

Индустрија 4.0 и њена примена у медицини и стоматологији, као и борби против пандемије COVID-19

НЕМАЊА В. МАЈСТОРОВИЋ, Универзитет у Београду,
Стоматолошки факултет, Београд,
ВИДОСАВ Д. МАЈСТОРОВИЋ, Универзитет у Београду,
Машински факултет, Београд
РАДИВОЈЕ М. МИТРОВИЋ, Универзитет у Београду,
Машински факултет, Београд
ЖАРКО З. МИШКОВИЋ, Универзитет у Београду,
Машински факултет, Београд

Прегледни рад
UDC: 61:004.9
616.98-083:578.834
DOI: 10.5937/tehnika2104509M

Основе: Индустија 4.0 је остварена реалност, која већ данас има све већу примену у медицини и стоматологији. Дакле, у овом тренутку њена примена је посебно важна у борби против covid-19. Циљ рада: Сврха овог прегледног рада је разумевање улоге Индустије 4.0 у области медицине и стоматологије и идентификација праваца истраживања, укључујући и будуће примене, посебно за covid-19. Материјал и метод: Извршена је детаљна анализа радова о Индустији 4.0 у медицини, стоматологији и сродним областима и идентификоване могуће примене и правци истраживања, а посебно за covid-19. Резултат: Кроз ову прегледну студију идентификовали смо различите технологије, могућности и истраживачки статус Индустије 4.0 у области медицине, стоматологије и covid-19 пандемије, кроз 19 области примене. Можемо рећи да ће Индустија 4.0 постати суштински део сутрашње паметне фабрике медицинских и стоматолошких уређаја. Закључак: Индустија 4.0 показује широку могућност производње ново прилагођених имплантата (медицинских и стоматолошких) и иновативних алата и инструмената за област медицине и стоматологије. Овај модел омогућује стварање дигиталне клинике и дигиталне ординације, уз комплетан систем медицинског и стоматолошког праћења, који испуњава индивидуалне захтеве пацијента, стварајући на тај начин индустрију медицине и стоматологије са оптимизацијом времена и трошкова лечења. У будућности, Индустија 4.0 ће створити нове могућности и иновативне протоколе за лечење и негу пацијента, како у медицини, тако и у стоматологији.

Кључне речи: *Индустија 4.0, медицина, covid-19*

1. УВОД

Индустрија 4.0, позната и као четврта индустријска револуција, заснована на новом моделу аутоматизације производње и примени информационих технологија, омогућила је нова размишљања за примену овог концепта у различитим областима, укључујући и здравство. Ова технологије пружају бежично повезивање у производном и ус-

лужном сектору, како би се аутоматизовале различите активности и догађаји. У области медицине и стоматологије, Индустија 4.0 пружа иновативна решења за стварање персоналних имплантата, алата и паметних уређаја за дијагностику, негу и лечење пацијента, посебно кроз примену интернета ствари (IoT) и интернета услуга (IoS) [1-3].

Пандемија covid-19 захватила је све земље и направила значајан утицај на доступност здравствених установа и система лечења, чак и у најразвијенијим земљама [14].

Ово је довело до тога, да су се створили услови и околности за увођењем различитих напредних технологија, које би помогле у решавању различитих проблема повезаних са овом вирусном пан-

Адреса аутора: Немања Мајсторовић, Универзитет у Београду, Стоматолошки факултет, Београд, Ранкеова 4

e-mail: n.majstorovic961@gmail.com

Рад примљен: 20.07.2021.

Рад прихваћен: 26.07.2021.

демијом. Концепт и сценарио Индустије 4.0, већ сада омогућује да медицинске заинтересоване стране међусобно комуницирају при производњи и употреби вакцина, при набавци и коришћењу здравствене опреме као и њене логистике (одржавање), прегледу и надзору пацијената, откривању и одлучивању о потребним интервенцијама са пацијентима без њиховог физичког присуства [13]. На овај начин, у сваком тренутку се добијају тачни и ажурни подаци, на бази примене напредних технологија у овим областима.

Фабрике које примењују Индустију 4.0 имају машине које су опремљене сензорима и међусобно безично повезане. Са друге стране, ови сензори су повезани са рачунарским системом који визуелизује и надгледа целу производну линију, а такође може и да доноси сопствене одлуке. Индустија 4.0 користи паметне производне процесе за производњу основних предмета за једнократну употребу како би испунила захтеве за заштиту људи и у пандемији covid-19. Тако се реализује паметни ланац снабдевања медицинском потрошном опремом и медицинским уређајима током ове кризе, помоћу које пацијенти могу на време добити потребне основне медицинске производе [15].

Индустија 4.0 је паметан систем, који се користи као флексибилна производна линија за реализацију производних процеса у реалном времену, подржаних вештачком интелигенцијом (AI), при доношењу паметних одлука, повезаних интернетом ствари (IoT) и сајбер физичким системима (машинама). Пројектовање и развој било ког медицинског дела или производа, врше се брзо користећи софтвер за те намене, који је део укупног концепта дигиталне производње, попут на пример 3D штампе за израду потребних делова.

Све ово потврђује корисност и примену Индустија 4.0 технологија за управљање пандемијом covid-19.

2. КОРИСТИ У ПРИМЕНИ ИНДУСТРИЈЕ 4.0 У МЕДИЦИНИ, СТОМАТОЛОГИЈИ И COVID-19 ПАНДЕМИЈИ

Индустија 4.0 напредним концептом дигитализације, генерише и извршава различите функције, на бази интердисциплинарног приступа, што у области медицине и стоматолозије доводи до [14-20]:

- Повећања продуктивности у вршењу медицинских и стоматолошких услуга,
- Генерише и анализира различите податке о пацијенту, који могу бити корисни за различите медицинске и стоматолошке дијагнозе и терапије,

- Дигитално меморише и складишти све медицинске и стоматолошке податке о пацијенту и информише вас о историји болести пацијента,
- Повећава тачност и прецизност дијагнозе и терапије, посебно у области ласерске хирургије, х-зрачења, ортодонције применом 3D моделирања, итд.,
- Смањује време и трошкове вршења медицинских и стоматолошких услуга,
- Побољшава квалитет медицинске и стоматолошке услуге,
- Оптимизације меморије са подацима о пацијенту, посебно оних које су дати као CAD модели, на пример 3D модели за ортодонцију и протетику,
- Смањења папирологије, односно омогућава рад без папира,
- Побољшања управљања медицинским потребстима (материјали, лекови, уређаји): набавка, складиштење и залихе,
- Побољшања управљања медицинским уређајима и апаратима (екслуатација, одржавање, резервни делови)
- Ефикасне производње прилагођених имплантата (медицинских, стоматолошких) сваком пацијенту, подржаних интелигентним сензорима,
- Планирања, праћења и контроле сложених операција, како у медицини тако и у стоматолозији,
- Примене сензорских система и дигиталних технологија, интелигентно праћење терапије и нивоа болести,
- Стварање јединствених медицинских информационих система (појединачних, локалних, националних, глобалних),
- Остваривања следљивости података о пацијенту и одређивања релативних информација о историји болести.

Технологије Индустије 4.0 имају могућност пружања бољих дигиталних решења за наш свакодневни живот током пандемије. Разне благодати технологија Индустије 4.0 које омогућују ублажавање ефеката пандемије covid-19 су [22, 23]:

- Планирање активности у вези са covid-19 пандемијом, посебно вакцинације,
- Обезбеђење бољих услова рада без стварања додатног ризика запосленима у здравству, као и радницима у осталим областима, посебно у производњи,
- Производња ризичних предмета у вези са овим вирусом,

- Обезбеђење медицинских потребштина на време помоћу паметних ланца снабдевања,
- Коришћење робота за рад у зараженим и ризичним просторима,
- Коришћење виртуелне стварности, посебно у сврху обуке,
- Промовисање флексибилног радног окружења при лечењу,
- Дигиталне технологије помажу људима да обављају свакодневни живот током закључавања,
- Развој и примена иновација уз помоћ напредне производње и дигиталних технологија, а које се могу користити у пандемији covid-19,
- Истраживачи користе ове технологије за друштвене и медијске платформе како би идентификовали све информације о развоју пандемије као и мутирању вируса,
- Користи се за бољу глобалну процену ризика и праћења токова развоја епидемије у свету.

Све ове чињенице говоре о значају примене Индустије 4.0 у управљању пандемијом covid-19.

3. ТЕХНОЛОГИЈА ИНДУСТРИЈЕ 4.0 ЗА РАД НА ДАЉИНУ

Напредне дигиталне технологије пружају телемедицинску услугу за правилну превенцију и контролу овог вируса. Ове технологије откривају било какве абнормалности у вези са пацијентом и одмах контактирају медицинско особље током хитних случајева [27]. Даљински систем за надзор здравља може да ради on-line захваљујући овим технологијама. Сензори се користе за праћење и откривање физиолошких параметара и пружање корисних ин-

формација лекарима о пацијентима. Примене напредних дигиталних технологија довеле су до иновативних решења за лечење пацијента од covid-19.

Дигиталне технологије такође су корисне и за образовање на даљину, учење на даљину и учење на мрежи током пандемије covid-19. Оне пружају доступне релевантне информације за размену најбоље праксе и документације. Током закључавања, ове технологије су корисне и за процес подучавања и учења у удаљеним областима. Они пружају отворене дигиталне платформе са отвореним образовним ресурсима.

4. МОГУЋНОСТИ ПРИМЕНЕ ИНДУСТРИЈЕ 4.0 У МЕДИЦИНИ И СТОМАТОЛОГИЈИ

Индустија 4.0 даје нове могућности за дијагностику болести, негу болесника и њихово лечење, како у медицини тако и у стоматологији. Она може да произведе индивидуализиране са специфичним захтевима за пацијента уз прецизну производњу уређаја, што даје висококвалитетни резултат за пацијента. Такође овај модел може позитивно да утиче на рад клиника и стоматолошких ординација, јер се систем управљања уз помоћ иновативних технологија, брже, боље и ефикасније у односу на данашње приступе. У области медицине и стоматологије Индустија 4.0 постаје нова стварност, која ће генерисати иновативни концепт лечења пацијената, као и управљања здравственом услугом, уз подршку сензора и IoT/IoS [4-12]. Слика 1 приказује различите могућности примене система Индустија 4.0 у области медицине и стоматологије.



Слика 1 - Могућности примене Индустије 4.0 у области медицине и стоматологије

Тако на пример, овај концепт даје тачне и прецизне информације медицинских снимака на основу којих је могуће дефинисати тачну дијагнозу,

помаже у извођењу прецизних хируршких захвата, извођење стоматолошких интервенција, једноставно говорећи, подиже ниво квалитета општих и

посебних медицинских услуга. Ова револуција ће омогућити и нова истраживања и развој у области медицине и стоматологије. Једна од врло важних области је и рециклажа медицинског отпада у

клиникама и стоматолошким ординацијама, чиме се штити животна средина. У табели 1 је дат преглед могуће примене Индустије 4.0 у области медицине и стоматологије [4-12, 21, 24-26].

Табела 1. Индустија 4.0 у медицини и стоматологији

Ред. Број	Примена	Опис	Напомена
1	Персонализовани импланти (медицински, стоматолошки)	<ul style="list-style-type: none"> - Прилагођавање је примарни захтев медицине, јер подаци за сваког појединог пацијента су различити. - Индустија 4.0 омогућује израду по мери производа, брзо, са високом квалитетом имплантата или уређаја, уз мање трошкове. 	
2	Дигитална клиника / стоматолошка ординација	<ul style="list-style-type: none"> - Индустија 4.0 пружа, до сада најбоље управљање информацијама у медицини и стоматологији применом IoT. - Лако вођење медицинске и стоматолошке евиденције, физичко вођење и идентификација лабораторијских узорака. - Применом дигиталних технологије и Индустије 4.0, симптоми и узроци болести се лако препознају и повезују. 	
3	Паметни импланти (медицински, стоматолошки)	<ul style="list-style-type: none"> - Ефикасна производња паметних медицинских и стоматолошких компоненти, које се могу надгледати и комуницирати са њима на даљину. - Развојем Интернета услуга (IoS) отвара се нова ера могућности у области медицине и стоматологије. - Применом паметних материјала, импланти могу променити облик, на пример при порасту температуре околине, итд. 	
4	Пројектовање и производња хируршких алата и уређаја	<ul style="list-style-type: none"> - Индустија 4.0 има велику улогу у пројектовању и производњи имплантата (медицинских, стоматолошких), хируршких алата и прибора, биомодела и свих осталих медицинских и стоматолошких средстава и модела у кратком временском року. - Такође, она се користи за производњу алата и уређаја применом адитивне производње. - Импланти (медицински, стоматолошки) произведени помоћу паметних технологија су удобнији за пацијента. 	
5	Менаџмент хитном помоћи	<ul style="list-style-type: none"> - Током критичних околности, као што је изненадна болест, саобраћајна несрећа, итд, или недоступност било којег члана породице, ова технологија поуздано и лако препознаје претходну историју болести пацијента: име, старост, крвна група, итд. - Обезбеђује више времена за интервенцију и лечење у случају хитног пријема. - Омогућује примену 3 Д техника снимања и брзо вршење дијагностике при хитном пријему. 	
6	Обезбеђење имплантата (медицински, стоматолошки) у кратком времену	<ul style="list-style-type: none"> - Моделирање и производња у кратком времену са потребним карактеристикама, за сваког пацијента (посебно у стоматологији). - Ова технологија је посебно корисна за стварање различитих концептуалних модела за медицинске и стоматолошке примене. - За примену је могуће моделирати и произвести импланте (медицински, стоматолошки) унапред, у великом броју варијанти. 	
7	Оптимизација трошкова	<ul style="list-style-type: none"> - Оптимизација трошкова при производњи медицинских и стоматолошких средстава, инструмената или имплантата (медицински, стоматолошки). - Дигитално се управља свим системима на клиници, уз пружање одличних услуга пацијенту. - Веома поуздана производња, прилагођених производа који правилно одговарају пацијенту. - Прилагођени имплантат (медицински, стоматолошки) према пацијенту, смањује ризик и време операције. 	

8	Повећање тачности према пацијенту	<ul style="list-style-type: none"> - Модели / делови произведени у паметној производњи имају високу тачност и висок квалитет површинске обраде. - Тачност се повећава коришћењем квалитетних материјала. - Повећава се задовољство пацијента. 	
9	Имплатати, алати и уређаји од композитних материјала са одличним карактеристикама	<ul style="list-style-type: none"> - У паметној производњи се користе композитни материјали, као улазна компонента. - Имплатати добијени 3D штампом, дају додатне информације, као што је на пример деформација кости пацијента. - Композитни медицински материјали помажу хирургу да боље разуме и примени специфичности пацијента пре операције. 	
10	Обезбеђење флексибилности	<ul style="list-style-type: none"> - Индустрија 4.0 пружа одличну флексибилност, нарочито током компликованих хируршких интервенција (медицински, стоматолошки). - Следљивост узрока болести, анализом скупова података различитих пацијената. - Флексибилност у моделирању и производњи медицинских и стоматолошких модела. 	
11	Унапређење истраживања и развоја	<ul style="list-style-type: none"> - Индустрија 4.0 даје основни правац за истраживања и развој персонализованих протеза и других имплатата (медицински, стоматолошки) и уређаја. - Индустрија 4.0 помаже ефикасну израду прототипова, и њихово тестирање за сврхе истраживања и развоја. 	
12	Прецизна хирургија	<ul style="list-style-type: none"> - Медицински и стоматолошки делови и компоненте произведени овим поступком изводе прецизне операције, јер паметни производни системи производи изузетно тачне и прецизне делове и компоненте. - Лако руковање различитим комплексним случајевима у медицинским и стоматолошким операцијама. 	
13	Унапређење комуникације	<ul style="list-style-type: none"> - Медицински и стоматолошки модели и уређаји произведени у паметним производним системима, могу побољшати комуникацију између лекара стоматолога / хирурга и пацијента. - Лекари стоматолози и хирурзи применом ове технологије могу боље предвидети исходе лечења и пружити одговарајуће и тачније информације пацијенту. 	
14	Смањење ризика операција	<ul style="list-style-type: none"> - Индустрија 4.0 користи сензоре и иновативне производне технологије, које имају потенцијал да смање ризик од операције. - Брзо идентификује проблеме за сложене случајеве. - Ефикасно изводе операције, чиме повећавају индекс успешности операција. 	
15	Смањење залиха имплатата (медицински, стоматолошки)	<ul style="list-style-type: none"> - Индустрија 4.0 је позната по флексибилним могућностима за производњу имплатата (медицински, стоматолошки) било ког облика. - Смањује трошкове залиха јер се имплатати (медицински, стоматолошки) производе према индивидуалној потражњи. - Коришћењем дигитализације смањује се папирологија, јер се подаци о пацијенту чувају само дигитално, на једном месту и генеришу један пут. 	

16	Идентификовање нивоа болести	<ul style="list-style-type: none"> - Коришћењем различитих техника скенирања, подаци о пацијенту се ефикасно користе при дефинисаним контролама. - Погодно за идентификовање трендова различитих болести и њихових узрока, анализом скупова података од разних болесника. - Такође, може се идентификовати фаза болести. 	
17	Холографија	<ul style="list-style-type: none"> - Индустрија 4.0 користи холографију за приказивање целине медицинских података пацијента помоћу тродимензионалне томографске слике. - Доктори могу видети податке о пацијенту у великом броју пресека и погледа без његовог присуства. - Холографија се данас интезивно развија и већ представља моћан алат за медицинске апликације које се могу користити у ортопедији, протетици, ортодонцији, патологији, општој стоматологији, офталмологији, урологији, кардиологији, онкологији, итд. 	
18	Виртуелна реалност	<ul style="list-style-type: none"> - У медицини, виртуелна реалност може пружити потребне информације лекарима и болесницима. - Даје 3D слику пацијента. - Побољшава квалитет планирања хируршке интервенције. - Смањује време планирања компликованих операција. - Подиже хируршке вештине лекарима хирурзима, користећи симулације органа људског тела на најбољи начин. 	
19	Комплексно праћење	<ul style="list-style-type: none"> - Лако надгледање укупног процеса лечења пацијента уз генерисање свих података. - Помаже у праћењу и анализи јавног здравља, уз помоћ различитих медицинских средстава и технологија. - Повећава квалитет медицинских терапија са оптимизацијом трошкова управљања. 	

Дакле Индустрија 4.0 доноси добробити за пацијенте и лекаре, како у области медицине тако и у области стоматологије.

5. ИСТРАЖИВАЊА У ОБЛАСТИ ИНДУСТРИЈЕ 4.0 ЗА МЕДИЦИНУ И СТОМАТОЛОГИЈУ

Када се изврши детаљна анализа објављених радова из ове области, може се закључити следеће: 35% објављених радова се односе на област информационих технологија, 28% је из области инжењерства, 13% из области наука о одлучивању и математике, 6% из области пословања, 4% из области биохемије, генетике и молекуларна биологија, 2% друга поља и 11% здравствене професије, фармакологија, токсикологија и фармација, физика и астрономија, психологија и друштвене науке.

Производња медицинских средстава и имплантата (медицинских и стоматолошких) је велики изазов за било ког произвођача, јер се сваки део производи за сваког пацијента посебно. Због тога овај захтев за прилагођавањем може брзо испунити само технологија Индустрија 4.0 коришћењем паметних производних машина и информационих

технологија. Имплатати (медицински и стоматолошки) креирају своју интелигенцију према потребама и захтевима појединачног пацијента [28].

У будућности, Индустрија 4.0 ће бити примењена у медицини и стоматологији за масовну персонализацију медицинске и стоматолошке услуге уз подршку вештачке интелигенције (AI), интернета свега (IoE) и интелигентних и адаптивних производних екосистема.

6. ТЕХНОЛОГИЈЕ ИНДУСТРИЈЕ 4.0 КОЈЕ ПОМАЖУ У ЕПИДЕМИЈИ COVID-19

Технологија Индустрије 4.0 брзо открива симптоме covid-19, што помаже у избегавању било какве забуне у вези са овом болешћу, а такође може предвидети могућности заражавања од ове болести. Помаже такође у праћењу потенцијалних здравствених проблема и очекиваних шанси за опоравак.

Табела 2 разматра значајне технологије Индустрије 4.0, које помажу у епидемији covid-19 [15-19]

Табела 2. Индустија 4.0 и covid-19

Ред. Бр.	Технологија	Опис технологије	Како може помоћи ?
1	Вештачка интелигенција (AI)	Вештачка интелигенција је моћно средство које може бити врло корисно против пандемије covid-19 у вези са проценом ризика од инфекције и скрининг становништва. То је апликација слична машинском учењу, рачунарски вид и обрада природног језика које могу урадити рачунари, користећи моделе засноване на великим скуповима података за препознавање, објашњавање и предвиђање стања.	Помоћу модела учења у AI можемо предвидети развој и ширење епидемије у популацији. Непотпуне информације присутне на друштвеним платформама о covid-19 епидемији, могу се открити и накнадно уклонити помоћу алата AI. Клиничка испитивања лекова и вакцина против овог вируса, такође се оптимизују применом AI модела. AI се користи за развој робота, који може вам помоћи у обављању послова санације и обављању мреже медицинских установа (covid, non- covid болнице). Такође, они се користе и у експериментима са живим вирусом (PCR тестови и секвенцирање вируса). Ова технологија се користи у препознавању слика са СТ скенера за откривање упале плућа изазване вирусом.
2	Интернет ствари (IoT)	Интернет ствари (IoT) је аутоматизовано решење које је резултирало огромним резултатима развоја аутоматизације производње, управљања машинама, процесима итд. IoT значи прикупљање, пренос, анализу и складиштења података. Подаци се прикупљају уз помоћ сензора уграђених у машине, роботе, процесе, мобилне телефоне, итд. Прикупљени подаци се затим шаљу на анализу, синтезу и доношење одлука централни сервер у облаку.	IoT се показао од велике помоћи у борби против covid-19, као на пример, дрoнови за надзор поштовања карантина и ношења маске. Ова технологија се може користити за праћење и надзор појединца, при поштовању само-изолације. Епидемиолозима помаже за праћење ланаца контаката и откривање нултог пацијента. Такође овај модел нам може идентификовати особе које долазе у контакт са болесница. Пацијенти могу да обезбеде поштовање карантина. Оним пацијентима који прекрше карантин може се ући у траг. Штавише, ова технологија може бити корисна у пружању помоћи медицинском особљу за даљинско праћење стања пацијената у кући, у случају лакшег обољења овим вирусом.
3	Велики подаци (BDA)	Велики подаци су аналитичка техника која је веома погодна за праћење и контролу ширења болести широм света covid-19. Ова технологија може чувати податке о огромном броју пацијента заражених овим вирусом. Она даје основу за on-line праћење и доношење одлука. Зато она помаже у спасавању живота људи и брзом идентификовању ефикасне терапије.	Велики подаци могу бити веома корисни за анализу и предвиђање опсега и утицаја корона вируса на људе. Подаци о covid-19 се могу сакупљати у реалном времену из извора широм света и практично истовремено снабдети научнике, лекаре, епидемиологе и креаторе политике о најновијим информацијама које могу бити од велике помоћи за доношење бољих одлука у борбе против вируса.
4	Виртуелна реалност (VR)	Виртуелна стварност (VR) је дигитална технологија која даје симулацију, готово исту као што је реални свет. VR апликације укључују видео игре, 3Д игре, образовни тренинг, медицинску обуку, војну обуку, итд. Окружење које пружа ова технологија осраваља утисак великог комфора окружења на корисника, подстиче креативности и повећава продуктивност. Људи могу да раде тимски у реалном времену путем интуитивних табла, симулације се могу више пута гледати а њихов садржај снимити.	У време избијања covid-19, технологија виртуелне стварности нуди одличне опције за видео позиве. Најзначајнија корист овог медија је његова способност да се људи осећају као да су заједно у истом простору без потреба за путовањима. Додатна предност је та што се људи могу у потпуности усредсредити на текући задатак без икаквог ометања. VR побољшава ефикасност, надограђује рад у тиму, смањује путне трошкове, смањује изостајања са рада и смањује утицај околине. Дакле, у ово доба епидемије covid-19, VR је био одличан алат за комуникацију и сарадња.

5	Холографија	Холографија је 3Д фотографија. Представља 3Д погледе са различитим пројекцијама и пресецима. Холограм је контраст фотографији; бележи обе фазе и слаже амплитуде таласа који се одбијају од објекта. Холограм даје тачну 3Д слику оригиналног објекта. То пружа корпорацијама алтернативу за виртуелизацију њихових догађаја без потреба за емитовањем путем Интернета. Користећи ово, предузећа могу да представе производе, додају нове клијенте и изградите њихове брендове.	Дигитална технологија холографије отворила је нови начин организације конференција и догађаја уживо. Она обезбеђује смањене блиске контакте говорника, учесника и организатора у условима пандемије covid-19. Чини се да су звучници уживо из својих домова или канцеларија практично на сцени стварних догађаја у условима пандемије covid-19. Хиљаде људи могу истовремено да присуствују овом стримингу, а холографија сада има способност да понуди ултратреализам. У доба covid-19 епидемије, када запослени остану код куће, ова технологија стримовања холографских догађаја постаје лако прихватљива и идеална техника за приказивање стварности.
6	Рачунарство у "облаку"	Рачунарство у облаку је дигитална технологија која укључује испоруку ресурса рачунарског система путем Интернета као што су сервери, меморије, базе података, умрежавање, интелигенција итд. Ова технологија пружа брже иновације и ресурсе у овој области који су флексибилни. Резултат је смањење трошкова и повећана ефикасност управљања инфраструктуром.	У данашња времена социјалне изолације усред избијања covid-19 људи су могли да наставе свој дигитални живот уз помоћ апликација, као што су: Zoom video, Slack, Netflix уз помоћ сервиса као што су: Amazon Web Services, Microsoft Azure и Google Cloud. Зато је рачунарство у "облаку" корисно у борби против covid-19 на више начина, као на пример платформа за пријављивање и управљање вакцинацијом становништва целе државе, итд.
7	Аутономни роботи	Аутономни робот се користи за извршавање задатака без утицаја било које спољне подршке. Може се користити за прикупљање информација из животне средине, радећи врло дуго без помоћи. Они се сматрају подтехнологијом роботике и вештачке интелигенције. Такође раде у окружењу које може бити опасне и заразно за људе.	Током карантина због covid-19 ови роботи могу надгледати поштовање карантина. Они такође могу бити распоређени у болницама како би помогли медицинском особљу да извршава своје дужности без икаквих сметњи, а посебно да спречи њихово заражавање у опасним зонама.
8	3D скенирање	3Д скенирање се користи за претварање физичког дела у CAD дигиталне податке. Ово технологија је посебно успешна у реверзибилним инжењерским процесима. У медицини, ова технологија се користи за скенирање људског тела и његових делова ради добијања тачних димензија и облика. Излаз 3Д скенирања користи се за анализу стварног света и добијање података о његовом облику и изгледу. 3Д модел може затим се конструисати уз употребу прикупљених података. Ови подаци се могу користити за велики број различитих апликација. 3Д скенери су такође корисни у развоју видео игара и филмова.	3Д скенирање је бесконтактна техника која помаже при скенирању грудног коша за covid-19. Такође оно је корисно средство за откривање и квантификовање covid-19 вируса. Виртуелна стварност, праћење покрета, роботско мапирање и индустријски дизајн су неке од других примена ове технологије.
9	3D штампа	3Д штампа се већ користи у медицини за производњу дела људског тела из CAD дигиталне датотеке. На CAD моделу се могу вршити веома брзо различите измене, што смањује време и трошкове. Ово је посебно важно за глобалне ланце снабдевања и производњу делова у њима.	Технологија 3Д штампе може се користити у неким критичним апликацијама за спречавање ширење болести covid-19. Маска за лице која се производи уз употребу ове технологије је један од примера. Употреба хируршких маски и маски N95 није погодна за животну средину, и може се показати штетним за екосистем. На другој страни, новоразвијене штампане маске Nano Hak 3D се могу рециклирати и поново користити.

10	Биосензори	Биосензори се користе за претварање биолошког сигнала у електрични сигнал. Неке од основних врста биосензора су: оптички, термички, пиезоелектрични и електрохемијски биосензори. Имају широку примену у медицини, индустрији хране, фармацији, итд. У случају биолошких ратова, биосензори се могу користити и за војне потребе. Ова технологија биосензора, која је потпуно нова може се ефикасно користити као бежични уређај за пацијенте у болницама.	У данашње време пандемије covid-19, биосензори су уређаји једноставни за употребу, осетљиви јефтини и могу имати високу тачност. Монитор глукозе је савршен пример за биосензор који се користи у клиничкој анализи и дијагнози шећерне болести. А једнократни бежични AKS1 је у фази тестирања а служи за рано откривање и праћење симптома covid-19. Праћење и снимање у реалном времену температуре, ЕКГ-а, броја откуцаја срца, итд., код пацијента је данас уобичајена ствар.
----	------------	--	--

Видео надзор и праћење заснован на AI има високу способност да смањи оптерећење ле-кара и менаџера болница током covid-19 кризе. Ово је посебно корисно за праћење стања пацијената на интензивној нези погођених овим вирусом. Примена Индустрије 4.0 технологије посебно значајну примену има у учењу о covid-19. Наиме, много дезинформација о covid-19 се преноси путем различитих технолошких платформи, па постоји захтев да се идентификују дезинформације и дезинформатори, а затим пруже тачне информације. Дигиталне технологије Индустрије 4.0 показују супериорне могућности у откривању дезинформација.

7. БУДУЋИ ПРАВЦИ РАЗВОЈА

У будућности Индустрија 4.0 ће имати све веће могућности, како у истраживањима, тако и у примени, за иновацијама, користећи интегрисано иновативно пројектовање, паметну производњу и интелигентне услуге. У блиској будућности ће Индустрија 4.0 ће почети са масовном производњом паметних медицинских и стоматолошких алата, прибора и уређаја, у интелигентним производним системима, у краћем времену и са смањеним трошковима. Ова револуција ће променити и системе управљања и лечења пацијента, како у медицини, тако и у стоматологији. Уз помоћ паметних технологија Индустрије 4.0, студенти медицине и стоматологије ће бити оспособљени за откривање проблема (дијагноза) и корелацију решења (терапије), захваљујући скупљању и анализи великих скупова података [29-32].

Тако ће технологија 4.0 бити применљивана за чување осетљивих података нашег здравственог система, које се могу користити за другу сличну пандемију попут covid-19. Ову револуцију све више прихватају менаџери, лекари, особље које може утицати на процедуре лечења covid-19 и друге сличне пандемије или епидемије. Може се користити за централизацију свих медицинских процедура, алата, уређаја и протокола лечења. Због свега наведеног у будућности ће медицинска

индустрија расти и прилагођаваће се дигиталним технологијама како би створио паметни здравствени систем, па због тога постоји све већа потреба за применама интелигентних медицинских уређаја.

8. ЗАКЉУЧАК

Индустрија 4.0 пружа аутоматизована решења за индустрије и друга сродна подручја, укључујући и област медицине и стоматологије. Она се састоји од различитих производних и дигиталних информационих технологија за прикупљање, пренос, складиштење, анализу и интелигентно надгледање информационих система [33-35].

Ова технологија омогућује производњу висококвалитетних медицинских и стоматолошких уређаја и компоненти, како би се удовољило захтевима сваког пацијента понаособ. У области медицине и стоматологије помажу у повећању укупних перформанси здравствене услуге, помоћу дигиталних информационих система управљања пацијентима. Ефикасно прихвата масовна прилагођавања која испуњавају примарне захтеве сваког пацијента. Пружа прецизну хируршку интервенцију за пацијента применом адитивне производње, сензора, холографије, робота, AI, анализе великих података и IoT/IoS уређаја [36-38].

Дигиталне технологије пружају иновативни метод за правилну изолацију зараженог пацијента, како би се смањило висок ризик од смртности, убрзавајући производњу лекова, поступак лечења и неге. Применом ових технологија људи раде од куће, откривају нову културу канцеларије, радно време, виртуелне канцеларије, виртуелне састанке и опсежне писане комуникације. Индустрија 4.0 има могућност даљинског управљања помоћу паметних технологија што је корисно за управљање пандемијом covid-19. Ове дигиталне технологије стварају виртуелну клинику кроз примену телемедицинских консултација.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aceto G, Persico V, Pescapè A. The role of Information and communication technologies in heal-

- thcare: taxonomies, perspectives, and challenges, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol. 107, pp. 125-154, 2018. [Internet], Dostupno na: http://wpage.unina.it/giuseppe.aceto/pub/aceto2018role__JNCA.pdf (-<https://doi.org/10.1016/j.jnca.-2018.02.008>).
- [2] Haleem A, Javaid M, Vaishya R. Industry 4.0 and its applications in orthopaedics, *J Clin Orthop Trauma*. 10(3), 615-626, 2019.
- [3] Haleem A, Javaid M. 3D scanning applications in medical field: a literaturebased review, *Clinical Epidemiology and Global Health*, 2018. [Internet], Dostupno na: [https://cegh.net/article/S2213-3984-\(18\)-30095-2/pdf](https://cegh.net/article/S2213-3984-(18)-30095-2/pdf) (<https://doi.org/-10.1016/-j.cegh.-2018.05.006>).
- [4] Branke J, Farid SS, Shah N. Industry 4.0: a vision for personalised medicine supply chains? *Cell & Gene Therapy Insights*, 2(2):263-270, 2016. [Internet], Dostupno na: <https://bioinsightscdn.blob.core.-windows.net/uploads/Attachments/Farid-Branke.pdf> (<http://dx.doi.org/10.18609/cgti.2016.027>)
- [5] Javaid M, Haleem A. Additive manufacturing applications in medical cases: a literature-based review, *Alexandria Journal of Medicine*, 54(4):411-422, 2018. [Internet], Dostupno na: <https://www.science-direct.com/science/article/pii/S2090506817302282> (<https://doi.org/10.1016/j.ajme.2017.09.003>)
- [6] Wang ZG, Zhang L, Wen-Jun Zhao WJ. Progress in digital medicine, *Chin J Traumatol*. 20(5):291-298, Oct 2017. [Internet], Dostupno na: <https://www.-ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5831239/> (<https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2017.04.007>)
- [7] Mishra S. Hologram the future of medicine –From Star Wars to clinical imaging, *Indian Heart J*, 69(4):556-567, 2017. [Internet], Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5560900/>
- [8] Li L, Yu F, Shi D, et al. Application of virtual reality technology in clinical medicine, *Am J Transl Res*, 9(9):3867-3880, 2017. [Internet], Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5622235/>
- [9] Javaid M, Haleem A. Current status and challenges of Additive manufacturing in orthopaedics: An overview, *J Clin Orthop Trauma*, 10(2):380-386, 2019. [Internet], Dostupno na: <https://www.ncbi.-nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6382947/>
- [10] Ekstrand C, Jamal A, Nguyen R, Kudryk A, Mann J, Mendez I. Immersive and interactive virtual reality to improve learning and retention of neuroanatomy in medical students: A randomised controlled study, *CMAJ Open*, 6(1): 103-109, 2018. [Internet], Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/-articles/PMC5878950/>
- [11] Zhang L. Applications of the Internet of Things in the Medical Industry (Part 1): Digital Hospitals, IoT Zone, 2018. [Internet]. Dostupno na: <https://dzone.-com/articles/applications-ofthe-internet-of-things-in-the-medi-1>.
- [12] Javaid M, Haleem A. 4D printing applications in medical field: A brief review. *Clin Epidemiol and Global Health*, Vol. 7, Issue 3, pp. 317-321, September 2019, [Internet]. Dostupno na: <https://-www.-ceghonline.com/action/showPdf?pii=S2213-3984%2818%2930208-2>
- [13] Javaid M, Haleem A. Industry 4.0 applications in medical field: A brief review, *Current Medicine Research and Practice*, Vol 9, Issue 3, pp.102-109, May–June 2019.
- [14] Ienca M, Vayena E. On the responsible use of digital data to tackle the COVID-19 pandemic, *Nature Medicine*, 26, 463–464, 2020. [Internet], Dostupno na: <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0832-5> (<https://doi.org/10.1038/s41591-020-0832-5>)
- [15] Zeng J, Huang J, Pan L. How to balance acute myocardial infarction and COVID-19: the protocols from Sichuan Provincial People’s Hospital, *Intensive Care Med*, 46, 1111–1113, 2020. [Internet], Dostupno na: <https://link.springer.com/-article/-10.-1007%2Fs00134-020-05993-9> (<https://doi.org/-10.-1007/s00134-020-05993-9>)
- [16] Alloghani M, Al-Jumeily D, Hussain A, Aljaaf A. J, Mustafina J, Petrov E., Healthcare services innovations based on the state of the art technology trend industry 4.0, In Proc 11th international conference on developments in eSystems engineering (DeSE), pp. 64-70, 2018.
- [17] Petropoulos G. Artificial intelligence in the fight against COVID-19. 2020. [Internet], Dostupno na: <https://www.bruegel.org/2020/03/artificialintelligence-in-the-fight-against-covid-19/>.
- [18] Bean Randy. Big data in the time of coronavirus (COVID-19), CIO Network Contributor Group, [Internet], Dostupno na: <https://www.-forbes.com/sites/ciocentral/2020/03/30/big-data-in-the-time-of-coronavirus-covid-19/#161ff87558fc>.
- [19] He S. Using the Internet of Things to fight virus outbreaks, March 12, 2020, [Internet], Dostupno na: <https://www.technologynetworks.com/immunology/articles/usingthe-internet-of-things-to-fight-virus-outbreaks-331992>.

- [20] Sampol C. Covid-19: developing high tech protective masks, [Internet], Dostupno na: <http://emag.me-dica-lexpo.com/covid-19-development-of-high-tech-protective-masks/>.
- [21] Pecic B, De Marco R, Parkinson G. The role of biosensors in the detection of emerging infectious diseases, *Analyst*, 131(10):1079-90, Oct 2006, [Internet], Dostupno na: https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/11555/116841_936_The%20role%20of%20biosensors%20in%20the%20detection%20of%20emerging%20infectious%20diseases.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- [22] Patch for detection and monitoring of COVID-19 symptoms fast tracked, 2 April, 2020, [Internet], Dostupno na: <https://www.medtechnews.com/-news/-patch-for-detection-and-monitoring-of-covid-19-testing-fast-/>.
- [23] Haleem A, Javaid M, Vaishya R, Deshmukh SG. Areas of academic research with the impact of COVID-19, *AJEM (Am J Emerg Med)*, 38(7): 1524–1526, 2020, [Internet], Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7158762/>.
- [24] Abas ZA, Abiding Z Z, Rahman AFNA, Rahmalan H, Pramudy G, Hamid MHA (2018). Internet of Things and Healthcare Analytics for Better Healthcare Solution: Applications and Challenges, *International Journal Of Advanced Computer Science And Applications*, 9(9), 446-450, January 2018.
- [25] Bhatt Y, Bhatt C. Internet of things in healthcare. In *Internet of things and big data technologies for next generation Health Care*, Springer International Publishing, pp. 13-33, 2017.
- [26] Demartini M, Damiani L, Patrone C Et. Internet of Things in healthcare system: from theoretical investigation to practical implementation, paper accepted to SpringSim-ANSS 2019, April 29-May 2, Tucson, AZ, USA.
- [27] Edoh T. Internet of Things in Emergency Medical Care and Services, February 27th 2019, In *Medical Internet of Things (m-IoT)-Enabling Technologies and Emerging Applications*, IntechOpen, [Internet], Dostupno na: <https://www.intechopen.com/chapters/61381>, 2019.
- [28] Elhoseny M, Abdelaziz A, Salama A., Riad AM, et al. (2018). A hybrid model of Internet of Things and cloud computing to manage big data in health serices applications, *Future Generation Computer Systems*, Vol. 86, pp.1383-1394, September 2018, [Internet], Dostupno na: <https://www.sciencedire-ct.com/-science/article/abs/pii/S0167739X17322021?via%3Dihub> (<https://doi.org/-10.1016/j.future.2018.03.005>).
- [29] Estrela VV, Monteiro ACB, França RP, Iano Y, Et al. Health 4.0: Applications, Management, Technologies and Review. *Medical Technologies Journal*, Vol. 2, No. 4, pp. 262-276, October-December 2018, [Internet], Dostupno na: https://-www.researchgate.net/publication/334634518_Health_40_Applications_Management_Technologies_and_Review doi:<https://doi.org/10.26415/2572-004-Xvol2-iss-4p262-276>.
- [30] Fiani B, Quadri SA, Farooqui M, Cathel A, Berman B, Et al. Impact of robot-assisted spine surgery on health care quality and neurosurgical economics: A systemic review. *Neurosurgical review*, 43(1):17-25, Feb 2020.
- [31] Lal H, Patralekh MK. 3D printing and its applications in orthopaedic trauma: A technological marvel, *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, Vol. 9, Issue 3, pp. 260-268, <https://doi.org/-10.1016/-jjcot.2018.07.022>, Jul-Sep 2018.
- [32] Lee G. Y, Kim M, Quan Y. J, Kim M. S, Kim T. J. Y, Yoon HS, et al. Machine health management in smart fa-ctory: A review. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32(3), 987-1009, 2018.
- [33] Pace P, Aloï G, Gravina R, Caliciuri G, Fortino G, Liotta A. An edge-based architecture to support efficient applications for healthcare industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(1), 481-489, 2018.
- [34] Papa A, Mital M, Pisano P, Del Giudice M. E-health and wellbeing monitoring using smart healthcare devices: An empirical investigation, *Technological Forecasting & Social Change*, 2018.
- [35] <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.02.018>. [35] Patrone C, Galli G, Revtria R. A State of the Art of Digital Twin and Simulation supported by Data Mining in the Healthcare Sector. *18th International Conference on Intelligent Software Methodologies, Tools, and Techniques (SOMET 2019)*, accepted on the 11th of July 2019.
- [36] Zadpoor A, Malda J. Additive manufacturing of biomaterials, tissues, and organs. *Ann Biomed Eng*, 45(1):1-11, Jan 2017, <https://doi:10.1007/s10439-016-1719-y>.
- [37] Zhang Y, Szolovits P. Patient-specific learning in real time for adaptive monitoring in critical care, *Journal of biomedical informatics*, 41(3), 452-60, 2008.
- [38] Zhang Y, Qiu M, Tsai CW, Hassan MM, Alamri A. Health-CPS: Healthcare cyber-physical system assisted by cloud and big data. *IEEE Systems Journal*, 1(1), 88-95, 2017.

SUMMARY

INDUSTRY 4.0 AND THEIR APPLICATION IN MEDICINE AND DENTISTRY, AS WELL AS THE FIGHT AGAINST THE COVID-19 PANDEMIC

Basics: Industry 4.0 is a realized reality, which already today has a growing application in medicine and dentistry. So, at this moment, its application is especially important in the fight against covid-19. Aim of the paper: The purpose of this review paper is to understand the role of Industry 4.0 in the field of medicine and dentistry and to identify research directions, including future applications, especially for covid-19. Material and method: A detailed analysis of papers on Industry 4.0 in medicine, dentistry and related fields was performed and possible applications and directions of research were identified, especially for covid-19. Result: Through this review study, we identified different technologies, opportunities and research status of Industry 4.0 in the field of medicine, dentistry and covid-19 pandemic, through 19 areas of application. We can say that Industry 4.0 will become an essential part of tomorrow's smart factory of medical and dental devices. Conclusion: Industry 4.0 shows a wide range of possibilities for the production of newly adapted implants (medical and dental) and innovative tools and instruments for the field of medicine and dentistry. This model enables the creation of a digital clinic and digital office, with a complete system of medical and dental monitoring, which meets the individual requirements of the patient, thus creating the industry of medicine and dentistry with optimization of treatment time and costs. In the future, Industry 4.0 will create new capabilities and innovative protocols for the treatment and care of patients, both in medicine and dentistry.

Key words: Industry 4.0, medicine, covid-19