

РАЗВОЈ МОДЕЛА ИСТРАЖИВАЊА У ТЕХНИЧКИМ НАУКАМА

Живослав Адамовић¹, Горан Несторовић², Милан Васић³

Резиме: Пројектовање научно-истраживачког рада је веома значајна фаза научног истраживања од које зависи ток и укупан резултат истраживања. Код већине истраживања који су веома стручни у области коју истражују, долази до недоумица и грешака у спровођењу истраживања. У раду је развијен модел истраживања у техничким наукама који обухвата методе истраживања и неопходне фазе истраживачког пројектовања. Наука поред логичких принципа укључује и правила која се подразумевају под методологијом истраживања. Тако, наука уједињује теорију и праксу и јединство теорије и методе, стварајући путеве за долазак до научних сазнања. Наука је позвана да обезбеди растуће материјале и духовне потребе човека.

Кључне речи: научно-истраживачки рад, методе истраживања, методологија, хипотеза истраживања, интелектуална својства

DEVELOPMENT OF RESEARCH MODELS IN TECHNICAL SCIENCES

Abstract: The design of scientific research work is a very important phase of scientific research on which the course and overall result of research depends. Most research that is very expert in the field they research, there are doubts and errors in conducting research. The paper develops a research model in technical sciences that includes research methods and necessary phases of research design. In addition to logical principles, science also includes rules that are implied by research methodology. Thus, science unites theory and practice and the unity of theory and method, creating ways to reach scientific knowledge. Science is called to provide the growing materials and spiritual needs of man.

Key words: scientific research work, research methods, methodology, research hypothesis, intellectual properties

1. УВОД

Свако истраживање доприноси да се систематизује и провери научно или неко друго сазнање о неким појавама и понашањима. Такође се добијају и научни резултати који се узимају из познатих и непознатих чињеница и утврђује правилност и законитост појава које се догађају у природи, друштву и самом човеку. Човек стално помера своје циљеве и границе хтења [1].

Наука поред логичких принципа укључује и правила која се подразумевају под методологијом истраживања. Тако, наука уједињује теорију и праксу и јединство теорије и методе, стварајући путеве за долазак до научних сазнања. Наука је позвана да обезбеди растуће материјале и духовне потребе човека.

Анализа сваке науке показује да је наука систем учења, теорија, теорема, принципа и основних појмова у одређеној области предмета или појава који се истражују одређеним научним методама, а ослањају се на извесне праксом утврђене чињенице [1]- [8].

Други основни фактор сваке науке јесте изванредан број основних ставова које схватамо било као принципе било као аксиоме. Из основних појмова принципа и аксиома изводе се теореме. Теореме су сложенији ставови који се могу извести из основних ставова [2].

У научној групи техничких наука постоје проблеми када је реч о пројектовању научно-истраживачког рада. При изради докторских дисертација и завршних радова на започетим

¹ Проф. др, Универзитет у Београду, Студентски трг 1, Београд, zivoslav.adamovic@gmail.com

² Др, Академија техничких струковних студија Београд, Катарине Амброзић бр.3, gnestorovic@gmail.com

³ Мр, Академија техничких струковних студија Београд, Катарине Амброзић бр.3, milanpvasic@gmail.com

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

мастерстудијама, истраживачи немају довољно сазнања о томе како треба пројектовати научно-истраживачки рад.

Најчешће грешке и промашаји огледају се у следећем:

- Не процењује се у довољној мери да ли је проблем истраживања актуелан, научно и друштвено оправдан да заслужије да се истражи.
- Не увиђа се шта је шири проблем, који су ужи проблеми, нити се исказују тешкоће које се могу појавити у току реализације истраживања.
- Не сагледава се ниво достигнутог научног сазнања у решавању постављеног проблема и његово место у односу на претходна истраживања.
- При увиђању циљева истраживања не одређује се њихово остваривање на појединим нивоима научног сазнања од дескрипције до научног сазнања.
- При дефинисању хипотеза често се постављају непотребне претпоставке чија је истинитост очигледна, емпиријски потврђена и које су често у потпуном нескладу са претходно формулисаним проблемом, предметом и циљевима истраживања [1], [2], [7].

2. ИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Научно - истраживачки рад је систематска стваралачка активност којом се, применом научних метода, стичу нове научне спознаје, односно стваралачки користи постојеће знање за нове примене [9]. Његов резултат је, по правилу, нека истина, која је ограничена, непотпуна, недовршена и релативна, а то све значи да је подложна застаревању и променама. Овај рад се може вредновати по критеријумима:

- Научне валоризације,
- Економске валоризације и
- Друштвене валоризације резултата истраживања.

Најбоља својства научно – истраживачког рада су:

- Оригиналност,
- Чињенице и идеје,
- Коришћење метода научног истраживања.

Поред овога, треба навести и следећа истраживања [1]:

- Фундаментална истраживања чији првенствени задатак није практична примена нових знања него, напротив, откривање одређених процеса, узрочно – последичних веза и законитости у природи и друштву ради повећања људског знања и стварања спознајних претпоставки за друга, будућа истраживања.
- Примењена истраживања чији је циљ као и код фундаменталних, увећање количине знања о природи и друштву. Али, то није и једини циљ. Циљ примењених истраживања је и решавање неког практичног задатка, а то, другим речима, значи постизање знања, која ће бити или која могу бити брзо и непосредно практично примењени [9]. Ово значи да је и предмет истраживања унапред строго одређен и истраживач нема слободе у избору предмета.
- Развојна истраживања представљају задњу фазу процеса истраживања, фазу која се темељи на фундаменталним и примењеним истраживањима и у које се развијају и тестирају нови или побољшавају стари поступци [1], [2], [10].
- Емпиријска истраживања у којима се не примењују научне методе, јер се судови доносе на основу искуства. Емпиријски има значење: „искуствен“. Искуство је знање стечено праксом, познавање ствари, појава, вештина, умешности, оно је научено животном праксом, то је знање стечено људским радом.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

- Апликативна (примењена) истраживања су теоријски или експериментални рад који се предузима ради стицања нових знања, али које се, пре свега, усмерено на решавање неког практичног задатка, односно остваривање неког практичног циља [12].
- Развојна истраживања односно експериментални развој је рад заснован на знањима стеченим темељним и примењеним истраживањима, односно практичном искуству, које је пре свега усмерено на увођење нових или знатно побољшање постојећих поступака, производа и услуга, односно на побољшање или увођење нове организације.
- Повремена истраживања (дисконтинентална, *ad hoc*) обављају се повремено, само у посебним случајевима у тренутку или „одмах“ након настанка одређених проблема. Ова истраживања се не планирају, али када постану потреба, она захтевају квалитетне истраживаче и неопходну истраживачку инфраструктуру [1], [2], [10].
- Квалитативна истраживања су таква истраживања која се односе на проучавање, испитивање, одређивање (...) својстава, особитости, вредности, обележја (...) неких појава, предмета, односа (...). Она покушавају да дају одговоре: Какво је нешто? Какав је неко? Зашто? Куда? Чиме? Где? (...). У ову групу истраживања могу се сврстати мотивацијска истраживања и технолошка истраживања.
- Квантитативно истраживање је такво истраживање које се односи на проучавање, испитивање, одређивање (...), количина, вредности, величина, неких појава, предмета, односа (...). Она треба да дају одговор на питања: колико? Комбинују се са квалитативним истраживањем с којим се преплићу и надопуњавају јер су и резултати таквих истраживања компатибилни и комплементарни.
- Дисциплинарно истраживање се односи на одређену научну дисциплину, у зависности да ли се ради на макро или микро нивоу (нпр. пољу економије нпр. грана међународне економије).
- Институцијска истраживања обављају овлашћене и за то регистроване институције, установе и организације.

3. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Методе истраживања представљају пут како доћи до научног сазнања, одн. до предмета науке методологије. Овде ће бити коришћена систематизација (путеви приступа научног сазнању, Слика 1) при чему се научне методе могу класификовати према нивоима општости, од посебних научних метода до стандардних метода [1].

Основне карактеристике научне методе су: објективност, поузданост, прецизност, систематичност и општост.

Методологија обезбеђује истраживање понашања (кретања) система под дејством деловања различитих спољних и унутрашњих чинилаца и програмирање неопходних мера за промену реалног система.

На основу реченог методологија не открива истине, него показује путеве који воде према истини.

Детаљни опис метода истраживања са Сlike 1 дат је у литератури [1]. За сложене пројекте, нарочито у привреди, треба користити више метода истраживања истовремено.

4. ФАЗЕ НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКОГ ПРОЈЕКТА

Истраживање било ког проблема и процеса у техничким наукама мора да укључује пројектовања истраживачког поступка који има следеће фазе [1], [2], [10].

4.1. Избор и формулација проблема истраживања

При избору проблема истраживања полази се од основних констатација:

- Да ли постоји друштвени и научни значај да се одређени проблем истражује?

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

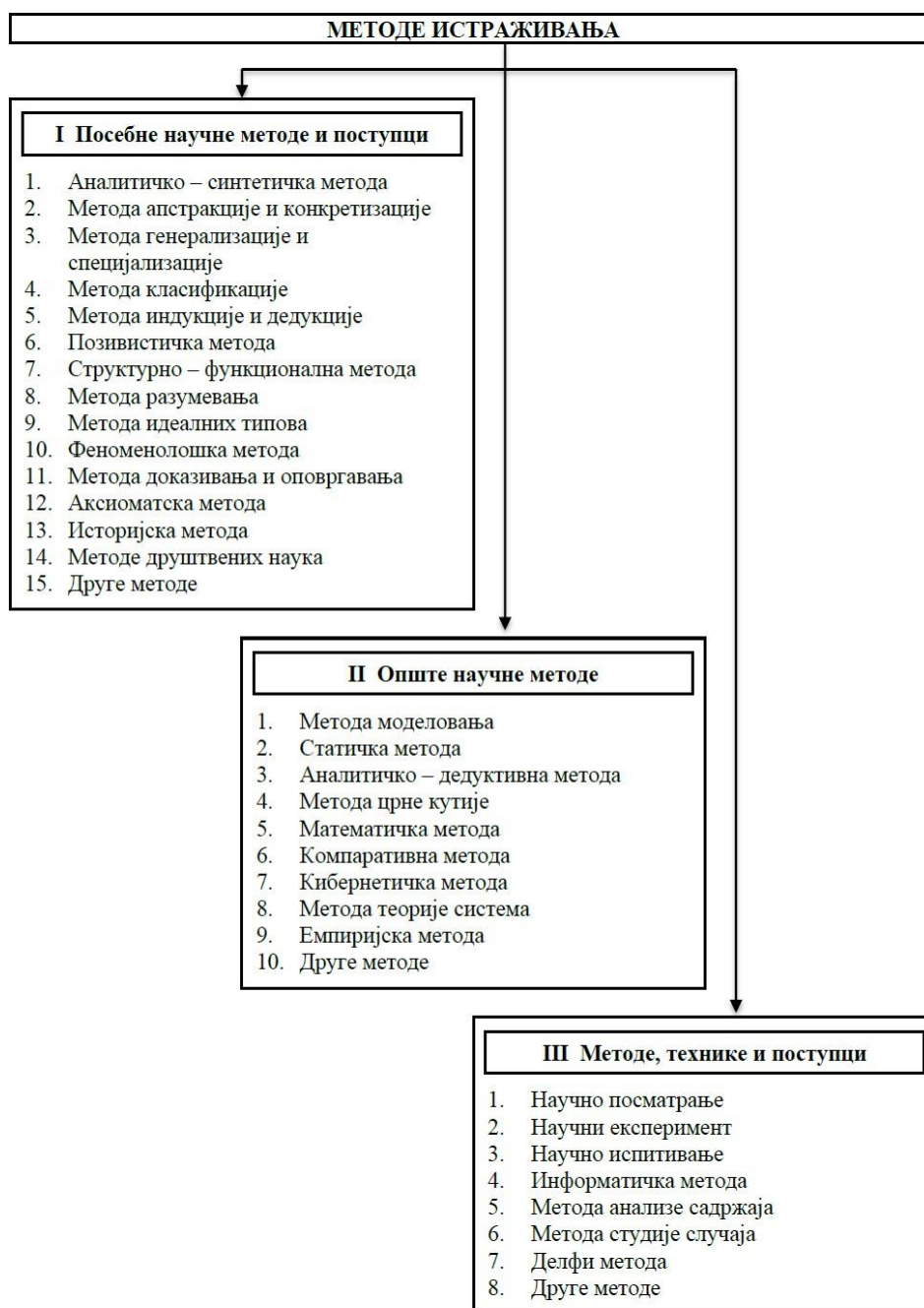
38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

- Које се тешкоће могу појавити при истраживању датог проблема?
- Шта је шири, а шта су ужи проблеми истраживања?

У овој фази треба истаћи и актуелност проблема, шта се досад о том проблему зна, који су резултати досадашњих истраживања и др.

4.2. Предмет истраживања

У овој фази одређују се структуралне, временске и просторне димензије проблема који се истражује. Посебно је значајно дефинисати оперативне појмове (кључну терминологију) и издвојити чињенице датог проблема.



Слика 1 – Методе истраживања [1]

4.3. Циљеви истраживања

Циљеви истраживања треба одговорити на основно питање: Зашто се истражује одређени проблем? Када циљевима желимо да проверимо да ли истраживање има шири друштвени значај.

4.4. Хипотеза истраживања

Хипотезе истраживања су окосница сваког истраживања, односно оне га усмеравају према решењу проблема. То су претпоставке од којих полазимо, њима желимо да проверимо спорни став, да решимо постављени проблем и да дођемо до нових научних сазнања. Садржај хипотеза се изражава тврдњом коју проверавамо или верификујемо са циљем да достигнемо један или више нивоа научног сазнања. Постоји више врста хипотеза, но најчешће се оне класификују по општости, па се издвајају генерална хипотеза, посебне (радне) и појединачне хипотезе.

4.5. Начин истраживања

Начином истраживања се представљају научно-истраживачке методе, технике и инструменти којима ће се верификовати постављене хипотезе. Ако проверавамо хипотезе које су предмет непосредног опажања користимо методу посматрања, ако вршимо промене у процесу који истражујемо и уносимо фактор чије дејство проверавамо – реч је о експерименталној методи, када је тешко открити структуру реалних система користимо методу моделовања итд.

5. ПРИМЕР НАУЧНО – ИСТРАЖИВАЧКОГ ПРОЈЕКТА

На основу наведених методолошких захтева и приказаних истраживачких фаза урађен је у научној области технологије одржавања следећи истраживачки пројекат: Назив теме истраживања: „Ефекти и ограничења управљања одржавањем на бази ризика“.

Образложење теме истраживања: Тема „Ефекти и ограничења управљања одржавањем на бази ризика“ утемељена је на актуелној проблематици у научној области Технологија одржавања. Појава нових концепата управљања одржавањем који узима у обзир ризик, оправдана научна истраживања у циљу давања одговора на то да ли нове методе управљања одржавањем на бази ризика обезбеђују већу поузданост рада техничких система.

5.1. Методологија истраживања

5.1.1. Проблем истраживања

Истраживање које се планира овим пројектом има теоријско-емпиријски карактер. У теоријском делу истраживања испитаће се утицај одржавања на поузданост и ризик помоћу модела Маркова, а у емпиријском биће спроведена анализа ризика за потребе одржавања техничког система. Проблем је по својој природи комплексан и фунгира у низу пратећих појава и процеса који се јављају у науци, привреди, друштву и њиховим међусобним релацијама.

На основу друштвеног и научног значаја ове проблематике може се поставити шири проблем у оквиру којег ће се извршити истраживање да ли нове методе управљања одржавањем на бази ризика обезбеђују већу поузданост рада техничких система. Уколико још више конкретизујемо проблем, онда би се ужи проблем који ће и бити предмет истраживања односио на то да се испита [10], [11]:

- У којим системима методе одржавања на бази ризика могу да се имплементирају,
- Да ли концепт ризика омогућава управљање ризиком на ефикасан и сврсисходан начин,
- Ограничења и тешкоће у примени овог концепта.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

5.1.2. Предмет истраживања – теоријско одређење предмета истраживања

Полазећи од назначене формулације проблема истраживања, предмет овог истраживања је: какви су ефекти и колика су ограничења управљања одржавањем на бази ризика. Ужа научна област, дисциплина којој припада предмет истраживања је „Управљање развојем – Технологија одржавања“.

Чиниоци садржаја предмета истраживања, његово временско димензионирање и просторно одређење омеђени су новим концептима управљања који непосредно повезују вероватноће појаве догађаја и његове последице. Ови концепти су посебно присутни у подручју теорије инжењерства и одржавања техничких система. Предметом истраживања сагледаће се значај метода заснованих на бази ризика у контексту постојећих метода одржавања на бази поузданости.

Већ терминолошка анализа предмета истраживања показује да је реч о склопу врло сложених категорија од којих су најзначајније примењене методе управљања одржавањем као што су:

- Одржавање према стању – доношење одлука о активностима одржавања се заснива на периодичној и непрекидној провери техничког стања система.
- Метода РЦМ (*Reliability Centered Maintenance*) је једна од најчешће примењених метода. Циљ рада по овом методу је обезбеђивање захтеваног нивоа поузданости, док је пожељно трошкове и утицај на околину у што већој мери смањити.
- Метода ТМ (*Total Maintenance*) односно „Тотално одржавање“ се такође заснива на критеријумима поузданости и расположивости, уз анализу трошкова као битног ограничења, али одлуке о одржавању могу да се донесу и без детаљног познавања закона поузданости [4].



Слика 2 – Чиниоци методолошког концепта пројекта истраживања [1]

5.1.3. Циљ истраживања

Основни циљ истраживања је објективно, детаљно, свестрано и потпуно описивање свих димензија, могућности примене, сагледавање ефеката и могућих ограничења нових метода управљања на бази ризика.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Посебан циљ је генерисање, имплементација и поставка хипотетичког модела којим би се обезбедило ефикасно управљање одржавањем на бази ризика.

Битан циљ истраживања који се планира овим пројектом је усмерен на:

- Откриће нових чињеница о методама и моделима управљања одржавањем на бази ризика,
- Откриће тенденција развоја ових метода и научно предвиђање појаве нових ефикасних модела.

На основу непосредне имплементације стечених сазнања и објашњењима резултата истраживања остварује се и друштвени значај овог рада, а тиме и компатибилност са светским стандардима, трендовима, најефикаснијим методама управљања, а све у циљу постизања већег квалитета управљања одржавањем различитих техничких система [7].

5.1.4. Хипотезе истраживања

На основу резултата досадашњим истраживања, достигнутог нивоа научног сазнања, онога што је представљено у предмету истраживања и постављено као циљ истраживања генерална хипотеза овог пројекта гласи: „Примена нових метода управљања одржавањем на бази ризика имаће позитивне ефекте на поузданост рада сложених техничких система.“

Генерална хипотеза провераваће се путем следећих подхипотеза (радних хипотеза) или посебних хипотеза:

- Примена ових метода допринеће формулисању оптималних програма техничких прегледа као допуна постојећем превентивном одржавању система,
- Примена ових метода имаће и одговарајућа ограничења која се исказивати у трошковима спровођења анализе, недоступности релевантних података (евалуација самих компоненти, оперативних услова и технолошког процеса).

5.1.5. Начин истраживања

Одређене предмете и утврђивање циљева истраживања представљених хипотезама условиле су коришћење следећих научно-истраживачких метода и техника истраживања:

- Дескриптивном методом ће се изложити преглед релевантних истраживања управљања одржавањем и управљањем одржавањем на бази ризика,
- Компаративном анализом и синтезом упоређиваће се различите методе и модели управљања одржавањем у циљу проналажења најподеснијих и најефикаснијих,
- Методом моделовања проучава се утицај одржавања на поузданост и ризик (модел Маркова). Статистичка метода коришћена је у емпиријском истраживању у поступку анализе ризика за потребе одржавања техничког система за лиофилизацију.

У истраживању ће се користити и следеће истраживачке технике и поступци: метода анализе садржаја, метода студије случаја и техника научног посматрања.

Место научно истраживачког рада: железара Смедерево и термоелектрана Костолац.

5.1.5.1 Организација и ток истраживања

Истраживање је спроведено у следећим фазама [7]:

- Пројектовање истраживачког пројекта,
- Прикупљање података,
- Сређивање и обрада података.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

5.1.5.2 Научна и друштвена оправданост истраживања

Нови приступ у управљању одржавањем коришћењем стратегије ризика заснованог на критичним компонентама система има несумњив научни значај, јер укупна безбедност, поузданост и економија предузећа могу имати „контролисане ефекте“ у погледу опште безбедности, поузданости и економије предузећа.

Посебно су актуелна и научно оправдана оваква истраживања чији резултати могу допринети оптималном коришћењу ресурса предузећа и рационализацији одржавања техничких система у целини [1].

6. ИНТЕЛЕКТУАЛНА СВОЈИНА

Ауторско дело је оригинална духовна творевина аутора, изражена у одређеној форми, без обзира на његову уметничку, научну или другу вредност, његову намену, величину, садржину и начин испољавања, као и допуштено јавно саопштење његове садржине.

Под ауторским делом сматрају се [1], [9]:

- Писана дела (књиге, брошуре, чланци, преводи, рачунарски програми у било којем облику њиховог изражавања, укључујући и припремни материјал за њихову израду и др.)
- Говорна дела (предавања, говори, беседе и др.),
- Драмска, драмско-музичка, кореографска и пантомимска дела, као и дела која потичу из фолклора,
- Музичка дела, са речима или без речи,
- Филмска дела (кинематографска и телевизијска дела),
- Дела ликовне уметности (слике, цртежи, скице, графике, скулптуре и др.),
- Дела архитектуре, примењене уметности и индустријског обликовања,
- Картографска дела (географске и топографске карте),
- Планови, скице, макете и фотографије и
- Позоришна режија.

Ауторско дело је објављено кад је, на било који начин и било где у свету, први пут саопштено јавности од стране аутора, односно лица које је он овластио. Ауторско дело је саопштено јавности ако је учињено доступним већем броју лица која нису међусобно повезана родбинским или другим личним везама. Ауторско дело је издато кад су примерци дела пуштени у промет од стране аутора, односно лица које је он овластио, у броју који, имајући у виду врсту и природу дела, може да задовољи потребе јавности [1].

7. НАРУЧИВАЊЕ ИСТРАЖИВАЊА

У већини случајева истраживање започиње његовим наручивањем, а то наручивање полази од претпоставки да су присутни одређени проблеми, средства и жеље да се ти проблеми реше. Задатак се преноси на истраживачку институцију или на истраживача у правцу реализације истраживања. Наручилац треба да дефинише шта хоће и шта може, а понекад може да предложи и предвиди пут, начин и радње којима ће се доћи до решења проблема истраживања (да предложи пројектовање истраживања).

Наравно, приликом пројектовања истраживања, истраживачи наилазе на више проблема које треба да разреше, а то су: материјални проблеми, друштвени проблеми (потешкоће које пред пројектанта стављају културна, политичка и друга социјална обележја појединца или групе на којима се врши прикупљање података), сазнајни проблеми (постојећи научни фонд) и психолошки проблеми (подаци се прикупљају од испитаника па је потребно успоставити менталне комуникације) [1], [5], [9].

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Процес уговарања са становишта наручиоца, обухвата:

- Доношење одлука о реализацији пројекта и обезбеђење финансијских средстава,
- Уговарање израде пројектне документације,
- Припрему за уговарање извођења и одређивање врсте уговора,
- Расписивање конкурса за извођење,
- Оцену понуда и избор извођача,
- Преговори у вези уговора
- Потписивање уговора и
- Праћење уговора и уговорених обавеза током извођења.

8. ЗАКЉУЧАК

Развијени модел коначног истраживања у потпуности указује на основне смернице приликом израде истраживачких радова у привреди, радова на мастер студијама и докторским дисертацијама и др., у области техничких наука.

Посебно, при изради посебних пројеката, треба узети у обзир примену изабране методе истраживања као и друге специфичности у односу на чиниоце методолошког концепта.

Статистичка обрада података треба да омогући доказивање или оповргавање постављених хипотеза.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Адамовић, Ж.; Ашоња, А.: *Методологија научно-истраживачког рада*, Српски академски центар, Нови Сад, 2014.
- [2] Адамовић, Ж.; Надрљански, Ђ.: *Методологија научно-истраживачког рада – статистичке методе у истраживању*, Педагошки факултет, Сомбор, 2007.
- [3] Адамовић, Ж.; Јосимовић, Љ.: *Техничка дијагностика*, Друштво за техничку дијагностику Србије, Београд, 2020.
- [4] Адамовић, Ж.; Ивић, М.; Вуковић, В.: *Систем квалитета*, Универзитет ПИМ, Бања Лука, 2021.
- [5] Музић, В.: *Методологија педагошких истраживања*, Светлост, Сарајево, 1979.
- [6] Jank, W.; Meyer, H.: *Didaktische Modelle*, Cornelsen, Frankfurt am Main, 1994.
- [7] Воскресенски, В.: *Projekting of the scientific - research work in technical sciences*, Часопис одржавања машина, бр. 9-10, Београд, 2008.
- [8] Шешић, Б.: *Опита методологија*, Научна књига, Београд, 1980.
- [9] Демировић, М.; Кукић, С.: *Методологија научно истраживачког рада друштвених наука*, Правни факултет, Бихаћ, 2003.
- [10] Отић, Г.; Јованов, Г.; Адамовић, Ж.; Јованов, Н.; Јаћимовски, С.: *Proactive Maintenance Model Based on the Law on Change of Mechanical Vibration*, Acta Polytechnica Hungarica, Vol. 18, No. 4, 2021.
- [11] Вуловић, С.: *Интегрисани модел одржавања заснован на успостављању законитости промене механичких вибрација и његов утицај на прогностику стања ротационих машина (Докторска дисертација)*, Универзитет у Новом Саду, 2017.
- [12] Зеленика, Р.: *Методологија и технологија израде знанственог и стручног дјела*, Савремена наука, Загреб, 1988.
- [13] Adams, J.; Brandt, S.; Martin, M.: *Managing by project management*, Universal Technology Corporation, Dayton Ohio, 1979.
- [14] Michio, K.: *Ајнштајновкосмос*, Хеликс, Београд, 2011.