појаве векције уско је повезано са симптомима сајбер болести када се корисник осећа као да се помера, а не креће се.

Неусклађени визуелни и вестибуларни улази постоје када посматрач у возилу у покрету не може видети објекат или приказ који даје стабилну оријентацијску референцу на праву вертикалу или хоризонталу. Чак и мање промене опажене визуелне сцене (нпр. ношење наочара са новим сочивима) могу, у присуству нормалних покрета главе, изазвати благе симптоме мучнине. Драматичније искривљење вида које производе, на пример, призме које бочно обрћу визуелни приказ (тако да се креће удесно, уместо улево, по-

мерањем главе у десно) може бити врло јако ако носилац таквог уређаја помера главу и покушава да хода.[11]

Теорија сензорних конфликта говори да су сензорни улази из очију, полукружних канала, отолита, проприоцептора и соматосензора обезбеђени паралелно и са неуралним складиштем прошлих сензорних образаца просторног кретања и са компарационом јединицом. Ова компарациона јединица упоређује тренутни образац информација о кретању са оним обрасцем који се очекује на основу претходне историје кретања и складишти у неуронском складишту. Неподударност између тренутног узорка и сачуваног узорка генерише сигнал неусклађености, овај неусклађени сигнал покреће и болест симулатора и процес адаптације.[12]

Не постоји тачан разлог зашто би сукоб сензорних улаза требало да изазове повраћање, па је стога процена теорије болести симулатора код болести кретања исправна процена да израз „конфликтни“ описује ефективне надражаје. Многи ефикасни стимулатори пружају сензорне уносе који се сукобљавају. Соба са спором ротацијом, ротатор хоризонталне осе и симулатор лета хеликоптера су неки од примера. Међутим, тешко је прихватити идеју да сукоб у сензорном уносу изазива болест кретања.[13]

Визуелно индукована болест кретања би се јављала због непознатог обрасца стимулације (тј. информације о визуелном покрету које нису праћене вестибуларним информацијама о покрету), што није у складу с оним што се очекује на основу претходног искуства. На основу утиска сензорног сукоба може се тврдити да визуелно индукована болест кретања није важна сама по себи, већ промена интензитета векције. Будући да вестибуларни систем реагује само на линеарна или ротациона убрзања чини се да они представљају битан елемент у провокативној стимулацији покрета.[14]

4. ТЕОРИЈА ПОСТУЛАРНЕ НЕСТАБИЛНОСТИ (*POSTULAR INSTABILITY THEORY*)

Теорију постуралне нестабилности први су представили Рицио и Стофреген 1991. године, објаснивши да је болест кретања узрокована нестабилношћу у контроли држања тела или његових сегмената.[15] Они су, уједно, дали и дефиницију постуралне нестабилности: „стање у којем се неконтролисани покрети система перцепције и акције минимизирају“.[16]

Према овој теорији, болест кретања се јавља када је неко смештен у ново окружење у којем нису научени ефикасни начини за одржавање равнотеже.[17] Постурална стабилност је способност појединца да одржава равнотежу и постуралну контролу. Ослања се на унос из визуелног, соматосензорног и вестибуларног система. Овај улаз се обрађује и затим контролише два главна рефлекса: вестибуларни очни рефлекс који одржава стабилност визуелних објеката на мрежњачи и вестибуларни кичмени рефлекс који одржава постуралну стабилност тела док је појединац у покрету.[32]

Радње које минимизују неконтролисане покрете захтевају напор, тако да у недостатку напора код покрета они постају нестабилни. Ова теорија постуралне нестабилности сугерише да постоје обрасци интеракције између корисника и околине који могу предвидети болест за разлику од теорије сензорне

неусклађености.[18] Што је став нестабилнији, учесник ће бити болеснији. То постаје све популарније у истраживачкој заједници јер је теорија предмет објективне евалуације.

Постурална нестабилност значи да је узрок настанка сајбер болести када особа не може да одржи потребан положај у односу на подстицај из спољашње средине. Као таква, постурална нестабилност може се посматрати као ограничен облик сензорне неусклађености будући да се усредсређује на вестибуларни систем који се не може носити са стимулусом. [7] Наметнути покрет који је представио симулатор може изазвати постуралну нестабилност. Интеракција природне осцилације тела са наметнутом осцилацијом коју ствара симулатор доводи до облика таласног ефекта сметњи који изазива постуралну нестабилност. Ова нестабилност је непосредан узрок болести симулатора.[19]

Ова теорија је повезана са истраживањима везаним за виртуелну реалност, јер се тест за мерење постуралне стабилности може користити за проверу знакова и симптома сајбер болести.[20] Ова постурална стабилност ограничена је на основу природе окружења. Постурална нестабилност претходи и неопходна је за стварање болести покрета и сајбер болести, а тежина симптома директно се скалира са трајањем нестабилности. Дакле, што је дуже трајање постуралне нестабилности, симптоми су тежи. Такође, симптоми се неће појавити ако се постурална контрола потпуно изгуби јер је догађај обично кратак.[21]

Нормално, само-кретање има последице за постуралну контролу. Такве последице укључују промене правца равнотеже и обртног момента наметане разним деловима тела када год се промени вектор брзине за само-кретање. Интеракција између држања и кретања захтева повезивање узајамних система деловања.[22]

Етиологија кретања предвиђа да болести кретања треба да претходи нестабилност у контроли телесне оријентације. Теорија постуралне нестабилности тврди да је постурална нестабилност неопходна и довољна за појаву болести кретања. Теорија не покушава да објасни зашто су симптоми болести кретања такви какви јесу (нпр. мучнина, повраћање).[17]

Теорија постуралне нестабилности тврди да су покрети контроле држања неопходни узрочни фактори у генези болести кретања. Визуелни стимуланс који индукује постуралну нестабилност требало би да произведе визуелно индуковану болест кретања. Дакле, визуелно индукована болест кретања не би требало да настаје без обзира колико је видљив покрет док су глава и тело имобилизовани до те мере да постурална контрола остане непромењена.[15]

Стабилност може бити деградирана, а не одмах изгубљена. Могу постојати варијације у величини нестабилности, а нестабилност може да траје дуже време без тога да доведе до губитка контроле. Током излагања наметнутом оптичком току, учесници који су касније осетили болест кретања показали су пораст постуралног замаха. Повећања су примењена у променљивости, брзини и распону постуралног кретања.[13]

5. ТЕОРИЈА МИРОВАЊА (*REST FRAME THEORY*)

Теорија мировања заснива се на правцу за који корисник верује да је „горе“ у односу на свет, а степен симптома теоријски се односи на то колико је то одступање од стварне гравитације. Ова теорија има сличности са постулар-

ном нестабилношћу, али је у предности пошто је општа и односи се на ситуацију када постуларна нестабилност није фактор, на пример када корисник седи.[4]

Теорија мировања се може дефинисати као одређени референтни оквир који је посматрач користио као основу просторних процена, као што је оно што би требало сматрати „непомичним“. Визуелни приказ се може поделити на компоненте укључујући једну која је означена као „садржај који нас занима“ и другу која се назива „независна визуелна позадина“. На основу сукоба између индикатора кретања и болести симулатора, независна визуелна позадина би могла да пружи визуелне знакове кретања и оријентације који одговарају онима из вестибуларних рецептора. Сходно томе, укључивање независне визуелне позадине у виртуелна окружења требало би да смањи болест визуелних окружења и болест симулатора.[23]

6. ТЕОРИЈА ОТРОВА (*POISON THEORY*)

Теорија отрова предлаже да се особа осећа лоше у погрешно сагледаном окружењу ако би то опажање могло да буде последица тровања у прошлости. Симптоми код болести кретања могу да буду реакција која је научена кроз еволуцију када су код конзумације евентуално опасни токсини изазвали сличне поремећаје у визуелном и вестибуларном систему.[24]

Симптоми који се јављају су због погрешне примене механизма за преживљавање.[4] Нагон за мучнином и повраћањем је одговор на неубичајене покрете тела и тумачи се као присуство отрова у њему. При уношењу токсина, оно делује на унутрашње ухо узрокујући конфликт сигнала вестибуларног система са визуелним и осталим чулима, а тај конфликт сигнализира телу уношење отрова и долази до мучнине и повраћања.[25] Постоје критике ове теорије због недостатка могућности предвиђања, због чега се код неких особа дешава, а код других не.[10]

Теорија отрова покушава да пружи објашњење због чега се болест кретања и сајбер болест јављају са становишта еволуције. Ови физиолошки ефекти делују као рани систем упозорења који повећава преживљавање укључивањем садржаја из стомака. Неповољна стимулација у неким виртуелним окружењима може утицати на визуелни и вестибуларни систем на такав начин да тело погрешно тумачи информације и мисли да је прогутало неку врсту токсичне материје узрокујући узнемирујуће симптоме који доводе до еметичког одговора.[8]

Механизми мозга који служе за оријентацију и кретање такође откривају неурофизиолошку дисфункцију узроковану неуротоксином и покрећу телеолошки користан одговор на повраћање. Код болести кретања долази до повраћања јер овај заштитни механизам интерпретира сукобљене сензорне сигнале као неуронске дисфункције изазване тровањем.[11]

Теорија отрова предлаже да се еволуциони механизам за преживљавање појављује када корисник доживи сензорне халуцинације у складу са гутањем неке врсте отрова. Повраћање и мучнина су тако дизајнирани да избацују све преостале токсичне материје из желуца. Појава не објашњава ширење симптома и различите индивидуалне реакције и за ову теорију тренутно има само ограничених доказа. Сма-

тра се да образац надражаја визуелни и/или вестибуларни стимулус који покрећу болест кретања случајно активира, па се активирају сензори мозга за откривање токсина.[19]

7. ТЕОРИЈА ТОКА (*FLOW THEORY*)

Концепт тока предложио је мађарски психолог Михали Циксзентмихали. Појам тока може се односити на високо укључено стање где су мотивација и концентрација важни аспекти тока. Није лако достићи стање тока зато што је потребно одржати равнотежу између тежине задатка и нивоа вештине корисника на стабилном нивоу.[6] Уједно постоји теорија да је болест кретања условљена спуштањем крви, што доводи до замарања и анемије мозга. То померање течности је могуће објашњење болести кретања у свемиру и представља већину истраживања и интересовања за теорију промене течности.[25]

8. ТЕОРИЈА ПРИЛАГОЂАВАЊА СЕНЗОМОТОРНОГ СИСТЕМА (*ADAPTATION THEORY*)

Теорија прилагођавања сензомоторног система је промена реакције тела на утицај сталних надражаја.[6] Значајна карактеристика свих облика болести кретања је прилагођавање, умањење и евентуални нестанак знакова и симптома код већине људи са континуираним или понављаним излагањем.[11] Теоријски приступ дефиниције сензорских сукоба се користи за објашњење чињенице да се већина учесника прилагођава симулатору након отприлике шест сесија. Што је више претходног излагања симулатору, има мање појава болести симулатора. Ово је проумачено као доказ прилагођавања. Као и код болести кретања скоро сви учесници се на крају прилагођавају симулираном окружењу.[26]

Сајбер болест се може сматрати проблемом прилагођавања новом скупу животне средине. Између осталих карактеристика прилагођавања је и то што се не прилагођавају сви појединци. Стога би се могло очекивати да би за део осетљивих учесника виртуелних окружења сајбер болест могла да буде трајни проблем. Прилагођавање је такође специфично за одређено измењено окружење. Постизање прилагођавања једном окружењу не прилагођава се аутоматски другом, тако да се морају предузети даље мере за свако ново окружење.[32]

Познато је да понављано или континуирано излагање покрету код већине појединаца смањује болест кретања. Прилагођавање је једна од најефикаснијих терапија за болести кретања. Нејасно објашњење се често налази у расправама о прилагођавању, а реч се очигледно користи за описивање три различита феномена [27]:

- 1) промена реакције на стимулусе, посебно умањење одговора („пад одговора“);
- 2) промене телесних механизма који су одговорни за пад реакције; и
- 3) стицање или поступак стицања промене телесних механизма.

Повећано искуство са симулатором - прилагођавање - углавном доводи до смањења учесталости болести. То би могло бити резултат изградње толеранције према стимула-

цијама које изазивају болест и учења адаптивног понашања како би се избегла болест. Слично томе, сугерише се да ће поновљено ураћање у систем виртуелне реалности резултирати смањењем болести с обзиром да су се субјекти навикли на интеракцију са системом и сигурнији су у њега.[14]

Дуже време излагања виртуелној реалности такође резултира повећаним епизодама сајбер болести и тежине симптома, што захтева дуже периоде прилагођавања. Коришћење кратких изложености виртуелном окружењу један је од начина за побољшање брзине прилагођавања.[19] Сајбер болест се може додатно смањити основним здравственим поступцима, почевши од постепеног излагања виртуелним окружењима. Док се корисник не прилагоди виртуелном окружењу време излагања треба бити ограничено и треба да се одреди време између сесија. Интервали од два до пет дана између сесија су најбољи за адаптацију, мада се сваки корисник прилагођава различитом брзином и треба да настави у складу с тим.[28]

Прилагођавање је могуће због способности људског нервног система која омогућава неким појединцима да се прилагоде и постану мање болесни при континуитету интеракције у систему. Сврха адаптације је изградња новог складишта неурона, улазни сигнали постају препознатљивији, мање је сукоба, а самим тим и мање болести.[29] Једна од карактеристика нервног система је та што је адаптиван. Када је реч о болести кретања, прилагођавање се готово увек јавља када су људи више пута изложени неким радњама. Због адаптације, смањење одговора је нормална последица такве поновљене стимулације.[30]

9. ЗАКЉУЧАК

Сајбер болест је психофизички одговор на излагање перцепцијских илузија у виртуелном окружењу. Ови нежељени симптоми се могу поделити у три категорије: визуелни симптоми, дезоријентација и мучнина. Остали симптоми који се могу јавити у току или након излагања виртуелном окружењу могу бити: општа нелагодност, нелагодност у стомаку, подригивање, некада и повраћање, поспаност, вртоглавица, главобоља, отежана концентрација, замагљен вид и пецкање у очима.[31] Јасније схватање проблема омогућава боље приступе при креирању виртуелних окружења, као и могуће мере које је потребно преузети како би се исти умањили. Неке мере су већ представљене, али је потребно даље истраживање, како у научној, тако и у примењеној сфери.

Сајбер болест је комплексан проблем који као последицу може имати смањење ефективности саме виртуелне апликације и изазвати одређене здравствене проблеме током излагања виртуелним окружењима. Сајбер болест не представља обољење, већ је психолошки одговор организма на неуобичајен стимуланс. Што се тиче рецептора, сајбер болест је уобичајена појава код особа изложених виртуелном окружењу. Иако су различити симптоми и њихова учесталост документовани, истраживања показују да окуломоторни проблеми обично превладавају људски одговор на покретно виртуелно окружење.

Навигација и комплексност виртуелних окружења имају утицај на људски сензомоторни систем при интеракцији човека са рачунаром и узрокују појаву сајбер болести.

Анализом утицаја навигације у виртуелном окружењу је могуће утврдити начине креирања интеракције који могу умањити нежељене нуспојаве. Утицај комплексности виртуелних окружења на кориснике је други аспект чијом анализом је могуће дефинисати принципе дизајнирања који могу уклонити или умањити нежељене симптоме и ефекте.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Величковић, П., Миловановић, М. (2019). Преглед проблема интеракције човека и рачунара који се јављају приликом коришћења система виртуелне реалности. CD Zbornik Infotech 2019.

[2] Mergner, T., Schweigart, G., Maurer, C., Blümle, A. (2005). *Human postural responses to motion of real and virtual visual environments under different support base conditions*. Преузето са: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00221-005-0065-3>

[3] Ohyama, S., Nishiike, S., Watanabe, H., Matsuoka, K., Akizuki, H., Takeda, N., Harada, T. (2007). *Autonomic responses during motion sickness induced by virtual reality*. Преузето са: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17336009

[4] Rebenitsch, L., Owen, C. (2016). *Review on cybersickness in applications and visual displays*. Преузето са: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-016-0285-9>

[5] Oxford Reference. Преузето са: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803100454911>

[6] Lu, D. (2016). *Virtual Reality sickness during immersion: An investigation of potential obstacles towards general accessibility of VR technology*. Преузето са: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1129675/FULLTEXT01.pdf>

[7] Oman, C. M. (1989). *Sensory conflict in motion sickness: An observer theory approach*. Преузето са: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19900013641.pdf>

[8] Joseph, J., LaViola, J. (2000). *A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments*. Преузето са: <http://www.eecs.ucf.edu/isuelab/publications/pubs/cybersick.pdf>

[9] Brooks, J. O., Goodenough, R. R., Crisler, M. C., Kleina, N. D., Alleya, R. L., Koona, B. L., Logan, Jr. W. C., Ogle, J. H., Tyrrell, R. A., Willis R, F. (2010). *Simulator sickness during driving simulation studies*. Преузето са: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20380904>

[10] Arttu Tiiri, A. (2018). *Effect of Visual Realism on Cybersickness in Virtual Reality*. Преузето са: <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201802091218.pdf>

[11] Reason, J., Brandt, T. (1975). *Motion sickness*. Преузето са: <https://www.worldcat.org/title/motion-sickness/oclc/101435565/4?referer=di&ht=edition>

[12] Rebenitsch, L. R. (2015). *Cybersickness prioritization and modeling*. Преузето са: https://d.lib.msu.edu/etd/2988/datastream/OBJ/download/Cybersickness_Prioritization_and_Modeling.pdf

[13] Smart, L. J., Stoffregen, T. A., Bardy, B. G. (2002). *Visually Induced Motion Sickness Predicted by Postural Instability*. Преузето са: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12502162

[14] Kolasinski, E. M. (1995). *Simulator sickness in virtual environments*. Преузето са: <https://apps.dtic.mil/docs/citations/ADA295861>

[15] Nooij, S. A. E., Pretto, P., Oberfeld, D., Hecht, H., Bühlhoff, H. H. (2017). *Vection is the main contributor to motion sickness induced by visual yaw rotation: Implications for conflict and eye movement theories*. Преузето са: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0175305>

[16] Stanney, K. (1995). *Realizing the full potential of virtual reality: human factors issues that could stand in the way*. Преузето са: <https://ieeexplore.ieee.org/document/512476>

[17] Bruck, S., Watters, P. A. (2011). *The factor structure of cybersickness*. Преузето са: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014193821100059X

[18] Casali, J. C., Wierwille, W. W. (1986). *Potential Design Etiological Factors of Simulator Sickness and a Research Simulator Specification*. Преузето са: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1986/1059/1059-011.pdf>

[19] Sanchez-Vives, M. V., Slater, M. (2005). *From presence to consciousness through virtual reality*. Преузето са: www.nature.com/articles/nrn1651

[20] Hettinger, L. J., Riccio, G. E. (1992). *Visually Induced Motion Sickness in Virtual Environments*. Преузето са: www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/pres.1992.1.3.306?journalCode=pres

[21] Riccio, G. E., Stoffregen, T. A. (1991). *An ecological Theory of Motion Sickness and Postural Instability*. Преузето са: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15326969ecco0303_2

[22] Young, L. R., Oman, C. M. (1969). *Model for vestibular adaptation to horizontal rotation*. Преузето са: <https://www.semanticscholar.org/paper/Model-for-vestibular-adaptation-to-horizontal-Young-Oman/392d27860b377024a2a0743a0d69437d263ef2c7>

[23] Lin, J. J. W., Abi-Rached, H., Kim, D.H., Parker, D. E., Furness, T. A. (2002). *A "Natural" Independent Visual Background Reduced Simulator Sickness*. Преузето са: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/154193120204602605?journalCode=proe>

[24] Treisman, A. (1977). *Focused attention in the perception and retrieval of multidimensional stimuli*. Преузето са: <https://link.springer.com/content/pdf/10.3758%2FBF03206074.pdf>

[25] Kennedy, R. S., Frank, L. H. (1985). *Review of Motion Sickness with Special Reference to Simulator Sickness*. Преузето са: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a155975.pdf>

[26] Johnson, D. M. (2005). *Simulator Sickness Research Summary*. Преузето са: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a474304.pdf>

[27] Money, K. E. (1970). *Motion sickness*. *Physiological reviews*, vol 50, No.1. Преузето са: <https://www.physiology.org/doi/abs/10.1152/physrev.1970.50.1.1>

[28] Stanney, K. M., Kennedy, R. S. (1997). *The psychometrics of Cybersickness*. Преузето са: http://www.floppybunny.org/robin/web/virtualeclassroom/chap4/soc3/papers/cybersickness_1997.pdf

[29] Stanney, K. M., Hash, P. (1998). *Locus of User-Initiated Control in Virtual Environments: Influences on Cybersickness*. Преузето са: www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/105474698565848

[30] Kennedy, R. S., Stanney, K. M., Dunlap, W. P. (2000). *Duration and Exposure to Virtual Environments: Sickness Curves During and Across Sessions*. Преузето са: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6788202>

[31] Johnson, D. M. (2005). *Introduction to and Review of Simulator Sickness Research*. Преузето са: <https://pdfs.semanticscholar.org/9ed8/8e0e36ac99ce49fa3386d632acb27ca7a8dd.pdf>

[32] Barrett, J. (2004). *Side Effects of Virtual Environments: A Review of the Literature*. Преузето са: <https://pdfs.semanticscholar.org/ab1b/4153e44abb4c1a1fcac5f2aace847d30ecf3.pdf>



МА Предраг Величковић, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду – Multimedia Factory, Београд
Контакт: velickovic.predrag@gmail.com
Области интересовања: Информационе технологије, Мултимедија, Виртуелна реалност



Проф. др Милош Миловановић, Факултет организационих наука, Универзитет у Београду
Контакт: milos.milovanovic@mmklab.org
Области интересовања: Виометрија, Информационе технологије, Мултимедија



Доц. др Сања Крсмановић Величковић, Факултет за спорт, Професор
Контакт: sanja.krsmanovic@fzs.edu.rs
Области интересовања: Дизајн, Менаџмент, Спорт