

МІНІСТЭРСТВА АДУКАЦЫІ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ
Беларускі нацыянальны тэхнічны універсітэт

Факультэт тэхналогій кіравання і гуманітарызацыі
Кафедра «Філасофскіх вучэнняў»

А.І. Лойка

ФІЛАСОФІЯ КАГНІТЫЎНЫХ ТЭХНАЛОГІЙ

Падручнік па агульнаадукацыйнай дысцыпліне
«Філасофія і метадалогія навукі»

Для студэнтаў, слухачоў, якія засвойваюць змест адукацыйнай праграмы
вышэйшай адукацыі II ступені

Па ўсіх спецыяльнасцях дзённай і завочнай формы атрымання адукацыі

Электронны навучальны матэрыял

Мінск

БНТУ

2022

Аўтар:

А.І. Лойка, прафесар, загадчык кафедры «Філасофскіх вучэнняў»
Беларускага нацыянальнага тэхнічнага ўніверсітэта.

Рэцэнзенты:

В.М. Сямёнаўпа кандыдат філасофскіх навук, дацэнт, загадчык
кафедры філасофіі і метадалогіі ўніверсітэцкай адукацыі ДУА
"Рэспубліканскі інстытут вышэйшай школы"

А.М. Сувалаў, дацэнт кафедры філасофіі і ідэалагічнай працы
Акадэміі МУС Рэспублікі Беларусь.

Вучэбна-метадычны дапаможнік па філасофіі і метадалогіі навукі
дапаўняе лекцыйны матэрыял актуальнымі пытаннямі філасофіі лічбавых
тэхналогій. У раздзеле «Філасофія прыродазнаўства і тэхнікі» выкладзены
асаблівасці класічнай філасофіі тэхнікі. У раздзеле «Філасофія, навука,
чалавек у пачатку III тысячагоддзя» аналізуюцца перспектывы ўплыву
чацвёртай прамысловай рэвалюцыі на прыкладное выкарыстанне лічбавых
тэхналогій і тэхналагічных асаблівасці функцыянавання лічбавых
экасістэм, развіццё лічбавых тэхналогій і роля філасофіі ў аналізе этычных
аспектаў тэхналагічнай мадэрнізацыі сучаснага грамадства.

© Лойка А.І.

© Беларускі Нацыянальны
Тэхнічны ўніверсітэт, 2022

УВЯДЗЕННЕ

Электронны навучальны дапаможнік канкрэтызуе навучальныя тэмы па філасофіі і метадалогіі навукі, звязаныя з лічбавымі тэхналогіямі. Дынаміка развіцця гэтых тэхналогій вельмі высокая. У папярэдніх электронных навучальных выданнях разглядаліся аспекты філасофіі інфармацыі, філасофіі свядомасці, філасофіі лічбавых тэхналогій, індустрыі 4.0 і новай сацыяльнай рэчаіснасці. У чарговым электронным дапаможніку выкладзены курс лекцый па філасофіі кагнітыўных тэхналогій. Гэтыя тэхналогіі сталі часткай інжынернай дзейнасці, эканомікі і крэатыўнай індустрыі. Іммерсіўныя тэхналогіі выкарыстоўваюцца для вырашэння розных задач у галіне архітэктуры і мастацтва. Яны сталі часткай сацыяльна - культурнай дзейнасці і адукацыі. Метасуветы сталі новай мадыфікацыяй лічбавых экасістэм. У выніку актыўна ствараецца ўзаемадзеянне паміж віртуальнай, дапоўненай і фізічнай рэальнасцямі. Важную ролю гуляюць лічбавыя двойнікі і разумныя матэрыялы. Філасофія ў кантэксце новых трэндаў гуляе нарастальную ролю, паколькі патрабуюць разгляду новыя канцэптуальныя сэнсы, якія актыўна асвойвае бізнэс. Бізнэс Рэспублікі Беларусь знаходзіцца ў трэндзе лічбавых трансфармацый. Электронны навучальны дапаможнік будзе карысны магiстрантам і студэнтам спецыяльнасці "лічбавая эканоміка". Аб новых мадыфікацыях лічбавых тэхналогій важна ведаць магiстрантам усіх спецыяльнасцей, паколькі гэтыя тэхналогіі становяцца часткай прафесійных кампетэнцый.

У электронным навучальным дапаможніку сістэматызаваны даследчыя, канструктарскія і інстытуцыйныя напрацоўкі ў галіне метадалогіі кагнітыўных тэхналогій.

Філасофія кагнітыўных тэхналогій

Кагнітыўныя тэхналогіі, якія распрацоўваюцца спецыялістамі, імітуюць пазнавальныя працэсы ў мозгу чалавека на аснове матэматычнага мадэлявання гэтых працэсаў і надзялення моцнага штучнага інтэлекту метакагнітыўнымі здольнасцямі, звязанымі з саманавучаннем. Асноўная мэта выкарыстання кагнітыўных тэхналогій на аснове штучнага інтэлекту абгрунтоўваецца важнасцю падтрымкі прыняцця рашэнняў, працы з вялікімі дадзенымі, маніторынгам рызык, праектаваннем сацыятэхнічных сістэм, сістэмным аналізам і вобласцю робататэхнікі.

У маркетынгу, менеджменце і лагістыцы кагнітыўныя тэхналогіі выкарыстоўваюцца для эфектыўнага дыялогу з патэнцыйным пакупніком, зыходзячы з веды, якія адбываюцца ў яго мозгу асаблівасцяў пазнавальных працэсаў. Вынікам гэтых даследаванняў стала паводніцкая эканоміка. З гэтай мэтай вывучаюцца кагнітыўныя механізмы набыцця, пераўтварэнні, рэпрэзентацыі, захоўванні і прайграванні інфармацыі ў мозгу. Кагнітыўныя механізмы характэрны як свядомай, так і несвядомай сфер псіхікі чалавека. Засноўвалыя працэсы, якія тлумачаць спазнанне, рэалізуюцца несвядома (універсальная граматыка Н. Хомскага, мадальнасці ўспрымання). Асноўная здагадка кагнітыўных навук складаецца ў тым, што ўсе разумовыя працэсы ўяўляюць сабой вызначаныя стратэгіі, якія можна вывучыць з дапамогай вербальных і невербальных характарыстык іх выражэння.

Любая кагнітыўная стратэгія, даступная аднаму чалавеку, можа быць засвоена і прайграны іншым чалавекам. Патрабуюць філасофскай рэфлексіі такія ўласцівасці кагнітыўных працэсаў, як: тэмпаральнасць; сацыяльнасць; адзінства; суб'ектыўнасць; структураванасць; інтэнцыянальнасць. Падыходы да даследавання асаблівасцяў і тэндэнцый сучаснага кагнітыўнага падыходу, а таксама метадалагічных падстаў

кагнітыўных навук уяўляюць актуальную тэму філасофскіх даследаванняў і рэфлексіі. Аналіз ведаў і пазнання быў спецыфічным аб'ектам эпістэمالогіі як аднаго з асноўных раздзелаў філасофіі. Пачынаючы з канца XIX стагоддзя пазнавальныя працэсы сталі даследавацца таксама псіхалогіяй. Да яе далучылася нейрапсіхалогія, сацыялогія, культуралогія, кагнітыўная лінгвістыка, даследаванні ў галіне штучнага інтэлекту. У выніку сфармаваўся міждысцыплінарны напрамак кагнітыўных навук. Ён інтэграваў філасофію, логіку, лінгвістыку, псіхалогію, нейронаук і даследаванні па штучным інтэлекце.

Пазнанне разумеецца як вылічальны працэс і як уласцівая чалавеку суб'ектыўнасць ментальных рэпрэзентацый. Па новаму загучала тэма катэгарызацыі. Яна разумеецца як працэс аднясення пазнаванага аб'екта да некаторага класа, у якасці якога могуць выступаць не толькі назвы матэрыяльных прадметаў, але сэнсарныя і перцэпцыйныя ўзоры, сацыяльныя стэрэатыпы, эталоны паводзін. Даследуюцца кагнітыўныя структуры ў іх суадносінах з мовай, псіхалогіяй і цялеснасцю суб'екта, а таксама базавыя спосабы парадкавання і класіфікацыі (таксанаміі) шматстайных формаў веды на ўсіх узроўнях праявы кагнітыўнай здольнасці чалавека. Бясконца разнастайнасць рэчаіснасці ахопліваецца канчатковым лікам моўных формаў. Гэты аспект стаў адным з цэнтральных у кагнітыўнай лінгвістыцы, у прыватнасці, у прататыпічнай семантыцы. Разуменне мовы як адзінства кагніцыі і камунікацыі, якое выяўляецца праз фундаментальны працэс катэгарызацыі, адыгрывае важную ролю. Вопыт кагнітыўнай лінгвістыкі, якая даследуе фундаментальную аперацыю катэгарызацыі як універсальную ва ўсіх відах пазнання, дае новыя магчымасці для больш глыбокага разумення, у тым ліку ў філасофіі, прыроды катэгорый, а таксама ўзбагачэння эпістэمالогіі эвалюцыйнай тэматыкай.

Гэты напрамак, які сфарміраваўся ў эпістэمالогіі першай паловы XX ст. Узнікненнем яно абавязана дарвінізму і даследаванням эвалюцыйнай біялогіі, генетыкі чалавека і кагнітыўнай навукі. Галоўная тэза эвалюцыйнай эпістэمالогіі зводзіцца да дапушчэння, што людзі, як і іншыя жывыя істоты, з'яўляюцца прадуктам жывой прыроды, вынікам эвалюцыйных працэсаў, і ў сілу гэтага іх кагнітыўныя і ментальныя здольнасці і нават спазнанне і веданне накіроўваюцца механізмамі арганічнай эвалюцыі. Калі мозг чалавека апрацоўвае кагнітыўнай інфармацыі, а працэсы апрацоўкі інфармацыі мозгам генетычна кантралююцца, то існуюць механізмы зваротнага ўздзеяння працы кагнітыўнай сістэмы на гены, якія кіруюць яе функцыянаваннем.

Такім чынам, эвалюцыя чалавека, эвалюцыя нейронавых сістэм яго мозгу (нейраэвалюцыя) працягваецца. Гэтая эвалюцыя спалучана з адаптыўна каштоўнаснымі зменамі ў кагнітыўнай сістэме чалавечых папуляцый, са зменамі ў працэсах перапрацоўкі кагнітыўнай інфармацыі. Дзякуючы непасрэднаму ўдзелу генаў у выкананні мозгам чалавека кагнітыўных функцый забяспечваецца замацаванне дасягненняў кагнітыўнай эвалюцыі ў геноме чалавечых папуляцый. Нароўні з псіхалагічнымі і кібернетычнымі мадэлямі, кагнітыўныя даследнікі аперуюць нейрафізіялагічнымі, лінгвістычнымі і сінэргетычнымі мадэлямі і падыходамі.

Створаны ўмовы для фармулёўкі фармальнай анталогіі. Вядучай метадалогіяй з'яўляецца інфармацыйны падыход. Ён разглядае рэальнасць з гледзішча інфармацыйных працэсаў. Чалавек разумеецца як сістэма мыслення ў свеце інфармацыі. У дадзеным кантэксце вядзецца распрацоўка і прымяненне метадаў матэматычных навук, эксперыментальнай і тэарэтычнай фізікі да даследавання і матэматычнага мадэлявання мозгу чалавека як складанай дынамічнай сістэмы. Ажыццяўляецца даследаванне малекулярных, клеткавых і сістэмных

механізмаў кагнітыўных функцый мозгу ў норме і пры паталогіі з дапамогай метадаў і інструментаў сучаснай нейронаук.

Праводзяцца фундаментальныя і прыкладныя даследаванні працэсаў і механізмаў паводзін, інтэлекту, кагнітыўнага развіцця, арганізацыі моўных сістэм, навучання, памяці і іншых кагнітыўных функцый у чалавека і жывёл. Ажыццяўляюцца распрацоўкі ў вобласці ўзаемадзеяння чалавека са штучнымі інтэлектуальнымі сістэмамі, новых тэхналогій і ўжыванняў інтэрфейсаў паміж чалавекам і робататэхнічнымі прыладамі, інтэрфейсаў мозг - кампутар, мозг - штучны інтэлект. Вядзецца пошук і распрацоўка перспектыўных дадаткаў, новых матэматычных метадаў і тэхналогій штучнага інтэлекту, заснаваных на прынцыпах працы галаўнога мозгу. Мае месца прымяненне апаратна-праграмных сістэм для аналізу, захоўвання, апрацоўкі вялікіх разнастайных аб'ёмаў даных, у тым ліку фундаментальных асноў тэорыі праграміравання ў прымяненні да тэхналогій штучнага інтэлекту.

Вядзецца распрацоўка і прымяненне тэхналогій штучнага інтэлекту для вырашэння задач кіравання аўтаномнымі сістэмамі, групамі аўтаномных аб'ектаў, тэхналагічнымі працэсамі. Ажыццяўляецца распрацоўка метадаў здабывання ведаў з вялікіх аб'ёмаў дадзеных рознай прыроды, метадаў аналізу дадзеных, даследаванне фундаментальных матэматычных асноў такіх метадаў. Распрацоўваюцца чалавека-машыннымі інтэрфейсы, якія прымяняюцца ў навучанні дзяцей, рэабілітацыі і на прамысловай вытворчасці. Таксама сярод кампетэнцый: чалавека-машыннымі інтэрфейсы, матэматычныя метады апрацоўкі і аналізу шматканальных нейрафізіялагічных дадзеных рознай прыроды, дынаміка нейронавых ансамбляў з выкарыстаннем мадэляў дэталізацыі актыўнасці біялагічных нейронаў.

Распрацоўкі грунтуюцца на выніках фундаментальных даследаванняў у вобласці разумення працэсаў, якія праходзяць у галаўным мозгу чалавека

падчас успрымання, апрацоўкі і засваенні інфармацыі, прыняцці рашэнняў, а таксама маторнай дзейнасці. А таксама на эксперыментальных метадах рэгістрацыі і аналізу актыўнасці галаўнога мозгу, матэматычных метадах апрацоўкі і аналізу шматканальных нейрафізіялагічных дадзеных рознай прыроды, даследаванні дынамікі нейронавых ансамбляў з выкарыстаннем мадэляў дэталізацыі актыўнасці біялагічных нейронаў. Прадметам сталі фізічныя асновы саманавучальных адаптыўных інтэлектуальных сістэм і іх прымянення ў біяморфнай і антрапаморфнай робататэхніцы.

А таксама фізічныя метады адзнакі, трэніроўкі і кантролю кагнітыўных функцый чалавека з улікам яго асобных асаблівасцяў. З гэтай мэтай ажыццяўляецца вывучэнне асаблівасцяў функцыянавання нейронавай сеткі галаўнога мозгу падчас апрацоўкі сэнсарнай інфармацыі і рашэнні кагнітыўных задач з выкарыстаннем неінвазіўных метадаў рэгістрацыі нейронавай актыўнасці. Таксама мае месца мадэляванне дынамікі нейронавых ансамбляў з выкарыстаннем метадаў частотна-часовага аналізу, тэорыі складаных сетак і машыннага навучання. Праводзіцца даследаванне біямеханікі чалавека з выкарыстаннем сігналаў цягліцавай і нейронавай актыўнасці для кіравання антрапаморфнымі робатамі і элементамі экзаскелета.

Кагнітыўная логіка

Прыкладныя функцыі філасофіі кагнітыўных тэхналогій звязаны з тэматыкай лагічных даследаванняў. Сучасную логіку адрознівае матэматызацыя, якая адыграла ключавую ролю ў станаўленні інфармацыйных тэхналогій. Адбылася праліферацыя некласічных лагічных сістэм. Гэта відавочна ў галіне інтэлектуальных сістэм.

Ажыццёўлена фармалізацыя паняцця алгарытму. Мадыфікацыямі сталі квазімеханічны аўтамат машына Цьюрынга, нармальны алгарыфм А.А. Маркава, лямбда-падлік А. Чорча. Распрацавана лагічная тэорыя рэ-

лейна-кантактных схем. Праведзены доследы камп'ютарнага мадэлявання некаторых аспектаў інтэлектуальнай дзейнасці. Гэта праграмы Logic Theorist, якая даказвае логіка-алгебраічныя тэарэмы і General Problem Solver, вырашальнай інтэлектуальныя галаваломкі.

Адбылося станаўленне моў праграмавання ў галіне нейрафізіялогіі, пачынаючы з ідэі штучнага нейрона Маккалока-Пітса (ідэя рэлейна-кантактных схем) і стварэння Ф. Розенблатам перцептрона ў якасці камп'ютарнай рэалізацыі гэтай ідэі. У кагнітыўнай лінгвістыцы адбылася эвалюцыя ад лагічнага аналізу натуральнай мовы і рэалізацый сістэм аўтаматычнага перакладу да тэорыі фармальных моў і абмеркавання фармальных аналогій верхняга ўзроўню. Выяўляюцца магчымасці пажаданай карэляцыі і ўзаемнай эўрыстыкі cognitive science і некласічных логік.

Метадалагічнай асновай аналізу служаць аўтаномныя аспекты развіцця лагічных ведаў: экстралагічныя, якія прадугледжваюць знешнія стымулы або запыты да лагічных даследаванняў, і інтралагічныя, якія абапіраюцца на ўнутраныя семіятычны і метатэарэтычныя рэсурсы сама-развіцця логікі. Да ўвагі бярэцца канцэптualaнае распазнаванне кагнітыўнага працэсу разважання, вываду, прыняцця рашэння і лагічнай сістэмы пасылак і заключэнняў.

Лагічны падыход да кагнітыўных даследаванняў фармуе прадметную тэматыку. У ёй канстытуяваліся канцэптualaная канэктоміка (нестандартныя архітэктурны фармальных нейронавых сетак, некласічныя перцептронны) і кагнітыўная эрганоміка (шкалы складанасці інтэлектуальных задач; эмпірычныя даследаванні лагічнага мыслення).

Значным патэнцыялам кагнітыўных лагічных даследаванняў валодаюць інтралагічныя аспекты некласічных логік. Для гэтых логік характэрна адсутнасць рыгарыстычнасці: нявызначанасць, нефармалізуемасць, некампазіцыянальнасць, неманатоннасць. Адмысловую вобласць фармуюць Fuzzy logic і шматзначныя логікі, некампазіцыйныя семантыкі,

неманатонныя логікі і логікі з мадыфікаванымі развагамі. Можам вылучыць памяркоўнасць да супярэчнасцяў і непаўнаце інфармацыі паракансістэнтных, парапоўных логік, а таксама варыяцыі рэлевантных і каннексіўных логік. Мае месца перавага недэдуктыўнасці. Гэта лагічныя тэорыі праўдападобных разваг: індуктыўных, абдуктыўных, устанаўлення каузальных сувязей, вылучэння гіпотэз, правядзення аналогій.

Улічваецца кантэкстная залежнасць і інтэнсіянальныя семантыкі эпістэмічных логік, дэантычных логік і логік дзеянняў. Узаемная з'вязанасць каштоўнасць *cognitive science* і логіка-семантычных даследаванняў назіраецца ў эмпірычных даследаваннях, якія рэалізуюцца сумесна логікамі і нейрафізіялагамі. Развіццё семантычных метадаў некласічных логік валодае сур'ёзным патэнцыялам мадэлявання фундаментальных прынцыпаў мыслення.

Кагнітыўныя тэхналагічныя сістэмы

Кагнітыўныя сістэмы могуць падтрымліваць тры тыпы задач. Гэта аўтаматызацыя бізнес-працэсаў, атрыманне ведаў на аснове аналізу даных і ўзаемадзеянне з кліентамі і супрацоўнікамі. Самымі распаўсюджанымі аказаліся сістэмы аўтаматызацыі адміністрацыйнай і фінансавай работы бэк-офіса з дапамогай рабатызаваных тэхналогій апрацоўкі. Гэта асноўнае асяроддзе для аўтаматызацыі бізнес-працэсаў.

У гэтым асяроддзі робат (праграма на серверы), падобна чалавеку, абменьваецца інфармацыяй адразу з некалькімі ІТ-сістэмамі. Ажыццяўляецца перанос даных з электроннай пошты і сістэм call-цэнтра ў базы даных, напрыклад, для адсочвання змянення адраса ў файле кліента або захавання запыту на дадатковыя паслугі.

Мае месца замена страчаных крэдытных і дэбетавых карт з апрацоўкай паведамленняў і наступным абнаўленнем даных па кліенту ў некалькіх сістэмах; зверка адмоў у аплаце паслуг праз білінгавыя сістэмы з по-

шукам інфармацыі ў розных тыпах дакументаў; чытанне юрыдычнай і кантрактнай дакументацыі для вымання рашэнняў з дапамогай аналізу натуральнай мовы. Разглядаемыя прыкладанні не запраграмаваны, каб саманавучацца і ўдасканалвацца, хоць распрацоўшчыкі паступова дадаюць ім інтэлекту і здольнасцяў да навучання.

Асабліва добра робатам атрымоўваюцца праекты, якія злучаюць некалькі ІТ-сістэм. Замена адміністрацыйных супрацоўнікаў не была галоўнай мэтай. Толькі некалькі праектаў прывялі да вызвалення персанала. Робатам перадалі задачы, якія перш вырашаліся аўтсорсінгам. Праекты рэабілітацыі і аўтаматызацыі будуць суправаджацца скарачэннямі ў аўтсорсінгавых кампаніях-афшорах. Калі задачу можна аддаць на аўтсорсінг, то яе можна і аўтаматызаваць.

Кагнітыўныя інсайты выкарыстоўваюць алгарытмы для выяўлення і інтэрпрэтацыі заканамернасцяў у велізарных аб'ёмах дадзеных. Гэта аналітыка метадалагічнай пазіцыі. Саманавучальныя сістэмы прадстаўнікі бізнесу выкарыстоўваюць для прадказанняў таго, што пэўны кліент, верагодна, купіць у будучыні; выяўлення махлярства з крэдытнымі картамі і страхоўкамі ў рэжыме рэальнага часу. А таксама для аналізу дадзеных гарантыйнага рамонту для выяўлення праблем з бяспекай і якасцю аўтамабіляў ці іншых прадуктаў; аўтаматызацыі персаналізаванага таргетынгу дыджытал-рэкламы; пабудовы больш дакладнай і падрабязнай актуарнай мадэлі для страхоўшчыкаў.

Кагнітыўныя рашэнні на аснове выяўленых заканамернасцяў адрозніваюцца ад традыцыйнай аналітыкі. Яны інфармацыйна ёмістыя і дэталізаваныя. Кагнітыўныя лічбавыя тэхналогіі, як правіла, навучаюцца на нейкай частцы дадзеных. У іх фармуюцца здольнасці выкарыстоўваць новыя дадзеныя, рабіць прагнозы і разбіваць аб'екты на катэгорыі.

Глыбіннае машыннае навучанне, якое спрабуе імітаваць працу мозгу чалавека, з патэрнамі распазнае выявы і разумее гаворку. Праграма можа

сама прадставіць новыя дадзеныя, якія паляпшаюць аналітыку. Дзякуючы саманавучальных алгарытмам стала лягчэй знаходзіць інфармацыю, якая звязана з адным і тым жа чалавекам або кампаніяй. Кампаніі выкарыстоўваюць кагнітыўныя лічбавыя тэхналогіі для выманьня ўмоў з тэкстаў кантрактаў. Гэта дазваляе праводзіць аўдыт большай часткі дакументаў без вычитвання аўдытарам-чалавекам.

Сістэмы ўзаемадзеяння арыентаваны на зносіны на натуральнай мове з ужываннем чат-ботаў, інтэлектуальных агентаў і машыннага навучання. Інтэлектуальныя агенты абслугоўваюць кліентаў і вырашаюць шырокі клас праблем: ад запытаў на аднаўленне пароля да тэхнічнай падтрымкі. Зносіны ажыццяўляюцца на натуральнай мове. Гэта ўнутраныя сайты для адказаў на пытанні супрацоўнікаў, якія датычацца ІТ, ільгот для персаналу або палітыкі кампаніі; прадукты і сістэмы рэкамендацый для рытэйлераў, настроеныя на паляпшэнне персаналізацыі прапановы і зносін з кліентам і павышэнне продажаў з багатымі моўнымі і візуальнымі сродкамі; рэкамендацыйныя сістэмы для лекараў па вядзенні хворых: дапамога ў распрацоўцы індывідуальных планаў, якія ўлічваюць стан здароўя і папярэдняе лячэнне пацыента.

Фірмы сталі прасцей ставіцца да перадачы кампутарнай праграмы функцый зносін з кліентамі. Агент-робат уключаны ў зносіны з людзьмі. Аватар Амелія выкарыстоўваецца для ІТ-падтрымкі супрацоўнікаў. Ён таксама інтэграваны ў кліенцкую падтрымку. Гэта дазваляе зладзіцца з ростам інтэнсіўнасці зносін паміж кампаніяй і кліентамі без дадатковага найму. Некаторыя арганізацыі плануюць перадаць робатам руцінную камунікацыю, пакінуўшы службе падтрымкі больш складаныя задачы кліенцкіх праблем, якія патрабуюць умяшання кіраўніцтва, вядзенні неструктураваных дыялогаў або папярэджання кліентаў аб рызыцы да таго, як яны самі патэлефануюць і паведамяць аб непрыемнасці.

У ходзе ўзаемадзеяння з супрацоўнікамі праграма саманавучаецца. Яна выяўляе пытанні, раней вырашаныя праблемы і спасылкі на дакументы, якія дапамагаюць з адказам. Гэта прыкмета прыналежнасці да катэгорыі кагнітыўных інсайтаў. Смарт-маршрутызацыя прымяняецца для перасылкі складаных праблем чалавеку, а інтэрфейс на натуральнай мове характэрны для кагнітыўных тэхналогій камунікацыі. Досвед працы з кагнітыўным інструментаром пашыраецца, але кампаніі сутыкаюцца з сур'ёзнымі перашкодамі ў рэалізацыі праектаў. У дадзеным выпадку важную ролю іграе метадалогія і штучны інтэлект.

Трэба зразумець, якія тыпы ІТ прыдатныя для рашэння задач, разабрацца ў добрых якасцях і недахопах кожнага класа праграмага забеспячэння. Экспертныя сістэмы і праграмы аўтаматызацыі працэсаў не здольныя вучыцца і паляпшацца. Глыбіннае навучанне падыходзіць для даследавання вялікіх аб'ёмаў размечаных дадзеных, але рэдка калі можна зразумець, па якой мадэлі яно іх аналізуе. Функцыянаванне ў рэжыме чорнай скрыні можа стаць сур'ёзнай праблемай у моцна зарэгуляваных галінах, такіх як фінансавыя паслугі, паколькі рэгулятар нярэдка хоча зразумець, чаму было прынята тое ці іншае рашэнне. Многае залежыць ад спецыялістаў, якія валодаюць статыстыкай і дастаткова разбіраюцца ў вялікіх дадзеных, каб зразумець, як уладкованыя кагнітыўныя сістэмы. Галоўны фактар поспеху заключаны ў жаданні супрацоўнікаў вучыцца.

Разгледзім актуальныя кагнітыўныя тэхналогіі. Кампутарны зрок ставіцца да здольнасці кампутарнай праграмы распазнаваць аб'екты, сцэны і дзеянні па малюнках. Тэхналогія кампутарнага зроку выкарыстоўвае паслядоўнасці, якія складаюцца з аперацый апрацоўкі малюнкаў і іншых метадаў, для падзелу задач аналізу малюнкаў на невялікія кіраваныя задачы. Некаторыя тэхналогіі могуць вызначаць тэкстуры аб'ектаў па малюнках.

Метады класіфікацыі могуць выкарыстоўвацца для вызначэння таго, ці могуць ідэнтыфікаваныя прыкметы прадстаўляць клас аб'ектаў, вядомых

сістэме. Так, аналіз медыцынскіх выяваў выкарыстоўваецца для паляпшэння прагназавання, дыягностыкі і лячэння захворванняў. Facebook ідэнтыфікуе асобы для аўтаматычнага распазнання людзей на фатаграфіях. У мэтах бяспекі ён выкарыстоўваецца для ідэнтыфікацыі падазраваных, у пакупках, для спажыўцоў. Можна выкарыстоўваць смартфон, каб сфатаграфавачь прадукт і атрымаць больш варыянтаў пакупкі.

Машынны зрок выкарыстоўваецца ў галіне прамысловай аўтаматызацыі. У гэтых прыкладаннях кампутарныя праграмы распазнаюць такія аб'екты, як вытворчыя дэталі. Стартапы ў галіне камп'ютарнага зроку прыцягнулі сотні мільёнаў даляраў венчурнага капіталу.

Машыннае навучанне адносіцца да здольнасці кампутарнай сістэмы спадзявацца на дадзеныя для павышэння яе прадукцыйнасці без захавання відавочных інструкцый праграмы. Яно аўтаматычна выяўляе шаблоны з дадзеных, і, як толькі шаблоны выяўлены, іх можна выкарыстоўваць для прагназавання. Сістэме машыннага навучання прадастаўляецца база дадзеных з інфармацыяй аб транзакцыі па крэдытнай карце, час транзакцыі, гандляр, месцазнаходжанне, кошт і тое, ці з'яўляецца транзакцыя законнай, сістэма вывучыць шаблоны, якія можна выкарыстоўваць для прагназавання махлярства з крэдытнымі картамі. Чым больш апрацаваных дадзеных транзакцыі, тым лепшы прагноз.

Машыннае навучанне мае шырокі спектр ужыванняў для дзеянняў, якія генеруюць велізарныя аб'ёмы дадзеных. Яно мае патэнцыял для павышэння прадукцыйнасці. Апроч праверкі на махлярства, ажыццяўляецца прагназаванне продажаў, кіраванне запасамі, разведка нафты і газу і ахова здароўя. Тэхналогія машыннага навучання адыгрывае важную ролю ў такіх галінах кагнітыўных тэхналогій, як кампутаравы зрок. Яно можа бесперапынна трэніраваць і паляпшаць візуальныя мадэлі ў масіўных выявах для паляпшэння здольнасці распазнаваць аб'екты.

Машынная навучанне стала адной з актуальных абласцей даследаванняў у галіне кагнітыўных тэхналогій. Яно прыцягнула каля аднаго мільярда даляраў ЗША венчурнага капіталу. Апрацоўка натуральнай мовы адносіцца да чалавечых магчымасцяў апрацоўкі тэксту, якімі валодае кампутарная праграма, у прыватнасці, для вымання значэння з тэксту. Яна аўтаматычна інтэрпрэтуе значэнне з чытальнага натуральнага стылю і граматычна правільнага тэксту. Сістэма апрацоўкі натуральнай мовы не разумее, як людзі апрацоўваюць тэкст, але яна можа апрацоўваць тэкст з дапамогай складаных і прадуманых сродкаў, такіх як аўтаматычнае вызначэнне ўсіх людзей і месцаў, згаданых у дакуменце, вызначэнне асноўных праблем дакумента.

Апрацоўка натуральнай мовы, як і тэхналогія кампутарнага зроку, спалучае ў сабе мноства тэхналогій, якія дапамагаюць дасягнуць мэтай. Так, стварэнне моўнай мадэлі для прагназавання размеркавання верагоднасцяў моўнага выраза з'яўляецца максімальнай верагоднасцю таго, што дадзены радок знакаў або слоў будзе выяўляць вызначанае семантычнае значэнне. Вылучаныя элементы могуць быць аб'яднаны з пэўнымі элементамі ў тэксце для ідэнтыфікацыі фрагмента тэксту. Атаясамляючы элементы, можна адрозніць пэўны тып тэксту ад іншага тэксту, такога як спам і звычайная пошта. Метады класіфікацыі на аснове машыннага навучання стануць крытэрамі адбору, якія выкарыстоўваюцца для вызначэння таго, ці з'яўляецца паведамленне спамам.

Галіне практычнага прымянення тэхналогіі апрацоўкі натуральнай мовы ўключаюць аналіз кліентаў. Зваротная сувязь аб прадуктах і паслугах, аўтаматычнае выяўленне пэўных значэнняў у грамадзянскім судаводстве або ўрадавых расследаваннях, а таксама аўтаматычнае напісанне фармальнага эсэ, такіх як карпаратыўны даход і спорт.

Аб'яднаўшы машыны зрок, аўтаматычнае планаванне і іншыя кагнітыўныя тэхналогіі ў высокапрадукцыйныя датчыкі, выканаўчыя ме-

ханізмы і прадумана спраектаванае абсталяванне, распрацоўшчыкі спарадзілі новае пакаленне робатаў, якое здольна працаваць з людзьмі. Ім даступная апрацоўка розных задач у невядомым асяроддзі.

У чалавека-машынных сістэмах асноўная ўвага надаецца аўтаматычнай і дакладнай транскрыпцыі гаворкі людзей. Існуюць цяжкасці, якія ствараюцца рознымі акцэнтамі, фонавым шумам, а таксама адрозніваннем гамафонаў і гетэранімаў. Так, "купіць" і "па" гучаць аднолькава. Таксама трэба мець працоўную хуткасць, каб не адставаць ад нармальнай хуткасці гаворкі. Сістэмы распазнання прамовы выкарыстоўваюць некаторыя з тэхналогій, што і сістэмы апрацоўкі натуральнай мовы, дапоўненыя іншымі тэхналогіямі. Такімі як акустычныя мадэлі, якія апісваюць гукі і іх верагоднасць з'яўлення ў пэўных паслядоўнасцях і мовах. Асноўныя прыкладанні распазнання голасу ўключаюць медыцынскую дыктоўку, запіс голасу, галасавое кіраванне кампутарнай сістэмай, абслугоўванне кліентаў па тэлефоне.

У полі зроку знаходзяцца сістэмы кіравання базами дадзеных, тэхналогіі тэкставага пошуку і камп'ютарныя сеткі, а таксама метады рашэння задач камбінаторнай аптымізацыі. Гэта патрабуе вывучэння асноўных тыпаў камбінаторных аб'ектаў і прыдатных для іх прадстаўлення структур дадзеных. Засваення паняцця працаёмкасці алгарытму і складанасная класіфікацыя задач; знаёмства з асноўнымі тыпамі эфектыўных алгарытмаў; засваенне пераборных алгарытмаў і метадаў скарачэння перабору.

Разглядаюцца базавыя структурныя мадэлі выяў розных тыпаў, алгарытмы, якія абгрунтоўваюцца ў гэтых мадэлях, фармальныя крытэрыі дакладнасці і праблемы чалавека-машыннага спалучэння. Распрацаваны матэматычны апарат аналізу і апрацоўкі відарысаў. Прымяняюцца алгарытмы апрацоўкі, візуалізацыі, аднаўлення, аналізу, параўнання, супастаўлення, нармалізацыі і сціску малюнкаў. Распрацавана метадалогія аб праблемах, метадах, алгарытмах і інструментальных сродках, якія выкары-

стоўваюцца пры стварэнні сістэм аўтаматычнага сінтэзу і распазнання маўлення. Выкарыстоўваюцца сродкі прадстаўлення маўленчага сігнала; інструменты стварэння маўленчых баз даных і метады работы з базамі, а таксама падыходы да пабудовы сістэм сінтэзу і аўтаматычнага распазнання маўлення. Выкарыстоўваецца канцэптuallyны апарат матэматычнай тэорыі тэхнічнага зроку. Гэта метады праектыўна-інварыянтнага аналізу формы, а таксама мадэлі і метады аналізу афарбоўкі, інварыянтныя да ўмоў асвятлення (алгарытмы каляровай канстантнасці).

На рынак выходзяць не тэхналогіі, а прадукты. Іх паспяховасць залежыць ад якасці выканання. Яно дасягаецца тэхналогіямі забеспячэння якасці праграмных сістэм метадамі аптымізацыі праграмага забеспячэння з выкарыстаннем асаблівасцей вылічальнага абсталявання, уключаючы спецыялізаванае і экзатычнае. Асноўная ўвага надаецца пытанням аптымізацыі асноўных аперацый, якія выкарыстоўваюцца ў задачах апрацоўкі і распазнання сігналаў і малюнкаў.

Кагнітыўныя вылічэнні

Гэта комплекс дысцыплін па аналізе шматлікіх дадзеных, такіх як: распазнанне выяў, апрацоўка натуральнай мовы і распазнанне эмоцый. Гэта кампутарныя тэхналогіі, якія арыентаваны на развагі і разуменне. Гэта здольнасць, якая можа перасягнуць кагнітыўныя здольнасці чалавека прымаць рашэнні ў складаных сітуацыях. Кагнітыўныя вылічэнні грунтоўца толькі на ўступных дадзеных, а не на ўласным досведзе ўспрымання. Адсутнасць вопыту уплывае на абмежаванасць выдаваных вынікаў.

Кагнітыўныя вылічэнні могуць працаваць з вялікай колькасцю дадзеных. З дапамогай аналітычных інструментаў гэтая тэхналогія спрашчае працэс прыняцця складаных рашэнняў чалавека. Яна аблегчыць штучнаму інтэлекту з кагнітыўнымі вылічальнымі магчымасцямі прымаць стратэгічна важныя рашэнні ў складаных сітуацыях.

Пакуль не створана тэхналогія шматзадачнага маштабнага штучнага інтэлекту, які б вырашаў задачы прыняцця рашэнняў, зыходзячы са шматлікіх рознапалярных крыніц дадзеных.

Адной з асноўных задач кагнітыўных вылічэнняў з'яўляецца аналіз пачуццяў, каб зразумець кантэкст і нюансы ўводзімых карыстачом дадзеных і выкарыстоўванай ім поўнай сэнсавай нагрузкі. Штучны інтэлект можа распазнаваць асноўныя эмацыйныя праявы чалавека па біяметрыі, жэстах, танальнасці голасу, паводзінах. Кагнітыўныя вылічэнні з'яўляюцца тэхналогіяй штучнага інтэлекту. Там, дзе штучны інтэлект становіцца неад'емнай часткай укаранення іншых тэхналогій, кагнітыўныя вылічэнні гуляюць важную ролю ў трансфармацыі паводніцкіх працэсаў.

Пры гэтым штучны інтэлект і кагнітыўныя вылічэнні будуць выкарыстоўваць розныя падыходы для прыняцця рашэнняў, заснаваных на дадзеных. Кагнітыўныя вылічэнні выступаюць у якасці дадатку для прыняцця больш абгрунтаваных рашэнняў. Штучны інтэлект і кагнітыўныя вылічэнні маюць справу з вялікімі наборамі дадзеных. Прааналізаваўшы дадзеныя, штучны інтэлект прапануе найлепшыя меры, якія неабходна прыняць для вырашэння праблемы. Кагнітыўныя вылічэнні здабываюць каштоўную інфармацыю для падтрымкі прыняцця рашэнняў. У выніку кагнітыўныя вылічэнні дапамагаюць чалавеку прыняць канчатковае рашэнне.

Тэхналогіі кагнітыўных вылічэнняў забяспечваюць гнуткасць, навучанне, ацэнку, кіраванне з больш эфектыўнымі метадамі развіцця бізнесу. IBM Watson хмарных сэрвісаў, прапануе прылады з ужываннем кагнітыўных вылічэнняў у галінах бізнесу, убудоўваючы іх у прыкладанні і праграмы прадпрыемстваў. Гэта паслугі call цэнтраў з рэалістычным абслугоўваннем кліентаў пытанне адказ, з дапамогай лінгвістычнага распазнання і ўспрымання прамовы чалавека. Апрацоўваючы неструктураваныя дадзеныя, выдаючы прагнозы, графікі і рэкамендацыі па вядзенні

бізнэсу, ён падвышае рэнтабельнасць бізнэсу. Могуць выдавацца рэкамендацыі ўкаранення эфектыўнай маркетынгавай палітыкі прадпрыемства.

Кагнітыўная тэхналогія можа даць шматпалярныя вылічэнні ўсіх напрамкаў развіцця бізнесу, даўшы ацэнку даходнасці кампаній. У дадзеным кантэксце запатрабаваны лічбавая антрапалогія і кагнітыўная семіётыка. Яны змяшчаюць інтэлектуальныя і кагнітыўныя метады аналізу дадзеных і малюнкаў; інтэлектуальныя і кагнітыўныя тэхналогіі ў даследаванні слаба структураваных сістэм; размеркаваныя і мультыагентныя сістэмы апрацоўкі даных і відарысаў; прыкладныя сістэмы інтэлектуальнага і кагнітыўнага аналізу дадзеных і малюнкаў.

Адбылася інтэлектуалізацыя рашэння прыкладных задач пры пабудове аўтаматызаваных інфармацыйных сістэм. Атрымала рэалізацыю апрацоўка малюнкаў і візуальная одометрыя ў навігацыі мабільных робатаў. Распрацаваны інтэлектуальныя метады і сістэмы ў робататэхніцы.

Кагнітыўныя сістэмы могуць працаваць з любымі масівамі дадзеных, фармуючы здагадкі і робячы вызначаныя высновы. Такія сістэмы не праграмаваны жорстка. Яны могуць узаемадзейнічаць з навакольным асяроддзем, уключаючы чалавека, зыходзячы са сваіх уласных меркаванняў і высноў. Для таго, каб кагнітыўныя сістэмы маглі цалкам выкарыстоўваць свой патэнцыял, неабходна, каб людзі давяралі іх рэкамендацыям, меркаванням і высновам.

Трэнды кагнітыўных тэхналогій

Сфарміравалася некалькі трэндаў у галіне кагнітыўных тэхналогій. Першы трэнд прадстаўляе гібрыдныя сістэмы падтрымкі прыняцця рашэнняў. Іх прынцып працы заснаваны на сумесным ітэратыўным рашэнні складанай задачы чалавекам і штучным інтэлектам. Чалавек і штучны інтэлект могуць адначасова праяўляць свае моцныя якасці, што дае магчы-

масць дасягнуць лепшага выніку, чым па асобнасці. Такія тэхналогіі патрэбны ў сітуацыях, калі задача складаная для ўспрымання чалавекам.

У ліку трэндаў генератыўны дызайн сацыятэхнічных сістэм, кампазітныя тэхналогіі аўтаматычнага машыннага навучання для разумення чалавекам, але на нечалавечай логіцы, метралагічныя кагнітыўныя тэхналогіі, калі моцны штучны інтэлект разважае аб якасці слабейшага штучнага інтэлекту і аватар-падобныя тэхналогіі. У іх ліку робаты-партнёры для дзяцей з функцыяй маніторынгу стану дзіцяці.

У ліку трэндаў кагнітыўныя платформы. Гэтая тэхналогія не пазбаўлена недахопаў. Але інтэлектуальныя сістэмы валодаюць здольнасцю вучыцца і адаптавацца да зменлівых умоў. У выніку кагнітыўная платформа паляпшае прадукцыйнасць, не патрабуючы ручнога кадавання. Яна валодае магчымасцямі пазнання. Важна не блытаць кагнітыўны працэс спазнання з пазнаваннем.

Мультымедычныя энцыклапедыі, магчыма, даюць некаторыя веды. Але веданне і пазнанне адрозніваюцца тым, што пазнанне ёсць працэс, а веданне з'яўляецца вынікам гэтага працэсу. Кагніцыя дазваляе вырашаць адвольнае мноства задач, не абмяжоўваючы інтэлектуальныя запатрабаванні карыстання магчымасцямі праграмных пакетаў.

Кагнітыўнае рашэнне спрабуе пераймаць чалавечую думку, займаючыся кантэксна-залежным вырашэннем праблем. Кагнітыўны кампутар можа даваць парады і нават распазнаваць нюансы праблем, што выводзіць яго на ўзровень вышэй за кампутарныя праграмы, якія аўтаматызуюць выкананне функцый. Уменняў звычайнай лічбавай платформы дастаткова для таго, каб сачыць за сардэчным рытмам і дыханнем пацыента, кантраляваць узровень анестэзіі або кіравацца са скальпелем падчас правядзення дыстанцыйнага хірургічнага ўмяшання. Кагнітыўны памагаты можа аналізаваць карціну хваробы пацыента і прызначаць працэдуры і курсы

лячэння, прааналізаваўшы для гэтага велізарная колькасць медыцынскіх часопісаў і спрацаваўшы гэтыя веды на пэўную клінічную сітуацыю.

Кагнітыўная тэхналогія можа выбіраць адказы са мноства варыянтаў, кіруючыся не алгарытмамі, а логікай, рацыянальнасцю, выкарыстоўваючы прыёмы прычынна-следчага аналізу і досведу. Каб дасягнуць такога ўзроўню рэфлексіі, патрэбныя дадзеныя з вобласці нейрапсіхалогіі. Каб дасягнуць магчымасці прымаць высокаўзроўневыя рашэнні, інтэлектуальнай платформе давядзецца прайсці ўсе этапы сталення мозгу чалавека. Для развіцця такіх платформ спатрэбіцца нямала часу. Яны валодаюць вялізнымі вылічальнымі рэсурсамі, але пакуль не навучыліся шукаць адказы без закладзеных шаблонаў.

У перспектыве кагнітыўныя тэхналогіі бізнесу ператвораць прадпрыемствы ў функцыянальныя кагнітыўныя адзінкі, якія будуць валодаць здольнасцю да экспанентнага навучання і бесперапыннай аптымізацыі. Блокчэйн, Інтэрнэт рэчаў і 3D-друк, паставяць кагнітыўныя кампаніі ў схаднейшае становішча. Казаць аб карысці кагнітыўных вылічэнняў можна будзе тады, калі яны ператворацца ў практычную тэхналогію з пэўнымі функцыямі. У іх ліку прэдыкатыўная падтрымка: вялізны набор паводніцкіх мадэляў абсталявання, які можа прымяняцца для прагназавання збояў, як у лічбавых, так і ў механічных сістэмах;

Узаемазалежная аналітыка: усталёўка ўзаемасувязі паміж сістэмнымі падзеямі для пошуку як бягучых, так і патэнцыйных праблем;

Дынамічны пошук шляхоў для павышэння прадукцыйнасці;

Самааднаўленне / аўтаномнае выпраўленне памылак: аўтаматычнае аднаўленне крытычна важнай інфраструктуры, прыкладанняў і праграма нага забеспячэння з выкарыстаннем камбінацыі аўтаматызаванага інструментара, аналітыкі і комплекснага аднаўлення;

Кіраванне саманавучальнымі сістэмамі: забеспячэнне дадзенымі ў рэжыме рэальнага часу;

Доступ да адпаведнай інфармацыі, інструментаў, шаблонаў;

Разумныя агенты: інтэлектуальныя віртуальныя актывы, якія могуць выяўляць і рэагаваць на ўнутраныя і знешнія пагрозы і ў выпадку неабходнасці перавесці прадпрыемства ў аўтаномны і кантраляваны стан.

Пакуль нейрахімічныя працэсы, якія спрыяюць працэдуры мыслення, да канца не вывучаныя. Таму кагнітыўныя сістэмы змушаныя пераймаць чалавечаму інтэлекту пасродкам высокаўзроўневых алгарытмаў. Алгарытмы можна разабраць на код, прааналізаваць яго і перасабраць нанова, гарантуючы, што кагнітыўныя тэхналогіі з'яўляюцца тымі, за каго сябе выдаюць. Кагнітыўныя тэхналогіі з'яўляюцца дасягненнямі развіцця тэорыі самаарганізацыі кампутарных інфармацыйных сістэм, нейронаук і іншых навуковых напрамкаў. Кагнітыўная інфарматыка з'яўляецца міждысцыплінарным даследаваннем кагнітыўных і інфармацыйных навук.

Яна даследуе механізмы і працэсы натуральнага інтэлекту, і іх інжынерныя прыкладанні з дапамогай міждысцыплінарнага падыходу (штучны інтэлект, сучасная інфарматыка, інфарматыка, штучны інтэлект, кібернетыка, кагнітыўная навука, нейрапсіхалогія, медыцынская навука, філасофія, фармальная). Кагнітыўная навука вылучае сістэмы прадстаўлення ведаў трох асноўных тыпаў: сістэмы правілаў - паняцці і працэдуры, задавання ў выглядзе правілаў тыпу ўмова дзеяння. Такога тыпу часцей за ўсё прымяняюцца ў прамысловых экспертных сістэмах; семантычныя сеткі - сувязь складанай сеткай (род - від, частка - цэлае, лагічныя і функцыянальныя сувязі); структуры адносін - ведаў, найбольш папулярная тэорыя фрэймаў М. Мінскага.

Тэорыя ўяўляе сабой нейкую інфармацыю, на аснове якой чалавек будзе прагнозы, а таксама суадносіць свае паводзіны. Вялікая ўвага кагнітыўнага падыходу надаецца пытанням разумення натуральнай мовы, камп'ютарнага перакладу, праблемам камп'ютарызацыі грамадства і тэорыі штучнага інтэлекту. Кагнітыўны падыход можа разглядацца як трамплін,

які дазваляе пераадолець нябачныя бар'еры, якія нярэдка ўзнікаюць паміж людзьмі, якія гавораць і думаюць на розных мовах. Пасля другой сусветнай вайны з бурным развіццём кібернетыкі і вылічальнай тэхнікі з'явіліся першыя думаючыя машыны, якія спрабуюць вырашаць лагічныя задачы, гуляць у шахматы, разумець вусную і пісьмовую мову, перакладаць яе на іншыя мовы. Яны вымусілі па-новаму зірнуць на працэсы мыслення, пазнання і разумення.

Кагнітыўнае мадэляванне

Эксперыментальнае даследаванне высакхуткасных плыняў з'яўляецца надзвычай складаным і дарагім. Для скарачэння часу праектавання і ліку дарагіх натуральных і стэндавых эксперыментаў ствараюцца спецыялізаваныя кампутарныя сістэмы Knowledge Based Engineering і Computer Aided Design. Традыцыйна ў мадэляванні выкарыстоўваюцца матэматычныя мадэлі, заснаваныя на фізіцы працэсаў. Яны апісваюць фізічныя працэсы і з'явы, якія адбываюцца пры функцыянаванні аб'екта.

У аэрагідрадынамікі гэтыя з'явы апісваюцца складанымі дыферэнцыяльнымі і інтэграцыйна-дыферэнцыяльнымі раўнаннямі ў прыватных вытворных (напрыклад, краявыя задачы для раўнанняў Эйлера, Наўе - Стокса, Рэйнольдса, Больцмана). Для такіх раўнанняў, як правіла, невядомыя ні тэрэмы існавання і адзінасці рашэння, ні характар залежнасці рашэння ад параметраў і межавых умоў.

Выкарыстоўваныя лікавыя метады маюць значную вылічальную працаёмкасць, як саміх разлікаў, так і падрыхтоўкі зыходных дадзеных, якія апісваюць варыянт пабудовы аб'екта, і разліковых сетак. Гэта істотна скарачае магчымасці выкарыстання дакладных мадэляў асабліва на стадыі папярэдняга праектавання, на якой разглядаецца вялікая колькасць варыянтаў рашэнняў і высокі кошт няправільна абранага рашэння.

У лімітавым выпадку вольнамалекулярнай плыні інтэграл сутыкненняў у раўнанні Больцмана звяртаецца ў нуль, і яго агульнае рашэнне ўяўляе сабою межавую функцыю размеркавання, якая захоўваецца ўздоўж траекторый часціц. Вызначэнне межавых умоў на аб'ектальных разрэджаным газам паверхнях з'яўляецца адной з найважнейшых праблем кінэтычнай тэорыі газу. Даследаванне цячэнняў газу ў пераходнай вобласці паміж плынямі суцэльнага асяроддзя і свабоднамалекулярным уяўляе сабой дастаткова складаную задачу. Складанасць абумоўлена тым, што апісанне гэтых плыняў выходзіць за рамкі звычайнай газавай дынамікі і патрабуе ўліку малекулярнай структуры газу для чаго неабходна вырашаць раўнанне Больцмана. Пры мадэляванні натуральных умоў асноўнага крытэра падабенства Рэйнальдса неабходна вытрымліваць цэлы шэраг іншых крытэрыяў падабенства.

Распрацоўваюцца фізіка-матэматычныя мадэлі, заснаваныя на кагнітыўным падыходзе. Такія мадэлі будуцца на аснове навуковага і інтуітыўнага аналізу базы дадзеных, атрыманай шляхам тэарэтычнага, эксперыментальнага, колькаснага даследаванняў, праведзеных з рознымі аб'ектамі разгляднага класа. Пабудаваныя такім чынам мадэлі імітуюць як крыніцы атрымання дадзеных, заснаваныя на некаторай зыходнай мадэлі, так і самі мадэлі, створаныя на аснове вывучэння фізікі працэсаў. Распрацаваны інжынерныя метады, заснаваныя на кагнітыўных падыходах. Яны даюць магчымасць прадказанні.

Для вырашэння задач шматдысцыплінарнай аптымізацыі актуальным з'яўляецца вывучэнне і распрацоўка метадаў, заснаваных на прымяненні сістэм са штучным інтэлектам. Можна ўмоўна вылучыць чатыры асноўныя падыходы да пабудовы інтэлектуальных сістэм (нейронныя сеткі, невыразная логіка, экспертныя сістэмы, эвалюцыйныя алгарытмы). Адметнай рысай усіх гэтых падыходаў з'яўляецца тое, што ў адрозненне ад стандартных дэтэрмінаваных метадаў, яны выкарыстоўваюць ідэі мадэлявання працы

мозга, механізма прыняцця рашэнняў чалавекам. Кожны з гэтых метадаў мае свае асаблівасці. Важнай рысай штучных нейронавых сетак з'яўляецца тое, што ў сілу канструктыўных асаблівасцяў яны дазваляюць паспяхова вырашаць задачы з вялікай колькасцю зменных, не патрабуючы вялікай колькасці вылічальных рэсурсаў.

Кагнітыўныя архітэктурны

У развіцці кагнітыўных тэхналогій важныя дзеве перадумовы – першае, з'явілася дастатковая вылічальная база для рэалізацыі складаных кагнітыўных задач і, па-другое, атрымалі развіццё матэматычныя метады як ўзыходзячай, так і сыходнай парадыгмаў штучнага інтэлекту. Тэхналогіі штучнага інтэлекту вырашаюць такія базавыя кагнітыўныя задачы, як распазнанне выяў, пошук утоеных заканамернасцяў і прыняцце рашэнняў ва ўмовах нявызначанасці. Вырашаюцца такія задачы, як інтэрпрэтацыя атрыманых дадзеных, дыягностыка свайго ўласнага стану, маніторынг стану аб'екта кіравання, мадэляванне і прагназаванне будучых станаў аб'екта кіравання і свайго ўласнага, планаванне рэакцыі на будучыя станы, саманавучанне і навучанне з настаўнікамі, кіраванне ў розных рэжымах, падтрымка прыняцця рашэнняў у экстраных выпадках. Сістэма моцнага штучнага інтэлекту можа самастойна распрацаваць і ўвасобіць план рашэння пастаўленай задачы на аснове здольнасці да саманавучання і пры наяўнасці доступу да збору ведаў чалавецтва.

Навукоўцы і інжынеры, якія працуюць у галіне моцнага штучнага інтэлекту, у цяперашні час сканцэнтраваны на так званых кагнітыўных архітэктурных. Гэтае агульнае ўяўленне прынята і рашэнняў магчыма ў асобных аспектах. Распрацавана і прапанавана вялікая колькасць кагнітыўных архітэктур моцнага штучнага інтэлекту, большасць якіх заснавана на даследаванні ўласцівасцей і функцыянальнасці мозгу і цэнтральнай нярвовай сістэмы чалавека.

Антрапацэнтрычны падыход дае даследчыкам базіс для распрацоўкі сістэм моцнага штучнага інтэлекту. Запасычанне прынцыпаў у прыроды дазволіць знайсці карэктны кірунак даследаванняў, які пасля можа быць пашыраны да новых прынцыпаў. Самалёты, верталёты і ракеты лятаюць па паветры не так, як гэта робяць птушкі.

Прынцыпы біёнікі падыходзяць для канструявання кагнітыўных архітэктур для штучных інтэлектуальных агентаў агульнага ўзроўню. Важную ролю іграе апісанне прынцыпаў гібрыднай парадыгмы штучнага інтэлекту, біянічных прынцыпаў для пабудовы штучнага інтэлектуальнага агента агульнага ўзроўню і апісанне абноўленай архітэктур для штучнага інтэлекту агульнага ўзроўню. З часу заснавання штучнага інтэлекту як міждысцыплінарнай вобласці даследаванняў у 1956 г. былі сфармуляваны дзве парадыгмы штучнага інтэлекту: узыходзячая і сыходная. Узыходзячая парадыгма засяроджана на мадэляванні базавых элементаў таго біялагічнага субстрата, які складае аснову чалавечага інтэлекту – нейронных структур. А таксама на даследаванні нейронавых сетак, каб выйсці на інтэлект як эмерджэнтную ўласцівасць.

Другая парадыгма робіць акцэнт на мадэляванні чыстых кагнітыўных працэсаў на высокім узроўні, робячы спробу стварыць інтэлект. Абедзве парадыгмы штучнага інтэлекту маюць істотныя праблемы. Калі казаць пра ўзыходзячую парадыгму, то распрацаваныя ў яе рамках штучныя нейронавыя сеткі валодаюць істотным недахопам.

Прынятыя імі рашэнні вельмі складана інтэрпрэтаваць. І чым больш сур'ёзныя задачы можа вырашаць навучаная нейрасетка, тым менш інтэрпрэтаванымі аказваюцца прынцыпы яе працы. Праблема зводзіцца да таго, што правілы апраксімацыі адвольнай функцыі, зададзенай табліцай, будуцца нейронавай сеткай падчас машыннага навучання невідавочным для разумення чалавекам выявай.

Сыходная парадыгма з сімвальнымі вылічэннямі валодае сур'ёзнай праблемай. Яна заключаецца ў высокай складанасці навучання сістэм, заснаваных на ведах. Ператрэніроўка сістэм, заснаваных на ведах, для сталай актуалізацыі з баз ведаў з'яўляецца дарагім працэсам. Пры гэтым універсальных сімвальных сістэм з магчымасцю навучання ў працэсе свайго функцыянавання да гэтага часу не распрацавана. Такая сістэма магла б стаць сістэмай моцнага штучнага інтэлекту. Прыняцце рашэнняў сістэмамі, заснаванымі на ведах, з'яўляецца працэсам празрыстым і лёгка інтэрпрэтаваным. Злучэнне падыходаў і метадаў ўзыходзячай і сыходнай парадыгмы ў адзіную схему дазволіць вырашыць праблемы абедзвюх парадыгмаў, пакінуўшы толькі лепшыя іх бакі.

Схема працы штучнага інтэлектуальнага агента з гібрыднай архітэктурай заснавана на цыклічным паўторы працэсу ўспрымання інфармацыі з асяроддзя, яе апрацоўкі сэнсарнымі нейронавымі сеткамі, прыняцці рашэння пры дапамозе знакавай універсальнай машыны і перадачы прынятага рашэння на выканаўчыя прылады для ўзаемадзеяння з асяроддзем праз маторную нейронавую сетку. Гэтая схема дазваляе нівеліраваць негатыўныя бакі абедзвюх парадыгмаў. Распазнанне вобразаў і сітуацый у кантэксце на ніжнім узроўні пры дапамозе метадаў ўзыходзячай парадыгмы мае магчымасць хуткай ператрэніроўкі для розных сітуацый, у якіх пабудаваны па гэтай архітэктурі агент можа выкарыстоўвацца. На гэтым узроўні інтэрпрэтаванасць не патрабуецца, як не патрабуецца ведаць тое, якім чынам чалавек распазнаў ва ўспрыманых яго сятчаткай пікселях прадмет.

На ўзроўні прыняцця рашэнняў пасродкам працы сімвальнай універсальнай машыны інтэрпрэтаванасць ажыццяўляецца на аснове ведаў, якія перадаюцца кагнітыўнаму агенту. Галоўная праблема падыходу ў рамках гібрыднай парадыгмы заключаецца ў пераходзе ад архітэктурнага ўяўлення да рэалізацыі. На гэтым узроўні распрацоўка прататыпа не складае праблемы. Але яго маштабаванне да ўніверсальнага рашэння з практыч-

нага пункта гледжання натыкаецца на цяжкасці. Галоўнай з іх з'яўляецца складанасць навучання кагнітыўнага агента.

Для стварэння штучнага інтэлектуальнага агента агульнага ўзроўню ў гібрыднай архітэктурцы штучнага інтэлекту не хапае істотнай характарыстыкі, якой валодае чалавечы розум. Гэта праблема разумення сітуацыі, у якой аказваецца агент. Разуменне з улікам кантэксту і асабістага досведу.

Біоніка прадугледжвае прымяненне прынцыпаў, падыходаў і працуючых рашэнняў, якія знаходзяцца ў жывой прыродзе, да праектавання і рэалізацыі тэхнічных сістэм. Мультысэнсарная інтэграцыя адлюстроўвае здольнасць інтэлектуальнага агента ўспрымаць навакольнае асяроддзе пры дапамозе разнастайных сэнсарных сістэм рознай мадальнасці і будаваць на аснове гэтага цэласнае апісанне навакольнай рэчаіснасці, у тым ліку ў дынамічным рэжыме, гэта значыць з улікам кароткачасовай і доўгачасовай гісторыі назіраных падзей.

Механізм мультысэнсарнай інтэграцыі ляжыць у аснове фарміравання асобы ў працэсе яе сталення і навучання. Мультысэнсарная інтэграцыя для штучных кагнітыўных агентаў дазволіць вырашыць праблему прывязкі сімвалаў. Зваротная сувязь ад падсістэмы прыняцця рашэнняў да сэнсараў для прагназавання ўспрымання адлюстроўвае атрыманне зваротнага інфармацыйнага струменя да сэнсараў і механізму распазнання выяў ад падсістэмы прагназавання для аптымізацыі працэсу распазнання і забеспячэння пазнавання. Гэты працэс заснаваны на байесаўскіх механізмах прагназавання таго, што будзе распазнана сэнсарнай сістэмай, што выкарыстоўваецца ў мэтах зніжэння вылічальнай нагрузкі на сэнсарныя і асацыятыўныя зоны кары мозгу.

Гэты працэс дазваляе ўтрымліваць распазнаныя выявы ў дынаміцы і вырашаць праблему бесперапыннай ідэнтыфікацыі аб'ектаў. Гэта пытанне бесперапыннай ідэнтычнасці назіраемых аб'ектаў навакольнай рэальнасці, асабліва ва ўмовах, калі самі назіранні перарываюцца. Асабістая памяць

кагнітыўнага агента адлюстроўвае механізм, які абумоўлівае апрацоўку кантэксту сітуацыі, у якой знаходзіцца кагнітыўны агент. Асабістая памяць ці жыццёвы досвед кагнітыўнага агента збірае сітуацыі, у якіх ен бываў, і тое, як агент у іх паступаў. Гэта фармуе здольнасць агента мець спецыяльныя значэнні для выкарыстоўваемых знакаў, што робіць яго прыватную знакавую сістэму гнуткай для прыняцця рашэнняў.

Мэтапакладанне разглядаецца як самастойная пастаноўка мэт інтэлектуальным агентам на аснове яго імкнення да мінімізацыі страт і максімізацыі сваёй выгады. Механізм мэтапакладання ў жывых агентаў часта заснаваны на эмацыйнай падсістэме як асінхроннай сігналацыі. Эмацыйнае мэтапакладанне мае значэнне для праектавання штучных інтэлектуальных агентаў, якія могуць самастойна вырашаць, якую задачу і як ім вырашаць.

Дазвол унутраных канфліктаў адлюстроўвае механізм, які дазваляе інтэлектуальнаму агенту абраць схему паводзін для адпрацоўкі запланава-ных дзеянняў ва ўмовах, калі розныя схемы вядуць да розных вынікаў з рознымі ўзроўнямі ўзнагароджанняў. Гэта задача рашаецца ў рамках навучання з падмацаваннем. Для жывых інтэлектуальных агентаў гэты працэс можа мець ірацыянальныя ўласцівасці, калі абраны варыянт дзеянняў уяўляе сабою відавочна не аптымальны спосаб рэагавання на сітуацыю. Гэтую праблему яшчэ трэба будзе даследаваць з пункту гледжання псіхалогіі паводзін і сацыялогіі.

Разгледзім прыклады архітэктур, якія былі распрацаваны для рашэння разнастайных задач у вобласці штучнага інтэлекту. Дж. Хокінс прапануе нізкаўзроўневую архітэктур для кагнітыўнага агента агульнага ўзроўню. Яна адпавядае картыкальным калонкам у кары галаўнога мозгу чалавека. Нізкаўзроўневая архітэктур дазваляе сабраць штучнага інтэлектуальнага агента для рашэння адвольнай кагнітыўнай задачы. Яна можа ажыццяўляць сімвальныя вылічэнні. Р. Курцвейл апісвае падобнае архітэктурнае рашэнне. У яго аснове стаіць распазнанне вобразаў і прадказанне.

Пад выявай пашыральна разумеецца любая сітуацыя, у якой можа апынуцца інтэлектуальны агент. У рашэнні выкарыстоўваецца зваротная сувязь ад прагнознай падсістэмы да сэнсарных падсістэм. У гэтай кагнітыўнай архітэктурцы адна з цэнтральных роляў адводзіцца імавернасным працэсам, якія адбываюцца пры распазнанні выяў біялагічным мозгам.

С. Шумскі прапануе кагнітыўную архітэктурцу для пабудовы аперацыйнай сістэмы робатаў. У ёй адначасова выкарыстоўваюцца навучанне з настаўнікамі, навучанне без настаўніка і навучанне з падмацаваннем. Усе віды машыннага навучання выкарыстоўваюцца адначасова для рашэння розных задач, якія стаяць на розных узроўнях перад інтэлектуальнымі агентамі. У рамках кагнітыўнай архітэктурцы даецца апісанне разрэджанага кадавання, якое выкарыстоўваецца ў картыкальных калонках мозгу чалавека для прадстаўлення агульных і кантэкстуальных ведаў і фактаў.

П. Анохін распрацаваў тэорыю функцыянальных сістэм, у рамках якой даў апісанне кагнітыўнай архітэктурцы жывога інтэлектуальнага агента. Гэта высокаўзроўневая архітэктурца, асновай якой з'яўляюцца функцыянальныя сістэмы, якія забяспечваюць гомеостаз арганізма на базавым узроўні фізіялогіі і на паводніцкім узроўні. Асаблівасцю гэтай архітэктурцы з'яўляецца наяўнасць некалькіх зваротных сувязяў ад цэнтра прыняцця рашэнняў да сэнсарных і матарных падсістэм, а таксама ўключэнне ў склад архітэктурцы механізмаў мэтапакладання і задаволенасці. Агульны працэс кагніцыі можа быць апісаны так. Разнастайныя сэнсарныя сістэмы інтэлектуальнага агента атрымліваюць сігналы з асяроддзя, а таксама прагнастычныя сігналы ад праактыўнай падсістэмы кіравання. На падставе фактычна ўспрыманых і чаканых выяў фармуюцца распазнаныя выявы, якія адпраўляюцца ў рэактыўную падсістэму кіравання і ў цэнтр мультысенсорнай інтэграцыі.

Рэактыўная падсістэма кіравання абумоўлівае імгненную рэфлекторную рэакцыю інтэлектуальнага агента ў тых выпадках, калі правіла ўзру-

шанасці такой рэакцыі маецца ў яе структуры. Калі правілаў рэагавання няма, то ажыццяўляецца эскалацыя ўвагі да ўспрыманай сітуацыі на практычную падсістэму кіравання. Калі правіла рэагавання існуе, то яно выконваецца праз акцэптар выніку дзеяння. Цэнтр мультысэнсарнай інтэграцыі ажыццяўляе пабудову цэласнага апісання ўспрыманай сітуацыі ў асяроддзі інтэлектуальнага агента і адпраўляе яго ў практычную падсістэму кіравання.

Праактыўная падсістэма кіравання ўзаемадзейнічае з базай агульных ведаў і асабістым досведам інтэлектуальнага агента, атрымліваючы з іх неабходны сэнс успрыманай сітуацыі і запісваючы новыя веды, атрыманыя агентам па выніках атрымання інфармацыі з асяроддзя. Гэтая падсістэма кіравання выкарыстоўвае цыклы ўзаемадзеяння з механізмамі эмацыянальнага мэтапакладання і дазволу канфліктаў для прыняцця канчатковага рашэння аб праграме паводзін агента ва ўспрыманай сітуацыі. Для гэтага выкарыстоўваецца дынамічны мадэль асяроддзя і самога агента ў ёй, які ўваходзіць у склад практыўнай падсістэмы кіравання.

Выніковае рашэнне адпраўляецца на выкананне ў акцэптар выніку дзеяння, а таксама перадаецца ў рэактыўную падсістэму кіравання для ажыццяўлення наступнай імгненнай рэакцыі агента на падобныя сітуацыі. Акцэптар выніку дзеяння атрымлівае прынятае рашэнне і рэалізуе яго праз выканаўчыя механізмы інтэлектуальнага агента, якія ўздзейнічаюць на асяроддзе. У акцэптары фармуецца модус чакання выніку выканання паводніцкай праграмы, якое задавальняецца, калі вынік атрыманы. У гэтым выпадку механізмы навучання з падмацаваннем павінны зафіксаваць выкананую праграму ў базе асабістага досведу агента як добрую.

Інтэрнэт рэчаў і штучны інтэлект

Інтэрнэт рэчаў прадстаўлены сеткай электронных прыбораў, якія маюць зносіны паміж сабой. Штучны інтэлект з'яўляецца каардынатарам

гэтай сеткі. Інтэрнэт рэчаў генеруе вялікія аб'ёмы дадзеных, якія прызначаны для захоўвання і апрацоўкі ў воблаку. У штучны інтэлект уваходзіць машыннае навучанне, нейронавыя сеткі, алгарытмы, камп'ютэрны зрок, распазнаванне сінтаксісу, апрацоўка натуральнай мовы, кантэксна-залежныя вылічэнні, аналіз і інтэрпрэтацыя дадзеных, аўтаматызацыя.

Мэтай штучнага інтэлекту з'яўляецца навучыцца працаваць падобна мозгу чалавека з практычным эканамічным эфектам. Гэтыя эфекты матываваныя патрабаваннямі да частаты адаптацыі бізнес-працэсаў для адпаведнасці кан'юнктурным умовам; патрэбнасцю зніжэння нагрузкі і затрат на працэсы; новымі патрабаваннямі да дакладнасці планавання дзейнасці і прагназавання знешніх фактараў, больш якаснай работай з рызыкамі; ростам колькасці разнастайных дадзеных і неабходнасцю павышэння хуткасці прыняцця рашэнняў на іх аснове. А таксама, патрэбай палепшэння якасці працы з кліентамі і павышэння іх лаяльнасці; мэтай зменшыць удзел чалавека ў руцінных задачах і асабліва павысіць прадукцыйнасць працы за кошт аўтаматызацыі працэсаў (робатызацыі).

Многія рашэнні адаптаваны для крос - індустрыяльнага выкарыстання. Гэта фільтраванне і прыярытэзацыя атрыманых паведамленняў, запытаў, навін; аблічбоўванне традыцыйных носьбітаў інфармацыі (пераклад рукапіснага тэксту, аўдыёзапісаў на традыцыйных дысках і касетах і фізічных выяў у лічбавую мадыфікацыю); аналіз неструктураваных даных з мэтай іх класіфікацыі і індэксавання. А таксама, тэкставая аналітыка, інтэлектуальнае распазнаванне выяваў у струмені дадзеных з мэтай кантролю ўцечак інфармацыі; відэа ідэнтыфікацыя і разумнае відэаназіранне; CRM-рашэнні; віртуальныя памочнікі і праграмы-кансультанты: чат-боты, сістэмы "пытанне-адказ", галасавыя праграмы тэхпадтрымкі і гарачай лініі; фарміраванне электроннага дасье кліента.

У рытэйле мае месца фармаванне кастамізаваных прапаноў кліенту ў рэжыме рэальнага часу, аператыўны маніторынг СМІ і сацыяльных сетак,

вызначэнне найбольш эфектыўных каналаў маркетынгавай камунікацыі і самастойнае фармаванне маркетынговых паведамленняў сіламі штучнага інтэлекту. У медыцыне мае месца генерацыя сцэнарыяў хваробы, лячэння і маніторынг стану пацыентаў, а таксама распрацоўка і падбор лекавых прэпаратаў.

У інвестыцыйна-фінансавай сферы мае месца распрацоўка індывідуальнага інвестыцыйнага партфеля з улікам даступных сум укладанняў, аптымальнымі прапорцыямі рызыкі і даходнасці, крэдытны скорынг, аналіз і даследаванне выпадкаў фінансавага махлярства. У тэлекампаніях штучны інтэлект аптымізуе лінейку тарыфных планаў, выкарыстоўвае распазнанне прамовы для паляпшэння камунікацыі з кліентамі. Прамысловыя кампаніі выкарыстоўваюць штучны інтэлект для прагназавання эфектыўнасці працы абсталявання, аптымізацыі выкарыстання электраэнергіі, павышэння прадукцыйнасці тэхнікі і выключэння чалавечых памылак. Дзяржаўны сектар выкарыстоўвае праграмнае забеспячэнне для абароны інтэлектуальнай уласнасці і дзяржаўнай таямніцы, праводзіць маніторынг і апэратыўна рэагуе на надзвычайныя сітуацыі.

Да мультыфункцыйных рашэнняў адносяцца інтэлектуальны пошук і апрацоўка дадзеных, аўтаматызаваныя сартавальнікі, лічбавыя памагатыя, праграмы па кіраванні рызыкамі, па працы з персаналам (пошук, падбор, выяўленне талентаў), таргетынгу, навігацыі і прагназаванню. Ёсць цяжкасці: у першую чаргу, гэта кошт рашэнняў; пад вялікім пытаннем таксама бяспека даных і камерцыйнай інфармацыі. З ростам хуткасці перадачы і аб'ёмаў дадзеных гэта асабліва вострае пытанне.

Вялікія бар'еры на шляху ўкаранення рашэнняў на базе кагнітыўных тэхналогій звязаны з адсутнасцю тэхналагічных рэсурсаў і неабходных навыкаў у спецыялістаў. Гэта праблема часткова вырашаецца выкарыстаннем гатовых комплексных рашэнняў і адаптаваных тэхналогій. Большасць

кампаній не ведаюць аб існаванні пастаўшчыкоў гэтых рашэнняў на рынку, таму не карыстаюцца іх магчымасцямі належным чынам.

З прычыны таго, што кагнітыўныя тэхналогіі здаюцца незразумелымі і складанымі, многія не давяраюць ні ім, ні спецыялістам. Распрацоўка рашэнняў унутранымі сіламі і рэсурсамі здаецца для большасці больш эфектыўнай. Асцярожнасць не дае рынку раскрыць свой патэнцыял у поўнай меры. Разарваць гэты стэрэатып дапаможа інтэграцыя намаганняў і эканоміка даверу і сумеснага спажывання.

Бізнес лічыць неабходным інвеставаць у дадаткі на базе штучнага інтэлекту і ў абсталяванне для захоўвання дадзеных. Хмарныя сэрвісы на базе штучнага інтэлекту дазваляюць кампаніям карыстацца перавагамі ў комплексных гатовых рашэннях.

Каля паловы кампаній, якія працуюць са штучным інтэлектам для стварэння новых прадуктаў і дадатковай каштоўнасці, выкарыстоўваюць хмарныя інструменты для распрацоўкі і дастаўкі новых рашэнняў на рынак штучнага інтэлекту. Сістэмныя інтэгратары зацікаўлены ў развіцці тэхналогій, бо гэта наймагутны драйвер для іх бізнесу.

Воблачная акселерацыя стварае падмогу для развіцця кагнітыўных тэхналогій, як у малым, так і ў буйным бізнэсе. На рынак выходзіць штучны інтэлект як паслуга. І калі холдынгі могуць зладзіцца сіламі аўтсорсінгу ці нават інсорсінгу, то стартапам неабходны правадыр, які дапаможа звярнуць на сябе ўвагу рынку.

Лудзіты і перспектывы рынку працы

Рух лудзізму зарадзіўся ў XVIII стагоддзі. Індустрыялізацыя абясцэньвала працу спецыялістаў. Працаваць зараз маглі нават жанчыны і дзеці. Навучыць рабоце са станкамі можна было каго заўгодна, а плаціць новым работнікам менш. Будаваліся фабрыкі і заводы. Іх уладальнікі багацелі. Эканамічная няроўнасць расла.

Першымі пагрозу ад механізавання вытворчасці адчулі надомныя працаўнікі тэкстыльных фабрык. У 1768 г. яны напалі на майстэрню Дж. Харгрыўса, вынаходніка прадзільнай машыны, і зламалі яго станкі. У 1792 г. манчэстарскія працаўнікі спалілі фабрыку з чесальнымі машынамі для воўны вынаходніка і прадпрымальніка Р. Аркрайта. Са з'яўленнем станкоў ня трэба было вучыцца сем гадоў, каб ткаць. Гэтую працу зараз маглі выконваць за нізкую зароботную плату дзеці.

Вялікая колькасць незаконных работнікаў пачала выцясняць ткачоў з ліцэнзіяй. У 1811 г. уладальнікі панчошных фабрык у Манчэстэры пачалі атрымліваць лісты з пагрозамі ад «Караля Лудда». Ён патрабаваў, каб прадпрымальнікі пазбавіліся механічных станкоў. Людзей, якія выступалі супраць тэхналагічнага працэсу, сталі зваць луддзітамі. Частка людзей бачыла праблему ў капіталізме. Наносячы шкоду прамысловым будынкам і інвентару, яны наносілі ўдар прадпрымальнікам.

Рабочыя займаліся сабатажам, ладзілі стачкі і нават забівалі сваіх наймальнікаў. Цэнтрамі актыўнасці лудзітаў былі графствы Нотынгемшыр, Ланкашыр і Ёркшыр. Нападалі на прадпрыемствы па начах.

З 1811 па 1813 гг. лудзіты разбурылі тысячу станкоў. Урад Вялікабрытаніі прыняў закон аб узмацненні жорсткасці мер супраць прамысловага сабатажу. Павесілі больш за паўсотні чалавек. Частка была адпраўлена на 14 гадоў у працоўную калонію ў Аўстраліі. Вынікам дзейнасці лудзітаў стала стварэнне трэд-юніёнаў і нарастаючы скептыцызм да тэхналогій.

Інтэлектуальная эліта была ўзрушаная такім стаўленнем да пратэстоўцаў. Жорсткае прыгнечанне лудзітаў запусціла зваротную рэакцыю ў культуры і стала адным з фактараў развіцця рамантызму. Романтызм насцярожана ставіўся да тэхнікі. Дж. Байран апеў рух лудзітаў гімнамі «Песні для лудзітаў». Ш. Бронтэ прысвяціла ім раман «Шэрлі». Механізацыя працы спараджала вялікае беспрацоўе. Рабочы дзень па 12-14 гадзін прымушаў некаторых звяртацца да алкаголю і наркатыкаў.

З'явіліся рызыкі і ў сучасных гарадах. Так, збор дадзеных вырашае шмат праблем мегаполісаў. Пры дапамозе датчыкаў збіраюць і апрацоўваюць інфармацыю. Але ёсць фактар уплыву камер і датчыкаў на канфідэнцыяльнасць прыватнага жыцця гараджан. Прэцэдэнт стварыў канфлікт, звязаны з разумным кварталам у Таронта.

Прычынай стала нязгода распрацоўшчыкаў з патрабаваннем забудоўшчыка, які хацеў, каб дадзеныя маглі быць выкарыстаны даверанымі асобамі. Праблема заключаецца ў тым, што базы дадзеных гарадоў можна ўзламаць. Гэта паказаў Ц. Царруда.

Неалуддытам не падабаецца ядзерная зброя і аступенне моладзі лічбавымі тэхналогіямі. Дж. Мандэр лічыць, што з-за супярэчлівых навін мозг чалавека стамляецца. Узнікла кліпавая свядомасць.

Т. Роззак лічыць, што з-за вялізнай колькасці інфармацыі людзі перасталі разумець складаныя ідэі і перажываць глыбокі вопыт, неабходны для сталення і паспявання асобы. Дж. Ланье лічыць, што сацыяльныя сеткі душаць розум і сілу волі і, узброеныя навукай, скармліваюць рэкламу мозгу чалавека. Стаць закладнікам сацыяльных сетак лёгка, калі не ўсведамляць улады, якой валодаюць алгарытмы над карыстальніцкімі паводзінамі.

Важна мінімізаваць дыспрапорцыю паміж магчымасцямі штучнага інтэлекту і недахопам кваліфікацыі ў чалавечага фактару. Праблемай стаў недахоп кваліфікаванага персанала для выканання розных прац. Супрацоўнікі, якія ўпершыню прыбываюць на аб'ект, уключаюць планшэты з устаноўленым спецыялізаваным праграмным забеспячэннем і падключэннем да хмарных сэрвісаў. Яны могуць атрымаць вычарпальную інфармацыю аб узніклай тэхнічнай праблеме, аб працах, якія раней праводзіліся, а таксама рэкамендацыі па тэхніцы бяспекі. Наводзячы камеру планшэта на абсталяванне, па-над выявай рэальнага аб'екта на экране яны атрымліваюць пакрокавыя інструкцыі і рэкамендацыі па выкананні прац, уключаючы магчымасць запусціць навучальныя відэафрагменты. Кожная выкананая

аперацыя пацвярджаецца, што дае магчымасць цэнтрам кіравання кантраляваць якасць і паўнату выкананых работ. У дадзеным кантэксце захоўваюць актуальнасць даследаванні мозгу чалавека.

Мозг чалавека і яго семантыка

Такія метады, як ультрахуткая функцыянальная магнітна-рэзанансная тамаграфія і дынамічнае каузальнае мадэляванне, дазваляюць у цалкам неінвазіўным рэжыме аднаўляць карціну прычынна-следчых узаемадзеянняў структур галаўнога мозгу чалавека пры рашэнні тых ці іншых задач. З дапамогай гэтых метадаў атрымалася ўпершыню вывучыць узаемадзеянні механізмаў мозгу, якія адносяцца да розных эвалюцыйных узроўняў яго арганізацыі, а менавіта найстаражытнай, старажытнай, новай і найновай кары мозгу. У выніку атрыманы новыя дадзеныя па асіметрыі галаўнога мозгу чалавека ў норме і паталогіі, якія паказваюць на важнасць міжпаўшарнай асіметрыі з правапаўшарным дамінаваннем эфектыўных (прычынна-следчых) сувязяў у стане спакою пры нармальным функцыянаванні мозгу і свядомасці чалавека. Асаблівасці макрамаштабнай арганізацыі павінны быць суаднесены з малекулярнымі механізмамі нейронавых сетак галаўнога мозгу чалавека.

Актуальнымі з'яўляюцца вынікі вывучэння асаблівасцяў экспрэсіі бялок-кадавальных генаў у фронты палярных аддзелах лобнай кары. Гэтыя даследаванні выявілі правабаковае дамінаванне, але на гэты раз па колькасці экспрэсіруючыхся генаў, якія апынуліся звязанымі з рызыкай шызафрэнні. Пры гэтым не было выяўлена сувязі з асноўнымі нейрадэгенератыўнымі захворваннямі.

Камунікатыўны кантакт з пацыентам застаецца асноўным тэстам захаванасці прытомнасці. Адначасова расце значэнне аб'ектыўных метадаў. Прыводзяцца аргументы, якія сведчаць аб тым, што мадэляванне свядомасці і адпаведная імплементацыя ўяўляюць сабой найважнейшую ўмову

далейшага развіцця работ у галіне кагнітыўных тэхналогій і машыннага інтэлекту. Кагнітыўныя навукі вывучаюць працэсы перапрацоўкі інфармацыі. Чалавечая псіхіка выконвае перапрацоўку часам прадуктыўна, а часам не прадуктыўна. Класічныя мадэлі, якія апісваюць пазнавальныя працэсы чалавека, абапіраліся на кампутарную метафару (аналогію вылічальных працэсаў у кампутары і пазнавальных працэсаў чалавека).

Зыходзячы з гэтага, меркавалася, што кагнітыўная сістэма чалавека складаецца з трох частак: сістэмы ўводу інфармацыі (сістэм успрымання), сістэмы вываду (маторнай сістэмы), а таксама цэнтральнага блока па перапрацоўцы інфармацыі.

Насуперак натуральнаму ўяўленню, што чалавек успрымае свет, як ён ёсць, працэс спазнання ўладкованы інакш. Людзі ўвесь час генеруюць здагадкі і перакананні аб свеце. Яны мяняюць іх пад дзеяннем новых сведчанняў. Існуе мноства ўстойлівых і вызначаных механізмаў, якія забяспечваюць працэсы спазнання і ўзаемадзеяння з асяроддзем.

Мысленне з'яўляецца складаным з пазнавальных працэсаў, схаваным ад знешніх назіральнікаў. Адным з цэнтральных паняццяў у кагнітыўнай псіхалогіі з'яўляецца паняцце рэпрэзентацыі. Яно абапіраецца на ідэю аб тым, што кожная падзея, кожны аб'ект і чалавек, якога мы бачым, прадстаўлены нам двойчы: у фізічнай рэальнасці і ў псіхічнай рэальнасці. Уяўленне чагосьці ў псіхічнай рэальнасці называюць ментальнай рэпрэзентацыяй. Пачынаючы з класічных даследаванняў Дж. Брунера мяркуецца, што рэпрэзентацыі існуюць у трох формах дзеяння, выявы і знака. Кожная з гэтых рэпрэзентацый адрозніваецца па характарыстыках.

У здаровага чалавека мозг функцыянуе поўнасьцю і застаецца актыўным нават падчас сну. У пачатку станаўлення кагнітыўных навук даследаванні штучнага інтэлекту натхняліся ідэямі і напрацоўкамі з вобласці кагнітыўнай псіхалогіі. Меркавалася, што паўнавартасны штучны інтэлект можна стварыць тады, калі мы разумеем, як уладкаваны нату-

ральны біялагічны інтэлект. Аднак гэты перыяд даўно мінуў і даследаванні ў вобласці штучнага інтэлекту даўно адыйшлі ад прамых аналогій з псіхічнымі працэсамі рэальных людзей.

Аўтаматычныя перакладчыкі з адной мовы на іншую працуюць не так, як прафесійны перакладчык. Цяпер практычна не стаіць задача прыпадабнення штучнага інтэлекту чалавеку ці наадварот. Многія галасавыя памочнікі абапіраюцца на штучныя нейронавыя сеткі ў рабоце, якія непасрэдна адносяцца да вобласці штучнага інтэлекту.

Інтэлектуальная задача адносіцца да задач, для вырашэння якой у чалавека няма алгарытму. Выконваючы дзеянні па алгарытме, розныя людзі заўсёды атрымаюць адзін і той жа вынік. Ход рашэння будзе ў іх аднолькавым. Пры рашэнні інтэлектуальнай задачы людзі выкарыстоўваюць свае веды, уменне разважаць і кемліваць, якія ў індывідаў розныя.

Фармалізацыя інтэлектуальных здольнасцяў чалавека

Асноўныя поспехі кагнітыўных тэхналогій заключаны ў фармалізацыі інтэлектуальных здольнасцяў чалавека. У прыватнасці, у распрацоўцы метадаў прадстаўлення ведаў, мадэлявання разваг, эўрыстычнага пошуку.

Штучны інтэлект ўпішацца ў службы аўтаматызаванай падтрымкі кліентаў, у сістэмы прадухілення пагроз і кібернетычных нападаў, сістэмы кіравання якасцю, сістэмы для дыягностыкі. Барацьба за кліента і найвышэйшы ўзровень яго задаволенасці напрамую звязаны са стварэннем дадатковай каштоўнасці і прыбытковасці бізнесу. Вытворчая галіна можа атрымаць з выкарыстання тэхналогій аўтаматызацыю вытворчасці і, адпаведна, яе патаненне.

Амаль палова затрат на кагнітыўныя тэхналогіі і тэхналогіі штучнага інтэлекту будуць прыпадаць на праграмае забеспячэнне. А таксама, на кагнітыўныя платформы, якія прадстаўляюць інструменты і тэхналогіі для

аналізу, організації, доступу і аказання кансультацыйных паслуг на аснове структураванай і неструктураванай інфармацыі.

Кампутарнае кагнітыўнае мадэляванне - адносна новы міждысцыплінарны накірунак у штучным інтэлекце. Таму трэба выкарыстоўваць міждысцыплінарныя веды біёлагаў і псіхолагаў аб тым, як думае і вырашае задачы чалавек. Міждысцыплінарны накірунак ставіць задачай пабудаваць мадэль кагнітыўных функцый чалавека. Кагнітыўнае мадэляванне накіравана на тое, каб пабудаваць праграмы, якія б набывалі веды, выкарыстоўвалі іх, для таго каб ствараць больш інтэлектуальныя праграмы. А кампутарнае кагнітыўнае мадэляванне накіравана на тое, каб выкарыстоўваць гэтыя праграмы ў кампутарах і робатах.

Міждысцыплінарны калектыў патрэбны для таго, каб развіваць новы напрамак у штучным інтэлекце. У яго ўваходзяць лінгвісты, псіхолагі, матэматыкі, праграмісты, якія пішуць эфектыўныя праграмы і нават біёлагі. Сярод задач, якія вырашаюцца ў кампутарным кагнітыўным мадэляванні, найвялікую цікавасць уяўляюць тыя, якія не вырашаюцца класічнымі метадамі штучнага інтэлекту. Напрыклад, гэта такія задачы, як планаванне і сінтэз паводзін у калектыве.

Калі ў вас ёсць некалькі інтэлектуальных агентаў, якія ўзаемадзейнічаюць сябар з сябрам (агенты могуць быць як праграмныя, так і робаты), то там узнікаюць новыя эфекты. Трэба рашыць задачу, якую адзін агент вырашыць не можа. Яму трэба паразмаўляць з іншымі агентамі і сказаць, хто якія задачы будзе вырашаць. Ролю адыгрывае размеркаванне роляў.

Другая важная праблема звязана з мэтазгоднасцю. Мэтанакіраваныя паводзіны вывучаюцца даўно. У чалавека ёсць некаторая мэта, і ён рознымі метадамі будзе план яе дасягнення. Чалавек сам вынаходзіць свае мэты. Ён сам сабе ставіць мэту і імкнецца яе дасягнуць. Такі шэраг задач вырашаецца ў кампутарным кагнітыўным мадэляванні. Адзін з цікавых спосабаў рашэння гэтай задачы мяркуе стварэнне падання аб веданні.

Такога ўяўлення аб веданні, якое б абапіралася на псіхалагічныя ўяўленні аб тым, як прадстаўляе свае веды чалавек.

Л. Выгоцкі стварыў тэорыю, якую можна выкарыстоўваць як аснову для стварэння матэматычнага фармалізму і матэматычнай тэорыі. Самае галоўнае ва ўяўленні ведаў складаецца ў тым, як чалавек уяўляе дзеянні. Ёсць некалькі ўзроўняў дзеяння: некаторыя аўтаматычныя аперацыі, уласна дзеянні, якія імкнуцца дасягнуць некаторай мэты, і дзейнасць, якая накіроўваецца некаторым агульным матывам. Гэтая дзейнасць можа быць вельмі абстрактнай, а можа быць канкрэтнай. Згодна Л. Выгацкаму, любая дзейнасць можа быць толькі ў калектыве.

Любое дзеянне ўяўляе размеркаваны элемент, які ўключае ў сябе ўяўленне аб тым, што чалавек зробіў і што зробіць іншы чалавек. Чалавек захоўвае веды ў трох-ці чатырохкампанентнай структуры, якая называецца знакам. Знак выкарыстоўваецца ў псіхалогіі, лінгвістыцы і ў філасофіі.

Псіхолагі кажуць, што чалавек прадстаўляе веды ў выглядзе знака і што там ёсць тры асноўныя кампаненты. Адзін з іх вобраз. Ён фіксуе, як чалавек бачыць прадмет. З матэматычнага пункта гледжання гэта некаторая функцыя распазнання аб'екта з струменя інфармацыі. Другі кампанент адлюстроўвае значэнне. Гэта тое, што чалавек робіць з апасродкаваным прадметам. Робіць, суадносячыся з тым, як гэта прынята рабіць з аб'ектам у культуры. Гэта абагульненыя дзеянні, якія маюць некаторы ролевы склад. Трэці кампанент фіксуе асобны сэнс.

Тое, што чалавек асабіста робіць з прадметам, зыходзячы з досведу аперыравання з гэтым прадметам. Уяўленне аб ведах, у тым ліку мадэль гэтага ўяўлення ведаў называецца знакавай карцінай свету. Гэта адзін з падыходаў, які выкарыстоўваецца ў кампутарным кагнітыўным мадэляванні.

Абраўшы адмысловы спосаб падання аб веданні, напрыклад знакавую карціну свету, можна на гэтай аснове пабудаваць мадэлі і алгарытмы некаторых кагнітыўных функцый планавання паводзін і сінтэзу плана паводзін.

Калі туды ўключаны змены некаторых элементаў асабістага сэнсу. Сярод іншых задач, якія вырашаюцца ў кампутарным кагнітыўным мадэляванні, часам выкарыстоўваюцца метады з нейрафізіялогіі. Любая псіхалагічная тэорыя зводзіцца да таго, што трэба зразумець, а які субстрат у гэтых кагнітыўных функцый і на аснове чаго адбываецца мысленне.

Поўная тэорыя павінна ўключаць некаторыя веды, калі мы імкнемся мадэляваць машыну, якая думае. Адна з задач, якая вырашаецца ў кампутарным кагнітыўным мадэляванні, прадугледжвае пабудову вылічальнай мадэлі неакортэкса - верхняга аддзелу мозга чалавека. Можна пабудаваць матэматычны мадэль універсальнага вылічальніка. Камбінацыя дазваляе будаваць мадэлі кагнітыўных функцый. Кожны элемент уяўляе матэматычны мадэль таго, як адбываецца некаторае элементарнае вылічэнне ў кары галаўнога мозгу, у тым ліку і ў неакортэксе.

Веды і мадэлі заснаваны на бягучых уяўленнях нейрафізіялогіі аб тым, як адбываецца распаўсюджванне нейронавай актыўнасці з таго моманту, калі ў заднія аддзелы кары прыходзіць актывацыя. Праз некаторыя аддзелы, у тым ліку і падкоркавыя, інфармацыя прыходзіць у лобныя аддзелы, дзе і адбываецца рэалізацыя кагнітыўных функцый, у тым ліку планавання паводзін, уяўленні ведаў і камунікацыі ў калектыве.

Кагнітыўная псіхалогія з самага пачатку сваёй гісторыі апісвала чалавека як вылічальную машыну. Але застаецца адкрытым пытанне, што такое мысленне. Гедэлеўскі аргумент выкарыстоўваецца супраць магчымасці стварэння штучнага інтэлекту.

З тэарэмы Гедэля аб непаўнаце фармальнага сістэм выцякае прынцыповае адрозненне паміж штучным і натуральным інтэлектам. Чалавек валодае здольнасцю вырашаць праблемы, прынцыпова невырашальныя для любых штучных інтэлектуальных сістэм. Абмежаванасць штучнага інтэлекту вынікае з яго фармальнага характару.

Нейрафізіялагічная лакалізацыя свядомасці

Дж. Эдэльман і Дж. Таноні разглядаюць прытомнасць чалавека як працэс, які змяняе на працягу доляў секунды сваю нейрафізіялагічную лакалізацыю. Пры такім падыходзе ўстае задача высветліць, па якіх асноўных нейрафізіялагічных напрамках адбываюцца лакалізацыйныя змены або, па-іншаму, якога роду нейранальная актыўнасць істотная для пабудовы і функцыянавання свядомасці. Агульнапрынятыя падыходы да разумення свядомасці звычайна канцэнтруюць увагу на тым, які ўклад у яго ўносяць пэўныя вобласці мозгу або групы нейронаў. Ужыванне крытэрыяў нейранальной інтэграцыі і складанасці разам з аналізам шырокіх нейралагічных дадзеных прыводзіць да гіпотэзы дынамічнага ядра.

Для таго каб зразумець, што такое прытомнасць, важна вылучыць субстратныя нейранальныя працэсы, якія інтэграваныя і валодаюць такой выключна інфармацыйнай дыферэнцыяцыяй. Прытомнасць можа функцыянаваць, калі рэпертуар дыферэнцыраваных нейранальных станаў з'яўляецца вялікім. Калі большасць груп нейронаў у кары мозгу перадаюць сігнал сінхронна і функцыянальныя адрозненні паміж імі знікаюць, свядомасць душыцца і губляецца. На працягу кагнітыўнай актыўнасці, звязанай са свядомасцю, павінны з'яўляцца сведчанні вялікага, але цалкам адрознага аб'яднання размеркаваных нейранальных груп, якія ўзаемадзеіваюць на працягу доляў секунды нашмат мацней паміж сабой, чым з астатнім мозгам. Даследаванні траўмаў мозгу паказваюць, што прытомнасць руйнуецца ад масіўных параз кары мозгу, але захоўваецца пры лакальных паразях кары.

Адзінай лакалізацыйнай траўмай мозгу, якая вядзе да страты прытомнасці, звычайна з'яўляецца паражэнне ратыкулярнага цэнтра ў верхняй частцы ствала мозгу і гіпаталамуса ці яго ростральнага працягу ў ратыкулярныя і інтраламинарныя таламічныя ядры. Некаторыя экспліцытна-імпліцытныя засмучэнні (амнезія) могуць адбывацца ад частковага разбур-

эння сувязяў з агульнай сістэмай нейранальнай актыўнасці, звязанай са свядомасцю. Глядзельная вобласць можа быць істотная для забеспячэння візуальнай свядомасці вызначанай ступенню дэталізацыі.

Калі хуткая інтэграцыя нейранальнай актыўнасці дасягаецца высокім коштам з пункта гледжання колькасці сувязяў і энергетычнага забеспячэння, то нейранальныя групы ў больш высокіх абласцях павінны быць прывілеяванымі элементамі дынамічнага ядра, якое з'яўляецца субстратам свядомасці.

Свядомы досвед і дынамічнае нейронавае ядро

Семантычныя сувязі і парадак іх узмацнення ў семантычным полі тэрміна "свядомы вопыт" у цэлым адпавядаюць семантыцы тэрміна "свядомасць". Адзінае разыходжанне паміж тэрмінамі "свядомасць" і "свядомы досвед" складаецца ў тым, што тэрмін "дынамічнае ядро" знаходзіцца на другім месцы па частотнасці ў семантычным полі тэрміна "свядомасць" і на адным з апошніх месцаў у семантычным полі тэрміна "свядомы досвед". Змены ў актыўнасці канкрэтных размеркаваных падгруп нейранальных груп, якія актывуюцца і дэактывуюцца ў адказ на дадзеную задачу, маюць дачыненне да свядомага досведу.

Група нейронаў мае непасрэднае дачыненне да свядомага вопыту, толькі калі яна з'яўляецца часткай размеркаванага функцыянальнага кластара, які дасягае высокай ступені інтэграцыі на працягу сотняў мілісекунд. Для падтрымання свядомага досведу істотна, каб гэты функцыянальны кластар валодаў высокай ступенню дыферэнцыяванасці, якая выяўляецца высокім значэннем складанасці. Дынамічным ядром з'яўляецца вялікі кластар нейранальных груп, якія сумесна ствараюць на працягу некалькіх соцень мілісекунд адзіны нейранальны працэс высокай ступені складанасці, з тым, каб падкрэсліць як яго інтэграванасць, так і дынаміку актыўнасці. Дынамічнае ядро з'яўляецца функцыянальным кластарам. У ім

нейрональные группы нашмат больш узаемадзейнічаюць паміж сабой, чым з астатнім мозгам. Дынамічнае ядро павінна таксама валодаць высокай ступенню складанасці. Яго сцэнарыі актыўнасці павінны абірацца менш як за секунду з вельмі вялікага рэпертуару.

Дынамічнае ядро ўключае згодна перцэпцыйнай класіфікацыі заднія корцікаталамічныя вобласці, якія ўзаемадзейнічаюць па тыпе ўваход / выхад з пярэднімі абласцямі, якія адносяцца да фарміравання паняццяў, надзённа-актуальнай памяці і планавання, аднак яно не можа абмежавацца таламакартыкавай сістэмай. Тэрмінам дынамічнае ядро не пазначаецца ўнікальны, нязменны шэраг абласцей мозгу будзь гэта лобная, экстрастрыярная альбо стрыярная кара. Адна і тая ж група нейронаў можа быць часткай дынамічнага ядра і з'яўляцца субстратам свядомага досведу. Яна можа і не быць яго часткай і таму ўключацца ў неўсвядомленыя працэсы. Удзел у дынамічным ядры больш залежыць ад функцыянальных сувязяў паміж групамі нейронаў, чым ад анатамічнай блізкасці. Склад такога ядра можа выходзіць за рамкі традыцыйных анатамічных уяўленняў. Дакладны склад ядра, які адносіцца да канкрэтных станаў свядомасці, можа значна вар'іравацца ў індывідаў.

Дынамічнае ядро характарызуецца нейрональнымі ўзаемадзеяннямі. Яно інтэгравана і індывідуальна. Яго інтэграванасць павінна быць высокая, а абмен інфармацыяй з тым, што яго акружае, павінен быць нізкім, ствараючы функцыянальны бар'ер паміж тым, што з'яўляецца яго часткай, і тым, што не з'яўляецца. Дынамічнае ядро здольна абіраць на аснове ўнутраных узаемадзеянняў у большым рэпертуары розных патэрнаў актыўнасці. Выбар аднаго з інтэграваных станаў дасягаецца на працягу сотняў мілісекунд. Свядомасць чалавека рэдукуецца да свайго ўласнага нейрафізіялагічнага субстрата. Такая пазіцыя Дж. Эдэльмана і Дж. Таноні.

Дадзеныя, аналізаваныя навукоўцамі па таламакартыкальнай сістэме, важныя для разумення развіцця нейронных навук. Размеркаваная нейро-

нальна актыўнасць у таламакартыкальнай сістэме істотная для фарміравання зместу свядомага вопыту. Ключавым нейрональным механізмам, які падтрымлівае свядомы досвед, з'яўляецца ўзаемадзеянне паміж заднімі таламакарцікальнымі абласцямі, уцягнутымі ў перцэпцыйную катэгарызацыю, і пярэднімі абласцямі, якія маюць дачыненне да памяці, ацэньвання, планавання дзеянняў.

Актывацыя і дэактывацыя размеркаванай нейрональнай папуляцыі ў таламакарцікальнай сістэме з'яўляецца дастатковай умовай для свядомага вопыту толькі ў тым выпадку, калі актыўнасць уцягнутых нейрональных груп інтэгруецца хутка і эфектыўна. Кагнітыўныя задачы суправаджаюцца ўзнікненнем кароткатэрміновых часовых сувязяў паміж размеркаванай папуляцыяй нейронаў у таламакартыкальнай сістэме. Нейроны ў таламакарцікальнай сістэме інтэрактыўныя. Узнікненне высокашчынных сінхронных сігналаў у таламакартыкальнай сістэме крытычна залежыць ад дынамікі корцікаталамічных і корцікакарцікальных цыклаў пры адкрыцці вальтовых каналаў у гарызантальных корцікакарцікальных пераходах.

Таламакартыкальная сістэма прадстаўлена групамі нейронаў лакалізаванымі ў галаўным мозгу на аснове ўзаемадзеяння паміж сабой. Складана ўсталяваць, якога менавіта роды нейроны ўзаемадзейнічаюць і дзе сапраўды яны размешчаны. Актыўнасць нейронаў да мілісекунд рэгіструецца па такіх ўскосных дадзеных, як сумарная электрамагнітная актыўнасць галаўнога мозгу. Дакладная лакалізацыя якая праяўляе актыўнасць нейронаў вызначаецца па ўтрыманні вады ў тканінах галаўнога мозгу і зместу кіслароду ў крыві галаўнога мозгу. У выпадку з электраэнцэфалаграфічным даследаваннем дакладна невядома электрамагнітная актыўнасць, якіх нейронаў рэгіструецца.

Класічныя траўматычныя і эксперыментальныя даследаванні даюць падставы меркаваць, што многія структуры па-за таламакартыкальнай сістэмы напрамую не звязаны з свядомым вопытам. Многія вобласці нават

у самой таламакартыкальнай сістэме могуць быць пашкоджаны або стымуемыя, але на свядомы вопыт гэта непасрэдна не ўздзейнічае. Нейрафізіялагічныя даследаванні сведчаць аб магчымасці адсутнасці сувязі паміж свядомым вопытам і бягучай нейрональнай актыўнасцю ў некаторых аддзелах таламакартыкальнай сістэмы.

Мадэлюючыя даследаванні паказваюць, што толькі пэўныя ўзаемадзеянні ў таламакартыкальнай сістэме з'яўляюцца дастаткова хуткімі і моцнымі, каб гэта прыводзіла да фарміравання вялікага функцыянальнага кластара на працягу некалькіх соцень мілісекунд. Арганізацыя анатамічных сувязяў адных абласцей мозгу такіх, як таламакартыкальная сістэма больш эфектыўная для адукацыі скаардынаваных дынамічных станаў, чым іншых абласцей такіх, як мазжачок або базальныя гангліі.

Актыўнасць нейронаў, якія апрацоўваюць драбнючкія дэталі сэнсарнага ўваходу ці маторнага выйсця, не маюць дачыненне да свядомага досведу. Гэты досвед мае справу з інварыянтнымі ўласцівасцямі аб'ектаў, якія высока інфарматыўныя, а таксама больш стабільныя і імі лягчэй кіраваць. Сфармулявана паняцце аб інварыянце.

Многія нейрональныя працэсы, якія забяспечваюць высока аўтаматычныя шаблоны, якія дазваляюць хутка і без намаганняў казаць, слухаць, чытаць, пісаць, не ўносяць непасрэднага ўкладу ў свядомы вопыт, хоць яны істотныя для фарміравання яго зместу. Працэсы свядомасці, якія ляжаць на ніжэйшых узроўнях, з'яўляюцца менш усведамляльнымі. Працэсы на больш высокіх узроўнях з'яўляюцца больш усведамляльнымі. Усе гэтыя працэсы з'яўляюцца толькі часткай адзінага працэсу прытомнасці.

Інтэгральная кагнітыўная нейранавука

К. Доўсан увязаў праблему часовай арганізацыі свядомасці з праблемай злучнага зв'язна свядомасці. Класічная фармулёўка праблемы злучнага зв'язна мяркуе высветліць, як могуць нейрональныя працэсы растлумачыць

адзінства ўспрымання рэчаіснасці, у той час як у кожную пэўную секунду маюць амаль бясконцую колькасць магчымых аб'ектаў свядомасці. Праблема злучнага зв'язна свядомасці пры такой пастаноўцы зводзіцца да праблемы адзінства ўспрымання рэчаіснасці.

Л.С. Выгацкі сфармуляваў паняцце аб сэнсавым успрыманні, якое сістэматызуе істотныя заканамернасці адзінства чалавечага ўспрымання дзякуючы выяўленню ролі значэння слова для яго функцыянавання. Л.С. Выгацкі выкарыстоўвае тэрмін сэнсавага ўспрымання для аналізу вербальна-перцепцыйнага адзінства і апасродкавання перцепцыйных працэсаў. Сэнсавае ўспрыманне ёсць абагульненае ўспрыманне.

Ён тлумачыць яго на прыкладзе хворых агназіяй, якія могуць вылучыць асобныя часткі прадмета: белас, халоднае, слізкае, круглае, але не ведаюць, што гэта гадзіннік. У хворых адбываецца распад адзінага акта прытомнасці, у якім і тое, што я бачу, і тое, што гэта ёсць гадзіннік, знаходзіцца ў адным акце прытомнасці. Адзінства ўспрымання і абагульнення прыводзіць да таго, што рэчы пачынаюць бачыцца не толькі ў іх сітуацыйных адносінах адзін да аднаго, але і ў абагульненні, якое ляжыць за словам. Сэнсавае, абагульненае катэгарыяльнае ўспрыманне ўяўляе сабой адзінства глядзельнага і сэнсавага поля ў адным акце свядомасці.

Праблема злучнага зв'язна звязана з праблемай часовай перспектывы. Час суадносіцца з прычынна-выніковымі сувязямі, укаранёнымі ў інтэгртыўнасці звязванні разнастайных сэнсарных элементаў чалавечага вопыту. Час з'яўляецца праз фізіялагічныя праявы аб'яднаўчым элементам для разнастайнасці свядомага досведу. Для таго каб падзеі аб'ядноўваліся павінны існаваць такія структуры мозгу, якія ствараюць унутраную мадэль навакольнага свету ў стаўленні часу. Такімі структурамі з'яўляюцца гіпакамп, міндаліна, гіпаталамус, якая актывуе ратыкулярная фармацыя і эпідаламус.

Вышэйшая псіхічная функцыя мае дынамічны і хранагенны прынцып лакалізацыі. Пры вырашэнні канкрэтных жыццёвых задач можа назірацца

зусім розная мазаіка (патэрн) актывацыі розных участкаў як галаўнога мозгу, так і цэнтральнай нярвовай сістэмы.

Канкрэтная нейрафізіялагічная структура можа выступаць у якасці рэгулятара некалькіх іншых нейрафізіялагічных структур, утвараючы нейрафізіялагічную сістэму. Гэтая сістэма падпарадкавана кортикальным нейрафізіялагічным структурам, а яны рэалізуюць функцыю свядомасці.

Значэнне слова і гаворка ствараюць функцыянальны бар'ер, які дае магчымасць адтэрміноўкі і асэнсавання ўласнай будучыні дзеянні ва ўнутраным плане. Але адтэрміноўка і асэнсаванне ўласнай будучыні дзеянні ва ўнутраным плане азначаюць несупадзенне ўнутранага і знешняга часу. У жывёл пlynь унутранага і вонкавага часу заўсёды супадаюць. У выніку адмежавання ўнутранага часу ад знешняга часу ўзнікае часовая перспектыва ўласных дзеянняў чалавека.

Прыўнясенне ў паводзіны часовай перспектывы назад (мінулыя дзеянні і іх вынікі) і часовай перспектывы наперад (будучыя дзеянні і іх магчымыя вынікі) азначае раздзяленне і структураванне вонкавага перцэпцыйнага поля унутраным часавым тэмпам. Сімулятаная структура перцэпцыйнага поля становіцца сукцэсіўнай структурай увагі. Супастаўленне чалавекам сваіх будучых дзеянняў са сваімі мінулымі дзеяннямі дазваляе па-іншаму паставіцца да сапраўднай актуальнай сітуацыі, служыць пераадоленнем сітуацыйнай звязанасці. У працэсе асэнсавання актуальнай рэчаіснасці сумяшчэнне часовай перспектывы назад, часовай перспектывы наперад і ўспрыманага сучаснасці ствараюць уяўленне. Гэта адбываецца за кошт развіцця гаворкі і значэнні слова.

Ключавым для разумення развіцця вышэйшай псіхічнай функцыі лагічнай сэнсавай памяці з'яўляецца тое, што мадэль любой будучай сітуацыі складаецца з элементаў мінуўшчыны і сучаснасці сэнсарнага поля. Развіццё памяці ідзе не шляхам наступнага пашырэння і паглыбленні яе нату-

ральных уласцівасцяў. У працэсе яе апасродкавання значэннем слова ідзе перабудова функцыі памяці.

Функцыя памяці займае прынцыпова іншую пазіцыю ў новай арганізацыі сістэмы функцый. Ужо ў дашкольным узросце псіхічная функцыя сэнсавай памяці, якая развіваецца, уключаецца ў працэс прыняцця рашэння, планавання будучага дзеяння, самакантролю. Далейшае развіццё апісаных псіхалагічных працэсаў вядзе да з'яўлення магчымасці будаваць мадэлі розных варыянтаў сваіх будучых дзеянняў ва ўнутраным плане. Пабудова такіх мадэляў дазваляе людзям прадказваць верагоднасці наступства іх дзеянняў і выбіраць найболей аптымальную для дасягнення жаданага выніку тактыку паводзін.

Свядомасць чалавека мае свой уласны час, адрозны ад прасторава-часовага кантынууму, часткай якога яно з'яўляецца. Часавая характарыстыка прытомнасці ёсць следства, а не чыннік яго арганізацыі. Следства, якое ўзнікае ў антагенезе на аснове інтэрыярызацыі слова і пабудовы сістэмы вышэйшых псіхічных функцый свядомасці або дынамічнай сэнсавай сістэмы.

Л.С. Выгацкім прапанаваны дынамічны і хранагенны прынцып арганізацыі вышэйшых псіхічных функцый свядомасці. Паводле гэтага прынцыпу, на розных стадыях антагенезу розныя вышэйшыя псіхічныя функцыі выконваюць ролю сістэмаўтваральнага фактару ў сэнсавым і сістэмным будынку свядомасці. Да крызісу трох гадоў які арганізуе прынцыпам сістэмы свядомасці выступае вышэйшая псіхічная функцыя ўспрымання, да крызісу сямі гадоў вышэйшая псіхічная функцыя памяці. Затым роля сістэмаўтваральнага фактару ў сістэме свядомасці пераходзіць да вышэйшай псіхічнай функцыі мыслення.

Вучэнне аб сэнсавай і сістэмнай будове свядомасці патрабуе вельмі шматлікіх тлумачэнняў, у першую чаргу датычных таго, што пазначаецца тэрмінам "вышэйшыя псіхічныя функцыі".

Застаюцца нявысветленымі найважнейшыя пераходы паміж свядомасцю і нейрафізіялагічнымі структурамі. Галоўнае складаецца ў тым, што амаль не ўлічваецца ўздзеянне слова на нейрафізіялагічныя структуры пры пабудове тэарэтычных абагульненняў аб свядомасці. Сувязь паміж нейрафізіялагічнымі законамі функцыянавання свядомасці і псіхалагічнымі законамі яго функцыянавання ёсць. Але актуальным застаецца вырашэнне праблемы лакалізацыі.

Нейрапсіхалагічны аналіз і сінтэз павінен будавацца не толькі ад нейрафізіялагічных структур і сістэм да свядомасці, але і ад свядомасці да нейрафізіялагічных структур і сістэм. Гэтыя два напрамкі даследаванняў нельга разрываць. Перавагі такога падыходу выяўляюцца ў выпадку псіхічных расстройстваў, звязаных з посттраўматычным станам. Нейрафізіялагічным метадам даследавання (ЭЭГ, МЭГ, fMPT, біяхімічнага аналізу і інш.) Магчыма вывучэнне (хай і моцна абмежаванае) уплыву псіхалагічнай траўмы і моцнага стрэсу на картыкальныя і субкартыкальныя змены ў галаўным мозгу.

Вывучыўшы сацыяльную сутнасць траўматычнага досведу па неабходнасці ў метафарычных тэрмінах у першым набліжэнні і якія адбыліся ў выніку атрымання дадзенага выгляду досведу нейрофизиологические змены галаўнога мозгу і арганізма ў цэлым эндакрыннай сістэмы і сардэчнай сістэмы, можна будзе паспрабаваць прасачыць у дынаміцы зваротны ўплыў нейрафізіялагічных змен псіхікі і прытомнасці. Пры такім падыходзе нейрафізіялагічныя сістэмы і сістэма свядомасці становяцца элементамі дынамічнага цэлага пад час псіхалагічнага працэсу.

Кагнітыўныя скажэнні

Гэта сістэматычныя адхіленні ў паводзінах, успрыманні і мысленні чалавека, абумоўленыя суб'ектыўнымі перакананнямі і стэрэатыпамі. А таксама сацыяльнымі, маральнымі і эмацыйнымі прычынамі, збоямі ў

апрацоўцы і аналізе інфармацыі. Фізічнымі абмежаваннямі і асаблівасцямі будовы чалавечага мозгу. Кагнітыўныя скажэнні ўзнікаюць на аснове дысфункцыянальных перакананняў, укаранёных у кагнітыўныя схемы. Людзі схільныя ствараць сваю ўласную суб'ектыўную сацыяльную рэальнасць, якая залежыць ад іх успрымання. Суб'ектыўная рэальнасць можа вызначаць іх паводзіны ў соцыуме. Кагнітыўныя скажэнні могуць прыводзіць да аберацыі ўспрымання, недакладнасці меркаванняў, нелагічным інтэрпрэтацыям.

Але кагнітыўныя скажэнні нясуць і дадатную функцыю. Некаторыя кагнітыўныя скажэнні могуць спрыяць больш эфектыўным дзеянням асобы ў пэўных умовах. Яны дазваляюць хутчэй прымаць рашэнні ў сітуацыях, калі хуткасць прыняцця рашэння важней яго дакладнасці. Кагнітыўныя скажэнні з'яўляюцца прамым следствам абмежаваных магчымасцяў апрацоўкі чалавекам інфармацыі або адсутнасці адпаведных псіхічных механізмаў. Даследаванні кагнітыўных скажэнняў маюць вялікае значэнне, паколькі дазваляюць вылучыць псіхалагічныя працэсы, якія ляжаць у аснове працэсаў успрымання і прыняцці рашэнняў. Вывучэнне кагнітыўных скажэнняў мае вялікае практычнае значэнне ў медыцынскай сферы.

Кагнітыўныя скажэнні могуць узнікаць з-за збояў у апрацоўцы інфармацыі; ментальнага шуму; абмежаваных магчымасцяў мозгу па апрацоўцы інфармацыі; эмацыйных і маральных прычын; сацыяльнага ўплыву. Пяняцце кагнітыўнага скажэння ўведзена А. Цвярскі і Д. Канеманам у 1972 г. на аснове даследаванняў лічбавай пісьменнасці людзей. Яны прадэманстравалі некалькі прайграваных патэрнаў паводзін, у якіх прыняцце рашэнняў людзьмі адрознівалася ад тэорыі рацыянальнага выбару. Яны растлумачылі гэтыя разыходжанні ў меркаваннях і прыняцці рашэнняў у катэгорыях эўрыстыкі. Эўрыстыка простая ў працэдурах вылічэння, але часам прыводзіць да сур'ёзных і сістэматычных памылак.

Г. Гігерэнцэр сцвярджае, што не варта лічыць чалавечае мысленне запоўненым ірацыянальнымі кагнітыўнымі скажэннямі. Варта разглядаць рацыянальнасць мыслення як адаптыўную прыладу. Яна не заўсёды падпарадкоўваецца правілам фармальнай логікі. Існуюць розныя падыходы да класіфікацыі кагнітыўных скажэнняў. Існуюць як кагнітыўныя скажэнні, характэрныя для сацыяльных груп, так і такія, што праяўляюцца на індывідуальным узроўні.

Некаторыя кагнітыўныя скажэнні ўплываюць на прыняцце рашэнняў там, дзе важнае значэнне мае пажаданасць варыянтаў рашэння. Такія як ілюзорная карэляцыя, уплываюць на рашэнне аб характары прычынна-следчых сувязяў. Адмысловы клас кагнітыўных скажэнняў злучаны са ўласцівасцямі памяці. Гэта няправільны ўспамін чых-небудзь мінулых пазіцый і паводзін якія нагадваюць цяперашнія пазіцыі і паводзіны.

Некаторыя кагнітыўныя скажэнні адлюстроўваюць матывацыю суб'екта. Гэта імкненне да станоўчай самаацэнкі, якая вядзе да эгацэнтрычнага скажэння, з мэтай пазбегнуць непрыемнага кагнітыўнага дысанансу. Ёсць група кагнітыўных скажэнняў, злучаных з асаблівасцямі мозгу ўспрымаць, успамінаць і рабіць высновы.

Некаторыя кагнітыўныя скажэнні адлюстроўваюць імкненне чалавека фармаваць дадатнае стаўленне да сябе. Гэта тлумачыць прыроду шматлікіх шаблонаў і стэрэатыпаў масавай свядомасці. Маюцца скажэнні, звязаныя з паводзінамі ў групах. Гэта скажэнне на карысць сваёй групы і ў ацэнцы гамагеннасці членаў іншай групы. Некаторыя кагнітыўныя скажэнні звязаны з асаблівасцямі рэагавання на пэўныя стымулы.

Восем кагнітыўных скажэнняў могуць быць спароджаны адным і тым жа механізмам спараджэння інфармацыі. Сацыяльныя інстытуты ў дзейнасці кіруюцца тэзай, што людзі прымаюць рацыянальныя рашэнні. Так, інвестыцыйныя кампаніі мяркуюць, што ўсе фундатары дзейнічаюць ра-

цыянальна. На практыцы ж інвестары дзейнічаюць, абапіраючыся на прадузятасці, стэрэатыпы эўрыстыкі і эмацыйныя эфекты.

Кагнітыўныя скажэнні выяўляюцца ў захаванні ў грамадскай свядомасці забабон. Яны перашкаджаюць распаўсюджванню навуковай карціны свету, адрознай ад стэрэатыпаў масавай свядомасці.

Змест і кірунак кагнітыўных скажэнняў можна кантраляваць. Паняцце карэкцыі кагнітыўных скажэнняў уключае працэдуры мадыфікацыі кагнітыўных скажэнняў у здаровых людзей, а таксама адносіцца да сферы псіхалагічных немедыкаментозна. Мадыфікацыя кагнітыўных працэсаў выкарыстоўваецца для зніжэння псіхалагічнай напругі, дэпрэсіі, трывожнасці і залежнасцяў. Псіхатэрапеўтычныя метады, прымяняюцца з дапамогай кампутара, як пры ўдзеце псіхатэрапеўта, так і без яго.

Карэкцыя кагнітыўных скажэнняў, якія выклікаюць праблемы эмацыйнага, асобаснага, сацыяльнага характару, з'яўляецца мэтай кагнітыўнай псіхатэрапіі. Карэкцыя кагнітыўных скажэнняў абапіраецца на такія канцэпцыі, як кагнітыўная мадэль трывогі, кагнітыўная мадэль увагі і іншыя дасягненні кагнітыўнай нейроннай навукі.

Абмежаваная рацыянальнасць

Паняцце, якое мае на ўвазе, што ў працэсе прыняцця рашэння чалавек адчувае шэраг праблем, звязаных з кагнітыўнымі абмежаваннямі розуму, недахопам часу і рэсурсаў. З гэтага вынікае, што дзеянні людзей не з'яўляюцца поўнаасцю рацыянальнымі. Індывіды, якія прымаюць рашэнні, імкнуцца знайсці здавальняючае, а не аптымальнае рашэнне. Тэрмін «абмежаваная рацыянальнасць» уведзены амерыканскім эканамістам Г. Сайманам. Канцэпцыя абмежаванай рацыянальнасці дапаўняе канцэпцыю рацыянальнасці як аптымізацыі. Яна разглядае прыняцце рашэння як цалкам рацыянальны працэс пошуку аптымальнага выбару з улікам

наяўнай інфармацыі. Паводзіны людзей могуць быць апісаны ў дапушчэнні, што яны паводзяць сябе як рацыянальныя істоты.

У эканамічных мадэлях мяркуецца, што людзі рацыянальныя і ніколі не робяць таго, што супярэчыць іх інтарэсам. Канцэпцыя абмежаванай рацыянальнасці падвяргае гэтыя палажэнні сумневу з мэтай улічыць, што рацыянальныя рашэнні мала здзяйсняльныя на практыцы з-за абмежаванасці вылічальных рэсурсаў, неабходных для іх прыняцця.

Г. Сайман паказвае, што большасць людзей рацыянальна толькі збольшага, і эмацыянальна альбо ірацыянальна ў астатніх сітуацыях. Агенты абмежаванай рацыянальнасці адчуваюць цяжкасці пры фармуляванні і вырашэнні складаных праблем, і атрымання, захоўвання, выкарыстанні і перадачы інфармацыі. Класічная мадэль рацыянальнасці можа быць дапоўнена і прыведзена ў большую адпаведнасць з рэальнасцю, застаючыся ў рамках строгага фармалізму. Важна ўлічваць абмежаванне па тым, якога роду могуць быць функцыі карыснасці; улік кошту збору і апрацоўкі інфармацыі; магчымасць існавання вектарнай функцыі карыснасці.

Эканамічныя агенты выкарыстоўваюць хутчэй эўрыстычны аналіз, чым строгае ўжыванне правіл аптымізацыі, з-за складанасці сітуацыі і немагчымасці вылічыць і ўлічыць карыснасць кожнага магчымага дзеяння. Кошт ацэнкі сітуацыі можа быць вельмі высокі, пры тым, што іншая эканамічная дзейнасць можа таксама патрабаваць прыняцця падобных рашэнняў. Д. Канеман пазіцыянуе тэорыю абмежаванай рацыянальнасці як мадэль, якая дазваляе пераадолець абмежаванні распаўсюджанай мадэлі рацыянальных агентаў.

Кагнітыўны камп'ютынг

Датуль, пакуль сфера ўжывання кампутараў абмяжоўвалася разлікамі, тэхналагічнымі сістэмамі кіравання, сістэмамі кіравання базами дадзеных і іншымі класічнымі прыкладаннямі, праграмаванне фон Нэймана не вы-

клікала нараканняў. Вялізныя інжынерныя сілы былі накіраваны на пераадоленне іншай яе слабасці. Калі 30 гадоў таму Джон фон Нэйман і іншыя прапанавалі сваю арыгінальную архітэктuru, ідэя здалася элегантнай, практычнай і якая дазваляе спрасціць рашэнне цэлага шэрагу інжынерных і праграмісцкіх задач. І хоць за мінулы час умовы, якія існавалі на момант яе публікацыі, радыкальна змяніліся, мы атаясамляем нашы ўяўленні аб кампутарах з гэтай старой канцэпцыяй.

У найпростым выкладзе фон-нейманаўскі кампутар складаецца з трох частак: гэта цэнтральны працэсар, памяць і канал, які служыць для абмену дадзенымі і памяццю, прычым маленькімі порцыямі (толькі па адным слове). Такі канал не толькі стварае праблему для трафіку, але яшчэ і з'яўляецца інтэлектуальным бутэлькавым горлам, якое навязвае праграмістам паслоўнае мысленне, не дазваляючы разважаць у больш высокіх канцэптальных катэгорыях.

Цяпер, калі інжынерам удалося з дапамогай шматузроўневых кэшаў часова пераадолець гэтую слабасць за кошт ускладнення архітэктury працэсараў, на першы план выходзіць абмежаванасць магчымасцяў праграмавання. Альтэрнатывай праграмавання могуць стаць кагнітыўныя кампутарныя сістэмы. Аналітыкі гавораць аб наступленні эры кагнітыўнага камп'ютынгу са здольнасцю да мыслення. Першым па кагнітыўным шляху пайшоў Watson, які перамог 14 лютага 2011 г. мацнейшых гульцоў у тэлевізійнай гульні Jeopardy! З гэтага дня вядзецца адлік эры кагнітыўнага камп'ютынгу.

Тэрмін Cognitive Computing не з'яўляецца новым. Ён выкарыстоўваўся ў кагнітыўнай інфарматыцы. Пры нарастальных аб'ёмах дадзеных не атрымаецца сінхронна ствараць адэкватныя аналітычныя сістэмы. Паліятыўнае рашэнне мяркую кагнітыўны падыход з захаваннем існуючага тэхналагічнага базісу. Размова ідзе аб інтэграваных экспертных сістэмах.

На макраўзроўні такія рашэнні можна прызнаць кагнітыўнымі. Але на мікраўзроўні, на працэсарным узроўні яны з'яўляюцца традыцыйнымі.

Задача заключаецца ў пераадоленні адной са слабасцяў сучасных кампутараў, а менавіта, працы з дробнымі фрагментамі дадзеных (бітамі і байтамі). Не ставіцца мэта замяніць чалавечы мозг ці прымусіць машыну думаць, як чалавек. Кампутар будзе выконваць вялізныя аб'ёмы вылічэнняў і апераваць вялізнымі аб'ёмамі дадзеных. За чалавекам застаюцца інтуіцыя, здольнасць выносіць меркаванні, крэатыўнасць эмпатыя і маральныя прынцыпы. Кампутары новага пакалення адрозніваюцца ад кампутараў папярэдняга пакалення па некалькіх асноўным прыкметам. Цэнтрам увагі ў кампутарах старога пакалення з'яўляюцца працэсы і працэсары, а ў кампутарах новага пакалення - дадзеныя. Фіксаваныя, загадзя праграмаваныя вылічэнні саступаць месца аналітычным падыходам.

У кампутарах старога пакалення даміруе ручное кіраванне сістэмамі. У кампутарах новага пакалення даміруе аўтаматычнае кіраванне сістэмамі. Адно з найважнейшых адрозненняў складаецца ў стаўленні да маштабавання. Мы абвыклі да двух выглядаў маштабавання - уверх і ўшыркі, а зараз з'яўляецца маштабаванне ўнутр, сутнасць якога ў інтэграцыі ў адну сістэму (як было ў мэйнфэймах) усіх асноўных кампанентаў, уключаючы працэсары, памяць, сістэмы захоўвання і камутацыю.

Да кагнітыўнага камп'ютынгу адносяць усё, што звязана з мадэляваннем мазгавых працэсаў. Гэта сістэмы з навучаннем, майнінг дадзеных, распазнаванне вобразаў (фота, відэа, гаворка), апрацоўка тэкстаў на натуральных мовах. Кагнітыўны камп'ютынг накіраваны на стварэнне такіх сістэм, якія могуць вырашаць пастаўленыя задачы без удзелу чалавека.

З прыкладанняў кагнітыўнага камп'ютынгу можна назваць распазнаванне прамовы, сентымент-аналіз, распазнаванне асоб. У адрозненне ад кампутараў трэцяй эры, дзе даміруе праграмаванне, узаемадзеянне з кагнітыўнымі кампутарамі ажыццяўляецца з дапамогай навучання. Алгарыт-

мы машыннага навучання могуць здабываць інфармацыю з дадзеных, апрацоўваць яе і садзейнічаць атрыманню новых ведаў.

Рэалізуюцца праекты, накіраваныя на стварэнне нейроморфных кампутараў. Яны знаходзяцца на розных стадыях. Яны служаць стэндамі для мадэлявання мозгу. У нейраморфных кампутарах схемы Цьюрынга і фон Неймана, на якіх будуцца ўсе ўніверсальныя працэсары, альбо наогул не рэалізуюцца, альбо рэалізуюцца часткова. Таму нейраморфныя кампутары не з'яўляюцца праграмуемымі. Яны здольныя да навучання і аналагічныя мозгу. З надыходам сталасці кампутараў кагнітыўнай эры яны ператворацца ў навучэнцаў і саманавучальныя сістэмы. Кампутары змогуць разумець дадзеныя, аналізаваць іх, адаптаваць і прапаноўваць рашэнні, заснаваныя на дадзеных. Пры гэтым яны не заменяць чалавека, а пашыраць яго магчымасці, узяўшы на сябе руцінную працу па перапрацоўцы дадзеных і пакінуўшы за чалавекам магчымасць рабіць высновы і прымаць рашэнні.

Галіны будуць гатовы да ўкаранення кагнітыўных тэхналогій у бліжэйшыя гады. Задаволенасць кліентаў стане ключавым фактарам пры прыняцці рашэння аб укараненні кагнітыўных тэхналогій. Дзве асноўныя перавагі кагнітыўных тэхналогій заключаюцца ў паляпшэнні кліенцкага вопыту і фінансавых вынікаў, уключаючы павышэнне даходнасці прадпрыемстваў і магчымасць больш эфектыўнай ацэнкі рэнтабельнасці маркетынгавых кампаній.

Лічбавыя платформы з дапамогай кагнітыўных тэхналогій імкнуцца атрымаць усебаковае разуменне сваіх заказчыкаў. Дзякуючы яму яны змогуць палепшыць прагназаванне запатрабаванняў кліентаў і пошук патэнцыйных пакупнікоў, а таксама адыгрываць вялікую ролю ў рэалізацыі стратэгіі прадпрыемства і павышэнні якасці абслугоўвання.

Кагнітыўныя тэхналогіі ўжо знаходзяцца ў спелай стадыі і гатовы да выхаду на рынак. Кагнітыўныя вылічэнні карысныя для арганізацыі і ўжо выкарыстоўваюцца на прадпрыемствах. Важна прадугледзець пытанне

ўкаранення кагнітыўных рашэнняў у стратэгіі лічбавага пераасэнсавання Digital Reinvention.

Кампаніі знаходзяцца ў працэсе пераасэнсавання кліенцкага досведу, выкарыстоўваючы лічбавыя тэхналогіі ад мабільных прыкладанняў да інтэрнэту рэчаў і віртуальнай рэальнасці. Лічбавыя кропкі ўзаемадзеяння з пакупнікамі з'яўляюцца крыніцай структураваных і неструктураваных дадзеных. З дапамогай кагнітыўных тэхналогій прадпрыемствы атрымліваюць звесткі аб асабістых перавагах пакупнікоў і асаблівасцях іх паводзін. Выяўленне інсайтаў аб пакупніках з'яўляецца асноўным спосабам выкарыстання кагнітыўных тэхналогій у мэтах паляпшэння кліенцкага вопыту. Кагнітыўныя тэхналогіі сталі часткай агульнай стратэгіі лічбавага пераасэнсавання.

Інстытуцыйныя асаблівасці ўкаранення кагнітыўных тэхналогій

Важна палепшыць не толькі навыкі апрацоўкі інфармацыі, але і дзелавыя кампетэнцыі супрацоўнікаў. Спецыялісты з аналітычнымі навыкамі запатрабаваны. Кагнітыўныя тэхналогіі дапамагаюць зладзіцца з найболей працаёмкай часткай працы. Таму аддзелы маркетынгу і продажаў у першую чаргу маюць патрэбу ў людзях з комплексным бачаннем стратэгічнага развіцця кампаніі і веданнем асобных яе напрамкаў. Гэтыя спецыялісты здольныя хутчэй выявіць магчымыя наступствы для бізнесу на аснове кагнітыўных інсайтаў. Ім неабходна валодаць навыкамі прыняцця рашэнняў і разуменнем сваіх пакупнікоў, каб паслугі заўсёды адпавядалі абяцанням брэнда.

Кагнітыўныя тэхналогіі адлюстроўваюць магчымасць для супрацоўніцтва і інавацый. Укараненне інтэлектуальных рашэнняў у сферы маркетынгу і продажаў патрабуе цеснага ўзаемадзеяння дырэктараў па маркетынгу, продажах, інфармацыйных тэхналогіях, дырэктараў па дадзеных. Гэта забяспечыць выкананне неабходных тэхнічных патрабаванняў і адпа-

веднасць кагнітыўных магчымасцяў стратэгічным мэтам кампаніі. Кагнітыўныя тэхналогіі, якія выкарыстоўваюцца прафесіяналамі ў галіне маркетынгу і продажаў, могуць быць таксама настроены для прымянення ў сферы абслугоўвання кліентаў, паставак, распрацоўкі прадуктаў, кіравання персаналам і правядзення трэнінгаў, а таксама для выканання аперацыйных і фінансавых задач. Такая магчымасць дазваляе інтэграваць працэсы для абмену дадзенымі і ідэямі ў дзейнасць традыцыйна разрозненых падраздзяленняў у арганізацыях.

Кіраўнікі па маркетынгу і продажах асцерагаюцца, што пераход да кагнітыўных тэхналогій запатрабуе ад іх поўнай замены бягучых інструментаў і працэсаў, якія яны выкарыстоўваюць для аналізу дадзеных аб спажывацях і стварэння кліенцкага досведу. Наадварот, існуе мноства тыпаў кагнітыўных рашэнняў, ад палепшаных магчымасцяў персаналізацыі да расстаноўкі тэгаў у кантэнце, якія можна ўкараняць паэтапна для вырашэння асобных бізнес-задач. Гэтыя прылады могуць быць інтэграваныя ў існуючыя хмарныя платформы кампаній і сістэмы кіравання дадзенымі. Нават нязначныя крокі дазваляць прадпрыемствам адчуць перавагі кагнітыўных вылічэнняў і вызначыць планы развіцця на будучыню.

Кагнітыўныя тэхналогіі ў адукацыі

У сферы пазнавальнай дзейнасці кагнітыўныя тэхналогіі грунтуюцца на палажэннях кагнітыўнай псіхалогіі, якія займаюцца чалавечым розумам, мысленнем і тымі ментальнымі працэсамі і станамі, якія з гэтым звязаны.

У даследаваннях інтэлекту замест паняццяў "увага", "памяць", "мысленне", якія характарызуюць пазнавальную дзейнасць чалавека, выкарыстоўваецца тэрмін "кагнітыўны". Гэты тэрмін апісвае пазнавальную дзейнасць з пункту гледжання працэсаў інфармацыйнага абмену чалавека з навакольным асяроддзем.

Асноўная мэта кагнітыўнай псіхалогіі мяркуе інтэлектуальнае развіццё індывідаў у працэсе засваення сістэматычнага навуковага зместу. Кагнітыўная псіхалогія вывучае тое, як людзі атрымліваюць інфармацыю аб свеце, як гэтая інфармацыя ўяўляецца чалавекам, як яна захоўваецца ў памяці і пераўтвораецца ў веды і як гэтыя веды ўплываюць на ўвагу і паводзіны. Яна ахоплівае ўвесь дыяпазон псіхалагічных працэсаў, ад адчуванняў да ўспрымання, распазнання выяў, увагі, навучання, памяці, фармавання паняццяў, мыслення, уяўлення, запамінання, мовы і эмоцый і працэсы развіцця. Яна ахоплівае ўсе сферы паводзін.

Першыя згадкі аб кагнітыўным навучанні з'явіліся ў працах Э. Ч. Толмэна (1948). Э. Лоарер і М. Юто адзначаюць, што тэрмін «кагнітыўнае навучанне» вызначае адну з абласцей даследавання ў псіхалогіі і адно з плыняў у педагогіцы. Асноўная мэта кагнітыўнага навучання заключаецца ў развіцці разумовых здольнасцей і стратэгіяў, якія робяць магчымым працэс навучання і адаптацыі да новых сітуацый.

Фокус адукацыйнага працэсу накіраваны не на паглынанне інфармацыі, а на зразуменне ўнутраных адносін доследных прадметаў. Ён падахвае вучняў да дыялогавага, доследчага разважання і павышае канцэнтрацыю ментальнай актыўнасці.

Пры такім падыходзе да навучання ўсвядомленае і абгрунтаванае разважанне спалучана з кагнітыўнай працай і спрыяе высокаэфектыўнаму росту разумовай дзейнасці. Усведамленне выступае фактарам, здольным забяспечыць перанос веды або стратэгіі разумовай дзейнасці з адной вобласці ў іншую, а таксама спрыяе развіццю валявога кантролю над разумовай дзейнасцю. Даследаванне папярэдняга веды з пункту гледжання пераасэнсавання забяспечвае вывучэнне зместу пераносу, яго прымяненне ў фарміраванні новых навучальных стратэгіяў спрыяе ажыўленню цікавасці да зместу прадметнага навучання.

Перанос апасродкуецца ўласцівасцямі рэфлексіўнага мыслення, эфектыўнасцю дзейнасці ізноў перабудаваных сувязяў у кагнітыўных структурах. Крытэрыем кагнітыўнага развіцця ў працэсе навучання з'яўляецца разуменне суб'ектам сваёй здольнасці выканаць пэўную задачу (узровень развіцця рэфлексіі) і эфектыўнасць стратэгіі, якой кіруецца суб'ект у кагнітыўнай дзейнасці для дасягнення мэты. Кагнітыўнае навучанне выразна прытрымліваецца натуральным псіхалагічным механізмам адбору інфармацыі, якімі карыстаецца індывідуальная псіхіка.

Кагнітыўная псіхалогія спарадзіла кагнітыўныя тэхналогіі навучання. Пад кагнітыўнымі педагагічнымі тэхналогіямі разумеецца навучальны працэс інтэлектуальнага развіцця індывідаў, заснаваны на модульным прадстаўленні вучэбнай інфармацыі. У рамках кагнітыўнага падыходу навучэнец лічыцца актыўным і свядомым удзельнікам працэсу вучэння, а не аб'ектам навучальнай дзейнасці педагога. Рэалізуюцца суб'ект-суб'ектныя адносіны паміж навучэнцамі і настаўнікам, а працэс вучэння мае асобна і сацыяльна абумоўлены характар.

Адно з цэнтральных паняццяў кагнітыўнай тэхналогіі змяшчае кагнітыўныя схемы. Чалавек успрымае інфармацыю з дапамогай даступных яму кагнітыўных схемаў. Калі гэтыя сродкі адсутнічаюць, то інфармацыя альбо ўспрымаецца, альбо часткова скажаецца. Успрыманне чалавека мяркуе актыўны працэс збору інфармацыі, які здзяйсняецца з дапамогай адмысловых кагнітыўных схем, якія фармуюцца падчас навучання ў працягу ўсяго жыцця. Таму досвед, веды, навыкі які ўспрымае аказваюць крытычны ўплыў на паўнату ўспрымання рэальных прадметаў і падзей.

Развіццё навучальнага матэрыялу суправаджаецца прымяненнем некаторых прыёмаў, метадаў пазнання або лагічных аперацый, якія прадстаўляюць спосаб пераўтварэння інфармацыі. Для ўбудавання новай інфармацыі ва ўжо наяўную сістэму ведаў неабходна, каб у свядомасці існавалі кагнітыўныя схемы, якія спрыяюць кожнай прымяняецца

працэдуры. Калі гэтыя схемы адсутнічаюць, то спосаб атрымання новай інфармацыі зразумець не можа. Скажоная, няпоўная або памылковая кагнітыўная схема, наяўная ў свядомасці індывіда, прыводзіць да скажонага, частковага або памылковага ўспрымання інфармацыі з навакольнага асяроддзя, што абцяжарвае або робіць немагчымым адаптыўныя паводзіны. Таму навучанне варта разглядаць як працэс фармавання кагнітыўных схем, рэlevantных тым выглядом інфармацыі, якія неабходна навучыцца ўспрымаць і перапрацоўваць для адэкватнага рэагавання на патрабаванні навакольных.

Кагнітыўная тэхналогія мае модульную структуру. Кожны модуль выступае як сістэма заняткаў, аб'яднаных агульнай дыдактычнай мэтай. Фактарам фармавання модуля з'яўляецца працэдураная інфармацыя ў аснове прыватнага або агульнага метаду навуковага пазнання. Кожны модуль дзеліцца на тры блокі заняткаў, на кожным з якіх вырашаецца пэўная дыдактычная задача: блок уваходнага маніторынгу; тэарэтычны блок; працэсуальны блок.

У блоку ўваходнага маніторынгу заняткі прызначаны для атрымання інфармацыі аб узроўні кагнітыўнай гатоўнасці студэнтаў да ўспрымання і разумення новай вучэбнай інфармацыі і выканання розных пазнавальных дзеянняў і аперацый. Кагнітыўная гатоўнасць вызначае паспяховасць усёй далейшай дзейнасці па засваенні новага навучальнага матэрыялу. Для вывучэння актуальнага ўзроўню кагнітыўнага развіцця выкарыстоўваецца спецыяльная сістэма маніторынгу, якая дыягнастуе базавыя кагнітыўныя характарыстыкі інтэлекту, якія маюць нейрафізіялагічную прыроду; навучальныя ўменні; прадметныя веды і ўменні; прадметныя веды і ўменні.

У тэарэтычным блоку вывучаецца дэкларатыўная інфармацыя. Асноўнай задачай для выкладчыка з'яўляецца фармаванне семантычных сетак якія вывучаюцца паняццяў, злучаных з вядомымі паняццямі з дапамогай агульных лагічных і спецыфічных прадметных выглядаў сувязі.

У працэсуальным блоку вывучаецца працэдурная інфармацыя. Яна змяшчае правілы і алгарытмы выканання розных відаў прадметнай дзейнасці, спосабы пераўтварэння аб'ектаў, якія прымяняюцца ў вывучаемай прадметнай вобласці для атрымання зададзеных вынікаў. Засваенне гэтай інфармацыі неабходна для авалодання агульнымі і прыватнымі метадамі, якія забяспечваюць адэкватнае ўспрыманне і пазнанне для адаптацыі да ўмоў існавання, прынятым у дадзенай культуры. Вынікам навучальнага працэсу з'яўляецца фармаванне ў свядомасці індывіда кагнітыўнай схемы.

Пасля заканчэння вывучэння дэкларатыўнай і працэдурнай інфармацыі, якая ўваходзіць у групу модуляў, аб'яднаных агульным прадметам вывучэння, ідзе трыяда заняткаў: абагульняючае паўтарэнне, тэматычны выніковы кантроль і карэкцыя. Кагнітыўныя тэхналогіі спрыяюць развіццю шырокага кругагляду студэнтаў. Яны самастойна імкнуцца да пошуку ісціны, крытычна ўспрымаюць супярэчлівыя ідэі.

Яны здольныя да аналізу і праектавання сваёй дзейнасці, самастойных дзеянняў ва ўмовах нявызначанасці, набыцці новых ведаў; валодаць устойлівым імкненнем да самаўдасканалення; імкнуцца да творчай самарэалізацыі. Веды і магчымасці, атрыманыя пры такім падыходзе, садзейнічаюць развіццю высокага ўзроўню інтэлекту, фарміраванню творчага патэнцыялу, назапашванню практычнага вопыту, фарміраванню неабходнага ў новых адукацыйных умовах метадычнага мыслення.

Спецыфіка кагнітыўнай эканомікі

Аналіз сацыяльных перадумоў дазваляе зрабіць выснову аб вызначанай заканамернасці з'яўлення канцэпцыі кіравання ведамі, інавацыямі і інтэлектуальным капіталам арганізацыі. Паступова адбываецца змена акцэнтаў з матэрыяльнай вытворчасці да інавацыйных тэхналогій, вытворчасці інфармацыі і ведаў. Тэрмін "новая эканоміка" ўсё часцей трансфармуецца ў паняцце "кагнітыўная эканоміка".

Асноўнымі тэхналагічнымі і метадалагічнымі складнікамі кагнітыўнай эканомікі з'яўляюцца глабальныя сеткавыя тэхналогіі; электронны бізнес; кіраванне ведамі; інтэлектуальныя сістэмы падтрымкі рашэнняў; інтэлектуальны аналіз бізнес-інфармацыі; сістэмы бізнес-інтэлекту; кіраванне зменамі і рэінжынірынг бізнесу; менеджмент, арыентаваны на спажыўца; кагнітыўны аналіз і мадэляванне сітуацый пры кіраванні слаба структураванымі аб'ектамі і асяроддзямі.

Перадумовамі да прымянення кагнітыўнага падыходу ў кіраванні з'яўляецца складанасць аналізу працэсаў і прыняцця кіраўніцкіх рашэнняў у такіх гуманістычных галінах, як эканоміка, паліталогія, сацыялогія, экалогія, дзе актыўным складнікам у працэсе функцыянавання з'яўляецца чалавек, які прымае кіраўнічыя або іншыя рашэнні.

Пры рэалізацыі стратэгічнага кіравання неабходна метадалогія і тэхналогія, якія ўлічваюць умовы хуткай зменлівасці навакольнага асяроддзя пры развіцці складанага сацыяльна-эканамічнага аб'екта, і дазваляюць прагназаваць наступ праблемнай сітуацыі і прымаць меры па зніжэнні ступені рызыкі і нявызначанасці. У аснове тэхналогій кагнітыўнага аналізу і мадэлявання ляжаць метады кагнітыўнай (пазнавальна-мэтавай) структурызацыі ведаў аб аб'екце і вонкавага для яго асяроддзя.

Кагнітыўнае кіраванне заснавана на праблемных ведах, гэта значыць інфармацыі, неабходнай для выяўлення і рашэнні праблем сацыяльнай арганізацыі. Веда памяншаюць нявызначанасць і зніжаюць рызыку прыняцця няправільных кіраўнічых рашэнняў. Кіраваць сацыяльнай арганізацыяй неабходна на аснове праблемных ведаў аб вопыце вырашэння праблем або ведах, якія могуць служыць базай для вырашэння будучых праблем.

Кагнітыўнае кіраванне грунтуецца на тэорыі сацыяльных праблем, асновамі для развіцця якой паслужылі пазітывісцкі падыход да навуковага пазнання рэальнасці О.Конта; вучэнне аб сацыяльных фактах Э. Дзюрк-

гейма; агульная тэорыя сацыяльных арганізацый; метады сістэмнага аналізу і тэорыі прыняцця рашэнняў.

У адпаведнасці з кагнітыўным падыходам выяўленне і вырашэнне праблем арганізацыі ажыццяўляецца на выснове ўнутранага і знешняга вопыту вырашэння аналагічных або падобных праблем у мінулым, вопыту спецыялістаў (экспертаў), а таксама іншых асоб (носьбітаў ведаў) і ведаў, якія змяшчаюцца ў пастаянна назапашваюцца і абнаўляюцца з розных крыніц базах праблемных ведаў.

У базе праблемных ведаў могуць змяшчацца вядомыя прэцэдэнты вырашаемых праблем; прынятыя меры па рашэнні праблем, некаторыя рэкамендацыі і іншы досвед; вынікі навуковых даследаванняў праблем.

Стварэнне базы ведаў у рамках тэхналогіі кагнітыўнага кіравання, можа разглядацца як працэс кіравання ведамі арганізацыі з ужываннем сучасных інфармацыйных тэхналогій. База праблемных ведаў уяўляе адзін з эфектыўных інструментаў кіравання ведамі аб праблемах арганізацыі і спосабах іх. Працэс кагнітыўнага кіравання прадугледжвае выяўленне праблем. Ён ажыццяўляецца на аснове бягучай інфармацыі аб сацыяльных нормах і пастаяннага маніторынгу знешняга і ўнутранага асяроддзя. Ён дазваляе выявіць адхіленні або пагрозы адхіленняў ад сацыяльных нормаў; ажыццявіць складанне апісанняў праблем; сартаванне праблем; даследаванне праблемы; падрыхтоўку альтэрнатыўных праграм вырашэння праблемы; адзнаку і выбар аптымальнай праграмы; рэалізацыю праграмы; ацэнку вынікаў рэалізацыі праграмы; падрыхтоўку справаздачы па выніках рэалізацыі праграмы; абнаўленне інфармацыі па развязальнай праблеме.

Падрыхтоўка альтэрнатыўных праграм для вырашэння канкрэтнай праблемы ажыццяўляецца з дапамогай базы праблемных ведаў, якая пастаянна папаўняецца за кошт новых звестак аб падобных праблемах (прэцэдэнтах) і досведзе іх вырашэння; інфармацыі аб выніках праведзе-

ных і праводзімых даследаванняў праблемы; інфармацыі аб выніках рашэння дадзенай праблемы.

Верагоднасць прыняцця няправільных кіраўніцкіх рашэнняў пры ўзнікненні праблемы памяншаецца, паколькі веды памяншаюць нявызначанасць. У гэтым і складаецца сутнасць кагнітыўнага кіравання. Дадзеная тэхналогія мае тры добрыя якасці. Яна заснавана на базе праблемных ведаў, якая пастаянна папаўняецца і змяшчае інфармацыю аб сусветным і айчынным вопыце вырашэння праблем. Для гэтага могуць быць эфектыўна скарыстаны сучасныя інфармацыйныя тэхналогіі. Яна прадугледжвае пастаянную карэкціроўку назапашванай інфармацыі, паколькі новыя веды могуць дапаўняць, карэкціраваць, замяняць старым. Яна прадугледжвае вывучэнне ініцыятыў, іх ацэнку і прыняцце рашэнняў на іх аснове.

Тэхналогія кагнітыўнага кіравання пераўзыходзіць па магчымасцях тэхналогію сітуацыйнага кіравання. Тая заснавана на веданні праблемных сітуацый, тыповых для кіраванага аб'екта. Аднак праблемныя сітуацыі не паўтараюцца дакладна. Выяўляюцца новыя фактары, якія неабходна ўлічваць, а значыць, і новае рашэнне павінна быць іншым.

Асноўная цяжкасць у практычнай рэалізацыі тэхналогіі кагнітыўнага кіравання заключаецца ў складанасці фармалізацыі праблем і звязанай з імі інфармацыі для вядзення базы праблемных ведаў. Але гэтая цяжкасць можа быць пераадолена, калі адбудзецца пераход да праблемнага мыслення. Выяўленне і вырашэнне праблем арганізацыі ажыццяўляецца на аснове ўнутранага і знешняга вопыту арганізацыі, спецыялістаў (экспертаў), а таксама іншых асоб (носьбітаў ведаў).

Пакуль не распрацаваны інструментарый практычнага ўвасаблення кагнітыўнага падыходу ў рэальна дзеючыя сацыяльныя арганізацыі. Інструменты кагнітыўнага кіравання створаны і функцыянуюць дастаткова даўно. Аднак яны не адаптаваныя да яго мэт.

Найбольш перспектыўнымі абласцямі эканомікі і бізнесу, дзе кагнітыўныя і інтэлектуальныя тэхналогіі найбольш эфектыўныя, з'яўляюцца: кіраванне вытворчасцю; вытворчае і нутрафірменнай планаванне; кіраванне маркетынгам і збытам; фінансавы менеджмент; рызыка-мэнэджмент; банкаўская сфера; гандаль; фондавы рынак. Размова ідзе аб пераасэнсаванні ўсёй тэхналогіі апрацоўкі, захоўвання і прадстаўлення інфармацыі карыстальніку з пазіцый новай інфармацыйнай тэхналогіі.

Кагнітыўныя сістэмы могуць даць абгрунтаваную параду, наколькі мэтазгодна выконваць пэўную бізнэс-задачу, накідаць сцэнар яе рашэння, ажыццявіць кантроль і падказаць, як лепш расставіць прыярытэты выканання прац.

Кампутарныя сродкі кагнітыўнага мадэлявання

Спецыфіка прымянення сродкаў кагнітыўнага мадэлявання заключаецца ў іх арыентаванасці на канкрэтныя ўмовы развіцця сітуацыі ў той ці іншай краіне, рэгіёне і горадзе. Ключавым паняццем у кагнітыўным мадэляванні з'яўляецца кагнітыўная карта, якая прадстаўляе арыентаваны граф, у якім вяршыні ўзаемна і адназначна адпавядаюць фактарам, у тэрмінах якіх апісваецца прадметная вобласць, а дугі адлюстроўваюць непасрэдныя сувязі паміж фактарамі. Узаемаўплыву могуць быць станоўчымі. Павелічэнне / памяншэнне аднаго фактару прыводзіць да павелічэння / памяншэння іншага фактару.

Узаемаўплывы могуць быць адмоўнымі. Павелічэнне/памяншэнне аднаго фактару прыводзіць да памяншэння/павелічэння іншага фактару. Для адлюстравання ступені ўплыву выкарыстоўваюць сукупнасць лінгвістычных зменных і адпаведную ёй сукупнасць лікавых значэнняў з інтэрвалу $[0, 1]$: "вельмі слабое" - 0,1, "ўмеранае" - 0,3, "істотнае" - 0,5, "моцнае" - 0,7 і "вельмі моцнае" - 0,9 значэнне. Выкарыстоўваюцца дапушчальныя і прамежкавыя значэнні.

Для складання кагнітыўнай мадэлі прадметнай вобласці неабходна вылучыць спіс значных фактараў; пабудаваць матрыцу ўзаемаўплываў; вызначыць пачатковыя тэндэнцыі змены фактараў.

Вылучыўшы ва ўсім мностве фактараў два падмноства кіраўнікоў і назіраных фактараў, можам мадэляваць самаразвіццё сітуацыі, гэта значыць адказваць на пытанне: "Што будзе, калі захаваюцца бягучыя тэндэнцыі змены фактараў?". Можам мадэляваць кіраванае развіццём сітуацыі, гэта значыць адказваць на пытанне: Што будзе, калі прыкласці вызначаныя кіраўнікі ўздзеянні? Можам шукаць неабходныя кіраванні, гэта значыць адказваць на пытанне: "Якія ўздзеянні прыкласці, каб атрымаць жаданы вынік?".

Праводзіцца работа па развіццю кагнітыўнага падыходу і яго прымяненню для аналізу і кіравання слабаструктураванымі сістэмамі, распрацаваны комплексныя праграмныя сродкі для аналізу кагнітыўных мадэляў. Гэта дазваляе праводзіць аналіз самаразвіцця сітуацыі, а таксама яе развіцця з дадаткам тых ці іншых кіраўнікоў уздзеянняў. Плануецца стварэнне бібліятэкі кагнітыўных мадэляў прадметных абласцей.

Вынікі распрацовак паспяхова прыменены для павышэння эфектыўнасці кіраўнічых рашэнняў; прагназавання развіцця жыллёва-камунальнай гаспадаркі; павышэння якасці вышэйшай адукацыі.

Метакагнітыўнае мысленне

Канцэпцыя метапазнання прапанавана Дж. Флейвелем. Асноўным у дадзенай канцэпцыі з'яўляецца паняцце "мыслення адносна ўласнага мыслення". Дадзенае дапушчэнне характарызуецца шэрагам фактараў, якія зводзяцца да наступных палажэнняў: тым, што мы ведаем, гэта значыць, метакагнітыўнае веданне; тым, што мы ў наш час робім, гэта значыць, метакагнітыўны навык; тым, які бягучы кагнітыўны ці эмацыйны стан, гэта значыць, метакагнітыўнае адчуванне.

У канцэпцыі Дж. Флэйвэла метакагнітыўнае мысленне дыферэнцыруецца ад іншых відаў мыслення. З гэтай мэтай неабходна разгледзець крыніцу метакагнітыўных думак. Метакагнітыўныя думкі не ўзнікаюць ад непасрэднай знешняй рэчаіснасці чалавека. Іх крыніца звязана з ментальнымі ўяўленнямі чалавека аб рэчаіснасці. Тэрмін «метакагніцыя» вызначаецца як веданне і пазнанне адносна пазнавальных з'яў. У канцэпцыі Дж. Флэйвэла таксама ўведзена паняцце «метапамяць». Гэтае паняцце ўключае інтэлектуальнае структураванне і захоўванне, інтэлектуальны пошук і выпраўленне, а таксама інтэлектуальны кантроль.

Дж. Флэвелл абапіраючыся на працы Ж. Піяжэ, суадносіць наўмыснае, заплававанае і абумоўленае мэтай мысленне, накіраванае на выкананне кагнітыўных задач, з фармальнымі аперацыямі Ж. Піяжэ, у якіх вышэйшыя ўзроўні мыслення кіруюць ніжнімі ўзроўнямі. Гэтыя палажэнні таксама адпавядаюць работам Н.А. Бернштэйна і А.Р. Лурый.

Дж. Флэвел даказвае, што метакагнітыўнае мысленне з'яўляецца наўмысным, планаваным, абумоўленым мэтай і арыентаваным на будучыя разумовыя паводзіны, у прыватнасці, на выкананне пазнавальных задач. Дадзеныя палажэнні з'яўляюцца вядучымі пры разглядзе праблемы метакагнітыўнага пазнання ў мадэлях навучання накіраваных на рэгуляцыю інтэлектуальнай актыўнасці.

А. Браўн вызначае метапазнанне як веданне аб сваім уласным веданні. Метапазнанне вызначаецца як веданне аб пазнанні. Гэта сукупнасць відаў дзейнасці, якія ўключаюць свядомую рэфлексію над кагнітыўнымі дзеяннямі і здольнасцямі; рэгуляцыя пазнання - сукупнасць відаў дзейнасцей, якія патрабуюць механізмаў самарэгуляцыі на працягу навучання або вырашэння праблем. А. Браўн фармулюе думку аб рэгуляванні і кантролі падчас навучання шэрагу фактараў. Сярод якіх асабліва значнасць адводзіцца фактарам, якія вызначаюць працэс планавання дзейнасці:

фарміраванне плана, прадбачанне выніку і аналіз магчымых памылак, а таксама кантролю дзейнасці і праверкі вынікаў пазнавальнай дзейнасці.

У канцэпцыі метакагнітыўнага пазнання Р. Ключе вылучаюцца кантроль і рэгуляванне кагнітыўных працэсаў. Пад працэсамі кантролю ён разумее працэсы, якія дапамагаюць ідэнтыфікаваць задачу, над вырашэннем якой працуе чалавек і ацаніць прасоўванне на гэтым шляху і магчымасць прадбачыць вынік. Пад працэсам рэгулявання разумеюцца працэдуры размеркавання рэсурсаў для рашэння бягучай задачы, шляхам фармавання вызначанага алгарытму неабходных крокаў.

С. Тобіяс і Х.Т. Эверсан прапанавалі іерархічную мадэль метакагнітыўных здольнасцяў: маніторынг ведаў; ацэнка навучання; выбар стратэгіі і планаванне. Маніторынг ведаў яны вызначаюць як здольнасць чалавека ведаць, што ён ведае і чаго не ведае. Маніторынг ведаў з'яўляецца перадумовай для іншых метакагнітыўных уменняў.

Паводле мадэлю Дж. Флэйвэла, здольнасць чалавека кіраваць разнастайнасцю пазнавальных ініцыятыў адбываецца праз дзеянні і ўзаемадзеянні паміж чатырма класамі з'яў: метакагнітыўныя веды; метакагнітыўнае адчуванне; мэты ці задачы; дзеянні ці стратэгіі. Ключавымі для Дж. Флэйвэла з'яўляюцца веданне асаблівасцяў функцыянавання кагнітыўнага працэсара; веданне задачы, яе патрабаванняў і тое, як гэтыя патрабаванні могуць быць выкананы пры змяненні ўмоў; веданне стратэгіі для выканання гэтай задачы. Пазнавальныя стратэгіі, закліканыя дасягаць мэт і метапазнавальныя стратэгіі, закліканыя кантраляваць прасоўванне пазнавальных стратэгіі.

Метакагнітыўныя веды могуць уплываць на накірунак пазнавальных ініцыятыў праз наўмысны і свядомы пошук у памяці або праз несвядомыя і аўтаматычныя кагнітыўныя працэсы.

Пад кагнітыўным досведам разумеюцца ментальныя структуры, якія забяспечваюць захоўванне, парадкаванне і пераўтварэнне наяўнай і якая

паступае інфармацыі. Метакагнітыўны вопыт разумеецца як ментальныя структуры, якія дазваляюць ажыццяўляць міжвольную і адвольную рэгуляцыю інтэлектуальнай дзейнасці. Метакагнітыўны вопыт уключае міжвольны інтэлектуальны кантроль; адвольны інтэлектуальны кантроль; метакагнітыўнай дасведчанасці і адкрытай пазнавальнай пазіцыі. Таксама інтэнсійны досвед, у аснове якога знаходзяцца індывідуальныя інтэлектуальныя схільнасці.

Ёсць розніца паміж пазнавальнымі і метапазнавальнымі стратэгіямі. Першыя, дапамагаюць індывіду дасягнуць спецыфічнай пазнавальнай мэты, напрыклад, зразумець тэкст. Другія выкарыстоўваюцца для кантролю дасягнення мэты, напрыклад, самаапытанне на прадмет разумення гэтага тэксту. Метакагнітыўныя кампаненты актывізуюцца, калі спазнанне церпіць няўдачу. Гэта можа быць неразуменне тэксту з першага чытання. Няўдача актывізуе метакагнітыўныя працэсы, якія дазваляюць індывіду выправіць сітуацыю. Такім чынам, метакогніцыі адказваюць за актыўны кантроль і паслядоўнае рэгуляванне пазнавальных працэсаў, што набывае адмысловую актуальнасць пры рашэнні складаных задач.

Адрозненні паміж вызначэннямі абумоўлены іх прызначэннем і ацэнкай іх дастасавальнасці даследнікамі. Пад увагу бяруцца розныя мэты, усталёўкі і спецыфічны досвед. Інтэлектуальная актыўнасць ёсць паводніцкая і кагнітыўная актыўнасць, накіраваная на пераадоленне вялікай колькасці загадкаў не вядомых перашкод паміж невыразнымі, дынамічна зменлівымі мэтамі і ўмовамі. Яна ўключае кагнітыўныя, эмацыйныя, асобныя і сацыяльныя здольнасці і веды.

Вывучэнне індывідуальных адрозненняў інтэлекту, матывацыі, экспертных ведаў і ўменняў ажыццяўляецца з дапамогай складаных рэалістычных сцэнарыяў. Мае месца вывучэнне набыцця і выкарыстанні ведаў у залежнасці ад строга кантраляваных характарыстык задачы. Пады-

спытныя ўзаемадзейнічаюць з сістэмамі абстрактнага зместу, заснаванага на лінейных раўнаннях і тэорыі канчатковых аўтаматаў.

Д. Дзернер і А.Дж. Уэрынг прапануюць тэарэтычны падыход да стварэння кампутарнай мадэлі рашэння складаных задач, якая аб'ядноўвае строгае лабараторнае даследаванне і вывучэнне рашэння эканамічных, палітычных праблем у натуральных умовах. Аналізуецца рашэнне складаных задач, падспытных у кампутарных асяроддзях, якія мадэлююць кіраванне горадам. Даследуецца ўзаемасувязь матывацыйных, эмацыйных і кагнітыўных зменных і прапануюцца іерархічныя мадэлі кіравання намерамі, мэтамі, зборам інфармацыі, вылучэннем гіпотэз, прыняццем рашэнняў, самакантролем і фактарамі, якія вызначаюць працэс метакагнітыўнага пазнання.

У сувязі з гэтым Д. Бэры і Д.Э. Бродбент аналізуюць няяўнае і відавочнае навучэнне з мэтай растлумачыць неадпаведнасці і супярэчнасці паміж узроўнямі: а) рэальнага кіравання складанай сістэмай і б) вербальнага апісання яе працы і дзейнасці з ёй. Той, хто добра кіруе сістэмай, горш за яе апісвае, і наадварот. Даказваецца, што вербальныя і невербальныя веды набываюцца праз вербальнае навучанне або практычны вопыт і развіваюцца адносна незалежна.

О. Хубер даследуе прыняцце шматкрокавых рашэнняў на матэрыяле дакладна сфармуляваных задач з невялікім лікам умоў. Гэтыя задачы дазваляюць строга вывучаць уплыў разнастайных зменных (сюжэту задачы, наяўнасці зваротнай сувязі, локуса кантролю падспытных і інш.) на стратэгіі, пастаноўку мэт, навучэнне, вынікі рашэння і г.д. Ужыванне гэтага падыходу да складаных праблем шляхам іх раскладання на больш простыя пад праблемы дапамагае пераадолець разрыў паміж даследаваннямі па рашэнні складаных задач і па прыняцці рашэнняў, як важных праблем метакагнітыўнага пазнання.

Дж. Ф. Бекманам і Ю. Гутке аналізуецца сувязь рашэння складаных задач, інтэлекту і здольнасці вучыцца, што звязана з метакагнітыўным спазнаннем у навучанні, як асновай развіцця інтэлектуальнай актыўнасці. Нізкая карэляцыя рашэння складаных задач з тэстамі інтэлекту, тлумачыцца недахопамі тэарэтычнага ўяўлення і аперацыяналізацыі абодвух канструктаў. Пасярэднікам паміж імі могуць быць тэсты навучэнцаў, якія дыягнастуюць здольнасць набываць веды праз зваротную сувязь. Працэс уключае фазу набыцця ведаў аб сістэме і фазу іх прымянення. Паказчыкі першай фазы карэлявалі з тэстамі навучальнасці, а паказчыкі другой - з тэстамі навучальнасці, інтэлекту і з паказчыкамі першай фазы.

У даследаваннях Дж.Ф. Крэмс вывучаецца сувязь кагнітыўнай флексібільнасці (гнуткасці) з рашэннем дыягнастычных задач у медыцыне, тэхніцы і праграмаванні экспертамі і пачаткоўцамі. Маладыя мянялі гіпотэзы менш гнутка і былі больш схільныя пераацэньваць пацвярджаюць іх інфармацыю. Адмысловая цікавасць, з пункта гледжання выкарыстання метакогнітивных працэсаў, як сродкі развіцця інтэлектуальнай актыўнасці асобы ўяўляе апісаная кампутарная мадэль гнуткага рашэння задач на абдукцыю (паслядоўнае асэнсаванне і інтэграцыю паступаюць дадзеных у адзіную мадэль сітуацыі, якая дае найлепшае на бягучы момант тлумачэнне). У працах У. Функе аналізуюцца сістэмы прафадбору і прафнавучання. Падводзячы прамежжавы вынік варта адзначыць, што хаця ў шэрагу работ паказана іх эфектыўнасць, у цэлым дадзеныя няпоўныя і супярэчлівыя. Патрабуюцца распрацоўка крытэрыяў аналізу прафесійнай дзейнасці, таксанамя сцэнарыяў і шырокія эмпірычныя даследаванні. Мяркуюцца, што найбольшы эфект могуць даць метады, якія спалучаюць метакагнітыўнае навучанне і навучанне праз актыўнае ўзаемадзеянне са сцэнарыямі.

З прац прысвечаных аналізу метадалагічных праблем вылучаюцца працы Дж. Функа. У яго даследаваннях знайшлі адлюстраванне праблемы звязаныя з аналізам магчымасцяў эксперыментальнага вывучэння на асно-

ве групавых дадзеных. Прапануецца таксанамія фактараў, якія ўплываюць на кампаненты асобных, сітуацыйных і сістэмных фактараў. Аналіз паказвае, што асабліва перспектыўныя эксперыменты, якія даследуюць узаемадзеянне паміж гэтымі фактарамі. Праблемай з'яўляецца вымярэнне паказчыкаў ведаў і дзейнасці, валіднасць эксперыментаў, абагульняльнасць вынікаў, аналіз працэсу, развіццё тэорыі.

У працах Р.Х. Ключеве аналізуюцца магчымасці і абмежаванні вывучэння здольнасцей на аснове асобных выпадкаў. Выкарыстанне гэтага метаду вызначаецца мэтамі даследавання, напрыклад, праверкай гіпотэз аб існаванні (а не статыстычных гіпотэз). Дзейнасць кожнага паддаспытнага старанна аналізуецца і параўноўваецца з яе кампутарнай (тэарэтычнай) мадэллю, якая генеруе сінтэтычных паддаспытных. Праблемай з'яўляецца эксплікацыя метадаў аналізу дадзеных, метадаў мадэлявання, крытэрыяў параўнання рэальнай дзейнасці з мадэллю, абагульняльнасць вынікаў, выкарыстанне адных і тых жа дадзеных для пабудовы мадэлі і для яе пацверджання, што набывае асаблівую важнасць пры вырашэнні праблемы развіцця інтэлектуальнай актыўнасці на аснове метакагнітыўных працэсаў.

Метакагнітыўнае пазнанне характарызуецца шэрагам асноватворных фактараў: тым, што мы ведаем, гэта значыць, метакагнітыўнае веданне; тым, што мы ў наш час робім, гэта значыць, метакагнітыўны навык; тым, які бягучы кагнітыўны ці эмацыйны стан, гэта значыць, метакагнітыўнае адчуванне. Метакагнітыўнае мысленне з'яўляецца наўмысным, планава-ным, абумоўленым мэтай, і арыентаваным на будучыню разумовым паводзінамі, арыентаваным на выкананне пазнавальных задач.

У мадэлі метакагнітыўнага пазнання вылучаюцца тры агульныя фактары: веданне асаблівасцяў функцыянавання працэсу мыслення; веданне задачы, яе патрабаванняў і тое, як гэтыя патрабаванні могуць быць выкананы пры змяненні ўмоў; веданне стратэгіі для выканання гэтай задачы, (пазнавальныя стратэгіі, закліканыя дасягаць мэт і метапазнавальныя

стратэгіі, закліканыя кантраляваць прасоўванне (прагрэс) пазнавальных стратэгій). Метакагнітыўныя кампаненты, як правіла, актывізуюцца, калі пазнанне церпіць няўдачу. Такім чынам, метакогніцыі адказваюць за актыўны кантроль і паслядоўнае рэгуляванне пазнавальных працэсаў, што набывае асаблівую актуальнасць пры вырашэнні складаных задач, у новых семантычна багатых сітуацыях.

Фармальнае вызначэнне невыразнай кагнітыўнай карты

Невыразная кагнітыўная мадэль заснавана на фармалізацыі прычынна-выніковых сувязяў, якія маюць месца паміж зменнымі, параметрамі, якія характарызуюць доследную сістэму. Вынікам фармалізацыі з'яўляецца прадстаўленне сістэмы ў выглядзе прычынна-следчай сеткі, званай невыразнай кагнітыўнай картай і якая мае выгляд:

$$G = \langle E, W \rangle,$$

дзе $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ – мноства фактараў (таксама званых канцэптамі), W – невыразнае прычынна-следчае стаўленне на мностве E . Элементы $w_{ij} \in W (i, j = 1, \dots, n)$ характарызуюць кірунак і ступень інтэнсіўнасці (вага) уплыву паміж канцэптамі e_i і e_j :

$$w_{ij} = w(e_i, e_j),$$

дзе w - паказчык інтэнсіўнасці ўплыву (характарыстычная функцыя адносіны W), які прымае значэння на адрэзку $[-1, 1]$. Пры гэтым:

а) $w_{ij} = 0$, калі значэнне e_i не залежыць ад e_j (уплыў адсутнічае);

б) $0 < w_{ij} \leq 1$ пры станоўчым уплыве e_i на e_j (павелічэнне значэння канцэпта-прычыны e_i прыводзіць да павелічэння значэння канцэпта-следства e_j);

в) $-1 \leq w_{ij} < 0$ пры адмоўным уплыве e_i на e_j (павелічэнне значэння e_i прыводзіць да памяншэння значэння e_j).

Для выканання аналізу пабудаванай невыразнай кагнітыўнай карты, акрамя непасрэдна зададзеных прычынна-выніковых сувязяў, неабходна

ўлічыць усе наяўныя ў сістэме апасродкаваныя ўзаемаўплыву фактараў адзін на аднаго. Гэта дазваляе зрабіць аперацыя транзітыўнага замыкання, якая пераўтварае зыходную матрыцу інтэнсіўнасці ўзаемаўплываў W у транзітыўна замкнёную матрыцу Z , элементамі якой з'яўляюцца пары (i, j) , дзе характарызуе сілу дадатнага ўплыву, а $-a_{ij}$ – сілу адмоўнага ўплыву i -га канцэпта на j -й. На аснове матрыцы Z могуць быць разлічаны наступныя сістэмныя паказчыкі невыразнай кагнітыўнай карты.

Вывучэнне развіцця праблемна-арыентаваных сістэм застаецца дастаткова актуальнай задачай асабліва на этапе назірання з мэтай навуковага прадбачання развіцця такіх сістэм. Задача дапаўняецца ўзрослай патрабаваннем уліку чалавечага фактару пры распрацоўцы мадэляў для вывучэння паводзін і вызначэння абгрунтаваных кіраўніцкіх рашэнняў. Пад праблемна-арыентаванай сістэмай разумеюць комплекс розных падсістэм у іерархічным уяўленні, які аб'ядноўвае досыць вялікая колькасць узаемна звязаных і ўзаемадзеіваюць паміж сабой аб'ектаў рознай прыроды ў рамках праблемнай вобласці.

Любая праблемна-арыентаваная сістэма, у прыватнасці, сацыяльна-эканамічная сістэма (СЭС), з'яўляецца самаарганізаваным аб'ектам, якая развіваецца пад уплывам шматлікіх зменлівых фактараў, як унутраных, так і вонкавых. Па сваёй прыродзе структура такой сістэмы іерархічная, дынамічная і адлюстроўвае эвалюцыю сістэмы ў часе і прасторы. Наяўнасць прычынна-выніковых сувязей, неабходнасць уліку чалавечага фактару, іерархічнасць, абгрунтоўваюць выкарыстанне кагнітыўнага падыходу.

Метадалагічныя асновы невыразнага кагнітыўнага мадэлявання

Выразныя і невыразныя кагнітыўныя карты (мадэлі) набылі папулярнасць. Невыразныя кагнітыўныя мадэлі з'яўляюцца базай для апісання праблемна-арыентаваных сістэм дынамічнага мадэлявання ў фінансах, палітыцы і бізнэсе. Вырашаюцца такія задачы як: фінансавыя і палітычныя

аналізы і прагнозы; прыняцце стратэгічных рашэнняў на аснове кагнітыўных карт у дакладнай і невыразнай абстаноўцы; сітуацыйнае мадэляванне сусветнай палітыкі і праектаванне чалавека-машынных сістэм.

Кагнітыўнае мадэляванне дазваляе даследаваць эвалюцыю сітуацыі, якая ўключае ў сябе такія складнікі як: самаразвіццё, мадэляванне знешніх уздзеянняў, мадэляванне мэтанакіраванага развіцця сітуацыі і кіраванага развіцця ва ўмовах наяўнасці слабаструктураваных сітуацый. У аснове традыцыйнай кагнітыўнай мадэлі ляжыць паняцце кагнітыўнай карты ў выглядзе знакавага арыентаванага графа (орграф) $G = \langle V, E \rangle$, у якім: V – мноства канцэптаў (вяршыняў), $i = 1, 2, \dots, k$ з'яўляюцца элементамі якая вывучаецца сістэмы; а E – мноства дуг, дугі, $i, j = 1, 2, \dots, N$ адлюстроўваюць ўзаемасувязь паміж канцэптамі.

Такі апарат дазваляе працаваць з дадзенымі як якаснага, так і колькаснага тыпу. Ступень выкарыстання колькасных дадзеных можа павялічвацца ў залежнасці ад магчымасцяў колькаснай адзнакі якія ўзаемадзейнічаюць фактараў у ітэрацыйным цыкле мадэлявання. Мэта кагнітыўнага мадэлявання заключаецца ў генерацыі і праверцы гіпотэз аб функцыянальнай структуры сітуацыі да атрымання функцыянальнай структуры, здольнай растлумачыць паводзіны сітуацыі.

Адэкватна выбудаваная структурная схема прычынна-выніковых сувязяў дазваляе зразумець і прааналізаваць паводзіны сістэмы. Да сістэм, праблемы якіх слаба структураваны, дастасуем кагнітыўны падыход. Апісанне такой сістэмы з улікам яе нявызначанасці магчыма з дапамогай комплексу ўзгодненых паміж сабой мадэляў, якія адлюстроўваюць розныя бакі яе функцыянавання. Апішам метадалогію мадэлявання праблемна-арыентаваных сістэм, якая будзеца ў адрозненне ад вядомых, на аснове шматслойных невыразных кагнітыўных карт. Гэта дае магчымасць працаваць кіраўнічыя рашэнні для ўстойлівага і эканамічна бяспечнага развіцця сістэмы.

Аналіз аб'екта кіравання ўключае раздзелы, звязаныя з аналізам прадметнай вобласці, у выніку якога павінны быць выдзелены падсістэмы, унутраныя, знешнія і сувязі супадпарадкавання. Таксама выяўляюцца праблемы кіравання ў сістэме і ў яе падсістэмах. Ажыццяўляецца стра- тыфікаванае апісанне структуры сістэмы. Ажыццяўляецца ўяўленне ўзроўняў кіравання сістэмы мадэллю ў выглядзе піраміды, вылучэнне сег- ментаў піраміды; вызначэнне кіраўнікоў эшалонаў, страт і пластоў сегмен- та. Робіцца тэарэтыка-множны паказ выдзеленых пластоў. Вызначэнне ўваходных, выходных і кіруючых інфармацыйных патокаў. Рэалізуецца пабудова сітуацыйнай мадэлі кіравання сістэмай. Прагназаванне пераходаў сістэмы з бягучага стану ў жаданае. Мадэляванне невыразнага кіраўніка ўздзеяння. Рэалізуецца працэс мадэлявання падсістэм сістэмы з дапамогай шматслойных невыразных кагнітыўных карт.

Мадэль выбудоўваецца ў выглядзе шматслаёвай невыразнай ка- гнітыўнай карты па кожнай з падсістэм. Праводзіцца аналіз яе структур- ных і дынамічных уласцівасцей. Ажыццяўляецца выпрацоўка альтэрна- тыўных кіраўнікоў рашэнняў ва ўмовах нявызначанасці па кожнай з праб- лем. Рэалізуецца пераход да выразных кагнітыўных карт асобных элементаў падсістэм. Далей праводзіцца эксперыменту з мадэляваннем падсістэм сістэмы выразнымі кагнітыўнымі картамі. Ён мяркуе тры дзеян- ні. Пабудова мадэлі падсістэм сістэмы ў выглядзе выразнай кагнітыўнай карты. Аналіз структурных і дынамічных уласцівасцей сістэмы на даклад- най кагнітыўнай карце. Распрацоўку стратэгіі і мадэляванне адпаведных ім сцэнарыяў развіцця сістэмы.

Далей праводзіцца верыфікацыя і распрацоўка рэкамендацый па пры- няцці абгрунтаваных кіраўнічых рашэнняў. У выніку выканання ўсіх эта- паў асоба, якая прымае рашэнне, атрымае набор стратэгіі устойлівага развіцця сістэмы.

Практычна на кожным з этапаў, даследчык сутыкаецца з праблемай прыняцця рознага роду рашэнняў. Прапануецца логіка-матэматычны падыход з выкарыстаннем элементаў штучнага інтэлекту да задачы прыняцця рашэння. Цэнтральным звяном схемы з'яўляецца сукупнасць такіх блокаў як "генерацыя альтэрнатыв", "заданне пераваг" і "логіка-матэматычныя мадэлі". Распрацоўка абапіраецца на тэарэтыка-множны падыход сумесна з дынамічнай мадэллю. Выкарыстоўваецца комплекс мадэляў для напаўнення блока "логіка-матэматычныя мадэлі", які базуецца на кагнітыўным падыходзе, тэорыі іерархічных структур, графавых мадэлях і невыразных мноствах. Для прадстаўлення простых падсістэм мадэлі на адным узроўні іерархіі выкарыстоўваецца дакладная кагнітыўная карта на аснове матэматычнага апарата арыентаваных графаў.

Шматслойныя кагнітыўныя карты будуецца па прынцыпе іерархічных структур з выкарыстаннем эшалонаў і стратыфікаванае апісанне. Невыразныя іерархічныя кагнітыўныя карты апісваюцца апаратам невыразных орграфаў. Статыстычныя трэндавыя мадэлі неабходныя для супастаўлення са сцэнарамі, выяўленымі падчас імпульснага мадэлявання. Шматмерныя метады статыстыкі, такія як фактарны аналіз, выяўляюць ступень значнасці паміж фактарамі.

Атрыманыя каэфіцыенты карэляцыі выкарыстоўваюцца для прызначэння вагаў над дугамі ў невыразным графе. Кластарны аналіз можа быць дастасавальны для выяўлення пластоў іерархічнай структуры. Імпульснае мадэляванне на графавай мадэлі выкарыстоўваецца з мэтай выяўлення перспектыўных напрамкаў укладання інвестыцый у канкрэтнай галіне гаспадарання. Такі комплекс мадэляў будуецца з улікам законаў паводзінаў складаных іерархічных структур. Ён наглядны, просты для разумення, адпавядае патрабаванням паўнаты сістэмы і магчымасці маштабавання. Гэта адлюстроўвае этап фармалізацыі выпрацоўкі і ацэньванні рашэння, якое прымаецца.

Ужыванне тэхналогіі невыразнага кагнітыўнага мадэлявання ў адрозненне дазваляе дзейнічаць на апырэджанне і не даводзіць патэнцыйна небяспечныя сітуацыі да пагрозлівых і канфліктных. Будаваць мадэлі ў інтарэсах аналізу і прагназавання развіцця тэхнічных, сацыяльна-эканамічных і палітычных сістэм. Прапанаваная метадалогія невыразнага кагнітыўнага мадэлявання іерархічных праблемна-арыентаваных сістэм абапіраецца на прынцып спалучэння фармалізаваных метадаў мадэлявання і экспертных працэдур з мэтай павышэння ўзроўню абгрунтаванасці і калягіяльнасці прымаемых кіраўніцкіх рашэнняў па прычыне прынцыповай немагчымасці поўнай фармалізацыі працэдур прыняцця рашэнняў.

Разумныя матэрыялы

На працягу працяглага гістарычнага перыяду матэрыялы чалавекам хутчэй выкарыстоўваліся, чым ствараліся. Інструменты вырабляліся, а сховішчы будаваліся з даступных матэрыялаў. Пры гэтым фундаментальная прырода матэрыялаў не мянялася. Па меры развіцця цывілізацыі ўзнікла патрэбнасць, а затым і здольнасць ствараць матэрыялы, якія б задавальнялі пэўным патрабаванням. Так з'явіліся бронза, сталь, афарбаваная тканіна і кераміка. Для кожнага з гэтых матэрыялаў зыходная сыравіна кампанавалася і апрацоўвалася такім чынам, каб атрымаўся новы матэрыял з адмысловым наборам неабходных уласцівасцяў.

Развіццё фізічных навук у дваццатым стагоддзі дало шырокую тэарэтычную базу для тлумачэння ўласцівасцей існуючых прыродных і стварэння новых штучных матэрыялаў. Стварэнне магутных кампутараў дазволіла пераўтварыць гэтую базу ў розныя метадалогіі практычнага канструявання і вытворчасці новых матэрыялаў. Адметнай рысай чалавецтва было яго імкненне кіраваць умовамі навакольнага асяроддзя для таго, каб зрабіць жыццё больш камфортным. На працягу амаль усёй гісторыі ключавым элементам гэтага ўпраўлення было само чалавецтва.

Па меры таго як ствараліся ўсё больш і больш складаныя механізмы і канструкцыі, стала відавочнай запатрабаванне ў кіраванні небіялагічнымі механізмамі ў залежнасці ад стану навакольнага асяроддзя ў аўтаматычным рэжыме. Адным з прыкладаў ранняй сістэмы такога кіравання, які падладжваецца пад патрабаванні навакольнага асяроддзя, быў марскі якар, які выкарыстоўваўся для ўтрымання ветразных суднаў у адной кропцы на хвалях пры спушчаных ветразях у штармавое надвор'е.

Аж да дзевятнацатага стагоддзя машыны асноўнага карыстання і сістэмы кіравання, злучаныя з імі, мелі абмежаваную складанасць. Калі падчас прамысловай рэвалюцыі адбылося імклівае развіццё вялікіх і магутных машын, адначасова пачалі стварацца механічныя адаптыўныя элементы кіравання. Простым прыкладам такога кіравання з'яўляецца выпускны клапан для засцярогі паравых рухавікоў ад дасягнення гранічных параметраў ціску і выбуху. Вобласць адаптыўнай кіравання пашырылася за рахунак вынаходства кампутара. Складаныя мадэлі механічных сістэм зараз могуць выкарыстоўвацца для вызначэння і рэалізацыі законаў кіравання. Прыкладам стала механіка суцэльных асяроддзяў, сфакусаваная на smart-матэрыялах і канструкцыях.

У другой палове XX стагоддзя навукоўцы пачалі шукаць шляхі стварэння электронных прыбораў, якія маглі б рашаць задачы спосабамі, падобнымі тым, што выкарыстоўвае чалавек. Здавалася, што такія прыборы павінны мець штучны інтэлект. Лічбавы кампутар, вынайдзены ў той час, першапачаткова быў дрэнна прыстасаваны для падобнага тыпу даследаванняў. Алгарытмы першых кампутараў адлюстроўвалі іх унутраныя фіксаваныя архітэктурныя і выкарыстоўвалі лінейную паслядоўную апрацоўку дадзеных. Алгарытмы праграмаваліся з дапамогай асноўных працоўных інструкцый кампутара на машынай мове. Яны былі накіраваны на апрацоўку вялікіх масіваў лікавых дадзеных.

З мэтай выкарыстання кампутара як інструмента для рэалізацыі штучнага інтэлекту былі распрацаваны знакавыя мовы высокага ўзроўню і створаны новыя архітэктуры паралельных, якія валодаюць нейралагічнымі магчымасцямі кампутараў і алгарытмаў. Следствам сталі сістэмы, заснаваныя на кампутарах, якія выкарыстоўвалі рэкурсіўныя нелінейныя метадыкі для адаптацыі і пераканфігураванні саміх сябе ў залежнасці ад зменены.

Асноўная ідэя тэхналагічнай эвалюцыі, якая вядзе да ўзнікнення разумных канструкцый злучана з канцэпцыяй адаптацыі. Адною з галоўных характарыстык такіх канструкцый з'яўляецца тое, што яны адаптуюцца да зменлівых умоў. Адаптыўныя матэрыялы, адаптыўныя вылічэнні і адаптыўныя сістэмы кіравання прадстаўляюць паўнапраўныя вобласці ў рамках даследаванняў smart-канструкцый. Smart-канструкцыі павінны ўключаць элементы, вырабленыя з вызначаных матэрыялаў, якія забяспечваюць здольнасці змяняць уласцівасці ўсёй канструкцыі пад дзеяннем вонкавых палёў рознай фізічнай прыроды (электрычных, магнітных і тэмпературных); ацэньваць даныя аб стане аб'екта і прымаць рашэнне аб дзеянні з дапамогай вылічальных метадаў, распрацаваных у рамках даследаванняў такіх канструкцый; - вызначаць і выконваць правільнае дзеянне на аснове ведаў ці адпаведных законаў кіравання.

Здольнасць да адаптацыі ўнікае не толькі на самым высокім узроўні арганізацыі канструкцыі, яна можа таксама прысутнічаць на ўзроўнях асноўнага матэрыялу, з якога выраблены элементы канструкцыі. Даследаванні smart-матэрыялаў і канструкцый уключаюць так шмат тэхнічна розных абласцей, што для адной вобласці стала амаль тыповым поўнае неразуменне тэрміналогіі і бягучага стану спраў у іншых сферах. Зафіксаваны розныя тэрміны: інтэлектуальныя, разумныя, адаптыўныя, актыўныя, адчувальныя, метаморфныя канструкцыі матэрыялы і сістэмы. Калі строга прытрымлівацца слоўнікавых азначэнняў, то інтэлектуальныя, разумныя і адаптыўныя з'яўляюцца рознымі па сэнсе прыметнікамі.

Інтэлектуальнасць мае на ўвазе здольнасць думаць абстрактна і прымяняць вопыт да новых сітуацый. Разумнасць азначае здольнасць збіраць веды і выкарыстоўваць іх правільнай выявай. Адчувальнасць азначае здольнасць збіраць інфармацыю і быць дасведчаным аб тым, што яна збіраецца. Але гэта не мяркуе здольнасці вучыцца на аснове гэтай інфармацыі і прымаць рашэнні. Інтэлектуальнасць і разумнасць апісваюць разумовую дзейнасць; а адаптыўны, актыўны і метаморфны адказваюць за фізічную актыўнасць. Адрозненне паміж гэтымі тэрмінамі заключаецца ў тыпе дзейнасці.

Актыўнасць азначае, што адбываецца фізічная актыўнасць. Адаптыўнасць мае на ўвазе, што вынікамі дзейнасці з'яўляюцца толькі змены існай канфігурацыі. Метаморфны азначае сур'ёзныя пераўтварэнні. Што да тэрмінаў матэрыял і структура, то яны адрозніваюцца толькі маштабам. Сістэма падкрэслівае калектыўнасць кампанентаў, якія працуюць разам для дасягнення агульнай мэты. Яе кампаненты па асобнасці могуць мець мэты, адрозныя ад калектыўнай мэты.

Тэрміны разумны, інтэлектуальны і адаптыўны выкарыстоўваюцца для апісання аднаго і таго ж узроўня функцыянальнасці. І ні ў адным з іх не гаворыцца, як тэрмін рэалізаваны ў дэталях. Напрыклад, адчувальнасць проста азначае дасведчанасць, але не дасведчанасць праз сістэмы зроку, тактыльныя датчыкі і іншую тэхналогію датчыкаў.

Прынята лічыць, што інтэлектуальныя, разумныя, адаптыўныя, актыўныя адчувальныя і метаморфныя матэрыялы і канструкцыі ўяўляюць зусім розныя сістэмы і маюць адрозныя атрыбуты. Разумовыя матэрыялы і разумовыя канструкцыі можна ахарактарызаваць як сістэмы, якія змяняюць свае ўласцівасці ў залежнасці ад змен навакольнага асяроддзя, якія яны фіксуюць. Прырода з'яўляецца галоўнай крыніцай натхнення інжынераў, што мае на ўвазе падыход да стварэння тэхналагічных прылад, пры якім ідэя і асноўныя элементы прылады запазычаюцца з жывой прыроды.

Па аналогіі з біялагічнымі аб'ектамі smart-сістэмы ўтрымоўваюць адчувальныя элементы, якія дзейнічаюць як нервовая сістэма; выканаўчыя механізмы, падобныя мускулатуры; прылады апрацоўкі дадзеных у рэжыме рэальнага часу, якія дзейнічаюць як цэнтры па кантролі за сістэмай. Цікавасць уяўляюць адчувальныя (пасіўныя) канструкцыі, якія валодаюць структурна-інтэграванай сістэмай мікра адчувальных элементаў для вызначэння стану аб'екта і навакольнага асяроддзя, у якой ён функцыянуе.

А таксама якія рэагуюць smart-канструкцыі, якія маюць нервовую сістэму і замкнёную сілавую сістэму аўтаматычнага рэгулявання для змены ўласцівасцяў канструкцыі яе калянасці, формы, становішчы, арыентацыі і хуткасці. Інтэлектуальныя сістэмы здольныя да саманавучання пры адаптаванні.

Разумовыя матэрыялы прадстаўляюць новую філасофію праектавання. Яна аб'ядноўвае дзеянні датчыкаў, выканаўчых механізмаў і схемы элементаў кіравання ў адной сістэме, здольнай змяняць сваю рэакцыю ў зручнай форме ў залежнасці ад змен навакольнага асяроддзя.

Такія інтэлектуальныя канструкцыі маюць перад традыцыйнымі канструкцыямі шэраг істотных пераваг. Пры праектаванні вопытны канструктар разглядае найгоршы выпадак. Як вынік, праект мае вялікі запас трываласці дзякуючы шматлікім узмацненням, падсістэм залішняга дублявання элементаў і павялічанай масе. Такі падыход патрабуе больш натуральных рэсурсаў, чым трэба. Ён расходuje больш энергіі для падтрымання працаздольнасці канструкцыі. Затрачваецца больш намаганняў на прадказанне абставін, пры якіх правільна ці няправільна будзе эксплуатавацца канструяваны аб'ект.

Спробы прадугледзець найгоршы выпадак натыкаюцца на немагчымасць прадбачыць усе магчымыя акалічнасці. Інжынеры-праекціроўшчыкі імкнуцца выкарыстоўваць новыя канцэпцыі, каб паменшыць вагу і кошт канструкцыі, рабіць больш з меншымі выдаткамі.

У выніку канструкцыя прадстаўляе ўзор эфектыўнага выкарыстання матэрыялаў. Інжынер заўсёды верыць, што ён робіць нешта без памылак. Але ісціна складаецца ў тым, што кожная новая канструкцыя можа прывесці да новага судовага разбору. Растлумачыць, што пайшло не так, і ўказаць на змены, якія спрацавалі, нашмат лягчэй, чым шукаць памылкі ў праекце, які яшчэ трэба рэалізаваць. Трэба не толькі вызначыць загадкі праекту, але і пратэставаць сваё рашэнне, правяраючы ўсе магчымыя спосабы, у якіх магчыма разбурэнне канструкцыі.

Інжынер мае канчатковую колькасць часу і рэсурсаў для завяршэння праекта. Таму важна, каб ён разумеў і пратэставаў усе магчымыя гіпотэзы аб тым, якія тыпы нагрузкі, высілкаў і тэмпературы будуць сустракацца ў эксплуатацыйным рэжыме. Сістэмы інтэлектуальных матэрыялаў могуць пазбягаць шматлікіх з гэтых праблем. Створаныя для вызначанай мэты, яны змяняюць свае паводзіны пры адмысловых абставінах. Перагружаныя ўсходы, выкарыстоўваючы электрычную энергію, змагла б папярэдзіць чалавека і павялічыць сваю калянасць. Рэакцыя ўсходаў можа быць заснаваная на фактычным досведзе яе эксплуатацыі з улікам разбурэння і старэнні. Вызначыўшы свой бягучы стан усходы, нават пры мінімальнай нагрузцы, сігналізавала бы аб рысках.

Можна пакрываць масты разумнымі фарбамі, якія паведамяць аб ветравой нагрузцы ці загрузанасці, ці будынку, што дазволіць назіраць за цэласнасцю будынка, схільнага нагрузкам, ці нават ухіляць невялікія расколіны зрухам навакольнага матэрыялу. Магчыма выраб спецыяльных чыстых пакояў з актыўным пакрыццём, якое зможа збіраць пыл і бруд у вызначаных для гэтага месцах. Можна ўзводзіць сцены, якія адчуваюць вібрацыі і актыўна паглынаюць шум.

Канструктыўна smart-сістэмы матэрыялы і канструкцыі ўключаюць убудаваныя ці замацаваныя на паверхні датчыкі; убудаваныя або ўсталяваныя на паверхні выканаўчыя механізмы (актуатары); схемы элементаў

кіравання для рэалізацыі сістэмы кантролю, якія дазваляюць апрацоўваць дадзеныя ад датчыкаў для прыняцця адпаведнага рашэння. Датчыкі і актуатары ў канструкцыях капіююць прыроду.

Па пяці пачуццям (зрок, слых, нюх, густ і дотык) распрацаваны візуальныя аптычныя, акустычныя ультрагукавыя, электрычныя, хімічныя і цеплавыя магнітныя датчыкі. Водгукі ад першасных датчыкаў пераўтворацца ў сігналы, якія перадаюцца ў цэнтр апрацоўкі інфармацыі і блок кіравання для далейшай апрацоўкі. У дадатак да апрацоўкі інфармацыі цэнтр вялікая роля працэсара, каб прыняць рашэнне, заснаванае на ўваходных дадзеных. Для рэалізацыі канцэпцыі smart-структур у самай простае форме падыходзяць матэрыялы кампазітаў. У іх пры іх вырабе могуць быць укаранены датчыкі ці актуатары.

Датчыкі ці сэнсары smart-структуры, якія маюць у сваім складзе толькі датчыкі, называюцца пасіўнымі. Убудаванне датчыкаў унутр пры вырабе кампазітнага матэрыялу робіць магчымым назіранне за ўнутраным станам матэрыялу. Паспяховае развіццё пасіўных smart-структур залежыць ад распрацоўкі і налады прыдатных датчыкаў; прынцыпаў працы датчыкаў і метадаў апрацоўкі сігналаў; выбару прыдатнай схемы вытворчасці, якая дазваляе без вялікіх цяжкасцяў убудоваць датчыкі.

Увага даследнікаў сканцэнтравана на двух тыпах матэрыялаў, якія зручныя для ўбудавання ў інтэлектуальныя сістэмы ў якасці датчыкаў ці сэнсараў, гэта аптычныя валокны і п'езаэлектрычныя матэрыялы. Датчыкі, заснаваныя на валаконнай аптыцы, могуць вымяраць магнітныя палі, дэфармацыі, вібрацыі і паскарэнне. Яны добра ўпісваюцца ў працэс выраба кампазітнага матэрыялу; здольныя вытрымліваць дэфармацыі, параўнальныя з памерам самога кампазіта; валодаюць малымі памерамі, лёгкай вагай і простыя ў вырабе; неўспрымальныя да электрамагнітнай інтэрферэнцыі і ў цвёрдых умовах пераўзыходзяць па адчувальнасці іншыя датчыкі.

Опталакновыя датчыкі таксама могуць быць лёгка інтэграваныя з іншым абсталяваннем для выдаленага кантролю і дазваляюць праводзіць назіранні за структурай кампазіта на працягу ўсіх стадый яго існавання: вырабы, тэставанні і эксплуатацыі; стойкі да агрэсіўнага навакольнага асяроддзя і неадчувальныя да электрычнага і магнітнага шуму; маюць шырокую паласу частот водгуку. Опталакновыя датчыкі добра сябе зарэкамендавалі як пры поўным убудаванні ў матэрыял, так і пры вонкавым замацаванні. Убудаванне аптычнага валакна цягне неабходнасць унясення змен у тэхналогіі.

Для таго каб быць прыдатным да выкарыстання, валаконны датчык павінен выклікаць мінімальныя адхіленні ад зададзенага размеркавання якія ўмацоўваюць валокнаў у кампазітным матэрыяле; па магчымасці не змяншаць механічныя ўласцівасці кампазіта; не дапушчаць празмернага паслаблення сігнала і не руйнавацца падчас убудаванняў. Інакш будзе немагчыма правесці неабходныя вымярэнні. Мець прыдатныя сродкі для ўводу і вываду лазернага святла ў сістэму праз правадыры. Шырокае ўжыванне п'езаэлектрыкаў у якасці датчыкаў забяспечылі іх добрыя якасці. Гэта шырокая паласа частот; - магчымасць выкарыстання вельмі тонкіх пластоў п'езаэлектрыка пры замацаванні іх на паверхні або пры ўбудаванні ўнутр кампазіта; адсутнасць запазнення рэгулюючага ўздзеяння; механічная прастата.

У якасці датчыкаў замест п'езакерамікі прымяняюцца п'езаэлектрычныя палімеры, такія як флуарыд вінілідэна, якія могуць быць замацаваны на паверхнях любых тыпаў і любой, нават моцна скрыўленай, геаметрыі. Такія датчыкі здольныя паўтараць магчымасці чалавечай скуры, вызначаючы геаметрычныя характарыстыкі, такія як краі і куты, тэмпературу ці адрозніваючы розныя матэрыялы. Так, адчувальнасць палосак з'яўляецца дастаткова высокай для таго, каб адрозніваць шрыфт у кнігах для сляпых і гатункі наждачнай паперы.

Для выраба якія рэагуюць разумовыя структур неабходны актуатары. Гэта выканаўчыя механізмы, якія здольныя выклікаць дэфармацыю канструкцыі, абпіраючыся на атрыманую ад датчыкаў інфармацыю, якая апісвае фізічны стан сістэмы. У якасці актуатараў ужываюць сплавы з памяццю формы; п'езаэлектрычныя матэрыялы; электрастрыкцыйныя матэрыялы; магнітастрыкцыйныя матэрыялы; электрарэалагічныя вадкасці. Разумовыя сістэмы (матэрыялы або канструкцыі) – гэта простыя п'езаэлектрычныя гучнагаварышчелі, механізмы вымання карт для пераносных кампутараў, механізмы пазіцыянавання акуляра на сканіруючых мікраскопах, самозатемняючыя аўтамабільныя шкла, аўтафакусавальныя матары для камер, хатні спартовы інвентар з электрарэгулюемым супрацівам. у адкрытым стане пасля ангіяпластыкі і медыцынскай апаратура фарміравання малюнка.

Канструкцыі, заснаваныя на ўжыванні разумовых тэхналогій, ужываюцца ў якасці сродкаў памяншэння шуму ў кабінах верталётаў і самалётаў, у прамысловых нагнетателях паветра, халадзільніках і вентылятарах, для гукапаглынання пры выхлапах у дызельных рухавіках і ў кабінах грузавікоў; для дэмпфавання вібрацый рухавікоў, у паўаўтаматычных аўтамабільных падвесках, радарных сістэмах пазбягання сутыкненняў і ў сістэмах бяспекі, на адказных вытворчасцях або платформах з тэлекамерамі, для падаўлення вібрацыі дыскаводаў у кампутарах, лапатак турбамашын і рэха ад падводнай лодкі, для кантролю формы і дэмпфавання, тэлескопаў.

Раннія распрацоўкі засноўваліся на упадабленні вонкавым асаблівасцям. Напрыклад, гладкі корпус карабля як у рыбы, кіраванне стабілізатарамі самалётаў як у грыфаў. Развіццё навукі і тэхнічнага забеспячэння даследаванняў выклікала цікавасць і мноства новых ідэй, з дапамогай якіх даследнікі спрабуюць стварыць канструкцыі, якія пераймаюць асаблівасцям чалавека. Для эфектыўнай барацьбы з шумами ў аўтамабілі smart-элемент улоўлівае вібрацыю кузава, аналізуе яе і прыводзіць у дзе-

яне механізм яе кампенсацыі. На п'езакерамічныя пласціны падаецца сігнал, які выклікае штучныя ваганні кузава ў супрацьфазе да той вібрацыі, якая падлягае ўхіленню. У выніку накладанні двух вібрацый шум гасіцца.

Убудаваная ў кузаў аўтамабіля пласціна з разумнага матэрыялу, калі падвесці да яе электрычную напругу, здольная практычна цалкам паглынаць гукі і тым самым гуляць ролю шчыта, надзейна ізалявальнага салон ад вонкавага шуму. Інтэграваныя ў пласціну элементы з п'езакерамікі гасяць гукавыя ваганні, калі электрычная напруга падабрана якая адпавядае выявай. П'езакерамічныя элементы могуць быць уманціраваны ў кампазіцыйны шматслойны матэрыял з вугляродных валокнаў у працэсе яго стварэння. Самай значнай крыніцай шуму ў салоне з'яўляюцца не гукі, якія пранікаюць звонку, і не гудзенне рухавіка, а вібрацыя элементаў кузава. Калі традыцыйныя метады гукаізаляцыі яшчэ здольныя так-сяк зладзіцца з вонкавым шумам, то супраць шуму, выкліканага ўласна вібрацыяй кузава, яны нямоглыя. П'езакерамічныя элементы кузава могуць не толькі з высокай дакладнасцю выявіць крыніцу вібрацыі і вызначыць яе параметры, але і эфектыўна яе пагасіць.

Распрацаваны амартызатар арыгінальнай канструкцыі на аснове электрарэалагічнай вадкасці. У яго аснове субстанцыя, якая валодае здольнасцю змяняць сваю глейкасць у залежнасці ад напружанасці вонкавага электрычнага поля, прычым дыяпазон гэтай змены вельмі шырокі: ад цяжучай вадкасці (у адсутнасць вонкавага электрычнага поля) да жэлепадобнай, амаль цвёрдай кансістэнцыі (пры адпаведнай яго напружанасці). Пры гэтым працэс змены глейкасці працякае строга сінхронна са зменай напружанасці электрычнага поля. Такая здольнасць адэкватна і хутка, без запазнення, рэагаваць на вонкавыя ўмовы дазваляе выкарыстоўваць электрореологические вадкасці для высокаэфектыўнай амартызацыі непажаданых вібрацый. Разумная п'езакераміка знаходзіць ужыванне не толькі ў аўтамабілебудаванні, але і ў авіяцыйнай прамысловасці.

Самалетабудуўнікі выкарыстоўваюць яе для стварэння крыла з зменлівым профілем. Такое крыло набывае здольнасць аптымальна прыстасоўвацца да аэрадынамічных параметраў паветранага струменя і тым самым забяспечваць больш эфектыўнае выкананне задач, стаялых перад самалётам на розных стадыях палёту.

У аэракасічных прыкладаннях дэмпфаванне ваганняў з'яўляецца складанай задачай, бо вага дэмпфуючых прылад павінен быць як мага менш. Стала практыкай ужыванне smart-падыходаў да дэмпфавання ваганняў лопасцяў верталёта, прыгнечанні нелінейнага ўльтрагукавога панэльнага флаттэра. Выкарыстанне кампазітных матэрыялаў у складаных канструкцыях, такіх як высакахуткасныя грамадзянскія транспартныя самалёты, сродкі вывядзення спадарожнікаў на арбіту шматразовага выкарыстання, касмічныя караблі, касмічныя канструкцыі, браняваныя машыны, судны, верталёты, ветравыя турбіны і іншыя, усё больш узрастае.

Адным з фактараў, якія абмяжоўваюць далейшае ўжыванне кампазітных матэрыялаў, з'яўляецца іх адносна высокая ўспрымальнасць да пашкоджання і, такім чынам, праблемы бяспекі і абслугоўвання. Розныя тыпы пашкоджанняў матэрыялаў, да якіх схільныя кампазіты, уключаюць у сябе распластоўванне, парыў валакна, паглыннанне вадкасці, ударныя пашкоджанні, разбурэнне матрыцы, зніжэнне трываласці і калянасці пры падвышаных тэмпературах, канцэнтрацыю высілкаў.

Кампазітныя матэрыялы павінны аглядацца ці правярацца для выяўлення малых пашкоджанняў перш, чым яны стануць катастрафічнымі для канструкцыі з-за ўзрастанні іх колькасці і, у выніку, злучэнні з іншымі пашкоджанымі ўчасткамі.

Пашкоджанні ў касмічных, аэранавігацыйных, механічных, інжынерных і марскіх канструкцыях часта ўзнікаюць ад дзеяння такіх фактараў, як стомленасць. Гэтыя пашкоджанні, калі не прыняць своєчасовыя меры, могуць узрастаць з вялікай хуткасцю з-за канцэнтрацыі высілкаў і дэфарма-

цый у наваколлі пашкоджанні, што прыводзіць да павелічэння ўзроўня вібрацый, паніжэнню велічыні дапушчальнай нагрузкі, пагаршэнню звычайнай працы элемента канструкцыі і нават да катастрафічнай адмовы. У большасці сітуацый тэрмін службы пашкоджаных кампанентаў можа быць павялічаны за рахунак рамонту замест непасрэднай замены.

Эфектыўны рамонт пашкоджанага элемента канструкцыі важная і актуальная праблема. Гэтыя праблемы можна вырашыць шляхам ужывання smart-матэрыялаў для маніторынгу канструкцый падчас іх эксплуатацыі, бо яны могуць падаць інфармацыю, якая паступае ад сістэмы датчыкаў, размешчаных па месцы вымярэння, у рэжыме рэальнага часу, утвараючы пяць узроўняў дыягназу. Гэта 1) выяўленне існавання пашкоджанні; 2) вызначэнне месцазнаходжання пашкоджання; 3) ацэнка велічыні пашкоджання; 4) забеспячэнне частковага самарамонту пашкоджання і 5) вызначэнне эксплуатацыйнага рэсурсу канструкцыі.

У методыках неразбуральных адзнак наяўнасці пашкоджанняў канструкцыі ў якасці актуатараў і сэнсараў эфектыўна ўжываецца п'езакераміка. Па гэтай методыцы латка, якая выконвае роля актуатара-сэнсара, далучаецца да канструкцыі. Вымярэннем электрычнага супраціву, злучанага з механічным станам разглядаанай канструкцыі, можа быць выяўлена змена ва ўласцівасцях аб'екта, выкліканая пашкоджаннем. Перавага гэтай тэхнікі ў тым, што яна можа ажыццяўляць бесперапынны кантроль. Латка з'яўляецца вельмі лёгкай і дастаткова малой, каб ажыццяўляць кантроль у недаступных месцах. Гэта методыка правяраецца на такіх канструкцыях, як фермы, складаныя ўмацаванні сцен, жалезабетонныя масты, трубаправоды і балтавыя злучэнні ў канструкцыях.

П'езаэлектрыкі выкарыстоўваюцца для атрымання ўваходнага сігнала вейвлет-формай і вымярэння зваротнага сігнала. Зваротны сігнал праходзіць праз вейвлет-пераўтварэнне, і здабываецца адчувальная да пашкоджанняў складнік ад арыгінальнага сігнала. Магчымасці метаду апраба-

ваны на прыкладах расслаення пры розных тэмпературах і межавых умовах. Дадзеныя методыкі шырока прымяняюцца для маніторынгу стану мастоў, інжынерных збудаванняў, прамысловых, гістарычных і вышынных будынкаў і канструкцый, якія знаходзяцца ў сейсманебяспечных рэгіёнах, а таксама і для дэфектаскапіі асобных аб'ектаў, напрыклад, для выяўлення зносу вагонных колаў. Прывабнай выглядае ідэя часткова вылечвае сябе канструкцыі пры малых пашкоджаннях актывацыяй расцягваецца арматуры (праводкамі), выпускам клею або іншымі шляхамі рэалізаваная ў лабараторных умовах.

Самааднаўляльныя канструкцыі валодаюць лепшымі эксплуатацыйнымі ўласцівасцямі і больш працяглай працаздольнасцю ў параўнанні са звычайнымі сістэмамі. Вялікая частка гэтых сістэм пры з'яўленні пашкоджанняў і адказ адразу ж прыступаюць да рамонту без знешняй каардынацыі дадзенага працэсу. Гістарычна склалася так, што са з'яўленнем гум і растваральнікаў пачалі з'яўляцца самаўшчыльняльныя матэрыялы. Адзін з найбольш ранніх патэнтаў (1896 г.) прыналежыць Мерціеру, які распрацаваў матэрыял, які загойвае самастойна пракол сценкі.

Тэхналогіі самшчыльных пасудзін з вадкасцю знайшлі развіццё са з'яўленнем сучасных сістэм, у якіх некантралюемая ўцечка вадкасці можа быць надзвычай небяспечнай і прывесці да немагчымасці эксплуатацыі ці знішчэнню самой сістэмы. Гэта скафандры, аўтамабілі і самалёты. Добра спраектаваная сістэма можа апрацоўваць шырокі дыяпазон працоўных умоў, тыповых пашкоджанняў і валодае здольнасцю загадзя апавяшчэння аб крытычных пашкоджаннях або пры пагрозе разбурэння. Аднак такога кшталту падыход мае цэлы шэраг недахопаў. Якая ўжываецца сэнсарная сістэма абавязана на прадказальнасць вынікаў, што з'яўляецца само па сабе абмяжоўвальным фактарам ва ўсім, акрамя касмічнай тэхнікі.

Рэалізаваны падыход самааднаўлення з дапамогай тэрмапластычных матэрыялаў абмежаваны ў практычным ужыванні, бо пры працы па

аднаўленні цэласнасці матэрыялу часова саслабляецца канструкцыя. Да таго ж патрабуецца такая геаметрыя элементаў канструкцый, каб матэрыял мог лёгка паступіць у пашкоджаныя ўчасткі. Мае месца недастатковае развіццё алгарытмаў выяўлення пашкоджанасці. Раней якое існавала пашкоджанне можа паставіць пад пагрозу базавыя значэнні для сістэмы маніторынгу, зніжае эфектыўнасць працы алгарытмаў выяўлення пашкоджанняў. Залежнасць ад часу алгарытмаў выяўлення пашкоджанасці; павольна якія растуць пашкоджанні, такія як стомленасць, пакуль застаюцца незаўважанымі, бо прымяняюцца метады грунтуюцца на даволі хуткім адхіленні адсочванай крывой стану канструкцыі з-за пашкоджанні. Гэта аналагічна адрозненні паміж вострымі і хранічнымі захворваннямі ці болям у біялагічных сістэмах.

Яшчэ адным нявырашаным пытаннем з'яўляецца маштабаванасць. У вялікіх маштабах колькасць інфармацыі, якая паступае ад сеткі сэнсараў, можа стаць настолькі груквасткім, што запатрабуецца спецыяльнае кіраванне самааднаўленнем канструкцыі. Біялагічным сістэмам атрымалася зладзіцца з гэтай праблемай шляхам дадання ўзроўняў іерархіі сістэмы праз прамежкавыя вузлы фільтравання і дэлегаваннем розных функцый, кожная з якіх можа быць ужытая да інжынерных сістэм.

Ужыванне разумовых матэрыялаў пашыраецца. Іх можна сустрэць нават у бытавых дадатках. Для новага пакалення лыжных трамплінаў, тэнісных ракетак, сноўбордаў, клюшак для гольфа і бейсбольных біт становіцца важным дэмпфаванне ўзнікаючых ваганняў, бо гэта не толькі павялічвае камфорт пры іх выкарыстанні, дазваляе дасягаць лепшых вынікаў, але і прадухіляе ад паломак. Фірма "Head Intelligence" першай у свеце выпусціла тэнісныя ракеткі з пьезовалакон. Сакрэт такіх ракетак заключаны ў п'езаэлектрычных валокнах, здольных пераўтвараць механічную энергію мяча ў электрычны імпульс.

Валокны выпрацоўваюць электрычнасць пры любым іх найменшым выгіне ці дэфармацыі. За кошт іскры, якая праскоквае па абады за менш за тысячную дзель секунды, ракетка ў момант удару набывае дадатковую калянасць. Адгэтуль новы рэзерв яе магутнасці і поўная адсутнасць вібрацыі. Гэтыя тэхналогіі апрабаваны ў горных лыжах і сноўбордах.

Праводзяцца даследаванні, прысвечаныя аптымізацыі дынамічных паводзін разумовых канструкцый і іх дысіпатыўных уласцівасцяў. У якасці аб'ектаў даследаванняў прыняты канструкцыі, у склад якіх уваходзяць элементы, выкананыя з п'езаматэрыялаў, злучаныя з вонкавымі электрычнымі ланцугамі. Мэтай прац з'яўляецца стварэнне эфектыўных метадаў матэматычнага мадэлявання, якія дазваляюць знаходзіць найлепшае размяшчэнне п'езаэлемента на канструкцыі, якое забяспечвае пры ім дэфармаванні генерацыю найвялікага па велічыні сігнала. Вывучаюцца параметры элементаў і тып знешняга электрычнага ланцуга (паслядоўная, паралельная, або іх камбінацыя), якія забяспечваюць на зададзеных рэзанансных частотах максімальныя дэмпфіруючыя ўласцівасці электрапругкага цела з вонкавымі электрычнымі ланцугамі.

Саманавучальнае абсталяванне і праграмнае забеспячэнне будуць вырабляць уласныя апаратныя сродкі і праграмнае забеспячэнне. Будуць улічвацца механічныя нагрузкі, электрычнае або магнітнае палі, тэмпература, святло, вільготнасць, хімічныя ўласцівасці асяроддзя. Змена ўласцівасцяў смарт-матэрыялу з'яўляецца зварачальным і можа паўтарацца шмат разоў. Гэта самозалечываючыя матэрыялы, якія могуць самастойна гаіць якія ўзнікаюць у іх дэфекты. Сплавы з эфектам памяці пасля дэфармацыі аднаўляюць сваю першапачатковую форму пры нагрэве. Самазмазвальныя матэрыялы памяншаюць трэнне і знос.

Саманавучальнае абсталяванне і праграмнае забеспячэнне будуць вырабляць уласныя апаратныя сродкі і праграмнае забеспячэнне. Будуць улічвацца механічныя нагрузкі, электрычнае або магнітнае палі, тэмпера-

тура, святло, вільготнасць, хімічныя ўласцівасці асяроддзя. Змена ўласцівасцяў смарт-матэрыялу з'яўляецца зварачальным і можа паўтарацца шмат разоў. Гэта самозалечываючыся матэрыялы, якія могуць самастойна гаіць якія ўзнікаюць у іх дэфекты. Сплавы з эфектам памяці пасля дэфармацыі аднаўляюць сваю першапачатковую форму пры нагрэве. Самазмазвальныя матэрыялы памяншаюць трэнне і знос.

Яны ўжываюцца ў выглядзе пакрыццяў, якія валодаюць цвёрдасцю для памяншэння зносу ці нізкай павярхоўнай энергіяй для памяншэння адгезіі і трэнні. Самазмазвальныя матэрыялы распрацоўваюцца ў выглядзе кампазітаў з напаяльнікамі з металаў, палімераў ці керамікі і матрыцай, якая забяспечвае структурную цэласнасць. З гэтай мэтай распаўсюджана выкарыстанне графіту. Самаачышчальныя матэрыялы адштурхваюць ваду, арганічныя вадкасці і іншыя забруджванні. П'езаэлектрыкі выпрацоўваюць электрычнасць пры дадатку механічнай нагрузкі. Пры дадатку электрычнай напругі матэрыял можа выпінацца, пашырацца ці сціскацца. Фотамеханічныя матэрыялы змяняюць форму пад уздзеяннем святла.

Уласцівасці магнітарэалагічныя вадкасцей змяняюцца пры накладанні магнітнага поля. У адсутнасць магнітнага поля такія вадкасці ўяўляюць сабой завісь хаатычна размешчаных магнітных мікрасасціц (часцей за ўсё жалеза) у вадкасці (розныя алеі). У магнітным полі часціцы выбудоўваюцца ў ланцужкі ўздоўж сілавых ліній, рэзка павялічваючы тым самым глейкасць у напрамку перпендыкулярным кірунку поля. Магнітастрыкцыйныя матэрыялы мяняюць форму ў магнітным полі. Мае месца і адваротны эфект. Пры дадатку механічнай нагрузкі, ва ўзору змяняецца намагнічанасць. Электрастрыкцыйныя матэрыялы падобныя на магнітастрыкцыйныя матэрыялы, з той толькі розніцай, што прыкладваецца электрычнае поле. Электрахромныя матэрыялы змяняюць аптычныя ўласцівасці пры электрычных уздзеяннях. Прыкладам такіх матэрыялаў з'яўляюцца вадкакрысталічныя дысплеі. Піраэлектрыкі пры змене тэмпературы выпрацоўваюць

электрычнасць і наадварот. Разумныя гелі, здольныя сціскацца ці брыняць у параўнанні з зыходнымі габарытамі да 1000 раз. Да камерцыйна паспяховых інтэлектуальных матэрыялаў ставяцца ніцінол (сплаў з «памяццю формы»), Терфенол-Д (магнітастрыкцыйны матэрыял) і цыркнат тытаната свінцу (п'езаэлектрык). Інтэлектуальныя матэрыялы з'яўляюцца асновай многіх прыкладанняў, у тым ліку датчыкі і прывады або штучныя мышцы, у прыватнасці, электраактыўныя палімеры.

Палімеры з памяццю формы ўяўляюць матэрыялы, у якіх вялікая дэфармацыя можа быць выклікана і адноўлена пасродкам змен тэмпературы ці змен напругі (псеўдапругкасць). Эфект памяці формы ўзнікае з-за мартэнсітнага фазовага пераходу і індукаваны эластычнасці пры больш высокіх тэмпературах. Электраактыўныя палімеры змяняюць аб'ём пад дзеяннем напругі ці электрычнага поля. Разумныя неарганічныя палімеры дэманструюць наладжвальныя і адчувальныя ўласцівасці. рН-адчувальныя палімеры змяняюцца ў аб'ёме пры змене рН навакольнага асяроддзя. Тэрмаадчувальныя палімеры перажываюць змены пры змене тэмпературы. Галахромныя матэрыялы (фарбы) могуць мяняць колер, паказваючы на карозію металу пад імі. Полікапралактон (поліморф) можна фармаваць шляхам апускання ў гарачую ваду. Лячэбныя матэрыялы валодаюць унутранай здольнасцю аднаўляць пашкоджанні, выкліканыя нармальным выкарыстаннем, тым самым павялічваючы тэрмін службы матэрыялу. Разумныя самовосстанавліваючыся пакрыцці гояцца без умяшання чалавека.

Гнуткая метадалогія распрацоўкі праграмнага забеспячэння

Да гнуткай метадалогіі распрацоўкі праграмнага забеспячэння адносіцца Agile. Падзяляюць Agile як сямейства гнуткіх падыходаў і Agile як філасофію і сістэму каштоўнасцей. Сярод самых папулярных падыходаў Скрам і Канбан. Важным з'яўляецца пытанне навошта патрэбны каштоўнасці Agile, што стаіць за імі. Дзе іх можна ўжываць і якое месца Agile

у агульнай карціне кіравання працэсамі, прадуктамі і бізнэсамі. Тэрмін «метадалогія» прымяняецца да Agile па аналогіі з папярэднімі падыходамі да арганізацыі распрацоўкі праграмага забеспячэння: RAD, RUP, XP і іншымі падыходамі.

Agile складаецца з чатырох каштоўнасцяў і дванаццаці прынцыпаў. А апісанне метадалогіі RUP, напрыклад, займае дзясяткі старонак. Гэта шмат прыёмаў і алгарытмаў дзеянняў. RUP (Rational Unified Process) уключае разбіццё жыццёвага цыклу распрацоўкі на чатыры фазы, рэкамендаваныя суадносіны аб'ёмаў працы па дзевяці патокаў на кожнай фазе, а таксама канкрэтныя інструменты для кожнага патоку. OpenUP, як апошняя метадалогія - спадчынніца RUP, карацей і гнутчэй, але ўсё роўна да сцісласці Agile ёй далёка. Agile не дае алгарытмаў, спосабаў і прыёмаў. Пры гэтым якія ўваходзяць у Agile гнуткія падыходы нярэдка загадваюць пэўныя прыёмы. Напрыклад, у гнуткую метадалогію XP (экстрэмальнае праграмаванне) уваходзяць такія прыёмы як парнае праграмаванне і гульня ў планаванне, якія паказваюць суцэль пэўныя алгарытмы дзеянняў. І нават гнуткі фрэймворк Скрам, які не з'яўляецца працэсам, тэхнікай ці метадам, загадвае ўжываць некалькі роляў, мерапрыемстваў і артэфактаў.

Кожны элемент Скрама з'яўляецца абавязковым для яго паспяховага выкарыстання. У адрозненне ад метадалогій, метадаў і фрэймворкаў распрацоўкі праграмага забеспячэння, у аснове Agile ляжаць не пэўныя працэсы і нават не элементы працэсаў, а каштоўнасці. Прытрымліванне гэтым каштоўнасцям павышае хуткасць распрацоўкі і бізнес-эфект ад распрацоўваных прадуктаў. Пры гэтым кошт распрацоўкі можа павялічвацца, таму Agile патрэбен не заўсёды. З 2012 г. Agile прымяняўся ў распрацоўцы праграмага забеспячэння. Каштоўнасці Agile нарадзіліся ў 2001 г. у Agile - маніфесце ў выніку абагульнення многіх тагачасных метадалогій распрацоўкі іх аўтарамі.

Каштоўнасці адлюстроўваюць тое агульнае, што вызначае прыярытэты ў працы, незалежна ад канкрэтнага працэсу і прадмета працы. Кожная з чатырох каштоўнасцяў Agile сфармуляваная ў выглядзе "X важней Y", дзе X - гэта: людзі; які працуе прадукт; супрацоўніцтва з заказчыкам; гатоўнасць да змен. Каб людзі працавалі больш эфектыўна, працэсы і інструменты не павінны іх абмяжоўваць. У Agile ні працэс, ні тым больш праграмная прылада не дыктуе, што людзям рабіць. Больш за тое, яны самі вырашаюць, як мяняць працэсы/інструменты сваёй працы.

Каб паскорыць працэс распрацоўкі, людзі таксама павінны ўзаемадзейнічаць напamую без пасрэднікаў у выглядзе дакументаў або іншых людзей, актыўна размаўляць паміж сабой асабіста, а не пісьмова. У сучасным бізнэсе зносіны часта змушана пераходзіць у анлайн. Але тады гэта павінна быць відэасувязь з інтэрактыўнымі анлайн-дошкамі, а не толькі лістамі і чатамі. Каб кліенты былі задаволеныя, ім патрэбен які працуе прадукт. Таму распрацоўнікі прадукта павінны факусавацца на тым, каб прадуктам можна было як мага хутчэй скарыстацца, а не на складанні спісаў, дыяграм, патрабаванняў і справаздач перад замоўцам.

Каб укладвацца ў сціслыя тэрміны з мінімумам выдаткаў, часта не варта звязваць сябе дакументацыяй. Падтрымка дакументацыі ў адэкватным прадукце стане нярэдка запавольвае распрацоўку і патрабуе неапраўдана вялікіх выдаткаў. Каб на вынаходзе атрымаць прадукт, сапраўды каштоўны для замоўца, варта адмовіцца ад залішніх дэталей у кантракце паміж падрадчыкам і замоўцам (роўна як і ў патрабаваннях унутранага замоўца да ўнутранага распрацоўніка прадукта). Будучы жорстка зададзены на старце, дэталі кантракта перашкаджаюць улічваць новыя дадзеныя і прыярытэты, якія з'яўляюцца толькі падчас распрацоўкі.

Каб бізнес-каштоўнасць прадукта хутка расла, заказчык з распрацоўшчыкам павінны шчыльна мець зносіны па ходзе працы. У гэтым выпадку ўсе змены і праблемы, якія ўзнікаюць, аператыўна апрацоўваюцца

абодвума бакамі. А каб такое супрацоўніцтва выканаўцы і заказчыка стала магчымым, трэба выбудоўваць іх давер адзін да аднаго. Каб не адкладаць рызыкі праектаў на апошнія стадыі распрацоўкі, калі будзе ўжо позна мяншаць змест працы, зрушваць тэрмін або ўзмацняць каманду, Agile прапануе не толькі ітэратыўнасць працы, але і гатоўнасць да змен на ўсіх стадыях. Каб у першую чаргу рабілася самае каштоўнае, бягучае бачанне бізнес – каштоўнасці і пазіцыянавання прадукта павінна быць празрыста для распрацоўшчыкаў, а працэс іх працы павінен дазваляць уносіць істотныя змены ў ранейшыя планы. Распрацоўнікі павінны быць гатовыя дадаваць у прадукт незапланаваныя новыя магчымасці, калі яны сталі каштоўнымі ў якая змянілася сітуацыі. Што да гатоўнасці да змен з боку прадстаўнікоў замоўца (кліента), то ў такой сітуацыі яны могуць ахвяраваць чымсьці запланаваным, але меней каштоўным, дзеля новых магчымасцяў. Гатоўнасць заказчыка аператыўна ахвяраваць нейкай часткай запланаванага дзеяння, таксама патрэбная ў сітуацыі, калі выканаўцы сутыкнуліся з непрадбачанымі праблемамі падчас распрацоўкі.

Як сістэма каштоўнасцяў Agile дапамагае распрацоўшчыкам рабіць новыя прадукты хутчэй і з вялікім эфектам для бізнесу. За рахунак больш эфектыўнага ўзаемадзеяння з замоўцам і сябар з сябрам, якое не абмяжоўваецца цвёрдым кантрактам або цвёрдым унутраным працэсам; за кошт хуткай рэакцыі на змены, прычым абапал; за кошт фокусу на які працуе прадукт, а не на дапаможныя рэчы накшталт дакументацыі. Agile часта называюць філасофіяй. Таксама сустракаецца тэрмін "гнуткая выява мыслення", які азначае разуменне чалавекам каштоўнасцяў Agile. Змяніць лад мыслення кіраўнікоў і выканаўцаў з традыцыйнага на гнуткі лад мыслення цяжэй за ўсё. Гэта самае складанае з таго, што трэба зрабіць для прымянення якога-небудзь Agile-падыходу ў камандзе ці ў кампаніі.

Выява мыслення Agile часцей за ўсё рэалізуецца праз фрэймворк Скрам. Калі Agile-мысленне не ўласціва людзям, Скрам прыводзіць да па-

даражэння распрацоўкі, паколькі трэба больш часу выдзяляць на камунікацыі і зваротную сувязь. Патрабуюцца новыя ролі, патрэбны рэсурсы на навучанне і на павышэнне ўзаемазаменнасці супрацоўнікаў. Адначасова без канкрэтнага падыходу к шталту Scrum Agile застанеца толькі прыгожай філасофіяй, якую большасць людзей не змогуць ператварыць у кіраўніцтва для паўсядзённай працы. Таму Agile і Scrum звычайна вывучаюць сумесна. Гістарычна да Agile адносіцца таксама метада Канбан. Таму самы ўніверсальны міжнародны сертыфікат па Agile ICAgile Certified Professional уключае не толькі Scrum, але і Kanban.

Апроч каштоўнасцяў, у Agile-маніфесце ёсць дванаццаць прынцыпаў і шэсць прыкмет, якія ўдакладняюць і дапаўняюць каштоўнасці. Раскроем прыкметы. Пры Agile-падыходзе на патрэбах кліента факусуюць не толькі бізнэс і менеджэр прадукта, але і ўся каманда. Гэта значыць, кожны з распрацоўшчыкаў разумее: хто кліенты, што ім трэба і якія іх праблемы вырашае новы прадукт. Гэта дапамагае знаходзіць больш адэкватныя рашэнні. Правілы і працэсы, па якіх працуюць Agile-каманды, павінны быць простымі, каб людзі змаглі сфакусавацца на кліентах і на ствараемым прадукце. Мяркуюцца праца кароткімі цыкламі (ітэрацыямі) парадку тыдня ці месяца. За гэты час распрацоўшчыкі выдаюць які-небудзь карысны для кліента вынік.

Распрацоўнікі дэманструюць прадукт замоўцу, атрымліваюць зваротную сувязь на прадукт і звесткі аб зменах планаў замоўца, затым дапрацоўваюць, дадаюць нешта карыснае і гэтак далей па цыкле. Цыкл зваротнай сувязі працуе для ўдасканалення самога працэсу распрацоўкі: для збавення ад страт, затрымак і іншых перашкод, якія замінаюць павышэнню прадукцыйнасці. У ідэале людзі самастойна прымаюць рашэнні і нясуць за іх адказнасць. Калі каманда ці нават асобны супрацоўнік хоча і мае права вырашыць нейкую праблему без чакання дзеянняў звонку, гэта значна паскарае працэсы дзейнасці.

Agile-метады дапамагаюць наладзіць працэсы такім чынам, што супрацоўнікі бачаць запатрабаванасць сваёй працы кліентамі, шануюць давер і прадстаўленыя ім магчымасці для самаразвіцця. Людзі з такой унутранай матывацыяй больш эфектыўна спраўляюцца з працай, асабліва калі гэта складаная творчая праца. Прыкметы характэрны для многіх гнуткіх падыходаў, калі яны правільна прымяняюцца. Да гнуткіх метадаў кіравання ставяцца фрэймворк Скрам і метады Канбан.

У Скрам праца вядзецца спрынтамі, аднолькавымі па працягласці кароткімі ітэрацыямі. Праца выконваецца сіламі невялікай да 10 чалавек каманды. У яе ўваходзяць распрацоўнікі, уладальнік прадукта, які адказвае за поспех прадукта і скраму-майстар, які адказвае за эфектыўнасць і правільнае ўжыванне Скрам. Каманда самастойна вырашае, хто, што, калі і як робіць. Удзельнікі каманды сумесна плануюць спрынт, сумесна дэманструюць вынікі зацікаўленым асобам і сумесна шукаюць спосабы вырашэння праблем як з прадуктам, так і з працэсам работы. У ходзе спрынту распрацоўшчыкі штодня і вусна абмяркоўваюць перашкоды, кароткатэрміновыя планы і падзел працы паміж сабой.

Канбан з'яўляецца метадам павышэння якасці сэрвісу. Гэта набор прынцыпаў і практык, якія робяць сэрвіс або распрацоўку прадукта хутчэйшым і лепш адпаведным чаканням спажываўцаў. Канбан адрозніваецца ад Скрама па многіх параметрах. Ён мае шырэйшую вобласць ужывання. Гэта не толькі новыя прадукты, але і аперацыйная дзейнасць. У адрозненне ад Скрам, укараняецца паступова без аднамаментнай змены бягучых працэсаў і прасцей без змен арганізацыйнай структуры.

Ён накіраваны не толькі на паскарэнне, але і на раўнамернасць працэсаў; мае моцна адрозныя ад Скрама метрыкі, не патрабавальныя адзнакі працаёмкасці задач, напрыклад, час мінання задачы ў сістэме; адрозніваецца адсутнасцю фокусу на самаарганізацыю каманды і адсутнасцю прамой сувязі Канбан-практык з Agile-каштоўнасцямі. У Канбана ёсць свае

каштоўнасці, многія з якіх цалкам стасуюцца з каштоўнасцямі Agile, напрыклад: кліенцкая арыентаванасць, супрацоўніцтва і празрыстасць.

Шырока прымяняецца візуалізацыя працэсу, у тым ліку, з дапамогай Канбан - дошкі. Гэта фізічная ці электронная дошка са стыкерамі, якія абазначаюць розныя задачы. У адрозненне ад Скрам-дошкі з трыма слупкамі, у Канбане прынята візуалізаваць на дошцы кожны этап працэсу, а таксама дзяліць кожны слупок на дзве часткі - "у працы" і "гатовы да наступнага этапу".

Скрам і Канбан не адзіныя падыходы, якія ўваходзяць у Agile. Але большасць іншых гнуткіх падыходаў, якія актыўна развіваюцца зараз, датычацца праблем іншага ўзроўню. Размова аб праблемах буйных арганізацый, якія вымушаны канкурыраваць са стартапамі як па хуткасці вываду новых прадуктаў на рынак, так і па хуткасці прыняцця рашэнняў. Такім арганізацыям дапамагаюць, у прыватнасці, падыходы SAFe (Scaled Agile Framework) і LeSS (Large-Scale Scrum), а таксама практыка Scrum of Scrums. Гэта найболей папулярныя падыходы да маштабавання Agile.

Agile ужываюць у розных галінах: у банках і страхавых кампаніях, у раздробных сетках і тэлекомах, у энергетыцы і ў прамысловасці. Фармулёўкі шматлікіх прынцыпаў Agile ставяцца толькі да распрацоўкі праграмага забеспячэння, але большасць з іх дастасавальныя і па-за ІТ. Agile мяркуе не толькі распрацоўку праграмага забеспячэння.

Асабліва эфектыўна Agile сябе выяўляе ў творчай працы ці ва ўмовах нявызначанасці. У адваротным выпадку накладныя выдаткі на Agile-працэсы могуць перавышаць выгады ад Agile з пункту гледжання бізнэсу, асабліва пры няўмелай наладзе гэтых працэсаў. Agile мэтазгодна ўжываць у сітуацыі, калі першую версію прадукта трэба выпусціць на рынак як мага хутчэй, інакш канкурэнтная барацьба можа быць прайграная. Сітуацыя, калі каштоўнасці Agile будуць найболей эфектыўныя: інавацыйны прадукт з за-

гадзя непрадказальнымі ўласцівасцямі і з нестандартнымі сродкамі (новымі тэхналогіямі) для яго распрацоўкі.

Разумныя гарады

Агламерацыі і гарады прыступілі да развіцця разумных гарадоў. Слова "разумны" мяркуе, што погляды праекціроўшчыкаў і распрацоўшчыкаў ўключаюць дасведчанасць і незалежнасць грамадзянскай пазіцыі. Гэта гарады, якія спалучаюць шэсць абласцей: кіравання, людзей, мабільнасці тэхналогій, эканомікі, навакольнага асяроддзя і ладу жыцця. Паняцце "разумны горад" ахоплівае дзейнасць добра інфармаваных і незалежных грамадзян. Гэта складаныя адносіны, якія ўключаюць некалькі гульцоў, а таксама гэтыя паводзіны, у якім можна вылучыць тры асноўныя фактары: тэхналагічны, інстытуцыянальны і чалавечы.

Мэта даследаванняў заключаецца ў тым, каб вызначыць найважнейшыя з іх, які быў бы самым неабходным для выжывання разумных гарадоў. Большасць даследаванняў дэманструе тое, што грамадзяне з'яўляюцца найболей важнымі гульцамі. Некаторыя даследаванні паказалі, што муніцыпалітэты не менш важныя гульцы. Даследчыкі падкрэсліваюць важнасць усіх стэйкхолдэраў у разумных гарадах.

Адносна асаблівасцяў канцэпцыі «разумнага горада», арыентаванага на чалавека, можна сфармуляваць дзве папярэднія заўвагі. Адбываецца эвалюцыя ўяўленняў ад тэхналагічнага дэтэрмінізму да сацыя-арыентаванага абгрунтавання. Метадалогія даследавання ўключае выяўленне асаблівасцяў экспертнай думкі наконт асноўных прынцыпаў навуковых падыходаў, якія выкарыстоўваюцца ў сацыяльных практыках у выглядзе прынцыпаў канцэпцыі «разумнага горада». Даследуюцца падставы халістычнага падыходу ў асэнсаванні "разумнага горада" як цэласнай адаптыўнай сістэмы, "разумнага горада" і яго асноўных акцёраў-гульцоў. Выкарыстоўваецца сістэма партысіпатарных метадалогій, якія дазваляюць

прааналізаваць праблемы лічбавага грамадзянства і "разумнага горада" роўных магчымасцяў.

Разумны горад паўстаў як збалансаваная сістэма ведаў і практык, якая ўключае ўцягванне насельніцтва ў сацыяльна-адказныя даследаванні; партысіпатарныя даследаванні гарадскіх абшчын; распрацоўку мадэлі "разумнага горада", арыентаванага на чалавека. Тое, што ў цяперашні час робіць праграмнае забеспячэнне, арыентаванае на ВІМ, з рэндэрынгам у рэальным часе, падлучаным да геопространственнаму кантэксту, рэагуючы на працэсы, звязаныя з бізнес-мадэллю і інтэрфейсамі, якія кіруюцца з мабільных прылад, з'яўляецца сведчаннем таго, у якой ступені галіновае прапанова можа інтэрпрэтаваць патрэбнасць карыстальніка.

У кожнага новаўвядзенні былі свае паслядоўнікі, якія, прывязаныя да мадэлі, трансфармавалі розныя галіны. Змянілася кіраванне фізічнымі дакументамі. Сістэмы аўтаматызаванага праектавання адправілі на склады чарцёжныя сталы і тысячу артэфактаў, якія не змяшчаліся ў скрынях. Электронная пошта па змаўчанні стала лічбавым сродкам фармальнай сувязі. Усе яны кіраваліся стандартамі з гледзішча правайдэра.

Гэтыя пераўтварэнні былі накіраваны на павышэнне каштоўнасці геаграфічнай і літарна-лічбавай інфармацыі. Мадэль, па якой ажыццяўляліся гэтыя пераўтварэнні, была глабальнай сувяззю; гэта значыць пратакол http. Новыя ініцыятывы выкарыстоўвалі інфармацыю, умовы падключэння і ператварылі іх у новыя культурныя звычаі, якія культывуюць Uber, Airbnb, Udemu і Netflix.

Стандарты адыграюць сваю лепшую ролю ў забеспячэнні балансу паміж творчай прапановай і патрабаваннямі канчатковых карыстальнікаў. Каб http / TCP стаў стандартным пратаколам сувязі, які і да гэтага часу застаецца ў сіле з развіццём тэхналогій і грамадства, ён павінен быў прайсці праз працэс кіравання і абнаўленні. Карыстальнік ніколі не ведаў IP-адрасы, больш не трэба ўводзіць www, а пошукавая сістэма замяніла неаб-

ходнасць уводзіць <http>. Новы пратакол выходзіць за рамкі падключэння камп'ютараў і тэлефонаў. Бягучыя хмарныя сэрвісы, замест захоўвання старонак і даных, з'яўляюцца часткай паўсядзённага жыцця грамадзян, урадаў і прадпрыемстваў. Гэта якраз адна з прычын смерці зыходнага пратакола, заснаванага на IP-адрасах, паколькі зараз неабходна падключыць прылады, якія ідуць ад пральнай машыны, якая павінна адправіць паведамленне аб завяршэнні адціскання адзення. Маніторынг у рэальным часе павінен паведамляць аб вашым стане стомленасці і неабходнасці абслугоўвання.

З пункту гледжання бізнэсу новы стандарт павінен шмат у чым нагадваць лічбавае ўяўленне фізічных актываў; як прынтэр, кватэра, дом, мост. Але чакаецца, што гэта больш, чым мадэляванне, павысіць каштоўнасць аперацый; так што гэта дазваляе прымаць больш абгрунтаваныя рашэнні і, такім чынам, найлепшыя вынікі. З пункту гледжання горада, новы пратакол павінен быць здольны ствараць экасістэмы многіх звязаных мадэляў і актываў, каб павысіць каштоўнасць, выкарыстоўваючы гэтыя дадзеныя для грамадскага дабра.

З пункту гледжання прадукцыйнасці новы пратакол павінен мець магчымасць стандартаваць жыццёвы цыкл. Спрошчана тое, што адбываецца з усімі рэчамі, такімі як дарога, участак, транспартны сродак; нематэрыяльныя актывы, такія як ўкладанні ў акцыі, стратэгічны план, дыяграма Ганта. Новы стандарт павінен спрасціць тое, што ўсе яны нараджаюцца, растуць, даюць вынікі і паміраюць ці трансфармуюцца. Канвергенцыя інтэлектуальнай інфраструктуры, сучасных метадаў будаўніцтва і лічбавай эканомікі адчыняе ўсё больш магчымасцяў для паляпшэння якасці жыцця грамадзян горада.

Наяўнасць узаемазвязаных мадэляў павінна спрасціць пасярэднікаў, маючы магчымасць аўтаматызаваць праверкі, якія з'яўляюцца самаабслугоўваннем для канчатковага карыстальніка. Гэта продаж нерухомасці,

іпатэка, запыт на пазыку, ліцэнзію на вядзенне бізнесу, эксплуатацыю прыродных рэсурсаў або абнаўленне горадабудаўнічага плана. Варыянты датычацца такіх аспектаў, як маштаб і падыходы; але калі ў іх адна і тая ж мадэль прадметнай вобласці, яны павінны мець магчымасць узаемадзейнічаць. Неабходна, каб лічбавая трансфармацыя ўключала ў сябе ўсё пабудаванае асяроддзе ў агульным выглядзе, каб гарантаваць лепшае выкарыстанне, эксплуатацыю, абслугоўванне, планаванне і прадастаўленне нацыянальных і мясцовых актываў, сістэм і паслуг. Рэалізуецца праект па стварэнні структуры, якая гарантуе эфектыўнае кіраванне інфармацыяй ва ўсім пабудаваным асяроддзі, у тым ліку бяспечны абмен дадзенымі.

Мысленне ва ўзаемазвязаных глабальных кантэкстах мае на ўвазе злучэнне сістэм, якія не абавязкова маюць геаграфічнае мадэляванне. Упраўленне апынулася на новым этапе пашырэння кантэксту, калі ніхто не адбярэ ролю, якую ён выконваў, і працягне выконваць метадалогію ВІМ, але нешта больш высокае паглыне ці аб'яднае яе. Пераважней мець стандарт для інфраструктуры і адзін для зямлі і звязваць іх у тым пункце, дзе абмен інфармацыяй павялічвае каштоўнасць.

У кантэксце лічбавых двойнікоў ВІМ можа заставацца метадалогіяй, якая вызначае стандарты мадэлявання інфраструктуры. Каму ўдасца згрупаваць ключавых удзельнікаў гэтай філасофіі, разумеючы важнасць грамадскага дабра, эканомікі, грамадства і навакольнага асяроддзя будзе мець вялікія перавагі.

Лічбавыя двойнікі

Паняцце лічбавых двойнікоў з'явілася ў дачыненні да мадэлявання складаных прамысловых аб'ектаў і сістэм. Але, у апошні час часта прымяняецца таксама ў дачыненні да капіявання розных аб'ектаў жывой прыроды, і, у тым ліку, людзей. Лічбавыя двойнікі суб'ектаў, у адрозненне ад лічбавых двойнікоў неадушаўлёных аб'ектаў, могуць выкарыстоўвацца не

толькі як мадэлі. Яны самі здольныя актыўна дзейнічаць, у тым ліку ўзаемадзейнічаючы паміж сабой. Гэта адчыняе новыя магчымасці выкарыстання такіх сутнасцяў для рашэння шырокага круга розных задач.

У выпадку нежывой прыроды маем наступны асноўны спосаб выкарыстання лічбавага двайніка. Уладальнікам фізічнага двайніка - прылады, прадукта, працэсу ставяцца пэўныя пытанні аб яго актуальным стане і прагнозах. Гэтыя пытанні адрасуюцца сістэме, якая выконвае ролю падтрымкі прыняцця рашэнняў. Лічбавы двайнік функцыянуе ў складзе сістэмы падтрымкі прыняцця рашэнняў, выконваючы задачы імітацыйнага мадэлявання.

Імітацыйнае мадэляванне ў варыянце лікавага эксперыменту з'яўляецца асноўнай задачай лічбавага двайніка ў сучасным класічным разуменні. Дадатковыя рысы лічбавага двайніка, такія як зваротная сувязь ці зменлівасць яго на працягу жыццёвага цыклу не змяняюць азначанай асноўнай задачы. Пры пераносе паняцця лічбавага двайніка ў вобласць аб'ектаў жывой прыроды можна перанесці і азначаны вышэй сцэнар выкарыстання. У многіх адносінах да жывога аб'екта можна падыходзіць з той жа задачай вызначэння і прагназавання стану і лічыць яго асаблівым фізічным аб'ектам. Так вырашаецца задача выкарыстання лічбавага двайніка для прагназавання ў пацыента рызык парушэнняў здароўя.

Адмысловым выпадкам можа з'яўляцца лічбавае капіраванне некаторага асобы ці, у больш агульным выпадку, суб'екта. У гэтым выпадку, паколькі асоба нададзена свядомасцю, яна можа ставіць задачу стварэння свайго лічбавага двайніка і фармуляваць да яго пытанні самастойна. Гэтыя пытанні могуць быць падобныя да прагнозных пытанняў аб фізічным здароўі. Пры гэтым узнікае прынцыпова іншая магчымасць, звязаная з тым, што свядомасць чалавека мае іншую прыроду, чым фізічны, нават жывы свет. Свядомасць чалавека дзейнічае і ў свеце рэальнасці фізічнай і ў свеце рэальнасці віртуальнай.

У віртуальнай прасторы лічбавы двайнік можа выкарыстоўвацца не для выяўлення станаў і складанні прагнозаў, а ўтылітарна замяшчаць фізічнага двайніка, выконваючы за яго розныя актыўнасці, напрыклад, камунікацыйныя ўзаемадзеянні. Нешта падобнае практыкуецца ў кібер-прасторы. Яго свет напоўнены ботамі рознай складанасці, якія імітуюць прытомнасць. Калі ў персоны з'яўляецца магчымасць стварэння ўласнага лічбавага двайніка як нейкага робата-памагатага, своеасаблівага кібер-асістэнта, то ён выкарыстоўвае яго з тым большай карысцю, чым больш дакладнай лічбавай копіяй ён з'яўляецца.

Лічбавыя двайнікі, створаныя суб'ектамі па сваім падабенстве і выкарыстоўвання ў якасці сваіх віртуальных асістэнтаў, будзем зваць персанальнымі лічбавымі двайнікамі. Персанальныя праграмныя агенты, вядомыя як лічбавыя двайнікі, будуць служыць персанальнымі памагатымі. Персанальны праграмны агент ёсць лічбавая сімуляцыя асобы, яе каштоўнасцяў, інтарэсаў і мэт. Лічбавы двайнік зможа адсочваць званкі, вырашаць, што ў спісе спраў павінна стаяць на першым месцы і складаць нескладаныя мэілы. Калі персанальны памагаты сканаваў лісты, блогі і пасты ў медыя, то агент-двойнік імітуе сутнасць асобы адразу пасля запуску. Ён можа ўзаемадзейнічаць з памагатымі іншых людзей, рацыяналізуючы жыццё кожнага.

Але патрэбная асцярожнасць, каб не загрузіць сябе ў нашых лічбавых памочнікаў поўнасцю. Калі яго ўзаемадзеянне вакол зносін уладальніка стане занадта эфектыўным, ён прысвоіць сабе сацыяльныя сувязі ўладальніка і стане аўтаномным. У выніку, калі не фізічнае, то сацыяльнае існаванне арыгінала спыніцца. Незалежна аб станоўчай або адмоўнай афарбоўкі, ідэя лічбавага двайніка асобы разглядаецца ў кантэксце цыфравізацыі бізнесу і вытворчасці. Гэтае паняцце звязана такімі ключавымі катэгорыямі, як дынаміка, працэсуальнасць і мадэляванне.

Крыніцай культурных страхаў становіцца мадэляванне. Абагульненае вызначэнне лічбавага двайніка як працэсу ўяўляе яго як увесь час які змяняецца лічбавы профіль, утрымоўвальны гістарычныя (памяць) і актуальныя дадзеныя аб аб'екце. Іншыя азначэнні адштурхваюцца ад ідэі мадэлявання сістэмы на аснове імітацыйных правіл з мэтай прагназавання вытворчасці чалавечага арганізма. Ідэі працэсуальнасці і мадэлявання аб'яднаны ў вызначэнні лічбавага двайніка як лічбавай дынамічнай мадэлі, якая адпавядае фізічнаму аб'екту, якая дазваляе імітаваць усе асаблівасці яго паводзін.

Патэнцыйная небяспека лічбавага двайніка звязваецца з магчымасцю мадэлявання аб'екта ці працэсу і з пагрозай страты кантролю над мадэллю, які раўназначаны кантролю над аб'ектам мадэлявання. У рэальнай практыцы пабудова лічбавых двайнікоў чалавека атрымала дастаткова абмежаванае распаўсюджванне. У большасці выпадкаў гэта знешняя ў адносінах да асобы задача, калі мадэляванне жаданняў, мэт, пераваг асобы выконваецца знешнімі гульцамі і без яе ўдзелу і згоды. Так арганізавана таргетаваная рэклама. Ідэі стварэння лічбавага двайніка як персаналізаванай прылады для пашырэння магчымасцяў суб'екта найболей блізкія працы па стварэнні персанальных праграмных асістэнтаў і віртуальных лічбавых памагатых.

Задача пабудовы праграм для падтрымкі працы дзейнасці чалавека з машыннымі комплексамі ставілася ўжо ў 80-я гады XX стагоддзя пад імем персанальных праграмных асістэнтаў. Развіццё гэтай ідэі прывяло да шырокага распаўсюджвання праграм для смартфонаў пад імем віртуальных лічбавых памагатых, якія сталі ўлічваць кантэкст працы, напрыклад, геолокацыю. Вядомыя даследчыя працы, накіраваныя на развіццё ў ВЦП функцыянальнасці навучання і саманавучання. Усё гэта можа разглядацца як рух у бок персанальнага лічбавага двайніка.

Асноўныя намаганні ў стварэнні віртуальных лічбавых памагатых у большай ступені засяроджваліся на наданні яго штучным інтэлектам і стварэннем галасавога інтэрфейсу.

Для прагрэсу ў гэтым напрамку неабходна ўлічыць некалькі важных аспектаў. Па-першае, віртуальны лічбавы памагаты будзе развівацца ў кірунку набывання рыс персанальнага лічбавага двойніка. Апусканне ў кантэкст суб'екта, якое пачалося з адсочвання яго геолокацыі і ўліку часу ўзаемадзеяння будзе развівацца. Рушыць услед апусканне ў змястоўны кантэкст суб'екта: яго працы і кантактаў.

Ускладненне задач запатрабуе мадэлявання паводзін уладальніка, вывучэнне яго патэрнаў паводзін для глыбейшай пабудовы лічбавага двойніка суб'екта. Па-другое, натуральным асяроддзем пасялення лічбавых двойнікоў з'яўляецца кібернетычная прастора.

Рэалізацыя віртуальных лічбавых памагатых як мабільных прыкладанняў для смартфона вызначаецца, у асноўным, камерцыйнай кан'юнктурай і ўзаемазалежна з іх слабой персаналізацыяй. Персанальны лічбавы двойнік ужо не можа разглядацца як тыражыруемая праграма, звязаная з канкрэтнай прыладай. Ён будзе для суб'екта ўнікальным, уяўляць асаблівую каштоўнасць і выкарыстоўвацца незалежна ад канкрэтнага прылады. Гэта не выключае магчымасць лічбавага двойніка кіраваць рознымі прыладамі, у тым ліку і смартфонам суб'екта, з дапамогай субагентаў. Патрэба, рэалізуючы актыўнасць суб'ектаў, лічбавыя двойнікі могуць сутыкнуцца з неабходнасцю ўстанаўлення кантактаў з контрагентамі карыстальніка. Такія кантакты будуць супадаць з сацыяльнымі групамі і сеткамі суб'ектаў. У тых жа выпадках, калі контрагенты будуць мець уласных лічбавых двойнікоў, прамы кантакт будзе ўстанаўлівацца і паміж імі.

У выніку могуць фармавацца сеткі лічбавых двойнікоў у выглядзе шматагентных сістэм інтэлектуальных праграмных агентаў. Такія сеткі будуць ізаморфныя рэальным сацыяльным сеткам. Падобна да таго, як

рэальныя сацыяльныя сеткі складаюцца не толькі з людзей, але і калектыўных суб'ектаў, у сеткі лічбавых двайнікоў могуць уваходзіць і лічбавыя двайнікі калектыўных суб'ектаў. Структуры якія ўзаемадзейнічаюць лічбавых двайнікоў будзем зваць сацыяморфнымі.

Сацыяморфныя шматагентныя сістэмы, якія дазваляюць спалучаць аўтаномнасць вузлоў з калектыўнай працай, могуць быць ужытыя для рашэння шырокага круга задач, злучаных з калектыўнай дзейнасцю. Пэўным функцыянальным аналагам сацыяморфных шматагентных сістэм з'яўляюцца сацыяльныя сеткавыя сэрвісы. Такія сістэмы вельмі складаныя ў пабудове і выключна рэсурсаёмістасці. Гэта магло б быць сур'ёзнай перашкодай для вывучэння, паколькі практычная праверка дакладнасці вынікаў магла б быць цяжка здзяйсняльнай. Аднак сацыяморфныя шматагентныя сістэмы з'яўляюцца размеркаванымі па сваёй арганізацыі і таму могуць будавацца як адкрытыя і гетэрагенныя.

Пабудаваныя на адкрытых фарматах і пратаколах сацыяморфныя шматагентныя сістэмы могуць свабодна пашырацца простым далучэннем новых агентаў. Гэта азначае, што сістэма можа пачынацца з невялікага кластара простых агентаў і паступова развівацца да сістэмы вялікага маштаба. Пры такім пашырэнні не будзе, у адрозненне ад зачыненых цэнтралізаваных сістэм, да якіх ставяцца сацыяльныя сеткавыя сэрвісы, узнікаць праблем з маштабаваннем.

Зварот да тэматыкі пабудовы сацыяморфных шматагентных сістэм, якія складаюцца з лічбавых двайнікоў, патрабуе выбар задач, у якіх эфектыўнасць такіх сістэм можа быць праяўлена найлепшай выявай. Асабліва сці пабудовы і развіцця правяраны практычнай выявай. Практычным ужываннем сацыяморфных шматагентных сетак лічбавых двайнікоў будзе канкурэнцыя з сеткавымі сэрвісамі ў падтрымцы рэальных сацыяльных сетак. Адною з важных функцый лічбавых двайнікоў будзе ўдзел у камунікацыях уладальніка. Сучасныя лічбавыя двайнікі ўмеюць у некаторым

аб'ёме ўзаемадзейнічаць з кантактамі ўладальніка праз сацыяльныя сеткавыя сэрвісы. Аднак, у тых выпадках, калі ПЦД маюцца на абодвух баках камунікацыі, пасярэдніцтва ў выглядзе сацыяльнага сеткавага сэрвісу становіцца не абавязковым, паколькі лічбавыя двойнікі, маючы кібернетычную прыроду, могуць арганізоўваць узаемадзеянне і напрамую.

Можна прадставіць падтрымку камунікацыі ў некаторай сацыяльнай сетцы на базе выключна ўзаемадзеяння лічбавых двойнікоў суб'ектаў такой сеткі. Уяўляецца, што ўсе магчымасці сацыяльных сеткавых сэрвісаў, якія выкарыстоўваюцца ўдзельнікамі супольнасці, проста і эфектыўна могуць быць рэалізаваны і ў шматагентнай сістэме лічбавых двойнікоў. Пэўныя праблемы могуць узнікнуць у той частцы функцый сацыяльнага сеткавага сэрвісу, дзе інтэгруецца і аналізуецца агульная інфармацыя аб супольнасці карыстальнікаў сэрвісу. Аднак, гэта першым чынам сродак манетызавання сэрвісу сваімі ўладальнікамі і асобныя чальцы супольнасці ў гэтай функцыянальнасці прама не зацікаўлены.

Сацыяльныя сеткавыя сэрвісы валодаюць вызначанай прывабнасцю, так што для пераносу камунікацыі сацыяльных сетак на базу шматагентных сістэм лічбавых двойнікоў патрэбна сур'ёзная аргументацыя і зацікаўленасць удзельнікаў гэтых сетак. У карысць стандартных сацыяльных сеткавых сэрвісаў будзе працаваць, тое, што яны ўжо маюць шматмільённыя супольнасці карыстальнікаў і адладжаную бізнес-мадэль.

Неабходна прыняць да ўвагі, што існыя сацыяльныя сеткавыя сэрвісы валодаюць цэлым шэрагам недахопаў і абмежаванняў. Падтрымка сацыяльных сетак на базе шматагентных сістэм гэтых недахопаў пазбаўлена. Можна быць прывабнай магчымасць выбіраць і нарошчваць функцыянальнасць агента, паколькі адкрытасць сістэмы ў спалучэнні з якія пашыраюцца пратаколамі дапушчаюць функцыянаванне ў адной шматагентнай сістэме агентаў з рознымі пашырэннямі базавых магчымасцяў.

Сацыяморфныя сеткі лічбавых двайнікоў могуць быць карысныя і для актуальнай задачы кіравання ведамі. Асноўнай практычнай задачай, з'яўляецца пабудова сістэм кіравання ведаў, якія забяспечваюць назапашванне, сістэматызацыю, захаванне і перавыкарыстанне інтэлектуальнага, знаніевага капіталу арганізацыі. Пры гэтым эфектыўных рашэнняў, прыдатных для масавага прымянення, пакуль не знойдзена. Стварэнне рэальна працавальных сістэм даступна на практыку толькі прамысловымі гігантамі з практычна неабмежаванымі фінансавымі магчымасцямі. Такія рашэнні ўнікальныя і на практыцы дрэнна тыражуюцца. Рашэннем праблемы можа быць зварот да перспектыўнага падыходу экасістэм ведаў, у якім кіраванне ведамі разглядаецца як дзейнасць, якая адбываецца ў некаторай экасістэме, якая фармуецца суб'ектамі, кожны з якіх працуе са ведамі і ажыццяўляе кіраванне імі ў межах сваіх запатрабаванняў і магчымасцяў, а абмен ведамі забяспечвае эфектыўнасць усяго працэсу.

На сістэмным узроўні пабудова экасістэм ведаў можа ажыццяўляцца на базе шматагентных сістэм лічбавых двайнікоў суб'ектаў ведаў. Дапамога сваім правобразам у кіраванні ведамі будзе адной з задач персанальных лічбавых двайнікоў. Арганізуючыся ў сацыяморфныя шматагентныя сістэмы, лічбавыя двайнікі могуць абменьвацца ведамі, сінэргетычны ўзмацняючы адзін аднаго. У такім падыходзе рэсурс ведаў арганізацыі ствараецца як агрэгатыя актуальных для яе ведаў усіх супрацоўнікаў, падраздзяленняў, якія супрацоўнічаюць арганізацыі, атрыманы ва ўзаемадзеянні лічбавых двайнікоў усіх гэтых асоб.

Такі працэс кіравання ведамі больш натуральна ў дачыненні да рэальнай практыцы. Задача пабудовы індывідуальных адукацыйных траекторый вядома дастаткова даўно і лічыцца адной з актуальных праблем сучаснай адукацыі. Пошукі рашэнняў, у асноўным, сканцэнтраваны ў нагружанні сродку навучання некаторым штучным інтэлектам, які вызначае ўзровень падрыхтоўкі і здольнасцей навучэнца, з наступным улікам гэтых даных для

выбару ўзроўню складанасці і характару (вербальны, аўдыяльны і візуальны) навучальных матэрыялаў, тэмпу іх прад'яўлення.

Існуе шэраг абмежаванняў. Па-першае, персаналізацыя адукацыі падмяняецца персаналізацыяй навучання. Па-за фокусам разгляду застаецца мэтапакладанне навучэнца і ўжо засвоены ім набор кампетэнцый. У тым выпадку, калі лічбавыя двойнікі навучэнцаў і агенты адукацыйных сэрвісаў уключаны ва ўзаемадзеянне ў некаторай сацыяморфнай сістэме, магчымая персаналізацыя і адукацыі і навучання. Лічбавы двойнік, валодаючы мэтавымі ўстаноўкамі, картай кампетэнцый суб'екта адукацыі і кагнітыўным партрэтам (стылем) персоны, здольны фармаваць актуальную адукацыйную праграму. Па-другое, ва ўзаемадзеянні са штучным інтэлектам сродкаў і сістэм навучання, вызначаць індывідуальную вучэбную траекторыю на аснове істотна большага аб'ёму ведаў аб персоне, чым у рэалізуемых рашэннях.

Значная частка дзейнасці большасці суб'ектаў рэалізуецца ў кібернетычнай прасторы. Вялікая доля кантактаў адбываецца не з суб'ектамі, а з кібернетычнымі сістэмамі, або пры іх непасрэдным удзеле ва ўзаемадзеянні. Кібернетычныя сістэмы, рэалізуючы мэты і задачы сваіх уладальнікаў, збіраюць і назапашваюць інфармацыю аб суб'ектах, у тым ліку і для пабудовы іх лічбавых двойнікоў. Канчатковай мэтай такой дзейнасці з'яўляецца манетызацыя гэтай інфармацыі. Такая сітуацыя выклікае абгрунтаваную занепакоенасць, паколькі бяспека асабістай прасторы пры такім узаемадзеянні знаходзіцца пад пагрозай, а чалавек у цэлым шэрагу выпадкаў не можа канкураваць з кібернетычнымі сістэмамі. Эфектыўнай альтэрнатывай непасрэднаму ўзаемадзеянню суб'екта з кібернетычнай прасторай можа быць уключэнне ва ўзаемадзеянне персанальнага лічбавага двойніка суб'екта, які як прамежкавая кібернетычная сістэма, будзе экранваць узаемадзеянне суб'екта з кіберпрасторай.

Лічбавы двайнік мог бы распазнаваць і экранавачь розныя атакі і маніпуляцыі з боку кібернетычных сістэм падчас узаемадзеяння з кібернетычнай прасторай. Пытанні стварэння персанальных лічбавых двайнікоў і арганізацыі іх у сацыяморфныя шматагентныя сістэмы з'яўляюцца цікавым і актуальным напрамкам даследаванняў, і можа мець непасрэдную практычную каштоўнасць, якая ляжыць у галіне сацыяльнай інжынерыі. Асаблівасцю гэтых даследаванняў будзе здольнасць пабудаваць эфектыўнае ўзаемадзеянне прадстаўнікоў розных спецыяльнасцей. Праектаванне мадэлі персанальнага лічбавага двайніка і вызначэнне шляхоў арганізацыі такіх двайнікоў у сацыяморфныя сеткі запатрабуе кампетэнцый у шырокім спектры гуманітарных навук, уключаючы філасофію.

Рэалізацыя кампетэнцый у галіне інфарматыкі і інфармацыйных тэхналогій, перш за ўсё ў галінах штучнага інтэлекту і персанальных праграмных асістэнтаў, размеркаваных, адкрытых, шматагентных сістэм, сістэм кіравання ведамі і падтрымкі прыняцця рашэнняў.

Спецыялісты на аснове гэтай метадалогіі актыўна займаюцца распрацоўкай, валідацыяй і разгортваннем лічбавых двайнікоў прамысловых экспертных сістэм, якія забяспечваюць аўтаматызаваны інтэлектуальны маніторынг тэхналагічнага абсталявання, ранняе выяўленне дэфектаў і прагназаванне тэхнічнага стану.

Віртуальныя і фізічныя сістэмы вытворчасці гнутка ўзаемадзейнічаюць паміж сабой. У аснове гэтага свету ляжыць ідэальная копія фізічнага свету ў лічбавым варыянце, яго лічбавы двайнік. Ён можа дазволіць віртуальна ўзаемадзейнічаць з іншымі ўдзельнікамі працэсу, атрымліваць інфармацыю з датчыкаў, хутка мадэляваць умовы, дакладна разумець наступствы сцэнарыяў, прагназаваць вынікі і даваць каманды да выканання ў рэальным фізічным свеце. Базавай для распрацоўкі лічбавых двайнікоў стала тэхналогія спалучэння.

Канцэпцыя лічбавага двайніка была прапанавана ў 1994 г. А тэрмін «лічбавы двайнік» быў уведзены ў 2001 г. М. Грыўсам з Мічыганскага ўніверсітэта на прэзентацыі ўніверсітэта для прадстаўнікоў прамысловасці. М. Грыўс вызначыў гэтае паняцце ў кантэксце кіравання жыццёвым цыклам прадукцыі. Ідэя складалася ў стварэнні лічбавых запісаў серыйна якія выпускаюцца дэталіў і сыравіны, якія дазваляюць эфектыўней кіраваць водгукамі і патрабаваннямі па адсочванні гарантыйных прэтэнзій; раней прагназаваць і выяўляць дэфекты, звязаныя з тэндэнцыямі адносна якасці; павышаць агульную якасць прадукцыі.

З моманту з'яўлення інтэрнэту рэчаў канцэпцыя лічбавых двайнікоў істотна эвалюцыянавала. Пад гэтым тэрмінам разумеюць віртуальных клонаў рэальных актываў. З іх дапамогай аналізуюць дадзеныя і ствараюць справаздачы, новыя дадзеныя і каманды, каб скарэктаваць працу рэальных актываў і забяспечыць прыняцце карэктных рашэнняў. Збор інфармацыі з датчыкаў падлучаных прылад у рэжыме рэальнага часу дазваляе ўзбагачаць іх дзелавымі і кантэкстнымі дадзенымі, увесь час аналізаваць новую карысную інфармацыю.

Лічбавыя двайнікі можна падзяліць на тры тыпу: двайнікі выраба, двайнікі вытворчасці і двайнікі прадукцыйнасці. Для правядзення віртуальнага тэсціравання лічбавы двайнік выкарыстоўвае інфармацыю, сабраную з датчыкаў. З дапамогай дадзеных, якія прадстаўляюцца з выкарыстаннем тэхналогій інтэрнэту рэчаў (напрыклад, тэмпература, вільготнасць), можна паказаць прадукцыйнасць сістэмы і стан працаздольнасці лічбавага двайніка, а затым выкарыстоўваць гэтую інфармацыю для прагназавання паводзін фізічнага абсталявання. Валодаючы такімі дадзенымі, лічбавы двайнік можа адсочваць гісторыю паводзін і адлюстроўваць падзеі і досвед свайго фізічнага двайніка (двайнят) на працягу яго жыццёвага цыклу.

Лічбавыя двайнікі на вытворчасці дазваляюць палепшыць працэсы планавання, мадэлявання і аптымізацыі вытворчага працэсу. Яны прадстаўляюць віртуальныя мадэлі вытворчых актываў, якія выкарыстоўваюць для прагназавання паводзін і аптымізацыі працы сістэм. З іх дапамогай можна прагназаваць эфектыўнасць вытворчых адзінак, устараняць абмяжоўвалыя фактары і гарантаваць, што прадукцыя выпускаецца ў адпаведнасці з чаканнямі кліентаў.

Кампутарны інжынерны аналіз

Поспех кампаній шмат у чым вызначаецца магчымасцю эфектыўна выконваць баланс паміж інавацыйнасцю распрацовак, іх коштам і якасцю гатовага выраба. На першы план выходзяць задачы па аптымізацыі эксплуатацыйных пераваг: памяншэнне памеру выраба, яго вагі і энергаспажыванні. А інжынерам, якія распрацоўваюць прадукты для крытычна важных прыкладанняў ці экстрэмальных умоў эксплуатацыі, нельга забываць аб пытаннях бяспекі і надзейнасці. Пры гэтым з улікам патрабаванняў да пастаяннага скарачэння працягласці навукова-даследчых і доследна-канструктарскіх работ і павелічэння складанасці вырабаў захаванне падобнага балансу часам становіцца цяжкавыканальнай задачай.

У выніку кампутарны інжынерны аналіз, дазваляе распрацоўнікам візуалізаваць кожны аспект прадукцыйнасці, ацэньваць моцныя і слабыя бакі прадукцыі і знаходзіць праектыровачныя рашэнні, якія спалучаюць інавацыі, надзейнасць, хуткі выхад на рынак і прыбытковасць. Лікавае мадэляванне мяркую даследаванне фізічных з'яў, працэсаў ці сістэм аб'ектаў з дапамогай пабудовы, ужыванні і вывучэнні іх матэматычных мадэляў з выкарыстаннем лікавых метадаў і пры падтрымцы высокапрадукцыйных вылічэнняў. Яно дазваляе прымаць праектныя рашэнні, дзякуючы якім можна аптымізаваць любыя эксплуатацыйныя характарыстыкі выраба, а таксама забяспечыць прыбытковасць бізнесу, кантралюючы выдаткі.

З дапамогай лікавага мадэлявання можна мадэляваць працу інтэлектуальных прылад ад узроўня мікрасхемы і ўзнаўляць умовы, якім яно будзе падвяргацца ў рэальным свеце. Прычым усё гэта без вялікіх часавых затрат і фінансавых укладанняў, неабходных для фізічных выпрабаванняў. Тэрмін CAD пазначае шырокі спектр кампутарных прылад, якія дапамагаюць інжынерам, канструктарам і архітэктарам ствараць геаметрыі праектаваных вырабаў, канструкцый і збудаванняў. Computer-Aided Engineering мяркуе выкарыстанне адмысловага праграмнага забеспячэння для кампутарнага інжынернага аналізу паводзін праектаваных вырабаў і адзнакі іх характарыстак. Традыцыйна вобласці аналізу ўключаюць аналіз напружана-дэфармаванага стану дэталей і збораў, разлік тэмпературнага газу прадуктовага стану, аналіз электрамагнітнай умяшчальнасці, страт цаны пры цяжкім выкарыстанні і выкарыстання.

Computer-Aided Manufacturing абазначае праграмнае забеспячэнне, у асноўнай краіне якога з'яўляецца праграма для кіравання станкамі з лічбавым праграмным кіраваннем. Зыходнымі выкарыстаннем з'яўляецца геаметрычная мадэль праектавання, распрацаваная ў сістэме аўтаматызаванага праектавання. Вядомым тэндэнцам у прамысловасці з'яўляецца інтэграцыйная платформа CAD/CAM/CAE/PDM/PLM у адзінае інжынернае ўзаемадзеянне. Гэтая тэндэнцыя дазваляе пераўтварэнням, як арганізацыі, так і культуры вытворчасці.

Працэс праектавання новых праектаў нават на базе існуючых прата-тыпаў ніколі не быў простаю задачай. Для дасягнення патрэбнай прадукцыйнасці і надзейнасці прыходзіць значная частка змены і дапрацоўкі канструкцыі вырабаў, вывучаючы найбольш разнастайныя фізічныя працэсы ад цепламасаабмену да ацэнкі напружана-дэфармаванага стану канструкцыі і на даўгавечнасць. Пры тым, што задачы праектавання такія разнастайныя, частка праектавання сайта можа супярэчыць аднаму, тэрміны пастаянна скарачаюцца, аплачваюцца, адлюстроўваюцца, застаюцца няз-

меннымі. Пераадолец гэтай цяжкасці выбару мадэльна-арыентаванае сістэмнае праектаванне. Метадалогія належыць у тым, каб выкарыстоўваць мадэляванне на ранніх этапах і на працягу канца цыклу і наступных этапах жыццёвага цыкла стварэння праекта, аж да яго ўтылізацыі.

Гэта выбар выбару больш дакладнага колькасці, каб даследаваць найбольшыя варыянты канструкцыі і больш нізкага плана тэхнічнага абслугоўвання. На ранніх этапах праектавання гэта адпаведнае функцыянальнага варыянту варыянтаў канструкцыі. таму па ходзе аналітыкі праектавання выкарыстоўваецца для дапрацоўкі канструкцыі і аптымізацыі яе геаметрыі. На завяршальных этапах праектавання толькі праверкі, якія выконваюцца ўсімі патрабаваннямі. Мадэлі віртуальнай сістэмы гэта быць рознага ўзроўню складанасці: ад спрошчаных да поўнамаштабных мадэляў. Палегчаныя схемы выпрацоўваюць спрошчаную структуру, напрыклад, спрошчаную геаметрыю, і спрошчаную фізіку, напрыклад, схемы паніжанага парадку. Гэта зніжае вылічальную нагрузку, асабліва на нашых стадыях праектавання. Такія аблегчаныя схемы мадэлююць складаныя сістэмы і сістэмныя сістэмы і цалкам даступныя з мінімальнымі вылічальнымі выдаткамі. якая ўніфікаванай мове мадэлявання значна спрашчаецца ўзаемадзеянне і складзеная праца як унутры праектнай каманды, так і за яе межамі. некаторыя мадэлі можна абменьвацца паміж арганізацыямі і з сеткай пастаўшчыкоў, тым самым дапамагаючы ім лепш разумець ствараемую сілу.

Укараненне і развіццё метадалогіі стварае падмурак і неабходную інфраструктуру для пераходу ад дакументальна-арыентаванага праектнага кіравання да мадэльна-арыентаванай парадыгмы, што ў выніку адбылося для стварэння кіберфізічнай сістэмы, лічбавых двайнікоў і разумных лічбавых праграм.

Змяняецца характар праектавання, планавання і мадэлявання вырабаў на вырабах. Пасля выпрацоўкі прадукту ў віртуальным асяроддзі яны

павінны быць бесперашкодна перададзены на вытворчасць, дзе з дапамогай паўаўтаномных вырабаў людзі будуць выкарыстоўваць метады адтыўнай і субтрактыўнай вытворчасці для аўтаматычнага пераўтварэння віртуальных схем у фізічныя аб'екты. Інжынеры будуць выкарыстоўваць мадэляванне ў сувязі з тэхналогіямі лічбавага двайніка. Гэта нераўнамерна з традыцыйным працэсам праектавання, пры якім даводзіцца заставацца толькі на ведамасці аб выніках і магчымых найгоршых умовах эксплуатацыі. З новымі тэхналогіямі фактычныя даныя аб прадукцыйнасці сістэмы можна параўноўваць з адпаведнага лічбавага двайніка і на аснове гэтага сродкі карэкціравання.

Дапаўняючы лічбавы двайнік, ствараючы ад фізічнага носьбіта, інжынеры павінны ўдасканальваць сістэмныя схемы, і выкарыстоўваць вынікі аналізу, створанага з дапамогай лічбавага двайніка, для падтрымання працы фізічнай сістэмы ў рэальным свеце. Важнай функцыяй мадэлявання стане ацэнка чаканага тэрміну службы вырабу, бо лічбавы двайнік можа абвясціць сваю схільнасць кандыдатам у адборы ад вывазу фізічнага двайніка. З дапамогай мадэлявання лічбавы двайнік можа быць працаваны пакінуты тэрмін службы вырабу, загадзя скласці графік тэхнічнага абслугоўвання. Абслугоўванне па фактычным стане выкарыстоўвацца для ацэнкі таго, як працяглая фізічная сістэма дазволіць нармальна функцыянаваць. Тэхналогія лічбавых двайнікоў стане цэнтральнай у мадэльна-арыентаваным створаным сістэмным інжынірынгу, яна ўключае ў сябе мадэль праграмага забеспячэння ахапіць увесь жыццёвы цыкл сістэмы гэтага дызайну.

Лічбавыя аватары

Ідэя выкарыстання лічбавых аватараў у жыцці і тэхналогіі іх стварэння звязана з фантастычнымі фільмамі. Віртуальныя персанажы з'явіліся ў «Аватары» 2009 г. Рэжысёру Дж. Кэмерану прыйшлося адкласці выпуск

фільма на дзесяць гадоў, пакуль не з'явіліся патрэбныя тэхналогіі. У 2006 г. над трохмернымі героямі і іншымі візуальнымі эфектамі пачала працаваць новазеландская студыя Weta Digital, заснаваная рэжысёрам "Уладара кольцаў" П. Джэксанам. Гэта быў сапраўдны rocket science. Для "Аватара" каманда стварыла тэхналогію facial motion retargeting для пераносу чалавечай мімікі на трохмерных герояў і абсталяванне для захопу руху Light stage.

Аўтар тэхналогій М. Сагар перайшоў на працу ў Оклендскі ўніверсітэт. На працягу некалькіх гадоў ён распрацоўваў лічбавых андроідаў. Гэта 3D-мадэлі са штучным інтэлектам. Яны размаўлялі з людзьмі праз вэб-камеру і мікрафон. У 2016 годзе М. Сагар запусціў стартап Soul Machines і стаў прапаноўваць андроідам бізнэсу.

Першым аватарам Soul Machines у 2017 г. стала BabyX. Гэта 3D-мадэль паўтарагадовай дачкі М. Сагара. З BabyX можна ўзаемадзейнічаць як з сапраўдным дзіцем: прыцягваць увагу, паказваць карцінкі ў кнігах і прасіць прачытаць словы. Дзякуючы штучнаму інтэлекту аватар навучаецца і рэагуе на стымулы. М. Сагар спраектаваў BabyX так, каб яе эмоцыі працавалі як чалавечыя: падобна выкідам нейрамедыятараў у мозгу.

Soul Machines прапануе кампаніям прадукты для стварэння аватараў HumanOS і Digital DNA Studio. Асобы са штучным інтэлектам выкарыстоўваюць у якасці віртуальных асістэнтаў, супрацоўнікаў кампаній і лічбавых дзід знакамітасцяў. Выкарыстоўваюцца два выгляду аватараў: рэалістычныя лічбавыя персанажы, якімі кіруюць людзі, і цалкам аўтаматызаваныя, якія ўзаемадзейнічаюць з чалавекам дзякуючы нейрасецям.

Стварэнне аватара пачынаецца з распрацоўкі рэалістычнай 3D-мадэлі. Калі раней твары і целы рабілі ўручную, то зараз для мадэлявання графікі ёсць мноства аўтаматызаваных праграм CAD. Напрыклад, на аснове тэхналогіі падпаверхневага рассявання subsurface scattering атрымліваюць рэалістычную скуру. 3D-мадэлі робяць рухомымі з дапамогай кампутарнай анімацыі CGI. Здымаюць акцёра-прататыпа, каб потым перадаць яго

міміку і жэсты аватару. Напрыклад, абсталяванне M. Сагара Light stage захоплівае рухі, арыентуючыся на адлюстраванні прамянёў святла.

Штучны інтэлект выкарыстоўваюць для паляпшэння 3D – мадэляў. Нейрасеці робяць аватараў рэалістычнымі. Машыннае навучанне таксама дапамагае персанажу сінтэзаваць гаворка, дае магчымасць яму разумець гаворку чалавека і развіваць эмацыйны інтэлект на аснове паводніцкіх і маўленчых мадэляў людзей. Падчас працы на экране ці ў прыладах віртуальнай рэальнасці аватарам кіруюць рухавічкі, як у кампутарных гульнях.

Віртуальныя працоўныя месцы і лічбавыя супрацоўнікі трансфармуюць прафесійнае асяроддзе. У супрацоўнікаў кампаній з'являцца аватары. Замест назірання сябар за сябрам у Zoom супрацоўнікі будуць паўнаватасна ўдзельнічаць у нарадах з дапамогай тэхналогій віртуальнай і дапоўненай рэальнасці. Гаворка ідзе не толькі аб 3D-мадэлях людзей, але і аб магчымасцях сумеснай працы аватараў.

У віртуальнай прасторы паміж удзельнікамі каманды будуць знаходзіцца выявы праектаў і інструменты для працы з імі. XCOM Labs, Apple і Google ужо распрацоўваюць офісных аватараў. Развіццё гэтага напрамку залежыць ад з'яўлення больш кампактных і магутных VR-прылад, а таксама ад хуткасці ўкаранення стандартаў сувязі 5G і 6G.

З дапамогай штучнага інтэлекту кампаніі ствараюць паўнаватасную замену людзям. Слоікі выкарыстоўваюць аватараў на пэўных пасадах. Аватар працуе кансультантам і дае кліентам аналітыку сусветнай эканомікі і асобных рынкаў. З яго дапамогай банк хоча вывучыць, наколькі карыстальнікам зручна атрымліваць розныя паслугі ад віртуальных асоб. З аватарамі рызык няма. Кампаніі могуць поўнаасцю кантраляваць камунікацыю віртуальных прадстаўнікоў.

Відэа-чат-боты выглядаюць і маюць зносіны як сапраўдныя людзі. Яны ўмеюць падтрымліваць размову, вучыцца і праяўляць эмоцыі. У далейшым яны могуць быць настаўнікамі, канс'ержамі, фінансавымі і меды-

цынскімі кансультантамі. Неоны змогуць стаць сябрамі, супрацоўнікамі і кампаньёнамі, якія ўвесь час навучаюцца і захоўваюць успаміны. Хатніх асістэнтаў з рэалістычнымі вобразамі ўжо ствараюць. Тэхналогія становіцца ўсё больш даступнай. Кампаніі працуюць над тым, каб аватары маглі дапамагаць у офісах і кватэрах.

Лічбавая асоба чалавека хуткім часам стане вельмі каштоўным таварам, паколькі гаворка ідзе аб сабраных разам дадзеных аб чалавеку. Усе гэтыя дадзеныя збіраюцца арганізацыямі і сервісамі. Любое прыкладанне, карыстацкая дамова якое падпісвае індывід, стварае яго міні - лічбавы аватар. Напрыклад, калі тэлефон на Android, то ў ім па змаўчанні ўсталяваны сэрвіс Google Now, які збірае розныя статыстычныя дадзеныя аб карыстачу. Такія даныя можна выкарыстоўваць у розных сферах дзейнасці. Лічбавыя аватары могуць выкарыстоўвацца ў любых сацыяльных сферах ад фінансаў да медыцыны. Некаторыя кампаніі ідуць яшчэ далей і выкарыстоўваюць атрыманыя навыкі апрацоўкі ў такіх сферах як сельская гаспадарка і здабыча карысных выкапняў.

Але ў першую чаргу дадзеныя аватараў патрэбны маркетологам. Ім патрэбна як мага больш дакладная інфармацыя аб паводзінах і перавагах чалавека. Гэта дазваляе прапаноўваць кліентам цікавыя для іх прадукты і паслугі. Любы кліент можа атрымаць рэальна персаніфікаваную прапанову і поўную бачнасць удзелу кампаніі ў яго жыцці, разуменне, што ён важны кампаніі. Гэтыя дадзеныя можна будзе выкарыстоўваць для стварэння паўнаважных дзід чалавека. Аватары актыўна напаўняюцца біямэтрычнай інфармацыяй. Гэта і голас, і рысы асобы і нават рухі.

Інавацыйныя кампаніі ствараюць робатаў, у якія загружаюць усе сабраныя персанальныя дадзеныя аб канкрэтным чалавеку. Гэты рэбат з'яўляецца носьбітам штучнага інтэлекту. Ён пачынае не толькі валодаць інфармацыяй аб чалавеку, але і выглядаць, казаць як ён. І нават думаць. У выніку аватар становіцца палепшанай версіяй самога чалавека, яго

двойніком. Распрацавана тэхналогія стварэння 3D-мадэлі чалавечага цела. Гэтая сістэма выкарыстоўваецца як віртуальная прымеркавая, якая за 30 секунд стварае аб'ёмную копію чалавека ў спецыяльным тэрмінале ў гандлёвых цэнтрах, а потым можа быць загружана на смартфон і выкарыстоўвацца рэгулярна.

Асноўнай праблемай тэхналогіі аватараў з'яўляецца страта прыватнасці. Аватар пазбаўляе магчымасці схвацца ад маркетологаў. У гэтай сітуацыі абарона персанальных звестак становіцца першачарговай задачай.

Мэтасвет

Слова «метасвет» актуалізаваў Н. Стывенсан у рамане «Лавіна» ў 1992 г. Гэтым словам пісьменнік назваў віртуальны свет, дзе жывуць аватары рэальных людзей. Аналагічная канцэпцыя затым сустракалася і ў іншых фантастычных раманах, напрыклад, "Першаму гульцу прыгатавацца" Э. Клайна. Метасвет пазначае свет, у якім віртуальныя, неіснуючыя ў рэальнасці аб'екты зліваюцца з фізічнымі рэчамі і падзеямі ў рамках адзінай экасістэмы. Канцэпцыя метасвету цесна звязана з тэхналогіямі віртуальнай і дапоўненай рэальнасці, а таксама штучнага інтэлекту. Метасвет адлюстроўвае эвалюцыю глабальнай сеткі.

Замест традыцыйных анлайн-пакупак, калі карыстач бачыць на экране спіс тавараў, ён можа перамясціцца ў прастору віртуальных гандлёвых залаў, якія дазваляюць уважліва і ў падрабязнасцях разгледзець тавары перад пакупкай. Гэта магчымасць перанесці лічбавыя прадметы і людзей у фізічны свет з дапамогай галаграм. Яны будуць рухацца, адчуваць і выглядаць як рэальныя людзі, фізічны і лічбавы свет стане адным цэлым. Звычайныя заняткі, якія рэалізуюцца ў двухмернай прасторы, такія як прагляд малюнкаў і відэа на экране, стануць трохмернымі.

Гэта імерсіўны інтэрнэт, дзе ў людзей тыя ж магчымасці, што і ў рэальным свеце: свабоднае перамяшчэнне, валоданне і абмен таварамі і ак-

тывамі. Гэта месца, дзе карыстачы змогуць праводзіць час, узаемадзейнічаючы сябар з сябрам у любым віртуальна створаным месцы. Гэта гібрыд рэальнай і віртуальнай прасторы. Ён дазволіць людзям гуляць у гульні, працаваць, рабіць пакупкі, займацца спортам і мець зносіны пры гэтым знаходзячыся дома. Людзі з розных куткоў фізічнага свету змогуць сустракацца ў адным і тым жа віртуальным месцы, напрыклад, на беразе лічбавага пляжа, дзе змогуць назіраць заход.

Можам вылучыць асноўныя рысы метасусвету. Яна ніколі не скідаецца, не прыпыняе працу і не заканчваецца. Яна працуе ў рэальным часе і не залежыць ад знешніх фактараў, хоць распрацоўшчыкі могуць ствараць і планаваць падзеі ў метасусвету. Няма абмежавання на памер аўдыторыі і колькасць адначасовых карыстальнікаў. Кожны можа ў любы момант далучыцца да метасусвету і ўдзельнічаць на роўных з астатнімі. Людзі і кампаніі могуць атрымліваць узнагароду аналаг грошай за працу, якая прыносіць каштоўнасць, прызнаную іншымі, марнаваць яго і інвеставаць.

Метасусвет аб'ядноўвае фізічны і лічбавы свет, адкрытыя і закрытыя платформы, прыватныя і агульнадаступныя сеткі. Гэтае адзінае лічбавае цэлае. Гэта сумяшчальнасць дадзеных, прадметаў, актываў, кантэнта, якія перадаюцца паміж лічбавымі светамі. Метасусветы запоўнены кантэнтам і досведам, створаным яе ж карыстальнікамі: адзіночкамі, групамі або камерцыйнымі прадпрыемствамі.

Ахарактарызуем галоўныя тэндэнцыі ў сферы метасусвету. 3D-тэхналогіі, прылады AR і VR, а таксама гукавыя сістэмы гуляюць вялікую ролю ў індустрыі віртуальных гульняў. На фоне развіцця метасусвету гэтыя тэхналогіі дэманструюць экспанентны рост, што падкрэслівае іх каштоўнасць і актуальнасць для сучаснага рынку. Па меры таго, як развіваецца сфера метасусвету, расце здольнасць кантраляваць і маніпуляваць імі. Павелічэнне колькасці прыкладанняў і інструментаў для кіраван-

ня і наладкі віртуальных светаў з'яўляецца неад'емным фактарам для развіцця ўсёй індустрыі.

Тэндэнцыі развіцця метасусвету паказваюць на тое, што аватары становяцца ўсё больш развітымі. На ўдасканаленні аватараў, якія ўпісваюцца ў бізнес-асяроддзе, фактуюць карпарацыі. Развіццё трэкінг тэхналогій стане адным з галоўных прыярытэтаў у бліжэйшыя гады. Сілай, здольнай поўнасьцю змяніць спосаб вядзення бізнесу і ўспрымання, узаемадзеяння і аналізу пабудаванага свету спажывацямі, з'яўляецца тэхналогія лічбавых 3D-двайнікоў. Гэтая тэхналогія стварае поўную трохмерную віртуальную і прасторава дакладную мадэль любога будынка ці памяшканні. Гэта азначае, што прадпрыемствы змогуць ствараць дакладныя копіі фізічных аб'ектаў, якія потым будуць функцыянаваць як асобныя падраздзяленні.

Спажывацы могуць выкарыстоўваць тэхналогію лічбавага дваўніка для віртуальнай прымеркі адзення і азнаямленні з новымі крамамі яшчэ да таго, як яны адкрыюцца. Яны могуць таксама візуалізаваць і пераканацца, ці падыдзе новая мэбля, перш чым зрабіць куплю для дома, не выходзячы з дому. Неўзаемазаменныя токены актуальныя лічбавыя аб'екты. NFT прывязаныя да блокчейна як унікальная сутнасць. NFT выкарыстоўваюцца ў самых розных крыптапраектах.

Іммерсіўныя і ўніверсальныя аспекты метасусвету патрабуюць хмарных вылічэнняў для апрацоўкі, захоўвання і аналізу дадзеных, якія генеруюцца платформаў. Платформа метасусвету не будзе паспяховай, калі яна не можа забяспечыць бездакорны карыстацкі досвед ці будзе цяжка маштабавацца. Віртуальныя мастацкія галерэі адносяцца да ліку шырока распаўсюджаных трэндаў метасусвету. Віртуальныя арт-галерэі з'яўляюцца новым відам імерсіўнай прасторы, дзе мастакі і стваральнікі лічбавых твораў могуць дэманстраваць свае выставы NFT для калекцыянераў. Прыхільнікі мастацтва могуць зведаць сенсацыйнае віртуальнае асяроддзе і нават гандляваць сваімі любімымі твораў.

Метасусвет збірае велізарную колькасць дадзеных, якія яна будзе здабываць і выкарыстоўваць практычна імгненна. У той час як у аснове метасусвету ляжыць размеркаваная тэхналогія, такая як блокчэйн, неабходна забяспечыць, каб дадзеныя, атрыманыя ў адной частцы метасусвету, адлюстроўваліся на досведзе карыстальніка ў іншай. Такім чынам, вывучэнне наступнага пакалення інжынерыі дадзеных становіцца ключавым напрамкам адукацыі ў свеце метасусвету. Сістэма ўсенакіраванага руху і тэхнічнае абсталяванне, якое забяспечвае ўспрыманне пяці пачуццяў, дазваляюць карыстальнікам уваходзіць у віртуальны свет для заняткаў спортам, забаў, адукацыі і працы.

Метасусветы працуюць і на настольных кампутарах, аднак карыстацкі досвед з VR-шлемам і на кампутары моцна адрозніваецца. Экран кампутара не дае той глыбіні апускання, якая ёсць у карыстача VR-гарнітуры. Існуючыя метасусветы прапануюць дастаткова прымітыўную візуалізацыю, нярэдка якая базуецца на гатовых бібліятэках. Кампутарныя версіі метасусвету не вельмі прыцягваюць карыстальнікаў. Метасусветы з'яўляюцца рэгулярна. Але рост рынку стрымліваецца досыць высокім парогам уваходу ў метасусвет для брэндаў. Гэта кошт зямлі, камісія за размяшчэнне аднаго лічбавага прадмета, дызайн, адмалёўка і распрацоўка самага прасторы і аб'ектаў крамы, галерэі, і пабудова логікі ў ім.

Метасусветы адкрываюць новыя практычна нічым неабмежаваныя магчымасці для бізнесу. Гэта і магчымасць працаваць з новымі трансгранічнымі плацежнымі інструментамі, і дыверсіфікацыя бізнесу за кошт продажу лічбавых тавараў, і практычна поўная незалежнасць ад краіны паходжання брэнда і лакалізацыі вытворчасці тавару. Адна з праблем метасусвету заключаецца ў стварэнні віртуальных аватараў на аснове персанальных дадзеных людзей, а таксама ў выкарыстанні гэтымі аватарамі кібернетычнага сэксу з тактыльнымі адчуваннямі. Выкарыстанне пашыранай рэальнасці для адчування тактыльных імпульсаў таксама пераасэн-

соўвае досвед кіберсексу, і ёсць пагроза ў магчымасцях кібернетычнага сексу з непаўналетнімі і фармаванні розных дэвіцый.

Праблема ідэнтыфікацыі аватараў робіць уразлівымі асобу і асабістыя дадзеныя для капіявання, пры спробе ачысціць і маніпулявання. Дамінаванне лічбавых валют у метасусветаў прывядзе да парушэння дзяржаўных межаў з-за немагчымасці заканадаўства рэгуляваць ланцужкі продажаў. Існуе рызыка стварэння ў віртуальных прасторах крам з забароненымі рэчывамі. Кошт зямлі ў метасусвету будзе вызначацца тым, што ўладальнікі будуць рабіць з нерухомасцю, напрыклад, праектаваць папулярную славуцасць, музей, а не месцазнаходжаннем.

З павелічэннем колькасці часу, якое карыстачы праводзяць у інтэрнэце, фармуецца новая мадэль спажывання лічбавага кантэнту і ўзнікае экасістэма віртуальнага жыцця. Людзі гатовы ўкладваць значныя сродкі ў інтэрнэт-маёмасць, у тым ліку ў лічбавую нерухомасць, лічбавую моду і прэміяльныя аўтамабілі. Інтэрнэт пачынаюць прымяняць у тэрапеўтычных мэтах, з'явілася паняцце метамедыцыны. Лекары прызначаюць відэагульні для лячэння кагнітыўнай дысфункцыі.

Гульні для глабальнага бізнэсу становяцца новымі маркетынгавымі платформаў, на якіх правяраюцца гіпотэзы і адпрацоўваюцца мадэлі. Буйныя кампаніі імкнуцца стварыць свае нутрагульнявыя брэндавыя прадстаўніцтвы. Нягледзячы на бурны рост лічбавай індустрыі, папулярнасць гульняў і імклівае павелічэнне рэкламных бюджэтаў у метасусвету застаюцца нявырашанымі многія ключавыя пытанні. Так, лічбавы свет адкрывае шырокія магчымасці для скажэння ўяўленняў аб рэчаіснасці, маніпуляцый і дэзінфармацыі. Зняць гэтыя пытанні метадамі, якія прымяняюцца ў рэальным свеце, у новым зараджаецца сусвету немагчыма.

Метасусвет будзе мець значны культурны ўплыў на грамадства і паводзіны людзей у рэальным свеце. У метасусвету варта чакаць зніжэння значнасці нормаў маралі і этыкі з-за выкарыстання віртуальнага аватара,

якога людзі не да канца суадносяць з сабой. Найбольш схільныя дэфармальнаму ўздзеянню лічбавага асяроддзя дзеці, свядомасць якіх яшчэ толькі фармуецца. Пакуль не зразумела як будуць працаваць законы ў метасусвеце. Як можна будзе патрабаваць выканання нацыянальнага заканадаўства ў віртуальным свеце, у якім няма меж. Гэтыя механізмы пакуль не прапрацаваны. У метасусвеце будуць парушацца дзейныя прынцыпы валютнага рэгулявання, бо для пакупкі ў лічбавым асяроддзі з часам будуць значна часцей выкарыстоўвацца лічбавыя інструменты, а не нацыянальныя плацежныя сістэмы. Актыўнасць карыстальнікаў будзе спараджаць значныя аб'ёмы персанальных, біяметрычных, фінансавых і эмацыйных даных. Пры выкарыстанні кібернетычнай прасторы ўсё часцей узнікаюць пытанні аб абароне асабістых дадзеных і лічбавых плацяжоў, супрацьдзеянні маніпуляцыям з перавагамі і ўчынкамі грамадзян.

Радыесістэмы ў віртуальным асяроддзі падпарадкоўваюцца фізічным законам. Віртуальны свет будзе буйнейшы за рэальны па частцы эканомікі. Для віртуальных міроў будзе стварацца больш розных рэчаў, будынкаў, дамоў, аўтамабіляў, прадметаў адзення і сумак, чым для рэальнага свету. Таму што фізічныя светлы павінны падпарадкоўвацца законам захавання масы і энергіі, а да віртуальнага свету гэта не адносіцца.

Асаблівасцю метасусвету стане магчымасць адчуваць фізічную прысутнасць іншага чалавека праз лічбавыя прасторы. Portal і Oculus могуць тэлепартаваць індывіда ў пакой з іншым чалавекам, незалежна ад фізічнай адлегласці, ці ў новыя віртуальныя міры і ўражанні. Для поўнага бачання метасусвету трэба пабудаваць злучальную тканіну паміж гэтымі прасторамі, каб зняць абмежаванні фізікі і перамяшчацца паміж імі з такой жа лёгкасцю, як пераходзіць з аднаго пакоя ў іншы.

Метасусвет называюць трохмернай мадэллю інтэрнэту: гібрыдам кампутарнай гульні і сацыяльнай сеткі. Замест фатаграфій у кожнага карыстальніка 3D-аватар. Плоскія старонкі браўзэра замянілі аб'ёмныя інтэр-

фейсы. Метасусвет прапануе карыстальнікам віртуальную версію жыцця. Вучыцца, хадзіць на канцэрты, заключаць шлюбы, купляць нерухомасць, зарабляць і марнаваць крыпталюту. Патрэбны безлімітныя хмарныя сховішчы, высокія хуткасці перадачы інфармацыі і найноўшыя графічныя рухавічкі. Вылічальную магутнасць хатніх прылад карыстальнікаў давядзецца павялічыць у 1000 разоў для апрацоўкі квадрыльёна аперацый у секунду. Пакуль на такое здольныя толькі суперкампутары. У метасусвету без шлема віртуальнай і дапоўненай рэальнасці не абысціся. Для поўнага апускання спатрэбіцца тактыльны гарнітур, ён дазваляе адчуваць дакрананні і нават тэмпературу.

Стартап з Беларусі распрацаваў Teslasuit. У яго ўбудавана сістэма захопу рухаў з 68 электродаў. Пісаліся яны на новай мове праграмавання VRML. Гаджэт здольны ўтрымліваць глядзельную кантакт з іншымі лічбавымі аватарамі і перадаваць эмоцыі карыстальнікаў з дапамогай трэкераў мімікі. Людзі прымаюць аблічча галогры і ўзаемадзейнічаюць з лічбавымі аб'ектамі на фоне інтэр'ераў уласнай хаты. Можна наведваць лекцыі лепшых сусветных ВНУ, ладзіць трэніроўкі ў бяспечным асяроддзі. Развіццё віртуальных прастор прывядзе да змены рынка працы з-за з'яўлення новых прафесій. Гэта таксама новыя магчымасці для свету забаў. Метасусветы стварылі альтэрнатыўны спосаб заробку. Можна купіць віртуальную зямлю і пабудаваць з пікселяў салон па продажы NFT-мастацтва ці краму віртуальнай вопраткі для аватараў.

Да этычных мінусаў адносяцца абразы, дамаганні і іншыя прыклады таксічных паводзін. Метасусветы могуць стаць асяроддзем кібернетычных злачынцаў. Высокія рызыкі крадзяжу крыпталюты і асабістай і біяметрычнай інфармацыі карыстальнікаў. Закон пакуль не рэгулюе працу лічбавых міроў. Распрацоўнікі мяркуюць, што частка функцый ляжа на плечы штучнага інтэлекту. Нягледзячы на бягучыя складанасці, карпарацыі ве-

раць, што метасусвет не проста маркетынгавы прадукт, а рэальны шанец вывесці тэхналогіі і свет у цэлым на новы ўзровень.

Пандэмія COVID-19 стварыла каласальны грамадскі запыт на кібернетычнае ўзаемадзеянне вялікіх мас людзей. З-за бесперапыннай негатыўнай даходнасці па многіх традыцыйных інструментах на венчурныя рынкі ў апошнія гады заходзяць рэкордныя аб'ёмы свабоднага капіталу для фінансавання самых фантастычных праектаў. Традыцыйныя сацыяльныя сеткі пачалі адчуваць сур'ёзную крытыку і вымушаны мяняцца. Геймінгавыя тэхналогіі развіліся да такіх вышынь, што пачалі забяспечваць іншыя функцыі, напрыклад, правядзенне канцэртаў у анлайн-фармаце.

Найважнейшай часткай метасусвету будзе не трохмерная візуалізацыя, а элемент дэцэнтралізаванай эканомікі, якая працуе на блокчэйн-тэхналогіях. Менавіта такія тэхналогіі будуць падмуркам Web 3.0. Яны даюць магчымасць карыстальнікам бяспечна фіксаваць правы ўласнасці ў віртуальным, а потым і фізічным мірах, а таксама аўтаматычна праводзіць транзакцыі праз смарт-кантракты.

Блокчэйн-тэхналогіі, акрамя гэтага, з'яўляюцца асновай для криптовалютаў і крыптаактываў, таму ўсе гэтыя лічбавыя сутнасці таксама будуць важнымі кампанентамі метасусветаў. Авангардам ужывання элементаў метасусвету была і застаецца індустрыя геймінга. Геймінг, як і інтэрнэт, прайшоў трохстадынную эвалюцыю ад канцэпцыі "pay-to-play" (манетызацыя гульняў праз іх продаж) да канцэпцыі "free-to-play" (самі гульні амаль бясплатныя, але манетызуюцца праз стварэнне нутрагульнявой эканомікі лічбавых актываў) і затым да бягучай канцэпцыі "play-to-earn".

Гэта зусім новая парадыгма, у ёй гульцы дынамічна ўдзельнічаюць у лічбавай эканоміцы, могуць пераносіць артэфакты і аватары паміж гульнямі, збіраць віртуальныя прадметы калекцыянавання, ствараць свае ўласныя гульні, кантраляваць свой досвед і шматлікае іншае. Актыўная прысутнасць у гульнях дазваляе зарабляць, і нямала.

Гэта вельмі падобна на метасусвет. Развіццё метасусветаў хутчэй за ўсё будзе абаярацца на бягучыя тэхналогіі геймінгу. Гэтыя тэхналогіі будуць адаптаваны і планамерна маштабаваны на ўсе віды дзейнасці чалавека, якія можна аблічбаваць. У метамеры сыдуць зносіны праз сацыяльныя сеткі і відэаканферэнцыі.

Інвестары засяродзілі ўвагу на пастаўшчыках абсталявання для метасусвету і інфраструктурных аператарах. Апаратнае забеспячэнне будзе грунтавацца на магутных графічных працэсарах і запатрабуе вельмі надзейнай і хуткай перадачы дадзеных, бо аб'ём генераванага і перадаецца трафіку будзе гіганцкім. Інвестыцыі ў метасусветы нясуць рызыкі. Многія з іх складана канфігуруемыя. Велізарныя аб'ёмы вылічэнняў, неабходныя для функцыянавання падобных платформаў, запатрабуюць якая адпавядае колькасці энергіі. У адрас метасусветаў узнімецца хваля крытыкі за незахаванне вугляроднай нейтральнасці. Калі гэтае пытанне застанецца нявырашаным, буйныя інвестары могуць страціць цікавасць, напрыклад, з-за рэпутацыйнай або палітычных рызык.

Рызыкі дэградацыі культуры

Інтэрнэт можа справакаваць каласальны спад пісьмовай культуры, якая будзе замешчана культурай аўдыёвізуальнай. Хаця менавіта пісьмовая культура стагоддзямі была адным з галоўных інструментаў перадачы вопыту ад аднаго пакалення да другога. Яна стварала своеасаблівы рэзервуар вялікай чалавечай агульнасці, якая зараз апынулася пад пагрозай. Перафарматаванне ці змена суадносін паміж аўдыёвізуальнымі і пісьмовымі знакамі адбудзецца. Пераход ад апавядальнай літаратуры да апавядальнага відэа жанру ўзмацніўся яшчэ і за кошт стрымінгавых платформаў. Тэлесерыялы выкарыстоўваюцца як кнігі.

Практычна ўсё ідзе праз акаўнты і фота. Гэта функцыя памяці аб сабе, але яна адбываецца ў іншым выглядзе і на іншых носбітах. Пераход да

аўдыё візуальнага кантэнтэ не звязаны з інтэрнэтам, а звязаны з узнікненнем кіно. Інтэрнэт проста зрабіў фільм даступным для кожнага. Калі раней кіно было справай спецыялістаў, то зараз вытворчасцю фільма можа заняцца кожны. То бок, адбылася крайняя дэмакратызацыя фільма як медыя. Пісьмовая мова мае ўласныя вобласці і пакуль не бачна, каб яны маглі быць паглынутыя інтэрнэтам. Інтэрнэт функцыянуе як нарцысічнае люстэрка. Яно адлюстроўвае не мір, а толькі выключна асобу.

Інтэрнэт паказвае тое, што жадае бачыць індывід. А рэальнасць часта паказвае тое, чаго бачыць не жадаюць. Тое самае можна сказаць і аб камунікацыі. На гэтым пабудаваны алгарытмы сацыяльных сетак. Фармальна ёсць доступ да ўсёй прасторы інтэрнэту, але дэ-факта індывід ім карыстаецца толькі кам'юніці, што заўсёды прыводзіць да скарочанай і сімвалічнай мовы. Адсюль узнікаюць мемы, зразумелыя толькі тым, хто ўваходзіць у тую ці іншую групу.

Інтэрнэт-асяроддзі характэрна кароткая памяць. Яна хутка паднімае хвалю папулярнасці на адно, а затым гэтак жа хутка яе замяшчае нечым іншым. Механізмы перадачы традыцый становяцца ўсё менш устойлівымі і ўсё больш эфемернымі. Гістарычная і культурная памяць становяцца ўсё менш устойлівымі. Пэўная нервовасць у адносінах да гэтай нестабільнасці існуе. Спробы захаваць усё на воблаку праблематычныя. Па-першае, гэта вельмі дорага. Па-другое, гэта шкодна ў экалагічным стаўленні. Пачаўся маштабны кампенсаторны працэс музефікацыі неэлектронных носьбітаў, каб хоць неяк кампенсаваць гэты страх перад поўнай дэменцыяй культурнай памяці.

Транзакцыі і лічбавыя мадыфікацыі камунікацыі

У 2008 г. быў апублікаваны артыкул "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" С. Накамото, асоба якога не ўстаноўлена да гэтага часу. З гэтага моманту пачалося ўжыванне тэхналогіі блокчейн і криптовалюты

Bitcoin. Пачалася эвалюцыя криптовалютаў. Так, Ethereum выгадна адрозніваецца ад Bitcoin наяўнасцю смарт кантрактаў, якія дазваляюць заключаць здзелкі паміж бакамі без удзелу трэціх асоб. Наяўнасць дадзенай асаблівасці істотна падагрэвала развіццё криптовалютнай галіны. Пачалі праводзіцца ICO па продажы токенаў. Смарт кантракты пераадолелі працэс стандартызацыі. З'явіўся стандарт ERC20. Да яго ў 2018 г. дзякуючы гульні Cryptokitties далучыўся стандарт ERC721, вядомы як NFT.

Токен ERC20 выконвае ролю аднолькавых жэтонаў, напрыклад, на метро. Кожны ідэнтычны астатнім. У ERC721 наадварот кожны токен унікальны, і ўтрымоўвае спасылку на які-небудзь актыв. У выніку NFT выступае як лічбавы сертыфікат уласнасці, так і рэальнай уласнасці. Кожны з NFT існуе ў адзіным асобніку, а ўся інфармацыя аб іх аўтары, транзакцыях і пакупніках захоўваецца ў ланцужку блокаў блокчейна. Як і любы блокчейн-праект, NFT не прывязаны да нейкага аднаго сервера, а купляючы яго, індывід заяўляе аб сваім праве на лічбавы аб'ект на ўвесь свет. Сапраўдным мейнстрымам NFT сталі ў 2021 г. Сертыфікаты пацвярджаюць валоданне лічбавай карцінай, музыкай, кнігай або калекцыйнымі спартыўнымі карткамі. У ім змяшчаецца спасылка на аб'ект лічбавай уласнасці. Аб'ект захоўваецца на нейкім хостынг, што здольна прывесці да выдалення ўласнасці. Таму, для захавання доступу да лічбавай уласнасці і абароны ад выдалення, патрабуюцца новыя рашэнні, адрозныя ад захоўвання інфармацыі на хостынг.

Важным стала з'яўленне тэхналогіі IPFS. Гэта кантэнтна-адрасаваны, аднарангавы гіпермедыйны пратакол сувязі. Вузлы IPFS-сеткі фармуюць размеркаваную файлавую сістэму, дзякуючы чаму больш не патрабуецца наяўнасць хостынг для захоўвання інфармацыі. Спрошчана сама сетка здольная захоўваць інфармацыю, якая карыстаецца попытам, а інфармацыю нікому не патрэбную падвяргаць забыццю.

Сімбіёз тэхналогіі рэалізуе паўнаважнае дэцэнтралізаванае асяроддзе, у якім у карыстачоў з'яўляюцца асабістыя абароненыя лічбавыя актывы, чаго да гэтага не было. З-за цэнтралізаваных рашэнняў, кампаніі-распрацоўшчыкі дыктавалі правілы, якія маглі змяняцца ў аднабаковым парадку. Шмат у чым, па гэтых прычынах раннія спробы стварыць лічбавы сусвет абарочваліся няўдачай. У 2003 г. была выпушчана адна з такіх, Second life. Яе называюць прабацькам метасусветаў. Кампаніі працягваюць зарабляць на рэкламе.

Віртуальная і дапоўненая рэальнасць метасусвету

Некаторыя прыкладанні метасусвету ствараюцца выключна з дапамогай віртуальнай рэальнасці ў розуме. Аднак гэта не адзінае, што робіць агульны досвед людзей. Яны могуць адчуваць, што яны сапраўды тут нават без дарагога абсталявання. Людзі ходзяць на канцэрт ці на паказ мод, і для іх гэта незабыўныя ўражанні. Па сутнасці, яны сапраўды адчувалі сябе пагружанымі і дзяліліся гэтым пачуццём з сябрамі.

Хоць некаторыя людзі выкарыстоўваюць тэхналогіі VR (віртуальная рэальнасць) або AR (дапоўненая рэальнасць), каб зрабіць навакольнае асяроддзе больш рэальнай, гэтыя тэхналогіі падыходзяць не для ўсіх карыстальнікаў анлайн-прастор. Гэта асабліва дакладна для дзяцей малодшага ўзросту і людзей з некаторымі нейраразностайнымі станамі. Акрамя таго, некаторым людзям проста не падабаецца насіць гарнітуру. Розніца паміж некаторымі раннімі платформаў метасусвету і Roblox заключаецца ў магчымасці браць аватар з сабой у розных сітуацыях. Важна, каб гэтыя месцы заставаліся бяспечнымі і цывілізаванымі, каб у супольнасці быў станоўчы досвед. Дзеці і падлеткі могуць выкарыстоўваць іншыя прасторы метасусвету з іншымі правіламі і стандартамі. Бацькі і апекуны павінны ўпэўніцца, што гэтыя іншыя месцы падыходзяць для дзяцей.

Імерсіўныя тэхналогіі

Імерсіўнасць (immersive - «стварае эффект прысутнасці, апусканні») звычайна вызначаюць як апусканне ў пэўныя, штучна сфармаваныя ўмовы. Яна ўключае дапоўненую рэальнасць, віртуальную рэальнасць, змешаную рэальнасць і штучны інтэлект. Імерсіўнасць (immersive - «стварае эффект прысутнасці, апусканні») вызначаюць як апусканне ў пэўныя, штучна сфармаваныя ўмовы. Асабістае і прафесійнае выкарыстанне тэхналогій уключае забавы, прыкладанні Індустрыі 4.0, медыцынскія даследаванні, навучанне і шэраг іншых ужыванняў. Каб поўнасцю рэалізаваць патэнцыял, патрэбны надзейныя, звышхуткасныя сеткі (уключаючы 5G) і гранічныя вылічэнні.

Імерсіўныя тэхналогіі дазваляюць стварыць для карыстальніка віртуальны свет або зрабіць мікс з віртуальнага свету і рэальнасці. Дасягнуць такога эфекту дазваляе выкарыстанне спецыялізаваных прылад (напрыклад, шлемаў віртуальнай рэальнасці). На наступным этапе развіцця тэхналогіі чакаецца з'яўленне магчымасці поўнага апускання ў віртуальны свет да ўзроўню, калі ўжо не атрымаецца адрозніць візуалізацыю ад рэальнасці. З дапамогай спецыяльнага абсталявання, напрыклад ачкоў, дадаем у рэальнасць неіснуючыя, віртуальныя элементы. Для дапоўненай рэальнасці, акрамя ачкоў, выкарыстоўваюцца індыкатары на лабавым шкле аўтамабіля, спецыяльныя шлемы і смартфоны. Акуляры дапоўненай рэальнасці пакуль не адносяцца да распаўсюджаных гаджэтаў.

Для навучання медыцынскага персаналу ў многіх гарадах паспяхова дзейнічаюць сімуляцыйныя цэнтры, у якіх у віртуальнай рэальнасці адпрацоўваюцца навыкі ў сферы хірургіі, рэаніматалогіі і інтэнсіўнай тэрапіі, акушэрства і гінекалогіі, сястрынскай справы і догляду хворых. Віртуальная рэальнасць укараняецца і выкарыстоўваецца для рэабілітацыі пацыентаў, для аднаўлення пацыентаў, якія перанеслі чэрапна-мазгавыя і спіналь-

ныя траўмы, а таксама інсульты. Перспектыўнымі напрамкамі з'яўляюцца таксама барацьба з фобіямі, страхамі і іншымі псіхалагічнымі хваробамі.

Тэхналогіі ў рытэйле накіраваны на забеспячэнне для кліента магчымасці прымерыць тавар на сабе ці ў сваім інтэр'еры. Дадатак IKEA Place з дапамогай смартфона дазваляе размясціць прадметы мэблі ў прасторы пакоя. Іммерсіўныя тэхналогіі дапамагаюць арыентавацца ў асартыменце, скарачаюць выдаткі і аўтаматызуюць бізнес-працэсы, а таксама матывуюць спажыўцоў на пакупкі з дапамогай лічбавай візуалізацыі. Віртуальнае прататыпіраванне ў будаўніцтве і архітэктуры дазваляе праверыць эрганоміку будынкаў, пракантраляваць іх надзейнасць, а таксама весці калектыўнае абмеркаванне праектаў і дэманстраваць іх.

Гібрыдны фармат працы паступова ператвараецца ў новую норму. Аднак у такіх умовах навічкам бывае цяжка ўліцца ў калектыў. Каб гэта выправіць, кампаніі выкарыстоўваюць імерсіўнае навучанне праз гарнітуры віртуальнай і дапоўненай рэальнасці, а таксама метасусветы. Платформа віртуальнай рэальнасці дазваляе стварыць аватар, прагуляцца па віртуальнай прасторы і нават чуць галасы іншых калег. Усё праходзіць у рэжыме рэальнага часу, як у офісе.

Культура адыгрывае важную ролю пры адаптацыі, і навічкам не абавязкова фізічна прысутнічаць на працы, каб адчуць каштоўнасці і сфарміраваць пачуццё таварыства. Віртуальная рэальнасць становіцца важным элементам уцягвання і навучання бізнэсу. Якое паўтараецца вымяранае навучанне, заснаванае на задачах, можна праводзіць бяспечна і ў любы час. Гэта можа пазбавіць неабходнасці спыняць працу, каб правесці вытворчую падрыхтоўку. Паняцце пашыраная рэальнасць ахоплівае ўвесь спектр рэальных і віртуальных асяроддзяў, такіх як віртуальная, дапоўненая і змешаная рэальнасці. Устойлівы характар пандэміі прымусіў бізнэс шукаць новыя спосабы адаптацыі і навучання персаналу. Тэхналогіі пашыранай рэальнасці сталі найболей аптымальным рашэннем для шматлікіх.

Імерсіўнае навучанне прыносіць асаблівую карысць, калі патрэбны фізічныя сімуляцыі. Гэта дае магчымасць навучацца на практыцы, не баючыся здзейсніць памылку. Гэтыя тэхналогіі дапамогуць атрымаць і мяккія навыкі. Напрыклад, з дапамогай сімуляцыі ролевай гульні, якая імітуе тая ж узроўні стрэсу, з якімі супрацоўнік сутыкаецца ў рэальнасці. Платформу no-code, з дапамогай якой арганізацыі могуць ствараць уласныя сімуляцыі і віртуальных людзей, дапамагае стандартаваць і маштабаваць навучанне мяккім навыкам і выдаленую адаптацыю. У сімуляцыі можна дадаваць падказкі і пытанні, каб правяраць веды супрацоўнікаў і генераваць аб'ектыўныя дадзеныя аб прадукцыйнасці, якія дапамогуць ім удасканалівацца.

Дапоўненая рэальнасць з'яўляецца тэхналогіяй, якая, дапаўняе існуючую рэальнасць віртуальнымі выявамі, анімацыяй, візуальнымі эфектамі і тытрамі. Віртуальная рэальнасць мяркуе маску ці шлем з датчыкамі або без датчыкаў. Апрача таго, чалавек апускаецца ў выдуманую ці ўзноўленае асяроддзе. Самае вялікае распаўсюджванне гэтая тэхналогія мае ў гульнях. Карыстальнік апрача шлем і пападае ў віртуальную прастору, з якім і ўзаемадзейнічае. Змешаная рэальнасць падобная да дапоўненай рэальнасці, але замест таго, каб убудоўваць малюнкi і тэкст панад рэальнасцю, яна стварае віртуальныя прадметы і элементы, якія быццам бы ўжо знаходзяцца ў пакоі, кожны на сваім месцы.

Імерсіўная рэальнасць прывядзе да адмовы ад фізічных і сэнсарных клавіятур, замяніўшы іх віртуальнымі клавіятурамі галаграфамі, якія лунаюць перад вачыма. Яна зменіць тое, як кампаніі маюць зносіны з кліентамі, як калегі маюць зносіны паміж сабой, працуючы выдалена, і дадасць новае вымярэнне ў сацыяльныя сеткі, ствараючы новыя маркетынжавыя магчымасці і падтрымліваючы зносіны ўнутры арганізацыі. Устойлівы працэс у імерсіўнай рэальнасці стане магчымым дзякуючы далейшым дасягненням у галіне экранных дысплеяў, пераадоленню такіх бар'ераў, як

канфлікт вергентнасці і прыстасоўвальнасці, дасягненням у галіне фавеальнай візуалізацыі, тактыльных тэхналогій і тэхналогій 5G і 6G.

Канфлікт вергентнасці і прыстасоўвальнасці, перашкаджае засваенню дапоўненай рэальнасці, робячы карыстацкі досвед нездавальняючым. Пакуль ён будзе існаваць, укараненне дапоўненай рэальнасці будзе марудным. Фавеальная візуалізацыя вызначае, як дапоўненая рэальнасць выкарыстоўвае невялікія экраны, такія як акулеры або кантактныя лінзы, дзе дазвол экрана накладвае тэхналагічныя абмежаванні. Фавеальная візуалізацыя імкнецца пераадолець гэтую праблему за кошт больш высокага дазволу экрана ў той вобласці выявы, на якой факусуецца мозг.

Як дапоўненая, так і віртуальная рэальнасць патрабуюць выкарыстанні тактыльнай тэхналогіі. Прыўнясенне фізічных адчуванняў і пачуцці дотыку ў імерсіўную рэальнасць. Аднак з прымітыўнай тактыльнай тэхналогіяй карыстацкія ўражанні ад імерсіўнай тэхналогіі будуць расчаравальнымі, а яе перавагі для бізнесу будуць абмежаванымі.

Тэхналогіі 5G і 6G, будуць важныя для імерсіўнай рэальнасці. Першае, яны зрабяць жыццяздольнымі новыя прыкладанні, напрыклад, дыстанцыйнае кіраванне тэхнікай, асабліва на адкрытым паветры, напрыклад, у сельскай гаспадарцы ці будаўніцтве. Па-другое, патэнцыял імерсіўнай рэальнасці, забяспечаны гэтымі тэхналогіямі, будзе стымуляваць новую экасістэму стартапаў, каб стаць паспяховымі прадпрыемствамі. Гэтая новая экасістэма імерсіўнай рэальнасці створыць новыя бізнес – перавагі, стымулюючы распаўсюджванне і падтрымліваючы эвалюцыю імерсіўнай рэальнасці. Дзякуючы дасягненням у тэхналогіях імерсіўнай рэальнасці, і іх канвергенцыі, перавагі для бізнесу ўзнікнуць раптоўна. Але прадпрыемствам неабходна навучыцца прымяняць імерсіўную рэальнасць да таго, як гэта адбудзецца, інакш яны рызыкуюць разбурэннем свайго бізнесу.

Імерсіўныя прасторы

З развіццём мультымедыйных тэхналогій набіраюць папулярнасць імерсіўныя прасторы, якія апускаюць наведвальніка, глядача ў свет выяў або гістарычныя панарамы, прыродныя ландшафты ці карціны вялікіх майстроў. Для імерсіўных прастор характэрна злучэнне свету віртуальнага і рэальнага, уцягванне адразу некалькіх каналаў успрымання. Гэта амніканальнасць, відэа, гук і тактыльна-інтэрактыўнае дзеянне. Для поўнага апускання пляц відэапраекцыі павінна пераўзыходзіць кут агляду чалавечага вока. Гэта можа быць татальная праекцыя на ўсе паверхні сцен, падлогі, столі і панарамная праекцыя на ўвагнутым экране. Глядач жадае быць актыўным удзельнікам падзей, а значыць, яму трэба даць магчымасць выбіраць траекторыю, сюжэты і рэалізоўваць розныя сцэнары. Гэта рэалізуецца з дапамогай інтэрактыўных датчыкаў.

Эмпірычны арт абазначае рух у мастацтве. Мастакі ствараюць імерсіўныя, інтэрактыўныя і маштабныя работы. Хуткае развіццё тэхналогій заахваціла мастакоў эксперыментавач з новымі асяроддзямі і пераглядаць межы звыкллага ўспрымання. Мастакам патрэбна падтрымка і месца, дзе яны могуць падзяліцца сваімі працамі з шырокай аўдыторыяй. У мастакоў заўсёды вельмі канкрэтныя намеры адносна таго, як наведвальнікі павінны перамяшчацца па іх усталёўках. Традыцыйныя галерэі сканцэнтраваны на прадстаўленні аб'ектаў, а не вопыту, таму могуць моцна абмяжоўваць мастакоў, якія працуюць у буйнамаштабных, імерсіўных асяроддзях, і часта дазваляюць праводзіць толькі кароткатэрміновыя прэзентацыі. Арганізацыя прасторы вызначае нашы эпістэмалагічныя і пачуццёвыя ўстаноўкі.

Мастак эпохі Рэнэсансу мог ствараць трохмерную рэальнасць дзякуючы лінейнай перспектыве: прастора выявы, дзе яна выкарыстоўваецца, існуе практычна ў тым жа вымярэнні, што і рэальнасць, у якой глядач фізічна прысутнічае. Наступным за вынаходствам перспектывы этапам на шляху да празрыстасці медыума і імерсіўнасці ўспрымання сталі досведы з

камерай-абскурай, а затым і з фатаграфіяй. Важным крокам тут можна назваць нівеліраванне ролі мастака-фатографа ў гэтай практыцы дзякуючы ўласціваму фатаграфіі аўтаматызму. Фатаграфічная выява з'яўляецца дзякуючы механіцы і хіміі. Ствараецца ўражанне, што ўсю працу робіць святло і хімічная рэакцыя, а чалавек проста націскае кнопку.

Наступны важны этап у гісторыі імедыяцыі і імерсіі, звязаны з імкненнем пазбавіцца ад фіксаванага пункту гледжання, які заўсёды ўласцівы малюнку. Гэтая статычнасць, фіксаванасць сапраўды знікае ў кінематографіі, хаця пункт гледжання пры гэтым усё ж застаецца звязанай з пэўнай пазіцыяй апэратара. Мэта досведаў з віртуальнай рэальнасцю пазбавіцца і ад гэтага заганы. Ілюзорную рэальнасць трэба ўспрымаць з той жа пазіцыі, што і фізічную. Для дасягнення гэтага эфекту, напрыклад, у шлеме віртуальнай рэальнасці выкарыстоўваюцца датчыкі руху, якія сочаць за становішчам цела ў прасторы.

Віртуальнае асяроддзе павінна быць сэнсарна падобнай з рэчыўнай. Энтузіясты віртуальнай рэальнасці імкнуцца не проста паказаць рэалістычную карцінку праўдападобнасці выявы, а перадаць вопыт. Імерсіўнасць становіцца адным з галоўных патрабаванняў, якія прад'яўляюцца да віртуальнага асяроддзя. З'яву імерсіўнасці ў кантэксце змены адносін з медыя можна разгледзець і на прыкладзе больш звыклых тэхнічных сістэм. Напрыклад, у выпадку з лічбавай фатаграфіяй маем практычна непасрэдны доступ да выявы, да яго патэнцыйнай зменлівасці. Выява становіцца згодлівым, рухомым, а яго межы расплываюцца.

Любы індывід можа рэдагаваць фатаграфіі дзякуючы даступным інструментам, убудаваным у смартфон. Спецыяльныя навыві для гэтага не патрэбны, проста выкарыстоўваючы гатовыя рашэнні-фільтры. Выява становіцца ўсё больш мабільным. Яно можа быць імгненна перададзена на іншую прыладу, калі заўгодна выдаленае, ці быць спраецыванае на любую паверхню, практычна губляючы візуальна фіксаваныя межы. Ак-

тыўную пазіцыю ў адносінах да выявы, свайго роду інтэрвенцыю, якую забяспечваюць даступныя сродкі рэдагавання або нават мадэлявання вобразаў, неадрозных ад фатаграфічных, можна разглядаць як сціранне межаў паміж светам рэальным і віртуальным, у які людзі ўсё больш апускаемца.

Змяняецца спосаб доступу да свету, які дае фатаграфія. Кампутарныя тэхналогіі ўсё больш герметызуюцца, апускаюць у прастору лічбавых выяў. Старанна прадуманы інтэрфейс забяспечвае высокую ступень імерсіўнасці, удзельнічае ў стварэнні камфортнага асяроддзя, усярэдзіне якога ўзаемадзеянне з алгарытмамі здаецца непасрэдным.

Для таго, каб наблізіцца да непасрэднасці, дабіцца новых ступеняў імерсіўнасці, медыум задзейнічае рэсурсы іншых медыя, павялічваючы колькасць каналаў узаемадзеяння. Прыкладам гэтай з'явы з'яўляецца мноства вокнаў і ўкладак у інтэрнэце. Прысутнасць медыума, гетэрагеннасць, дае доступ да самых разнастайных камбінацый малюнкаў і гукаў. Гэты новы спосаб дамагчыся больш натуральнага ўзаемадзеяння з рэпрэзентацыяй ссоўвае акцэнт са стварэння аб'екта, вельмі падобнага на рэальнасць, на натуралізацыю самога працэсу доступу да яго.

Інтэрфейсу больш не трэба сціраць сябе. Галоўнае забяспечыць натуральнасць узаемадзеяння. Інтэрфейс інтэрактыўны, ён рэагуе на каманды і дзеянні карыстальніка. Таму дасягаецца нават большы эффект імерсіўнасці. Інтэрнэт не візуальны. Візуальных медыяў не існуе перш за ўсё таму, што не існуе ніякага чыста візуальнага ўспрымання. Медыя з'яўляюцца змешанымі і мультымадальным. Імерсіўнасць як досвед апускання злучана ў большай ступені з успрыманнем полісэнсорнай прасторы, чым з чыста візуальным успрыманнем. Так, успрыманне кіно можна разглядаць як мультысэнсорнае. Эфект прарыву двухмернай выявы, апусканні ў кінапрастору ствараецца не толькі дзякуючы візуальным сродкам.

Важную ролю гуляе аўдыяльны канал успрымання. Музыка спрыяе апусканню. У кінатэатрах цела паступова ўключаецца ў стварэнне і пражыванне ілюзорнай рэальнасці.

Лічбавае маніпуляванне імерсіўных асяроддзяў

Новыя медыя, валодаючы вялікім сугестыўны патэнцыялам, у параўнанні з папярэднім, здольныя ствараць ілюзорныя рэальнасці, усё менш адрозныя ад правобразу і могуць быць выкарыстаны як інструмент маніпулявання, ідэалагічнага выклікання. Да такіх высноў можна прыйсці, калі задумацца аб працэсе стварэння імерсіўных асяроддзяў. Інтэрфейсы, з дапамогай якіх індывіды ўзаемадзейнічаюць з лічбавымі алгарытмамі, распрацоўваюць адмыслоўцы ў вобласці UX-дызайну. Ад іх працы залежыць, адбудзецца апусканне ў віртуальнае асяроддзе, як, знаходзячыся ўсярэдзіне яе, індывід будзе пераходзіць ад аднаго кроку да іншага, ці атрымаецца яму дасягнуць сваіх мэт і наколькі хутка.

Мэта UX-дызайну заключаецца ў забеспячэнні камфортнага ўзаемадзеяння з віртуальнай рэальнасцю, на аснове мадэлявання вопыту індывіда. Такі дызайн накіраваны на імерсіўнасць. Чым больш часу людзі праводзяць на сайтах інтэрнэт - крам, сацыяльных медыя, тым большы прыбытак атрымаюць уладальнікі сайтаў. У выніку імерсіўнасць аказваецца звязана з максімізацыяй выгады і маніпуляцыяй. Новыя медыя, яшчэ не стаўшы звыклымі, мацней уздзейнічаюць на эмацыйную сферу, што пацвярджае асцярогі аб уладзе вобразаў. З-за таго, што імерсіўнае ўспрымання звязана ў большай ступені з эмацыйнай сферай, сіла ўздзеяння выявы павялічваецца, у той час як магчымасць крытычнага дыстанцыявання памяншаецца.

Звязаную з паняццем імерсіўнасці інтэнсіфікацыю прысутнасці можна звязаць з фактарам эстэтызацыі, якую трэба разумець не толькі і не столькі як эканамічную стратэгію, звязаную з маніпуляцыямі, але і як зменены

спосаб успрымання. Мае месца ўзрастанне ролі ўнутранай арыентацыі, накіраванасці інтэлектуальных і фізічных намаганняў індывіда на інтэнсіфікацыю адчуванняў, вопыту прысутнасці ў свеце. Вобласць суб'ектыўных перажыванняў перастае быць спадарожным фактам.

Імерсіўныя медыя звязаны з гэтымі тэндэнцыямі. Яны накіраваны на інтэнсіфікацыю прысутнасці ў прасторы і часе. Цікава, да ефекту прысутнасці, апускання і сапрычашчэння распаўсюджваецца не толькі на вобласці, звязаныя з развіццём тэхнікі. Усё часцей можна пачуць пра імерсіўны тэатр, які апускае глядача ў рэальнасць спектакля, ці нават імерсіўную журналістыку. Мае месца сувязь ефекту імерсіўнасці, які ў сучаснай культуры становіцца ўсё больш запатрабаваным, з нарастаючым значэннем эстэтычнага ўспрымання ў шырокім, немастацкім сэнсе, якое цягне структурныя змены ў грамадстве. Эстэтызацыя звязана не з пашырэннем прасторы маніпуляцый, а гарызонту жыццёвых магчымасцяў індывіда. Яно заключае ў сабе эмансіпатарны патэнцыял.

Адназначна ацаніць значэнне ефекту імерсіўнасці для сучаснай культуры дастаткова складана. Працэсы віртуалізацыі, з прычыны якіх выявы з прасторы тэхнічнай візуальнай культуры змешваюцца з выявамі самага навакольнага свету, мяркуюць актыўнае вывучэнне ўздзеяння з'явы імерсіўнасці на чалавека. Даследаванні гэтага ефекту, звязаныя таксама з аналізам ролі тэхнікі, апаратаў і медыяў, з'яўляюцца актуальнымі.

Імерсіўны інтэрфейс у віртуальных асяроддзях

Інтэрфейс характарызуе ўласцівасці і тэхналогію чалавека-машынай сувязі, якая забяспечвае дзейнасць чалавека ў тэхнічнай ці сацыяльнай сістэме. Гэта спосаб, якім выконваецца задача з дапамогай які-небудзь прадукта. Здзяйсненныя дзеянні і тое, што ўяўляе адказ, з'яўляецца інтэрфейсам. Інтэрфейс забяспечвае ўмовы, якія спараджаюць прафесійнае і навучальнае асяроддзе. Можна вылучыць дзве формы інтэрфейсу. Гэта

вонкавы тэхнічны і ўнутраны псіхафізіялагічны інтэрфейсы. Класічныя сістэмы вонкавага інтэрфейсу ўключаюць органы кіравання, сістэмы падання і адлюстраванні інфармацыі, элементы эрганомікі і дызайну працоўнага месца. Ад іх фізічных і інфармацыйна-дынамічных якасцей у значнай меры залежаць функцыянальныя і практычныя станы чалавека-аператара, якасць яго прафесійнай дзейнасці.

Псіхафізіялагічны інтэрфейс характарызуе стан арганізма і псіхікі аператара, яго гатоўнасць да выканання пэўных алгарытмаў прафесійнай і вучэбнай задачы. Унутраны інтэрфейс удасканальваецца пад дзеяннем розных форм прафесійнага навучання. Навучанне з'яўляецца працэдурай, якая стварае ідэальную форму інтэрфейсу ў чалавека-машынай сістэме. Асноўныя праблемы, якія ўзнікаюць пры праектаванні фізічнага інтэрфейсу, звязаны з неабходнасцю ўзгаднення фізіялагічных, антрапалагічных і біямеханічных характарыстык чалавека з механічнымі органамі кіравання і аптычнымі сістэмамі. Гэта дастаткова складаныя задачы, якія вядуць да стварэння машын, якія змяшчаюць складаную механіку і оптыку, якія падаражаюць сістэму і абмяжоўваюць магчымасці аператара.

Выйсцем з дадзенага становішча з'яўляецца выкарыстанне тэхналогіі кампутарнага мадэлявання інтэрфейсу, прадстаўленага ў выглядзе віртуальнага інтэрактыўнага асяроддзя, злучнага аператара з тэхнічнай сістэмай. Дадзеныя сістэмы інтэрфейсу можна назваць якія апускаюць ці імерсіўнымі інтэрфейсамі. У іх аператар апускаецца ў фармаваную тэхналогіямі віртуальнай рэальнасці машынна-генераванае трохмернае асяроддзе, якое адлюстроўвае штучны свет, дзейнасць у якім вядзе да рашэння прафесійных задач у сапраўдным свеце. У канструкцыі і ўласцівасцях інструментаў, якія мадэлююцца ў штучным свеце, максімальна выкарыстоўваецца жыццёвы вопыт суб'екта.

Існуе магчымасць здабываць карысны для практычнай дзейнасці досвед і навучацца. Чалавек у кантакце з фізічным светам мае такія інстру-

менты для селекцыі важных аспектаў фізічнага асяроддзя, якія цяжка, а часам і немагчыма прадугледзець у віртуальным асяроддзі. У гэтым асноўная праблема, якая ўзнікае пры праектаванні эргатычных сістэм дадзенага класа. Развіццё тэхналогій віртуальнай рэальнасці дазваляе стварыць віртуальныя асяроддзі з высокай ступенню інтэрактыўнасці.

Інтэрактыўнасць, адлюстроўваючы ўзаемадзеянне суб'екта са светам, з'яўляецца ключавым паняццем, якое характарызуе эфектыўнасць і магчымасці чалавека-машыннага інтэрфейсу. Чым вышэй інтэрактыўнасць сістэмы, тым большая колькасць параметраў мадэляваных свету могуць быць зменены суб'ектам у працэсе сваёй жыццядзейнасці і тым большы вопыт кіравання можа быць выняты ў працэсе дзейнасці.

У віртуальнай рэальнасці ёсць магчымасць уздзейнічаць практычна на ўсе элементы мадэляваных свету і ажыццяўляць гэта натуральным чынам. Пры гэтым свет адказвае на ўздзеянні сваімі зменамі, даступнымі сэнсарным сістэмам апэратара.

Асноўная добрая якасць імерсіўнага інтэрфейсу складаецца ў звязненні інтэракцыі да формаў, зразумелых сэнсарным і выканаўчым сістэмам чалавека, да яго непасрэдных дзеянняў з элементамі мадэляванага асяроддзя без прамежкавых аперацый, улучальных лагічных і моўных канструкты. У імерсіўным інтэрфейсе ўлічваецца досвед распрацоўнікаў, які асіміляваны ў элементах асяроддзя інтэрфейсу. Іммерсіўны інтэрфейс апускае чалавека ў штучны свет, які ў сваю чаргу можа быць звязаны з рэальным фізічным светам, адлюстроўваючы ў сваім прадметным, прасторавым і часовым змесце яго асноўныя ўласцівасці.

Маніпуляцыя ў асяроддзі імерсіўнага інтэрфейсу натуральная ў адозненне ад такой, якая рэалізуецца ў класічных формах парцыяльнага інтэрфейсу. У іх, напрыклад, пры рашэнні задачы навадзення кіраванага аб'екта на мэту ў прасторы апэратар змушаны з дапамогай органаў кіравання ў выглядзе махавічкоў сінхронна правай і левай рукой сумяшчаць

каардынаты аб'екта і мэты, вырашаючы задачу кампенсаторнага сачэння. Гэта даволі складаная сэнсаматорная задача. У імерсіўным інтэрфейсе дастаткова ўзяць у віртуальнай прасторы віртуальную мадэль аб'екта і перанесці яе ў контур мэты, тым самым здзейсніўшы навядзенне на яе.

Трансфармацыя рэальнага свету ў свет віртуальнай рэальнасці і ўласцівасцяў рэальнага свету ва ўласцівасці віртуальнага свету ажыццяўляюцца без удзелу чалавека, што дазваляе вызваліць яго ад складаных аперацый прасторава-часавых пераўтварэнняў. Штучны свет можа быць падстроены з дапамогай транслятара станаў пад дынамічныя ўласцівасці аператара, вызваляючы яго ад неабходнасці працы ў дэфіцыце часу. Здымаюцца і іншыя формы псіхалагічных і псіхафізіялагічных абмежаванняў. Прыкладамі імерсіўных інтэрфейсаў у гульнявой дзейнасці з'яўляюцца кампутарныя ўяўленні элементаў мадэляваных віртуальнага асяроддзя, якія забяспечваюць інтэрактыўнасць паміж гульцом і зместам гульнявога свету. Напрыклад, гэта дапамагаюць навігацыі ў асяроддзі аніміраваных персанажы ("аватары"), з якімі можна весці дыялогі, арт-эфекты і прадметы з пэўным функцыянальным прызначэннем.

Індустрыя 5.0

На аснове лічбавых тэхналогій сфармавалася індустрыяльнае таварыства 4.0. і яго эканамічная аснова, якая базуецца на выкарыстанні інфармацыйных тэхналогій, аўтаматызацыі працэсаў, выкарыстанні штучнага інтэлекту. Адбылася інтэграцыя лакальных і хмарных сістэм. Сталі дамінаваць канвергентныя асяроддзі распрацоўкі і аўтаномная вытворчасць. З моманту старту Індустрыі 4.0. у 2011 г. прайшло крыху больш за дзесяць гадоў і грамадства 4.0. адбылося. Пандэмія гэтаму спрыяла. Яна паскорыла ўкараненне тэхналогій у вытворчасць. На практыцы выкарыстоўваецца выдаленае падлучэнне, праектаванне з выкарыстаннем лічбавых двайнікоў, спалучэнне фізічных і лічбавых актываў.

У рамках працэсу лічбавай мадэрнізацыі эканомікі і грамадства сталі суседнічаць праект урада ФРГ "Індустрыя 4.0" і праект урада Японіі "Індустрыя 5.0". У праекце "Індустрыя 4.0" вялікая роля адводзіцца канвергенцыі тэхналагічных працэсаў на аснове чалавека-машынных і машынна-машынных інтэрфейсаў. У дадзеным кантэксце вялікая роля адводзіцца Дата цэнтрам, кібер - фізічным сістэмам і інтэрнэту рэчаў.

Індустрыя 5.0 арыентавана на паляпшэнне абслугоўвання заказчыкаў; персаналізацыю прадуктаў і паслуг; лічбавую лагістыку; інтэрактыўныя тэхналогіі; вяртанне працаўнікоў на вытворчасць. Гэтай стратэгіі будзе садзейнічаць эвалюцыя хмарных, лічбавых тэхналогій бесправадной перадачы даных і праграмага забеспячэння; комплекснае кіраванне і канвергентныя інтэграваныя асяроддзі распрацоўкі; натыйнае кіраванне аперацыямі, у тым ліку лічбавыя паслугі; аўтаномныя сістэмы і працоўная сіла з пашыранымі магчымасцямі.

У канвергентным асяроддзі функцыі кіравання, бяспекі і рухі інтэгруюцца. Гэта актуальна ў кантэксце развіцця інтэлектуальнай робататэхнікі. А яна размывае межы паміж кампанентамі кіравання і актуалізуе аспект бяспекі. Эфектыўнасць апэратыўнага кіравання становіцца вышэйшай, калі штучны інтэлект уваходзіць у архітэктuru сацыятэхнічнай сістэмы. Прыняцце рашэнняў заснавана на зборы і апрацоўцы вялікага аб'ёму даных. Сацыятэхнічная сістэма можа быць аўтаномнай дзякуючы функцый штучнага інтэлекту. Яны выкарыстоўваюцца для пераўтварэння вібрацый машыны ў дадзеныя, для мадэлявання працэсаў і для кіравання на аснове прагназуючых мадэляў. Ствараецца магчымасць кіраваць усімі элементамі архітэктury сацыятэхнічнай сістэмы.

Пераход ад аўтаматызаваных сістэм да аўтаномных сістэм павялічыць эфектыўнасць прыняцця рашэнняў, пашыраючы магчымасці чалавека. Штучны інтэлект дазваляе спрасціць праектаванне ў новым пакаленні, змяняючы аднаго са адмыслоўцаў пры сумеснай распрацоўцы.

Аўтанамізацыя сістэмы дазваляе пераасэнсаваць фундаментальныя прынцыпы сістэм кіравання. Няма неабходнасці ў поўным перааснашчэнні, калі ёсць магчымасць дапоўніць існуючыя сістэмы новымі тэхналогіямі.

Іста не толькі ў тэхналагічных інавацыях, якія даюць магчымасці з пункта гледжання функцый або прыбытковасці. Яны таксама павінны быць даступныя для карыстальнікаў і ўкараняцца з улікам карыстацкага досведу. У лічбавым свеце інавацыі выходзяць за рамкі тэхналогій і функцый. У Індустрыі 5.0 сціраюцца межы паміж рознымі тыпамі прамысловых працоўных.

Індустрыю 5.0 не варта разглядаць як храналагічнае працяг або альтэрнатыву існуючай парадыгме Індустрыі 4.0. Індустрыя 5.0 дапаўняе і пашырае адметныя асаблівасці Індустрыі 4.0. Гэтыя фактары маюць не толькі эканамічны ці тэхналагічны характар, але таксама ўтрымоўваюць важныя экалагічныя і сацыяльныя аспекты. Вызначаны шэсць катэгорый, кожная з якіх раскрывае патэнцыял у спалучэнні з іншымі, як частка тэхналагічных структур. Гэта індывідуалізаваць узаемадзеянне чалавека і машыны; біяінфармацыйныя тэхналогіі і інтэлектуальныя матэрыялы; лічбавыя двойнікі і мадэляванні; тэхналогіі перадачы, захоўвання і аналізу даных; штучны інтэлект; тэхналогіі энергаэфектыўнасці, аднаўляльных крыніц энергіі, захоўвання і аўтаноміі.

За дзесяць гадоў існавання Індустрыя 4.0 надавала менш увагі зыходным прынцыпам сацыяльнай справядлівасці і ўстойлівасці і больш надавала ўвагу цыфравізацыі і тэхналогіям, заснаваным на штучным інтэлекце, для павышэння эфектыўнасці і гнуткасці вытворчасці.

Канцэпцыя Індустрыі 5.0 прадугледжвае іншую накіраванасць і падкрэслівае важнасць даследаванняў і інавацый для падтрымкі прамысловасці. Стратэгія пабудовы суперінтэлектуальнага грамадства (Таварыства 5.0) была выпрацавана японскім урадам пры ўдзеле буйнога бізнэсу. Пастаўлена мэта трансфармацыі эканомікі праз выкарыстанне лічбавых

тэхналогій, такіх, як Big Data, інтэрнэт рэчаў і штучны інтэлект. У 2016 г. урад Японіі абзначыў асноўныя праблемы, якія перашкаджаюць устойліваму развіццю як японскай, так і сусветнай эканомікі, адмоўна ўплываючы на грамадства. Сярод іх скарачэнне колькасці працуючага насельніцтва і яго старэнне, зніжэнне глабальнай канкурэнтаздольнасці вытворчасці, неабходнасць абнаўлення інфраструктуры, экалагічныя праблемы, недахоп прыродных рэсурсаў, пытанні процідзеяння стыхійным бедствам і тэрарызму. Гэтыя выклікі паставілі задачу не столькі трансфармацыі індустрыяльнага сектара, колькі стварэння ўніверсальнай канцэпцыі, якая б выходзіла за рамкі галіновых праблем і адпавядала сацыяльным патрэбам і запытам.

З дапамогай тэхналогій знімаюцца фізічныя, адміністрацыйныя і сацыяльныя бар'еры для самарэалізацыі чалавека і развіцця тэхналогій. Недахоп працоўнай сілы будуць кампенсаваць пажылыя людзі, якія атрымаюць дадатковыя магчымасці з дапамогай новых тэхналогій. Прыдатнымі для гэтай мэты рашэннямі будуць робататэхніка (напрыклад, для ўздыму цяжкіх прадметаў), а таксама прылады, якія паляпшаюць зрок і слых.

Тэхналогіі з'яўляюцца ключавымі элементамі рэалізацыі аўтаномнага транспарта і інтэлектуальных транспартных сістэм. Гэта тэхналогіі аўтаномнага ваджэння, распрацоўкі ў сферы спадарожнікавых навігацыйных сістэм, высокадакладныя 3D-карты на аснове сігналаў сістэмы дыферэнцыяльнай карэкцыі з сантыметровым узроўнем дакладнасці CLAS. і перадаюцца квазізенітнымі спадарожнікамі QZSS. Напрацоўкі ў гэтай сферы не абмяжоўваюцца інтэлектуальнымі транспартнымі сістэмамі. Яны выкарыстоўваюцца ў рэалізацыі разумнага землекарыстання і інтэграванага будаўніцтва.

Да кагнітыўным кампанентам ставяцца персаніфікаваныя сэрвісы. Напрыклад, у медыцыне гэта базы даных аб стане здароўя і маніторынг у рэальным часе. Тэхналогіі, якія дазваляць апэратыўна і выдалена

праводзіць дыягностыку. Аўтаномнае кіраванне не з'яўляецца самамэтай як тэхналогія, але яно забяспечыць мабільнасць. Дазволіць людзям, якія па стане здароўя ўжо не могуць вадзіць машыну, жыць у камфортным асяроддзі. Таксама аўтаномныя транспартныя сродкі вырашаюць праблему транспартнай даступнасці ў аддаленых рэгіёнах.

Аўтаномнае кіраванне тэсціруецца ў многіх краінах. У Японіі адчуваецца аўтаномны аўтобус, які будзе курсіраваць у аддаленых раёнах. Там пражываюць пажылыя людзі. Аўтобус спросціць ім доступ да такіх аб'ектаў інфраструктуры, як магазіны або паліклінікі. Такі аўтобус неабходны для рэгіёнаў, дзе грамадскі транспарт або не прадугледжаны, або эканамічна немэтазгодны. Тэхналогія, якая магла б выкарыстоўвацца толькі дзеля атрымання прыбытку, асэнсоўваецца нанова ў разрэзе карысці для грамадства.

Хоць канцэпцыя напісана для Японіі, але яна і яе элементы могуць быць адаптаваны для любой дзяржавы, паколькі праблемы ва ўсіх аднолькавыя. Гэта павелічэнне сярэдняга ўзросту насельніцтва, знос і маральнае састарэнне вытворчай і сацыяльнай інфраструктуры, падзенне канкурэнтаздольнасці вытворчасці і экалагічныя праблемы.

Людзі будуць выкарыстоўваць кастамізаваныя рашэнні, заснаваныя на вялікіх дадзеных, у поўную сілу запрацуюць тэхналогіі штучнага розуму і інтэрнэту рэчаў, грамадская прылада стане максімальна інтэлектуальнай, арыентаванай на раскрыццё патэнцыялу кожнага грамадзяніна. Гаворка ідзе аб паступовым эвалюцыйным развіцці, пры якім пераход да "Грамадства 5.0" будзе максімальна бязбольным.

Урад Японіі абазначыў перашкоды, з якімі давядзецца сутыкнуцца пры рэалізацыі гэтай стратэгіі, і назвала іх сценамі. Гэта сцяна міністэрстваў і ведамстваў, заканадаўчай сістэмы, тэхналогій, чалавечых рэсурсаў і сцяна прыняцця грамадствам. Сярод пяці сцен найважнейшай з'яўляецца заканадаўчая сцяна. Людзі баяцца перамен. А "Таварыства 5.0" толькі

стратэгія перамен, заснаваная на пранікненні лічбавых тэхналогій ва ўсе сферы чалавечага існавання. Неабходнасць такіх змен добра разумее бізнэс, але пры гэтым грамадскасць лічыць гэтую стратэгію адной з шматлікіх урадавых ініцыятыў.

Старэнне насельніцтва выклікае дэфіцыт кадраў і востры недахоп працоўных рук, а не працоўных месцаў. Стратэгія "Таварыства 5.0" не накіравана на зніжэнне колькасці супрацоўнікаў, занятых на вытворчасці. Яе задача ў тым, каб індустрыяльныя кампаніі маглі вырашаць бягучыя задачы па маштабаванні бізнесу, павышэнні паказчыкаў якасці прадукцыі, паляпшэнні энергаэфектыўнасці. Але рабіць гэта з той жа колькасцю людзей, што ёсць, улічваючы і тое, што яно будзе натуральным чынам змяншацца. Такія тэхналогіі, як IoT і IoE, дапамогуць стварыць новыя сферы дадатку чалавечых талентаў, ведаў і ўменняў, а значыць і новыя магчымасці для працаўладкавання.

Для людзей павінны быць створаны іншыя працоўныя месцы. Ім павінны прадаставіць новыя магчымасці для рэалізацыі свайго патэнцыялу і працаўладкавання. Для гэтага неабходна праводзіць перападрахтоўку і навучанне. Людзі не павінны адчуваць сябе кінутымі і страчанымі. У нейкай меры гэта патэрналісцкая мадэль. На практыцы гэта працуе так. У Японіі буйная кампанія не можа звольніць чалавека проста так. Яна павінна знайсці магчымасць даць чалавеку новую пазіцыю. Калі яго ўзровень не адпавядае, кампанія інвесціруе ў праграму перападрахтоўкі. Галоўная мэта заключаецца ў стварэнні экасістэмы на аснове лічбавай платформы.

Платформа дазваляе аб'яднаць экспертызу кожнага ўдзельніка, каб канчатковаму заказчыку было лёгка эксплуатаваць існуючую вытворчую сістэму і развіваць яе незалежна ад таго, з якім пастаўшчыком абсталявання ён працуе ці будзе працаваць. У рамках стратэгіі "Грамадства 5.0" забеспячэнне грамадскай кібернетычнай бяспекі знаходзіцца на ўзроўні кааперацыі кампаній. Гэта глабальны выклік усяму бізнэсу, і кожная з кам-

паній, які працюють з лічбавими тэхналогіямі, уносіць свой уклад. Анансавана тэхналогія ідэнтыфікацыі кібератак для крытычна важных інфраструктурных аб'ектаў. На платформе e-F@story цалкам адмовіліся ад хмарных вылічэнняў, устараніўшы ўсе звязаныя з імі ўразлівасці. Распрацоўкі заснаваныя на разуменні таго, што лічбавыя рашэнні не могуць прымяняцца ў поўнай меры без тэхналогій, якія забяспечваюць кібернетычную бяспеку.

Платформа e-F@story для прамысловых прадпрыемстваў з'яўляецца адным з ключавых элементаў "Таварыства 5.0". Яна выкарыстоўваецца для стварэння лічбавага вытворчасці і аптымізуе вытворчыя працэсы. Яе ключавым элементам з'яўляецца тэхналогія перыферычных вылічэнняў, якая дазваляе прааналізаваць і адбіраць патрэбныя дадзеныя, пераўтвараючы іх у неабходную для прыняцця аптымальных кіраўнічых рашэнняў інфармацыю. Гэтую платформу выкарыстоўваюць вытворцы аўтамабіляў і іх кампанентаў, прадстаўнікі харчовай індустрыі, лёгкай прамысловасці і зборачныя вытворчасці.

Моцны бок платформаў заключаецца ў тым, што ён адаптуецца да патрэб карыстальнікаў і падладжваецца пад прыярытэты, якія кампанія ставіць перад сабой. Гэта зніжэнне энергазатрат і павышэнне прадукцыйнасці. Многае залежыць ад аб'ёму інвестыцый і прыярытэтаў кіраўніцтва прадпрыемства. Перавага лічбавых рашэнняў для вытворчасці складаецца ў тым, што, па-першае, іх можна выкарыстоўваць на базе бягучай вытворчай інфраструктуры, а па-другое, можна рабіць мадэрнізацыю вытворчых ліній часткамі ці паэтапна.

Неабходна распрацаваць цыклічныя працэсы, якія дазваляюць паўторна выкарыстоўваць, перанакіроўваць і перапрацоўваць прыродныя рэсурсы, памяншаць колькасць адходаў і ўздзеянне на навакольнае асяроддзе. Устойлівасць азначае скарачэнне спажывання энергіі і выкідаў парніковых газаў, каб пазбегнуць знясілення і дэградацыі прыродных

рэсурсаў, каб забяспечыць патрэбнасці сённяшніх пакаленняў, не падвяргаючы небяспекі патрэбнасці будучых генерацый.

Штучны інтэлект і адытыўная вытворчасць, могуць адыграць вялікую ролю за кошт аптымізацыі рэсурсаэфектыўнасці і мінімізацыі адходаў. Пад устойлівасцю разумеецца неабходнасць падвышэння ступені трываласці прамысловай вытворчасці, лепшага забеспячэння мер супраць збояў і гарантый таго, што яна можа абараняць і падтрымліваць крытычна важную інфраструктуру падчас крызісу. Геапалітычныя зрухі і пандэмія Covid-19, падкрэсліваюць далікатнасць цяперашняга падыходу да глабалізаванай вытворчасці. Яе варта збалансаваць за кошт развіцця досыць устойлівых стратэгічных ланцужкоў стварэння кошту, якія адаптуюцца вытворчых магутнасцяў і гнуткіх бізнэс-працэсаў, асабліва ў выпадках, калі ланцужкі стварэння кошту служаць асноўным чалавечым запатрабаванням, такім як ахова здароўя ці бяспека.

Новая роля галіновага работніка ў Індустрыі 5.0 значна мяняецца. Работнік разглядаецца не як кошт, а як інвестыцыйная пазіцыя для кампаніі, якая дазваляе кампаніі і работніку развівацца. Гэта азначае, што працадаўца зацікаўлены ў інвеставанні ў навыкі, здольнасці і дабрабыт сваіх супрацоўнікаў для дасягнення іх мэт. Такі падыход моцна адрозніваецца ад простага ўраўнаважвання затрат на рабочую сілу з фінансавымі даходамі. Чалавечы капітал больш паважаецца і шануецца. Важная перадумова. У прамысловым кантэксце гэта азначае, што тэхналогія, выкарыстоўваная ў вытворчасці, адаптаваная да запатрабаванняў і разнастайнасці прамысловых працоўных, замест таго, каб стала прыстасоўвацца да стала якія развіваюцца тэхналогіям. У працаўніка павінна быць больш магчымасцяў, а працоўнае асяроддзе павінна стаць больш інклюзіўным.

Лічбавасць вытворчых працэсаў робіць магчымым выдаленую працу, дазваляючы людзям, якія жывуць у аддаленых рэгіёнах, выходзіць на рынак працы, а таксама падвышаючы ўстойлівасць самой вытворчасці.

Крызіс Covid-19, падчас якога функцыянаванне шматлікіх прадпрыемстваў было пастаўлена пад пагрозу з-за мер фізічнага дыстанцыявання, прадэманстраваў патэнцыял аблічбаваных выдаленых аперацый, але адначасова і небяспекі з улікам росту кібернетычных нападаў на аб'екты, якія забяспечваюць функцыянаванне выдаленай працы.

Пры праектаванні лічбавых працоўных месцаў псіхічнае здароўе і дабрабыт павінны разглядацца на роўнай аснове. Хоць існуюць новыя рызыкі, звязаныя з лічбавымі метадамі працы, лічбавыя тэхналогіі могуць выкарыстоўвацца для паляпшэння кантролю і кіраванні рызыкамі і ўздзеяннем новага працоўнага асяроддзя на псіхічнае здароўе працаўнікоў і іх дабрабыт, такіх як рызыка выгарання з-за празмернай працоўнай нагрузкі.

Лічбавыя рашэнні і носныя прылады могуць адкрыць новыя каналы для абвесткі работнікаў і іх урачоў агульнай практыкі аб крытычным стане здароўя, як фізічнага, так і псіхічнага, а таксама для падтрымкі работнікаў у прыняцці здаровага ладу жыцця на працоўным месцы. З дапамогай новых тэхналогій і лічбавых рашэнняў кампаніі могуць садзейнічаць развіццю псіхічнага здароўя і культуры дабрабыту як неад'емнай часткі сваёй карпаратыўнай культуры. Гэта, верагодна, прынясе эканамічныя выгады і зберажэнні за кошт павышэння прадукцыйнасці працы і прадухілення працяглых хвароб.

Патрэбнасці ў навыках развіваюцца так жа хутка, як і тэхналогіі. Гэта адносіцца як да экспертнага ўзроўню, так і да агульных патрабаванняў да лічбавых навыкаў. Тэхналогію можна зрабіць больш зразумелай і зручнай для карыстальніка, каб работнікам не патрабаваліся спецыяльныя навыкі для яе выкарыстання. Навучанне можна развіваць адначасова з гэтай тэхналогіяй, тым самым гарантуючы, што існуючы набор навыкаў лепш адпавядае патрабаванням да навыкаў у галіны.

Толькі чатыры навывкі адносяцца да лічбавых навывкаў. Гэта лічбавая пісьменнасць, штучны інтэлект і аналітыка даных, работа з новымі тэхналогіямі, кібернетычная бяспека і ўважлівасць да даных.

Літаратура

1. Анохин, П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса / П.К. Анохин. – М.: Издательство «Медицина», 1968 – 546 с.

2. Бабушкин, А.П. «Возможные миры» в семантическом пространстве языка / А.П. Бабушкин – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2001.

3. Бостром, Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии / Н. Бостром. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016.– 446 с.

4. Бытева, Н. А. Цифровая экономика: сущность, особенности, формирование в Республике Беларусь / Н.А. Бытева, А.И. Лойко // Историческая память, цифровое общество, ценности народного единства и евразийской культуры - Минск: БНТУ, 2021 С. 134-140.

5. Васильев, В.В. Трудная проблема сознания / В.В. Васильев. – М.: Прогресс-Традиция, 2009. – 272 с.

6. Войтешёнок, В.А. Состояние и перспективы развития цифровой экономики в Республике Беларусь / В.А. Войтешенок, А.И. Лойко // Историческая память, цифровое общество, ценности народного единства и евразийской культуры. – Минск: БНТУ, 2021 С.140-145.

7. Выготский, Л.С. Мышление и речь / Л.С. Выготский. – М.: Лабиринт, 1999 – 352 с.

1. Гамезо, А.А. Роль компьютерного моделирования в решении инженерных задач / А.А. Гамезо, А.И. Лойко // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в технических, политических и социальных системах. Электронный учебный материал. – Минск: БНТУ, 2018. С. 161-162.

2. Демидчик, А., И. Цифровая экономика и интернет / А.И. Демидчик, А.И. Лойко // Историческая память, цифровое общество, ценности народного единства и евразийской культуры. – Минск: БНТУ, 2021 С. 156.
3. Деннет, Д. Виды психики: на пути к пониманию сознания / Д. Деннет. – М.: Идея-Пресс, 2004. – 184 с.
4. Довнар, С.С. Компьютерное зрение в современном мире / С.С. Довнар, А.И. Лойко // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в технических, политических и социальных системах. Электронный учебный материал.– Минск: БНТУ, 2018. С. 189-190.
5. Дубровский, Д.И. Новое открытие сознания? (По поводу книги Джона Сёрла «Открывая сознание заново») Д.И. Дубровский // Вопросы философии – 2003. – №7.– С. 92–111.
6. Ермакова, А.В. Цифровая экономика: теоретические аспекты и риски / А.В. Ермакова, А.И. Лойко // Историческая память, цифровое общество, ценности народного единства и евразийской культуры. - Минск: БНТУ, 2021 С. 1161-165.
7. Кара-Мурза, С.Г. Манипуляция сознанием / С.Г. Кара-Мурза. – М.: Издательство ЕВ Алгоритм Эксмо, 2000 – 728 с.
8. Кастельс, М. Власть коммуникации / М. Кастельс. – М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2016 – 564 с.
9. Козел, А.С. Виртуальная реальность – наше будущее / А.С. Козел, В.Ю. Купцова, А.И. Лойко // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в технических, политических и социальных системах. Электронный учебный материал.- Минск: БНТУ, 2018. С. 163-165.
10. Лойко, А.И. Методология инновационной деятельности: философия техники и философская антропология / А.И. Лойко, Е.Б. Якимович. – Минск: БНТУ, 2010. - 156 с.

11. Лойко, А.И. Эффективное использование потенциала модернизации / А.И. Лойко, В.И. Канарская, Э.А. Фонотова. – Минск: БНТУ, 2011. - 147 с.

12. Лойко, А.И. Информационное и экономическое пространства евразийской интеграции / А.И. Лойко. - Saarbruken: Lambert Academic Publishing, 2018. - 101 с.

13. Лойко А.И. Динамика науки в системе инновационной деятельности. - Saarbruken: Palmarium Academic Publishing, 2019. – 178 с.

14. Лойко, А.И. Формирование навыков креативного мышления у студентов при изучении философии, логики. Конспект лекций для студентов всех специальностей / А.И. Лойко [и др.]. – Минск: БНТУ, 2015. – 80 с.

15. Лойка, А.І. Электронны дапаможнік па вучэбнай дысцыпліне «Філасофія і метадалогія навукі» / А.І. Лойка. – Мінск: БНТУ, 2018. Рэгістрацыйнае сведетельства № 1141816231 ад 13.07.2018 г.

16. Лойко, А.И. Человек культуры и технический мир / А.И. Лойко // Весник БДУ. Серия 3. 1993. № 1. С. 27-30.

17. Лойка, А. І. Каштоунасна-рэгулятыўная кампанента у структуры сучаснай тэнікі / А. І. Лойка // Весці АН Беларусі. Серыя гуманітарных навук. 1994. № 3. С. 10-17.

18. Лойка, А. І. Змена каштоунасных прыярытэтаў ва умовах крызісу індустрыяльнай культуры / А. І. Лойка // Весці АН Беларусі. Серыя грамадскіх навук. 1996. № 2. С. 3-9.

19. Лойко, А.И. Детерминизм и модернизация деятельности / А.И. Лойко // Sociokulturna realita a priroda: zbornik recenzovanych vedeckych prac s medzinarodnou ucastiou. – Presov, 2005. С. 30-50.

20. Лойко, А.И. Социокультурный диалог как предпосылка инновационной деятельности / А.И. Лойко // Sociokulturna realita a priroda: zbornik recenzovanych vedeckych prac s medzinarodnou ucastiou. – Presov, 2005. С. 50-60.

21. Лойко, А.И. Методология исследования техногенных изображений / А.И. Лойко // Визуальные аспекты культуры – 2007. – Ижевск, 2007. С. 58-66.

22. Лойко, А.И. Визуальные методы исследования в современном гуманитарном знании / А.И. Лойко, Е.Б. Якимович // Вестник БНТУ 2009. № 4. С. 83-87.

23. Лойко, А.И. Бионика как техногенная модификация коэволюционной динамики / А.И. Лойко, Е.Б. Якимович // Вестник БНТУ. 2011. № 1. С. 68-72.

24. Лойко, А.И. Социальная динамика партикулярных структур и методология кластерного подхода / А.И. Лойко // Вестник Пермского университета. Серия. Философия. Психология. Социология. 2012. № 2. С. 151-158.

25. Лойко, А.И. Техногенная динамика и риски нравственной стабильности общества / А.И. Лойко // Философские традиции и современность - 2013 - № 2. - С. 112-121.

26. Лойко, А.И. Парадоксальная каузальная сущность природной и социокультурной реальности (к вопросу о детерминизме) / А.И. Лойко // Философия. Методология. Познание: сборник научных трудов к 85-летию академика Д.И. Широконова. – Минск: Право и экономика, 2014. С. 177-189.

27. Лойко, А.И. Четвертая промышленная революция: риски Евразии / А.И. Лойко // THESAURUS: збірник наукових прац. Випуск III. – Магілеу: Магілеускі інстытут МУС, 2016. С. 52-62.

28. Лойко, А.И. Динамическое разнообразие, конвергентная эволюция и динамическое равновесие / Философские традиции и современность. 2017. № 2. С. 33-36

29. Лойко, А.И. Две модели трансдисциплинарных исследований / А.И. Лойко // THESAURUS. Выпуск IV. Междисциплинарные исследования. – Могилёу: Могилёўскі інстытут МУС РБ, 2017. С. 186-191.
30. Лойко А.И. Эволюция экономических систем Беларуси и России в индустрию 4.0 / Большая Евразия. Развитие, безопасность, сотрудничество. Выпуск 3. – М.: ИНИОН РАН, 2020. Ч.1. С. 324-327.
31. Лойко А.И. Кластеры в регионах Беларуси и новая индустриализация / А.И. Лойко // Россия: тенденции и перспективы развития. Выпуск 16. – М: ИНИОН РАН, 2021. Ч.2. С. 871-873.
32. Лойко, А.И. Социальные модификации технологического детерминизма / А.И. Лойко // Вестник Самарского технического университета – 2021 - № 4 – С. 18-25.
33. Лойко, А.И. Математическая логика / А.И. Лойко // Новейший философский словарь. – Минск: Изд. В.М. Скакун, 1998. С. 406-407.
34. Лойко, А.И. Рационализм / А.И. Лойко // Новейший философский словарь. – Минск: Изд. В.М. Скакун, 1998. С. 365-366.
35. Лойко, А.И. Техника / А.И. Лойко // Новейший философский словарь. – Минск: Изд. В.М. Скакун, 1998. С. 712-713.
36. Лойко, А.И. Технократизма теории / А.И. Лойко // Новейший философский словарь. – Минск: Изд. В.М. Скакун, 1998. С. 714.
37. Лойко, А.И. Деятельность / А.И. Лойко // Философский словарь студента. – Минск: Тетра Системс, 2003. С. 82.
38. Лойко, А.И. Идеализированный объект / А.И. Лойко // Философский словарь студента. – Минск: Тетра Системс, 2003. С. 105.
39. Лойко, А.И. Идеальное / А.И. Лойко // Философский словарь студента. – Минск: Тетра Системс, 2003. С. 105-106.
40. Лойко, А.И. Рационализм / А.И. Лойко // Философский словарь студента. – Минск: Тетра Системс, 2003. С. 240-241.

41. Лойко, А.И. Техника / А.И. Лойко // Философский словарь студента. – Минск: Тетра Системс, 2003. С. 283.

42. Лойко, А.И. Пригожин / А.И. Лойко // Философский словарь студента. – Минск: Тетра Системс, 2003. С. 226.

43. Лойко, А.И. Метатеория / А.И. Лойко // Белорусская педагогическая энциклопедия. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2015. Т. 1. С. 652-653.

44. Лойко, А.И. Модернизация и системотехническая деятельность как фактор коэволюции / А.И. Лойко, Н.Н. Жоголь, А.А. Мажитов, В.И. Канарская // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы Пятой международной научно-технической конференции. В 2-х томах. – Минск: БНТУ, 2007. Т. 2. С. 52-56.

45. Лойко, А.И. Модернизация и синергетика / А.И. Лойко // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы Шестой международной научно-технической конференции. В 3-х томах. – Минск: БНТУ, 2008. Т. 3. С. 4.

46. Лойко, А.И. Философские аспекты информационной безопасности / А.И. Лойко // Информационная безопасность: философские, правовые, этические, психологические, институциональные, технологические аспекты деятельности. Материалы Международной научно-технической конференции. – Минск, 2012. С. 17-20.

47. Лойко, А.И. Стабилизирующая функция аудио-визуального наследия в информационном обществе / А.И. Лойко, Е.Б. Якимович // Информационная безопасность: философские, правовые, этические, психологические, институциональные, технологические аспекты деятельности. Материалы Международной научно-технической конференции. – Минск, 2012. С. 101-105.

48. Лойко, А.И. Философские аспекты безопасности / А.И. Лойко // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы Десятой меж-

дународной научно-технической конференции. В 4-х томах. – Минск: БНТУ, 2012. Т. 4. С. 4.

49. Лойко, А.И. Нравственная атмосфера модернизации общества в условиях растущего значения социальных сетей / А.И. Лойко // Духовно-нравственная культура как фактор модернизации российского общества XXI века (Третьи Хайкинские чтения): материалы Международной научно-практической конференции. – Тамбов: Издательский дом ТГУ имени Г.Р. Державина, 2013. С. 159-162.

50. Лойко, А.И. Использование информационных технологий при создании электронных учебно-методических комплексов по дисциплинам социально-гуманитарного блока знаний / А.И. Лойко // Информационные технологии в технических и социально-экономических системах. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Минск: БНТУ, 2013. С. 212.

51. Лойко, А.И. Межкультурная коммуникация в пространстве социальных сетей / А.И. Лойко, В.И. Канарская // Туровский, Абай, Гумилев, Конфуций, Боливар, Гете: роль Беларуси в философском диалоге современных культур. Материалы международной научной конференции. – Минск: БНТУ, 2013. С. 255-260.

52. Лойко, А.И. Межкультурный диалог и безопасность / А.И. Лойко // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы Одиннадцатой международной научно-технической конференции. В 4-х томах. – Минск: БНТУ, 2013. Т. 4. С. 4-5.

53. Лойко, А.И. Методология проектирования: информационные системы, автоматизация / А.И. Лойко // Информационные технологии в технических и социально-экономических системах. Сборник материалов научно-технической конференции. – Минск: РИВШ, 2014. С. 300-301.

54. Лойко, Л.Е. Математизация и компьютеризация в учебном процессе и научных исследованиях / Л.Е. Лойко, А.И. Лойко // Информационные

технологии в технических и социально-экономических системах. Сборник материалов научно-технической конференции. – Минск: РИВШ, 2014. С. 311-314.

55. Лойко, А.И. Сетевая экономика и автоматизированные системы проектной деятельности / А.И. Лойко // Социальное пространство Интернета: перспективы экономсоциологических исследований. Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск: Право и экономика, 2014. С. 186-190.

56. Лойко, А.И. Модернизация и безопасность / Наука – образованию, производству, экономике. Материалы Двенадцатой международной научно-технической конференции. В 4-х томах. – Минск: БНТУ, 2014. Т. 4. С. 4-5.

57. Лойко, А.И. Роль электронных ресурсов в изучении магистрантами философии и методологии науки / А.И. Лойко // Информационные технологии в технических и социально-экономических системах. Сборник материалов научно-технической конференции. – Минск: РИВШ, 2015. С. 357-358.

58. Лойко, Л.Е. Информационные системы и современные требования конфиденциальности / Л.Е. Лойко, А.И. Лойко // Информационные технологии в технических и социально-экономических системах. Сборник материалов научно-технической конференции. – Минск: РИВШ, 2015. С. 363-365.

59. Лойко, А.И. Информационная безопасность: теория и практика / А.И. Лойко // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы Двенадцатой международной научно-технической конференции. В 4-х томах. – Минск: БНТУ, 2014. Т. 4. С. 4-5.

60. Лойко, А.И. Информационные технологии и креативные ресурсы личности / А.И. Лойко // Информационные технологии в технических и

социально-экономических системах. Сборник материалов научно-технической конференции. – Минск: РИВШ, 2016. С. 283-285.

61. Лойко, Л.Е. Информационные технологии и культурный детерминизм / Л.Е. Лойко, А.И. Лойко // Информационные технологии в технических и социально-экономических системах. Сборник материалов научно-технической конференции. – Минск: РИВШ, 2016. С. 288-289.

62. Лойко, А.И. Ученая, стоявшая у истоков современной философии науки и техники / А.И. Лойко // Роль женщины в развитии современной науки и образования. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Минск: БГУ, 2016. С. 764-768.

63. Лойко, А.И. Институциональный эволюционизм управленческих практик в области науки / А.И. Лойко // Интеллектуальная культура Беларуси: управление знаниями в контексте задач социально-экономической модернизации науки. – Минск: Право и экономика, 2016. С. 156-158.

64. Лойко, А.И. Этико-гуманитарная компонента технонауки: на примере трибофатики / А.И. Лойко // Этика и история философии: материалы Второй международной научно-практической конференции. – Тамбов: Издательский дом ТГУ имени Г.Р. Державина, 2016. С. 175-179.

65. Лойко, А.И. Риски инновационной активности и ресурсы институционального наследия структур экономической деятельности / А.И. Лойко // Беларусь 2030: государство, бизнес, наука, образование: материалы 3-ей международной научной конференции. Минск, 27 октября 2016 г. – Минск: Издательский центр БГУ, 2016. – С. 99-101.

66. Лойко, А.И. Синергия информационных и экономических процессов: евразийский регион / А.И. Лойко // Международная журналистика – 2017: интеграция интеграций и медиа: материалы VI Международной научно-практической конференции. Минск, 16 февраля 2017 г./ сост. Б.Л. Залесский, под общей ред. Т.Н. Дасаевой. – Минск: Издательский центр БГУ, 2017. – С. 174-179.

67. Лойко, А.И. Методологические основы творчества журналиста в атмосфере сетевого плюрализма, растущих угроз идентичности и информационной безопасности / А.И. Лойко // *Стылістыка: мова, мауленне тэкст: зборнік навуковых прац: да 95-годдзя заслуж. работніка адукацыі Рэспублікі Беларусь, д-ра філал. навук, праф. Міхася Яугенавіча Цікоцкага; пад агульнай рэдакцыяй В. І. Іучанкова.* – Мінск: Адукацыя і выхаванне, 2017. – С. 470-475.

68. Лойко, А.И. Физика и философия в пространстве трансдисциплинарных исследований / А.И. Лойко // *Великие преобразователи естествознания: Нильс Бор: материалы юбилейных XXV Международных чтений (Республика Беларусь, г. Минск, 16-17 марта 2017 года).* – Минск: БГУИР, 2017. – С. 97-99.

69. Лойко, А.И. Философия техники и трибофатика / А.И. Лойко // *Збірнік статей та тез доповідей за матеріалами IV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Развиток основных напрямів соціогумантарних наук: проблеми та перспективи».* – Кам'янське: ДДТУ, 2017. С. 146-148.

70. Лойко, А.И. Информационные технологии в структуре технологических платформ / А.И. Лойко // *Информационные технологии в технических, правовых, политических и социально-экономических системах.* – Минск: РИВШ, 2017. – С. 327-328.

71. Лойко, Л.Е. Аддитивные и информационные технологии в эволюции общества / Л.Е. Лойко, А.И. Лойко // *Информационные технологии в технических, правовых, политических и социально-экономических системах.* – Минск: РИВШ, 2017. – С. 330-331.

72. Лойко, А.И. Междисциплинарные модификации толерантности, искусственный интеллект, сетевой этикет / А.И. Лойко, Г.С. Селеня // *Духовность. Образование. Наука: толерантность и нравственность в структу-*

ре духовной жизни общества. Материалы Международной научной конференции (Минск, 20 апреля 2017 г.). – Минск: БНТУ, 2017. – С. 134-142.

73. Лойко, А.И. Защитные ресурсы духовной православной традиции в условиях усиления сетевого нигилизма / А.И. Лойко // Христианские ценности в культурной традиции Востока и Запада – история и современность. Сборник докладов XXII Международных Кирилло-Мефодиевских чтений. 26-27 мая 2016 года Институт теологии БГУ. – Минск: УП «Минар», 2017. – С. 135-140.

74. Лойко, А.И. Институциональные условия модернизации: фактор промышленных революций / А.И. Лойко // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Выпуск 12. – М.: РАН ИНИОН, 2017. Ч.2. – С. 285-289.

75. Лойко, А.И. Технологические и институциональные изменения в экономике под влиянием четвертой промышленной революции / А.И. Лойко // Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных походов. Сборник материалов X Международной научно-практической конференции 30 марта 2017 г. – Минск: БНТУ, 2017. С. 155-157.

76. Лойко, А.И. Философия трансдисциплинарных исследований / А.И. Лойко // Философское знание и вызовы цивилизационного развития: материалы Международной научной конференции: к 85-летию Института философии НАН Беларуси. г. Минск, 21-22 апреля 2016 г. – Минск: Право и экономика, 2016 – С. 217-220.

77. Лойко, А.И. Феномен конвергентной эволюции: методология научных исследований и инженерно-технических решений / А.И. Лойко // Философская методология и научное познание: материалы Международной научной конференции 17 ноября 2017 года. – Тамбов: Издательский дом ТГУ, 2017. С. 14-128.

78. Лойко, А.И. Философия институциональных изменений в экономике и промышленные революции / А.И. Лойко // Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных походов. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции 23 ноября 2017 г. – Минск: БНТУ, 2017. В 2 томах. Т.1. С. 193-195.

79. Лойко, А.И. Трансдисциплинарные исследования В.В. Мартынова в области методологии интеллектуальных систем / А.И. Лойко // Научные чтения, посвященные Виктору Владимировичу Мартынову. Сборник научных трудов. – Минск: РИВШ, 2017. Выпуск V. -284с. С.17-24.

80. Лойко, А.И. Медиафера и исследования в области когнитивных наук: евразийские проекции / А.И. Лойко // Международная журналистика – 2018: глобальные вызовы, региональное партнерство и медиа: материалы VII Международной научно-практической конференции 15 февраля 2018. – Минск: Издательский центр БГУ, 2018. – С. 180-188.

81. Лойко, А.И. Дискурс-анализ институционального языка современной инженерии / А.И. Лойко // Профессиональная коммуникативная личность в институциональных дискурсах. Тезисы докладов международного круглого стола. Минск, 22-23 марта 2018 г. – Минск: БГУ, 2018 – С. 58-61.

82. Лойко, А.И. Конвергенция и дигитализация структур промышленной деятельности и феномен цифровой креативной экономики / А.И. Лойко // Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных походов. Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции 15 марта 2018 г. – Минск: БНТУ, 2018. С. 37-38.

83. Лойко, А.И. Форматы культуры XX века, созданные конвергенцией науки, техники, искусства / А.И. Лойко // Сборник научных трудов сотрудников кафедры «История, мировая и отечественная культура». – Минск: БНТУ, 2018. С. 95-106.

84. Лойко, А.И. Информационные технологии и контекст их применения: промышленные революции / А.И. Лойко // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в технических, политических и социальных системах. Электронный учебный материал.- Минск: БНТУ, 2018. С. 131-132.

85. Лойко, Л.Е. Историческая память и информационные технологии / Л.Е. Лойко, А.И. Лойко // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в технических, политических и социальных системах. Электронный учебный материал.- Минск: БНТУ, 2018. С. 136-137.

86. Лойко, А.И. Философия и методология конвергенции исследовательской и конструкторской деятельности / А.И. Лойко // Збірник статей та тез доповідей за матеріалами V Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Розвиток основних напрямів соціогуманітарних наук: проблеми та перспективи». – Кам'янське: ДДТУ, 2018 – С. 162-164.

87. Лойко, А.И. Когнитивная философия и методология когнитивных наук / А.И. Лойко // Национальная философия в глобальном мире: материалы Первого философского конгресса (Республика Беларусь, г. Минск 18-20 октября 2017 г.) Доклады / НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2018 – 766 с. С. 143-148.

88. Лобач, А.А. Роль математического моделирования в решении технических задач / А.А. Лобач, А.И. Лойко // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в технических, политических и социальных системах. Электронный учебный материал.- Минск: БНТУ, 2018. С. 154-155.

89. Лойко, А.И. Конвергентная эволюция и динамическое равновесие природных и социальных систем: междисциплинарный подход / А.И. Лойко // Синергия – 2018 - № 1 – С. 40-49.

90. Лойко, А.И. Язык, культура, когнитивистика, конвергенция и методология социального действия / А.И. Лойко // Язык, религия, социум: актуальные вопросы. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2018. С.274-277

91. Лойка, А.І. Электронны дапаможнік па вучэбной дысцыпліне «Філасофія і метадалогія навукі» / А.І. Лойко. – Мінск: БНТУ, 2018. Регистрационное свидетельство № 1141816231 от 13.07.2018 г.

92. Лойко, А.И. Эволюция гуманитарных наук в XXI век: от эстетики словесного творчества к когнитивной лингвистике / А.И. Лойко // Культура, литература и гуманитарные науки народов Евразии: прошлое, настоящее, будущее. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2018. С. 191-194.

93. Лойко, А.И. Истина и ментальность / А.И. Лойко // Мировоззренческая парадигма в философии: истина и ее имитация. Сборник статей по материалам XIV международной научной конференции 28 апреля 2018 г. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2019. С. 113-116.

94. Лойко, А.И. Индустрия 4.0 и факторы неопределенности в социальной динамике = Industry 4.0 and uncertainties in social dynamics / А.И. Лойко // Глобальные риски цифровой эпохи и образы будущего: Материалы IV Международной научной конференции. Гуманитарные Губкинские чтения. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2019. Ч.3. С. 101-104.

95. Лойко, А.И. Технологические платформы социально-культурной деятельности / А.И. Лойко // Социально-культурная деятельность: векторы исследовательских и практических перспектив. Материалы международной электронной научно-практической конференции. – Казань: ООО «Астор и Я», 2019. С. 338-341.

96. Лойко, А.И. Информационные технологии в образовательном процессе: методология когнитивных штудий / А.И. Лойко // Материалы Меж-

дународной научно-практической конференции «Информационные технологии в политических, социально-экономических, правовых и технических системах». – Минск: БНТУ, 2019. С. 318-320.

97. Лойко, Л.Е., Лойко А.И. Информационные ресурсы исторической памяти / Л.Е. Лойко, А.И. Лойко // Материалы Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в политических, социально-экономических, правовых и технических системах». – Минск: БНТУ, 2019. С. 320-322.

98. Лойко, А.И. Категориальные структуры философии в пространстве технонауки / А.И. Лойко // Философские категориальные структуры в научном познании. Тезисы докладов. – Минск: Право и экономика, 2019 С.

99. Лойко, А.И. Эволюция социально-культурной деятельности в условиях конвергенции ее с социальными практиками четвертой промышленной революции / А.И. Лойко // Сборник материалов Международного саммита по культуре и образованию, посвященного 50-летию Казанского государственного института культуры. – Казань: Культура, 2019. С. 41-44.

100. Лойка, А.І. Сацыяльная камунікацыя у катэгорыях трансдысцыплінарных даследаванняў кагніталогіі / А.І. Лойка // Thesaurus. Выпуск 6. 2019. С. 139-150.

101. Лойко, А.И. Когнитивные методы социального управления в условиях общества рисков / А.И. Лойко // Интеллектуальная культура Беларуси: когнитивный и прогностический потенциал социально-философского знания. – Минск: Издательство «Четыре четверти», 2019. Т.1. С. 47-49.

102. Лойко, А.И. Историческая память и информационные технологии / А.И. Лойко // Историческая память о Беларуси как фактор консолидации общества. Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск: ООО «СУГАРТ», 2019. С. 297-299.

103. Лойко, А.И. Перспективы глобализации: парадигма индустрия 4.0 / А.И. Лойко // *Философия и культура информационного общества*. – СПб: ГУП, 2019. Ч.1. С. 277-279.

104. Лойко, А.И. Когнитивная лингвистика в исследованиях В.В. Мартынова / А.И. Лойко // *Язык и культура*. Сборник статей XXIX Международной научной конференции. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2019. Ч.2. С. 83-88.

105. Лойко А.И. Социальная герменевтика совместимости корпоративных сообществ в условиях четвертой промышленной революции / А.И. Лойко // *Что такое сообщество? Социальная герменевтика, власть и медиа*: сборник материалов международной научной конференции. – Белгород: ООО «Эпицентр», 2019. С. 28-29.

106. Лойко, А.И. Когнитивные методы управления предприятием / А.И. Лойко // *Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных походов*. Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции 15 марта 2019 г. – Минск: БНТУ, 2019. С. 53-56.

107. Лойко, А.И. Технологии образования: методология когнитивных карт / А.И. Лойко // *Информационные и инновационные технологии в науке и образовании*. – Таганрог: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2020. – С. 351-354.

108. Лойко, А.И. Эволюция экономических систем Беларуси и России на основе ресурсов цифровых технологий / А.И. Лойко // *Экономист* – 2020 - № 3.

109. Лойко, А.И. Нейроэкономика, нейроэстетика и методология когнитивных наук / А.И. Лойко // *Условия, императивы и альтернативы развития современного общества в период нестабильности; экономика, управление, соционимия, право*. – Краснодар: Краснодарский центр научно-технической информации, 2020. С. 331-338.

110. Лойко, А.И. Патриотическая компонента конвергенции социально-культурной деятельности и гейм-индустрия в Беларуси / А.И. Лойко // Социально-культурная деятельность: векторы исследовательских и практических перспектив. – Казань: КазГИК, 2020. С. 408-411.

111. Лойко, А.И. Цифровая реальность индустрии 4.0 / А.И. Лойко // Информационные технологии в политических, социально-экономических и технических системах. – Минск: БНТУ, 2020. С. 151-155.

112. Лойко, А.И. Когнитивная психология, элиминативный материализм и технологический детерминизм / А.И. Лойко // Человек в цифровой реальности: технологические риски: материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2020. С. 369-372.

113. Лойко, А.И. Технологии когнитивистики в современной экономике / А.И. Лойко // Модернизация хозяйственного механизма сквозь призму экономических, правовых, социальных и инженерных подходов. – Минск: БНТУ, 2020. С. 38-39.

114. Лойко, А.И. Динамика социокультурных ценностей молодежи в информационном обществе / А.И. Лойко // Север и молодежь: здоровье, образование, карьера. – Ханты-Мансийск: редакционно-издательский центр Научной библиотеки ЮГУ, 2020. С. 494-500.

115. Лойко, А.И. Социальная теория и новые факторы в структуре социальной динамики / А.И. Лойко // Традиции и перспективы развития белорусской социологии: к 30-летию Института социологии НАН Беларуси. – Минск: Медисонт, 2020. С. 37-39.

116. Лойко, А.И. Киберкультура протестной активности / А.И. Лойко // Актуальные аспекты политической конфликтологии: цифровизация, виртуализация. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2021. С. 299-301.

117. Лойко А.И. Цифровая трансформация и национальная безопасность / А.И. Лойко // Инжиниринг и управление: от теории к практике. – Минск: БНТУ, 2021. С. 41-42.

118. Лойко, А.И. Социальное пространство информационных технологий / А.И. Лойко // Информационные технологии в политических, социально-экономических и технических системах. – Минск: БНТУ, 2021. С. 13-20.

119. Лойко, А.И. Смарт-индустрия информационных технологий и культурные традиции / А.И. Лойко // Информационные технологии в политических, социально-экономических и технических системах. – Минск: БНТУ, 2021. С. 242-245.

120. Лойко, А.И. Методология конвергентных информационных технологий в образовательном процессе / А.И. Лойко // Информационные и инновационные технологии в науке и образовании. – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2021. С. 248-250.

121. Лойко, А.И. Новые стратегии образовательной деятельности на платформе смарт-индустрии / А.И. Лойко // Историческая память, цифровое общество, ценности народного единства и евразийской культуры. – Минск: БНТУ, 2021 – С. 56-61.

122. Лойко, А.И. Когнитивная эра: цифровая экономика и методология принятия решений / А.И. Лойко // Историческая память, цифровое общество, ценности народного единства и евразийской культуры. – Минск: БНТУ, 2021 – С. 136-148.

123. Лойко, А.И. Инженер-менеджер в парадигме смарт-индустрии и нового интегративного знания / А.И. Лойко // Философия и/или новое интегративное знание. – Ярославль: РИО ЯГПУ, 2021. С. 164-174.

124. Лойко, А.И. Регионы Беларуси в пространстве инклюзивной экономики/ А.И. Лойко // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Выпуск 17. – М.: ИНИОН РАН, 2022. Ч.3. С. 111-114.

125. Лойко, А.И. Философия и методология науки. Учебное пособие / А.И. Лойко. – Минск: БНТУ, 2021 – 212 с.

126. Лойко, А.И. Социальные модификации технологического детерминизма / А.И. Лойко // Вестник Самарского технического университета – 2021 - № 4 – С. 18-25.

127. Лойко, А.И. Смарт - индустрия и тренды трансформации рынка труда / А.И. Лойко // Инновационные процессы в науке и технике XXI века. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. С. 85-87.

128. Loiko, A.I. Historical memory and the Paradigm of Understanding communication / Актуальные проблемы исторической памяти в современном социуме: историзация, семантика. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2022. С. 17-19.

129. Лойко, А.И. Философия сознания / А.И. Лойко. – Минск: БНТУ, 2022 – 348 с.

130. Лойко, А.И. Региональные экосистемы глобализации / А.И. Лойко // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник. Выпуск 5. – М.: РАН ИНИОН, 2022. Ч.1. С. 212-215.

131. Лойко, А.И. Философия цифровых технологий / А.И. Лойко. – Минск: БНТУ, 2022 – 206 с.

132. Лойко, А.И. Цели устойчивого развития в образовательном процессе технического университета / А.И. Лойко // Материалы международной научно-методической конференции «Экологическое образование и устойчивое развитие: состояние, цели, проблемы и перспективы». – Минск: МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, 2022. С. 187-189.

133. Loiko, A.I. Information Technologies in social research / Информационные технологии в образовании, науке и производстве. – Минск: БНТУ, 2022. С. 143-148.

134. Лойко, А.И. Философия компьютеринга / А.И. Лойко // Информационные технологии в политических, социально-экономических и технических системах. – Минск: БНТУ, 2022. С. 49-52.

135. Лойко, А.И. Национальная информационная безопасность и морально-правовые аспекты профессиональной деятельности / А.И. Лойко // Концептуальные подходы в сфере национальной безопасности: тенденции и параметры трансформации. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2022.

136. Loiko, A.I. Technology of digital ecosystems / Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Философия» - 2022 – Т.4 - №1 – С.49-56.

137. Лойко, А.И. Социальные цифровые экосистемы: тренды эволюции / А.И. Лойко // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Выпуск 17. – М.: ИНИОН РАН, 2022. Ч.1. С. 180-182.

138. Лойко, А.И. Цифровые платформы транспортной логистики / А.И. Лойко // TSTU Conference 1. – Tashkent: Tashkent State Transport University 2022. Volume 3.

139. Лойко, А.И. Смарт – общество в категориях индустриального и информационного измерения / А.И. Лойко // Инновации. Интеллект. Культура. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. С. 137-140.

140. Лойко, А.И. Евразия: геополитические риски и диалоговые платформы / А.И. Лойко. – Кишинев: Scientia Scripta, 2022 -136 с. ISBN 978-6204584775.

141. Лойко, А.И. Логика здравого смысла как основа традиционного общества / А.И. Лойко // Традиционные общества: неизвестное прошлое. – Челябинск: Изд-во Южно-Уральского гос. гумм.-педагог. уни-та, 2022. С. 15-20.

142. Лойко, А.И. Художественное сознание диалога в моделях Л.С. Выготского и М.М. Бахтина / А.И. Лойко // XX Славянский научный сбор « Урал. Православие. Культура». – Челябинск: ЧГИК, 2022. С. 9-14.

143. Лойко, А.И. Философия кросс-культурных коммуникаций / А.И. Лойко // Современные тенденции кросс-культурных коммуникаций. – Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022 С. 114-118.

144. Лойко, А.И. Рэфлексія полімоунага асяроддзя / А.И. Лойко // Славянские чтения – 2022. – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал БашГУ, 2022 – С. 74-76.

145. Лойко, А.И. Социально-культурная деятельность в условиях усиления роли национальной идентичности / А.И. Лойко // Социально-культурная деятельность: векторы исследовательских и практических перспектив. – Казань: КазГИК, 2022. С. 53-58.

146. Лойко, А.И. Народное единство, историческая память в эпоху цифровых экосистем и конвергентных технологий / А.И. Лойко // Евразийские ценности: народное единство и историческая память. – Минск: БНТУ, 2022. С. 4-11.

147. Лойко, А.И. Феномен человека в аспектах исторической памяти и технологической сингулярности / А.И. Лойко // Евразийские ценности: народное единство и историческая память. – Минск: БНТУ, 2022. С. 31-38..

148. Лойко, А.И. Индустрия 5.0 и цифровая платформа модернизации социотехнических систем деятельности: ориентированность на человека / А.И. Лойко // Евразийские ценности: народное единство и историческая память. – Минск: БНТУ, 2022. С. 100-106.

149. Лойко, А.И. Философия конвергентных технологий / А.И. Лойко // Коммуникации. Общество. Духовность. – Ухта: УГТУ, 2022. С. 822-823.

150. Благодаров, К.Е., Закудовская Д.Г., Прокопьев Н.А., Лойко А.И. Аватар как субъект метавселенной / Евразийские ценности: народное единство и историческая память. – Минск: БНТУ, 2022. С. 113-115.

151. Кирикович, М.Ю, Юхно В.М., Лойко А.И. Философия криптовалют / Евразийские ценности: народное единство и историческая память. – Минск: БНТУ, 2022. С. 115-119.

152. Рунович, А., Лойко А.И. Методология цифровых технологий / Евразийские ценности: народное единство и историческая память. – Минск: БНТУ, 2022. С. 119-122.

153. Негруша, О.Е., Лойко А.И. Вестники будущей трансформации / Евразийские ценности: народное единство и историческая память. – Минск: БНТУ, 2022. С. 220-226.

154. Nesterov F.S., Loiko A.I. Problem of «Consciousness-Body» in analytical philosophy of Mind / Евразийские ценности: народное единство и историческая память. – Минск: БНТУ, 2022. С. 226-253.

155. Лойко, Л.Е. Актуальные вопросы борьбы с психологией манипулятивных практик / Л.Е. Лойко // Проблемы борьбы с преступностью и подготовки кадров для правоохранительных органов. – Минск: Академия МВД Республики Беларусь, 2021. – С. 330-331.

156. Лойко, Л.Е. Историческая ответственность, право и практики сетевых медиакоммуникаций / Л.Е. Лойко // Tempus et Memoria – 2021 – № 1 – С. 12-17.

157. Лойко, Л.Е. Модели социальной коммуникации: дискурс - анализ / Л.Е. Лойко // THESAURUS – 2019 – Выпуск VI – С. 150-159.

158. Лойко, Л.Е. Модели социальной коммуникации в пространстве цифровой реальности / Л.Е. Лойко // THESAURUS – 2020 – Выпуск VII – С. 100-109.

159. Лойко, Л.Е. Правовая компонента сетевых медиакоммуникаций: на примере Беларуси / Л.Е. Лойко // Большая Евразия – 2018 – Т.3 – №2 – С. 120-122.

160. Лойко, А.И. Философия информации / А.И. Лойко. – Минск: БНТУ, 2021 – 372 с.

161. Макаров, И.М. Робототехника: История и перспективы / И.М. Макаров, Ю.И. Топчеев. – М.:Наука; Изд-во МАИ, 2003. – 349 с.

162. Матурана, У. Древо познания: биологические корни человеческого понимания / У. Матурана, Ф. Варела. – М.: ПРОГРЕСС - ТРАДИЦИЯ, 2001 – 223 с.

163. Мировоззренческая парадигма в философии: истина и имитация. Коллективная монография. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2020. – С. 155-170.

164. Нетецкая, Т.Е. Роль информационных технологий в решении проблемы технической модернизации устройств / Т.Е. Нетецкая, А.И. Лойко // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в технических, политических и социальных системах. Электронный учебный материал.– Минск: БНТУ, 2018. – С. 156-157.

165. Патнем, Х. Разум, истина и история / Х. Патнэм. – М.: Праксис, 2002. – 296 с.

166. Патнэм, Х. Философия сознания / Х. Патнэм. – М.: Дом интеллектуальной книги, 1999. – 240 с.

167. Райл, Г. Понятие сознания / Г. Райл. – М.: Идея-Пресс, Дом интеллектуальной книги, 1999. – 408 с.

168. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход (AI-MA) = Artificial Intelligence: A Modern Approach (AIMA) / С. Рассел, П. Норвиг. – 2-е изд. – М.:«Вильямс», 2007.–1424 с.

169. Рожин, Н.В. Проблема объективной достоверности знания в европейской философии (от Р. Декарта до Л. Витгенштейна) / Н.В. Рожин. – Минск: БГУ, 2001 – 246 с.
170. Семиозис и культура: современные культурные практики: коллективная монография. – Сыктывкар: Издательство СГУ им. Питирима Сорокина, 2021 – 222 с.
171. Сёрл, Д. Открывая сознание заново / Д. Сезл. – М.: Идея-Пресс, 2002. – 256 с.
172. Смирнова, Е.Д. Логика и философия / Е.Д. Смирнова. – М: РОССПЭН, 1996 – 304 с.
173. Тьюринг, А. Может ли машина мыслить? // Информационное общество / А. Тьюринг. – М: Изд-во И74 АСТ, 2004. – С. 221-284.
174. Филипская, В.А. Проблема сознания / В.А. Филипская, А.И. Лойко // Историческая память, цифровое общество, ценности народного единства и евразийская культура. – Минск: БНТУ, 2021 – С65-68.
175. Финн, В.К. Эвристика обнаружения эмпирических закономерностей и принципы интеллектуального анализа данных / В.К. Финн // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2018. – № 3. – С. 3-19.
176. Финн, В.К. О неаристотелевском строении понятий / В.К. Финн // Логические исследования. – 2015. – N 21 (1). – С. 9-43.
177. Хабермас, Ю. Моральное сознание и коммуникативное действие / Ю. Хабермас. – СПб: Питер, 2000 – 412 с.
178. Хакен, Г. Синергетика и некоторые ее применения в психологии. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. – М.: Прогресс – Традиция, 2002 – 495 с.
179. Юлина, Н.С. Тайна сознания: альтернативные стратегии исследования. Ч.1. / Н.С. Юлина // Вопросы философии – 2004. – № 10. – С. 125–135.

180. Юлина, Н.С. Тайна сознания: альтернативные стратегии исследования. Ч.2 / Н.С. Юлина // Вопросы философии – 2004. – № 11. – С. 150–164.

181. Akhras G. (2000). Smart materials and smart systems for the future // Canadian Military Journal. – № 3. – P. 25–32.

182. Alonso R.G., Castro S.L.D. (2016). Technology helps, people make: A smart city governance framework grounded in deliberative democracy // Smarter as the New Urban Agenda / Eds. J.R. Gil-Garcia, Th.A. Pardo, T. Nam. – Springer. – P. 333–347.

183. Alternative Logics: do Sciences need them? / ed. P. Weingartner. Berlin: Heidelberg; N. Y.: Springer-Verlag, 2004. 368p.

184. Asundi A.K. Smart structures research at NTU (College of Engineering Nanyang Technological University, Singapore) – 9 p. <http://www3.ntu.edu.sg/mae/Research/programmes/Sensors/sensors/fos/smartin.pdf>.

185. Axelrod, Robert M., Structure of decision: The Cognitive Maps of Political Elites / R.M. Axelrod - Princeton, NJ, Princeton Un. Pr., 1976, – 404p.

186. Balcerak, P. (2018). Role of Logic in Cognitive Science // Studia Humana. 2018. Vol.7, iss.1. P.21–30.

187. Berntzen, L., Johannessen, M.R. The role of citizen participation in municipal smart city projects: Lessons learned from Norway // Smarter as the New Urban Agenda / Ed. by J. Gil-Garcia. – Springer, 2016. – P. 299–314.

188. Bibel, W., Kurfess, F., Aspetsberger, K., Hintenaus, P., Schumann, J. (1986) Parallel Inference Machines // In book: Future Parallel Computers, An Advanced Course, Pisa, Italy, June 1986. – Chapter: 5. – Publisher: Springer Verlag, Berlin, Lecture Notes in Computer Science 272. – P. 115–118.

189. Bionics: Nature as a Model. – PRO FUTURA Verlag GmbH, München, Umweltstiftung WWF Deutschland, 1993. – 223p.

190. Castelnovo, W. Co-production makes cities smarter: Citizens' participation in smart city initiatives // *Coproduction in the Public Sector* / Eds. M. Fugini, E. Bracci, M. Sicilia. – Springer, 2016. – P. 97–117.
191. Dawson, K.A. Temporal organization of the brain: Neurocognitive mechanisms and clinical implications // *Brain and Cognition*, 2004. Vol. 54. P. 75–94.
192. De Oliveira, A.D. The Human Smart Cities manifesto: a global perspective // *Human smart cities* / Eds. G. Concilio, F. Rizzo. – Springer, 2016. – P. 197–202.
193. Dushkin, R. V., Andronov, M. G. The Hybrid Design for Artificial Intelligence Systems // In book: Arai K., Kapoor S., Bhatia R. (eds) *Proceedings of the 2020 Intelligent Systems Conference (IntelliSys)*, Volume 1 (1250). – Springer, Cham, 2020. — P. 164-170.
194. Yates, S., Walker, A., Kerri, V. M. (2020) *Artificial Intelligence*.
195. Flasiński, M. (2016) *Symbolic Artificial Intelligence* // In book: *Introduction to Artificial Intelligence*, July 2016. – DOI: 10.1007/978-3-319-40022-8_2.
196. Gauld, R., Goldfinch, S., Horsburgh, S. Do they want it? Do they use it? The «Demand-Side» of e-Government in Australia and New Zealand // *Government Information Quarterly*. – 2010. – № 27 (2). – P. 177–186.
197. Georgakopoulos, T. (2019) *Semantic Maps* // In book: *Oxford Bibliographies in Linguistics* Publisher: New York: Oxford University Press, January 2019. — DOI: 10.1093/obo/9780199772810-0229.
198. Ghallab M., Ingrand F. (2020) *Robotics and Artificial Intelligence* // In book: *A Guided Tour of Artificial Intelligence Research*. — May 2020. — DOI: 10.1007/978-3-030-06170-8_12.
199. Grazier, Kevin R., Cass, Stephen. *Hollyweird Science: The Next Generation*. Springer, 2017. 436 p.

200. Grieves, M., Virtually Intelligent Product Systems: Digital and Physical Twins, in Complex Systems Engineering: Theory and Practice, S. Flumerfelt, et al., Editors. 2019, American Institute of Aeronautics and Astronautics. p. 175-200.
201. Grohmann, B., Maucher, C., Jänker, P. Actuation concepts for morphing helicopter rotor blades // 25th International Congress of the Aeronautical sciences. – Canada, 2006. – 10 p.
202. Harnad, S. (1990) The Symbol Grounding Problem. – Physica, 1990. – D 42: p. 335-346.
203. Hawkins, J., Blakeslee S. (2005) On Intelligence. – New York, NY: Owl Books. – ISBN 978-0-8050-7853-4.
204. Hofstadter, D.R., & FARG. Fluid Concepts and Creative Analogies: Computer Models of the Fundamental Mechanisms of Thought. N. Y.: Basic Books, 1995. 528p.
205. Hollands, R.G. Will the real smart city please stand up? // City. – 2008. – № 12 (3). – P. 303–320.
206. Hurley, D.A., Huston D.R. Coordinated sensing and active repair for self-healing // Smart Mater. Struct. – 2011. – Vol. 20. – № 2. – 7 p. DOI:10.1088/0964-1726/20/2/025010.
207. Kordon, A. (2020) Problem Knowledge Acquisition // In book: Applying Data Science, How to Create Value with Artificial Intelligence, September 2020. — DOI: 10.1007/978-3-030-36375-8_7.
208. Kosko, B. Fuzzy Cognitive Maps // Intern. Journal of Man-Machine Studies, – 1986. – vol. 24. – pp. 65 – 75.
209. Kranowitz, C. S., Silver L. B. (2006) The Out-of-Sync Child. – Penguin Books, 2006. – 352p.
210. Kurzweil, R. (2012) How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed. – New York: Viking Books. – ISBN 978-0-670-0252.

211. Lee H.-J., Saravanos D. (1996). Layerwise finite elements for smart piezoceramic composite plates in thermal environments // NASA TM-106990 AIAA-96-1277. – 48 p.

212. Lipov A. N. (2010) At the origins of modern bionics. Biomorphological formation in an artificial environment. — Polygnosis. № 1-2. 2010. – Ch. 1-2, pp. 126-136.

213. Liu Zh., Lin Y., Sun M. (2020) Representation Learning and NLP // In book: Representation Learning for Natural Language Processing, July 2020. – DOI: 10.1007/978-981-15-5573-2_1.

214. Loiko, A.I. (2020). Electronic Texbook for the educational Discipline «Philosophy» of the compulsory Module «Philosophy». Minsk: BNTU. 228p.

215. Loyko, A.I. (2019). Information technologies in the paradigm of cognitive sciences / VII Международная научно-техническая интернет-конференция "Информационные технологии в образовании, науке и производстве", 16-17 ноября 2019 года, Минск, Беларусь [Электронный ресурс] / Белорусский национальный технический университет ; сост. Е. В. Кондратёнок. – Минск: БНТУ, 2019.

216. Loiko, A.I. (2020) Interdisciplinary structure analysis systems in the field of artificial intelligence technologies / Системный анализ и прикладная информатика № 1 pp. 40-44

217. Loiko, A.I. (2020) Interdisciplinary projections of the social and cultural theory of L. Vygotski / A.I. Loiko // Современные тенденции кросс-культурных коммуникаций. – Краснодар: Изд. КубГТУ. pp. 318-324.

218. Loiko, A. New industria. Digital ecosystems and Smart Society. – Chisinau Lambert Academic Publishing 2022. 145p. ISBN 978-613-9-45361-0.

219. Loiko, A. Neue Industrien. Digitale Ocosysteme and intelligente Gesellschaft. – Saarbruken: Lambert Academic Publishing 2022. 153s. ISBN 978-620-4-63890-4.

220. Loiko, A. Nueva Industria. Ecosystemas digitales y sociedad inteligente. – Saarbruken: Lambert Academic Publishing 2022. 145p. ISBN 978-620-4-63891-1

221. Loiko, A. Nouvelle Industrie. Ecosystemes numeriques et societe intelligente. – Saarbruken: Lambert Academic Publishing 2022. 145p. ISBN 978-620-4-63892-8.

222. Loiko, A. Nueva Industria. Ecosystemdigital e societa inteligente. – Saarbruken: Lambert Academic Publishing 2022. 137p. ISBN 978-620-4-63893.

223. Loiko, A. Nova industria. Ecosystemas digitais e sociedade Inteligente. – Saarbruken: Lambert Academic Publishing 2022. 141p. ISBN 978-620-4-63894-2

224. Loiko, A.I. (2022). Philosophy of Digital Technology. – Minsk: BNTU

225. Loiko, A.I. (2021). Philosophy of information. Minsk: BNTU. 324p.

226. Loiko, A.I. (2022). Philosophy of Mind. – Minsk: BNTU. 207p.

227. Loiko, A.I. (2021). New Format of Dialogue Platforms based on Translateral Thinking / Вестник Удмуртского университета. Социология. Политология. Международные отношения – Т.5. – Выпуск 3 – pp.374-380.

228. Loiko, A.I. (2012). Philosophy and science methodology. – Minsk: BNTU.

229. Loiko, A.I. (2022). Technologies of Digital Ecosystems // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Философия –Т.4 – P.49-56

230. Luria, A.R. (1976) Cognitive development: Its cultural and social foundations. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.

231. Matsuzaki Y. (1997). Smart structures research in Japan. (Review article) // Smart Mater. Struct. – № 6. – P. R1–R10.

232. Matveenko V.P., Yurlov M.A., Yurlova N.A. (2015). Optimization of the damping properties electro-viscoelastic objects with external electric cir-

cuits // *Mechanics of Advanced Materials*/ eds. V.V. Silberschmidt and V.P. Matveenko. – *Engineering Materials*, Springer. – P. 79–100.

233. Mehrabian A.R., Yousefi-Koma A. (2011). A novel technique for optimal placement of piezoelectric actuators on smart structures // *Journal of the Franklin Institute*. – Vol. 348. – pp. 12–23.

234. Mercier, P. (1896). Material for protecting vessels, receptacles, &c. / US Patent Specification. – 561905. – 3 p.

235. Nader, M., Irschik H., v. Garßen H.-G. (2006). Aktive Schwingungskompensation im Leichtbau mit piezoelektrischen Materialien // *Internationales Forum Mechatronik*. – Linz.

236. Nam, T., Pardo T. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions // *ACM International Conference Proceeding Series*. – 2011. – P. 282–291.

237. Ng, G.-W., Leung W. (2020) Strong Artificial Intelligence and Consciousness // *Journal of Artificial Intelligence and Consciousness*. 07. — P. 63-72. — DOI: 10.1142/S2705078520300042.

238. *New Materials for Next-Generation Commercial Transports* / Report Committee on New Materials for Advanced Civil Aircraft, Commission on Engineering and Technical Systems, National Research Council 1996, 98 p.

239. Nuffer, J., Bein, T. (2006). Application of piezoelectric materials in transportation industry // *Global Symposium on Innovative Solutions for the Advancement of the Transport Industry*. – 4–6 October, San Sebastian, Spain. – 11 p.

240. Osipov, G. S. (2015) Signs-Based vs. Symbolic Models // *Advances in Artificial Intelligence and Soft Computing*. 2015.

241. Ouellette, J. (1996). How Smart are Smart Materials? // *The Industrial Physicist*. – P. 10–13.

242. Paskaleva, K.A. (2009). Enabling the smart city: the progress of city e-governance in Europe // *International Journal of Innovation and Regional Development* – № 1 (4). – P. 405–422.

243. Petroski, H. (1985). *To Engineer is Human: The Role of Failure in Successful Design*. – New York: St. Martin's Press. – 247 p.

244. Priest, G. (2008). *An Introduction to Non-Classical Logic*. – Cambridge: Cambridge Univ. Press. 264p.

245. Qualitative health monitoring of a steel bridge joint via piezoelectric actuator/sensor patches / J.W. Ayres, F. Lalande, C.A. Rogers, Z. Chaudhry // *SPIE Nondestructive Evaluation Techniques for Aging Infrastructure & Manufacturing* – 1996. – 3–5 December, Scottsdale. – 8 p.

246. Quantitative health monitoring of bolted joints using a piezoceramic actuator–sensor / S. Ritdumrongkul, M. Abe, Y. Fujino, T. Miyashita // *Smart Mater. Struct.* 2004. № 13. P. 20–29.

247. Recent advances in Eurocopter's passive and active vibration control / P. Konstanzer, B. Enenkl, P.-A. Aubourg, P. Cranga // *64th Annual Forum of the American Helicopter Society*. – Canada, Montreal. – April 29–May 1, 2008.

248. Ripley B. D. (2007) *Pattern Recognition and Neural Networks*. – Cambridge University Press. – ISBN 978-0-521-71770-0.

249. Russell S. J., Norvig P. (2003) *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall. — ISBN 0-13-790395-2.

250. Saddik, A. El. Digital Twins: The Convergence of Multimedia Technologies. *IEEE Multi Media*. 25 (2): 87–92. doi:10.1109/MMUL.2018.023121167.

251. Searle, J. (1980) *Minds, brains, and programs* // *Behavioral and brain sciences*. 1980. Vol. 3, № 3. DOI:10.1017/S0140525X00005756.

252. Schulz, M.J., Pai P.F., Inman D.J. (1999). Health monitoring and active control of composite structures using piezoceramic patches // *Composites: Part B.* – Vol. 30. – P. 713–725.

253. Sodano, H.A. (2003). *Macro-Fiber Composites for Sensing, Actuation and Power Generation* // PhD Thesis. – Blacksburg, Virginia. – 151 p.

254. Spillman, W.B., Jr., Sirkis J.S., Gardiner P.T. (1996). Smart materials and structures: what are they? // *Smart Mater. Struct.* – 1996. – № 5. – P. 247–254.

255. Sundas, A., Bhatia A., Saggi M., Ashta J. (2020) *Reinforcement Learning* // In book: *Machine Learning and Big Data: Concepts, Algorithms, Tools, and Applications.* — John Wiley & sons, July 2020.

256. Tahmasebi, H. (2012) A hybrid neural networks-fuzzy logic-genetic algorithm for grade estimationю — *Computers & Geosciences.* 42: p. 18-27. — Bibcode:2012CG.42.18T. — DOI: 10.1016/j.cageo.2012.02.004.

257. Tononi, G., Edelman G.M. (1998). Consciousness and complexity. *Science*, 1998. Vol. 282. P. 1846–1851.

258. Vovk, S.P., Ginis, L.A. (2012). Modelling and forecasting of transitions between levels of hierarchies in Difficult formalized systems // *European Researcher.* – Vol. (20), №5-1, – pp. 541 – 545.

259. Wavelet-based active sensing for delamination detection in composite structures / H. Sohn, G. Park, J.R. Wait, N.P. Limback, C.R. Farrar // *Smart Mater. Struct.* – 2004. – № 13. – P. 153–160.

260. Wadhawan, V.K. (2005). *Smart Structures and Materials* // *Resonance.* – № 11. – P. 27–41.

261. Wolenski, J. (2016). *Logic in the Light of Cognitive Science* // *Studies in Logic, Grammar and Rhetoric.* Vol. 48(61). P. 87–101.

ЗМЕСТ

УВЯДЗЕННЕ	3
ФІЛАСОФІЯ КАГНІТЫЎНЫХ ТЭХНАЛОГІЙ.....	4
КАГНІТЫЎНАЯ ЛОГІКА.....	8
КАГНІТЫЎНЫЯ ТЭХНАЛАГІЧНЫЯ СІСТЭМЫ	10
КАГНІТЫЎНЫЯ ВЫЛІЧЭННІ	17
ТРЭНДЫ КАГНІТЫЎНЫХ ТЭХНАЛОГІЙ	19
КАГНІТЫЎНАЕ МАДЭЛЯВАННЕ.....	23
КАГНІТЫЎНЫЯ АРХІТЭКТУРЫ.....	25
ІНТЭРНЭТ РЭЧАЎ І ШТУЧНЫ ІНТЭЛЕКТ	31
ЛУДЗІТЫ І ПЕРСПЕКТЫВЫ РЫНКУ ПРАЦЫ	34
МОЗГ ЧАЛАВЕКА І ЯГО СЕМАНТЫКА	37
ФАРМАЛІЗАЦЫЯ ІНТЭЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗДОЛЬНАСЦЯЎ ЧАЛАВЕКА	39
НЕЙРАФІЗІЯЛАГІЧНАЯ ЛАКАЛІЗАЦЫЯ СВЯДОМАСЦІ	43
СВЯДОМЫ ДОСВЕД І ДЫНАМІЧНАЕ НЕЙРОНАВАЕ ЯДРО	44
ІНТЭГРАЛЬНАЯ КАГНІТЫЎНАЯ НЕЙРАНАВУКА.....	47
КАГНІТЫЎНЫЯ СКАЖЭННІ	51
АБМЕЖАВАНАЯ РАЦЫЯНАЛЬНАСЦЬ	54
КАГНІТЫЎНЫ КАМП'ЮТЫНГ.....	55
ІНСТЫТУЦЫЙНЫЯ АСАБЛІВАСЦІ ЎКАРАНЕННЯ КАГНІТЫЎНЫХ ТЭХНАЛОГІЙ	59
КАГНІТЫЎНЫЯ ТЭХНАЛОГІІ Ў АДУКАЦЫІ.....	60
СПЕЦЫФІКА КАГНІТЫЎНАЙ ЭКАНОМІКІ.....	64
КАМПУТАРНЫЯ СРОДКІ КАГНІТЫЎНАГА МАДЭЛЯВАННЯ.....	68
МЕТАКАГНІТЫЎНАЕ МЫСЛЕННЕ	69
ФАРМАЛЬНАЕ ВЫЗНАЧЭННЕ НЕВЫРАЗНАЙ КАГНІТЫЎНАЙ КАРТЫ.....	76
МЕТАДАЛАГІЧНЫЯ АСНОВЫ НЕВЫРАЗНАГА КАГНІТЫЎНАГА МАДЭЛЯВАННЯ.....	77
РАЗУМНЫЯ МАТЭРЫЯЛЫ	81
ГНУТКАЯ МЕТАДАЛОГІЯ РАСПРАЦОЎКІ ПРАГРАМНАГА ЗАБЕСПЯЧЭННЯ	97
РАЗУМНЫЯ ГАРАДЫ.....	104
ЛІЧБАВЫЯ ДВАЙНІКІ.....	107
КАМПУТАРНЫ ІНЖЫНЕРНЫ АНАЛІЗ	118
ЛІЧБАВЫЯ АВАТАРЫ.....	121

МЭТАСУСВЕТ.....	125
РЫЗЫКІ ДЭГРАДАЦЫІ КУЛЬТУРЫ.....	133
ТРАНЗАКЦЫІ І ЛІЧБАВЫЯ МАДЫФІКАЦЫІ КАМУНІКАЦЫІ.....	134
ВІРТУАЛЬНАЯ І ДАПОЎНЕНАЯ РЭАЛЬНАСЦЬ МЭТАСУСВЕТУ.....	136
ІМЕРСІЎНЫЯ ТЭХНАЛОГІІ.....	137
ІМЕРСІЎНЫЯ ПРАСТОРЫ.....	141
ЛІЧБАВАЕ МАНИПУЛЯВАННЕ ІМЕРСІЎНЫХ АСЯРОДДЗЯЎ.....	144
ІМЕРСІЎНЫ ІНТЭРФЕЙС У ВІРТУАЛЬНЫХ АСЯРОДДЗЯХ.....	145
ІНДУСТРЫЯ 5.0.....	148
ЛІТАРАТУРА.....	157