

Михаило Петровић АЛАС

ЖИВОТ
дело
време



Српска академија наука и уметности





МИХАИЛО
ПЕТРОВИЋ
150 АЛАС
година од рођења



СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ АЛАС: ЖИВОТ, ДЕЛО, ВРЕМЕ
ПОВОДОМ 150 ГОДИНА ОД РОЂЕЊА

Издаје

Српска академија наука и уметности
Кнеза Михаила 35, Београд

За издавача

академик Владимир С. Косић

Главни уредник

академик Марко Анђелковић

Уредници публикације

академик Сиван Пилиповић
академик Градимир В. Миловановић
проф. др Жарко Мијајловић

Дизајн корица

Драјана Лацмановић-Лекић

Припрема за штампу

Досије студио, Београд

Избор ликовних прилога

Маја Новаковић

Лектура и коректура

Невена Ђурђевић
Снежана Крсић-Букарица

Штампа

Планета принт, Београд

Тираж: 750 примерака

ISBN 978-86-7025-808-2

© Српска академија наука и уметности, 2019.

Издавање ове монографије потпомогнуто је средствима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и компаније Телеком Србија.

МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ АЛАС
ЖИВОТ, ДЕЛО, ВРЕМЕ

ПОВОДОМ 150 ГОДИНА ОД РОЂЕЊА



СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

Репрезентативна издања, као што је ова монографија, подразумевају ангажовање, ентузијазам и сарадњу већег броја људи и институција. Овом приликом желимо да се захвалимо свима који су учествовали или на неки начин допринели или помогли настанак и објављивање овог дела.

Нашу захвалност на уложеном труду упућујемо пре свега ауторима тематских прилога који су на високом и стручном нивоу осветлили главна места из научне и личне биографије Михаила Петровића Аласа, а притом успели да очувају увек важну компоненту читљивости и занимљивости текста за општу публику. Захваљујемо се госпођи Снежани Крстић-Букарица и госпођи Невени Ђурђевић из Сектора за издавачку делатност САНУ за добро урађену лектуру и њиховом доприносу да лепо написана реч изгледа још лепше.

Монографија је илустрована многобројним фотографијама и копијама докумената које су добијене захваљујући љубазности Архива САНУ, Библиотеке САНУ, Математичког института САНУ, Архива Србије, господина Виктора Лазића из Удружења „Адлигат“, господина Јована Ханса Ивановића и његовој Фондацији „Михаило Петровић Алас“, ОШ „Михаило Петровић Алас“, Универзитетској библиотеци „Светозар Марковић“, Музеја града Београда, Завода за уџбенике у Београду, Виртуелној библиотеци Математичког факултета у Београду и Дигиталном легату „Михаило Петровић Алас“.

Издавање ове публикације финансијски су помогли ЈП „Србијагас“, Министарство просвете, науке и технолошког развоја, пре свега кроз научне пројекте у којима учествује већи део аутора прилога, и компанија Телеком Србија. Упућујемо им велику захвалност за учињену помоћ.

На крају, захваљујемо се господину Мирку Милићевићу из издавачке куће „Досије студио“ за одличну техничку припрему монографије.

С. Пилиповић, Г. Миловановић, Ж. Мијајловић

САДРЖАЈ

7 | Реч уредника

МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ АЛАС: ЖИВОТ И ДЕЛО

- 13 | Жарко Мијајловић, *Михаило Пејровић Алас и његово време*
35 | Стеван Пилиповић, *Академик Михаило Пејровић – доприноси у науци и настави*
65 | Градимир В. Миловановић, Миодраг Матељевић, Милољуб Албијанић,
Српска школа математике – од Михаила Пејровића до Шанијске листе
93 | Војислав Андрић, *Педагошки рад Михаила Пејровића*

МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ У ФИЛОЗОФИЈИ, КЊИЖЕВНОСТИ И ЈАВНОМ ЖИВОТУ

- 115 | Слободан Вујошевић, *Математичка феноменологија и филозофија математике*
127 | Никола Петровић Морена, *Математичка феноменологија између мита и стварности*
143 | Ђорђе Видановић, *Михаило Пејровић Алас и савремена когнитивна наука*
157 | Михајло Пангић, *О рибарству и књижевним радовима Михаила Пејровића Аласа*
171 | Милан Божић, *Путовање и јуџојиси*
185 | Ненад Теофанов, *Рибарење Михаила Пејровића – један поглед*

МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ: ИЗУМИ И ПАТЕНТИ

- 201 | Радомир С. Станковић, *Хидроинтегратор Михаила Пејровића Аласа*
215 | Катица Р. (Стевановић) Хедрих, *Механика и инжењерство у делу Михаила Пејровића*
233 | Миодраг Ј. Михаљевић, *Михаило Пејровић Алас и државне шифре између два светска рата*

МАТЕМАТИЧКО НАСЛЕЂЕ МИХАИЛА ПЕТРОВИЋА, ПРИЛОЗИ

- 249 | Зоран Огњановић, *Тадија Пејовић и логичка игра наследника Михаила Пејровића Аласа*
257 | Владимир Драговић, *Михаило Пејровић, алгебарска геометрија и диференцијалне једначине*

- 267 | Наташа Крејић, *Група за нумеричку математичку у Новом Сагу*
275 | Дора Селеши, *Михаило Петровић Алас – научно завештање и савремене тешковине у теорији вероватноће*

МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ У МЕДИЈИМА И АРХИВИМА

- 285 | Маја Новаковић, *Дигитализација наслеђа Михаила Петровића Аласа*
299 | Марија Шеган-Радоњић, *Документи о Михаилу Петровићу у архиву Математичког института САНУ (1946–1954)*

ГЕНЕАЛОГИЈА

- 309 | Бошко Јовановић, *Математичка генеалогичка Михаил Петровића Аласа*
329 | *Математичка генеалогичка стабло Михаила Петровића*, приредио Жарко Мијајловић
347 | Напомене

МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ: ИЗАБРАНА БИБЛИОГРАФИЈА

- 359 | *Прилози библиографији и извори података*, приредили Жарко Мијајловић и Стеван Пилиповић

РЕЧ УРЕДНИКА

Већ први сусрет са делом Михаила Петровића указује на личност која је по многим одликама била полихистор. Академик Петровић био је пре свега надарен математичар и угледан професор Универзитета у Београду, али и рибар, књижевник, филозоф, музичар, светски путник и путописац. Имао је диплому из математике Велике школе у Београду и стекао лисанс из математике, физике и хемије на Сорбони. У 26. години, свега годину дана по завршетку редовних студија, на истом универзитету брани докторат математичких наука као студент чувених француских математичара Анрија Поенкареа, Шарла Ермита и Шарла Емила Пикара. Већ исте 1894. године постаје професор Велике школе и доноси дух француске математике у Београд. Тада почиње његово дуго и плодно путовање кроз науку док, захваљујући њему, Београд хвата корак у математичким наукама са другим великим европским центрима. Постао је покретач и вођа српске математике и снажно допринео духу савремене европске науке у Србији.

Петровић је подједнако добро познавао и добијао прворазредне резултате у неколико математичких области: диференцијалним једначинама, нумеричкој анализи, теорији функција комплексне променљиве и геометрији полинома. Занимао се и за природне науке, хемију, физику и биологију, у којима је такође објављивао научне радове. У научном раду задовољавао је строге стандарде најразвијенијих европских држава. У бриљантном успону, за свега неколико година, до почетка 20. века написао је тридесетак радова које је објавио у водећим европским математичким часописима. Зато је већ са 30 година изабран за члана Српске краљевске академије, а убрзо и многих иностраних академија и угледних струковних друштава. Доживео је такође највећу почасти светске математичке заједнице: налази се у малој групи математичара (13) који су имали бар пет пленарних или предавања по позиву на Светском конгресу математичара (ICM). Одржао је пет таквих предавања: 1908, 1912, 1924, 1928. и 1932. У математичкој заједници сматра се да је један овакав позив еквивалентан *“of an induction to a hall of fame”*. Поред тога, узима се да је Петровић основао нове научне дисциплине, математичку феноменологију и теорију математичких спектра. Изумео је неколико аналогних рачунских машина, имао техничке патенте и био главни криптограф српске и југословенске војске. До Другог светског рата, све докторске дисертације из математике које су одбрањене на Универзитету у Београду урађене су под његовим менторством. У вези са тим је и једно од највећих и најважнијих достигнућа

професора Петровића – оснивање српске математичке школе. Из ове школе изашао је велики број угледних математичара не само у Србији, већ и широм света.

Ове, 2018. године, српски математичари и Српска академија наука и уметности обележавају 150 година од рођења Михаила Петровића Аласа. Током године, Академија је организовала велику изложбу посвећену Петровићу, свечани скуп и конференцију. Ова монографија једно је од обележја овог важног јубилеја српске математике. О Петровићу се доста писало, крајем прошлог века објављена су његова сабрана дела. Зато су уредници и писци ауторских прилога имали доста тежак задатак да пронађу нове детаље из живота и дела професора Петровића. Тим пре што је његово дело огромно, креће се у разним правцима и обухвата теме које је на први поглед тешко спојити. Како је једном приликом споменуо Драган Трифуновић, Петровићев биограф и велики познавалац његовог дела, потребан је скоро читав један институт који би обухватио целокупно стваралаштво професора. Зато смо себи поставили релативно скроман циљ, да кроз избор тематских прилога осветлимо главна места у Петровићевом животном путу и делу, време и околности у којима је живео, као и то где се данас налази српска математичка школа. Аутори су у писању својих прилога избегавали техничке детаље и претерану употребу математичког језика. Отуда је монографија намењена општем читаоцу, пре свега онима које занима историја српске науке и како је она настајала на прелому 19. и 20. века, али и онима који желе да упознају живот једног изврсног математичара и универзалног ствараоца и, можемо сасвим слободно рећи, једне необичне личности.

Ж. Мијајловић, С. Пилиповић, Г. Миловановић



МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ АЛАС:
ЖИВОТ И ДЕЛО

МИХАИЛО ПЕТРОВИЋ:
ИЗУМИ И ПАТЕНТИ

ХИДРОИНТЕГРАТОР МИХАИЛА ПЕТРОВИЋА АЛАСА

Радомир С. СТАНКОВИЋ
Математички институт САНУ

Пројектовање рачунских машина и других техничких направа за убрзање и аутоматизацију поступака рачунања предмет је истраживачког интересовања вековима, а може се рећи и миленијумима, о чему сведочи, на пример, Антикитера механизам¹⁶⁹.

Знајући за списе Михала Петровића Аласа о рибарским направама и конкретним упутствима за њихово коришћење, није чудно да је овај свестрани истраживач своју практичну природу усмерио и ка пројектовању уређаја за решавање конкретних математичких проблема. Имајући у виду тему његове докторске дисертације [Petrović 1894], сасвим је разумљиво да је за предмет истраживања у тој области изабрао решавање диференцијалних једначина.

Како његов надимак Алас јасно показује, Михаило Петровић је много времена проводио рибарећи на Сави и Дунаву и природно је да је изабрао воду као основни елемент свог уређаја за решавање диференцијалних једначина који је стога назвао једноставно хидроинтегратор.

У овом прилогу описаћемо основне делове хидроинтегратора, затим принцип рада, дати напомене о једној конкретној реализацији као и могућим усавршавањима које је предлагао Петровић, и на основу тога навести доприносе Михаила Петровића Аласа пројектовању аналогних рачунских машина.



ХИДРОИНТЕГРАТОР

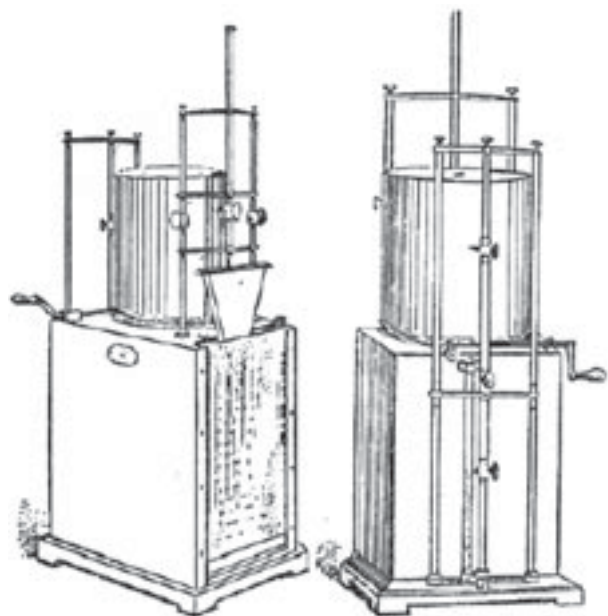
Оригиналност и ефективност решења је вероватно значајнија од наглашавања првенства неког проналаска, али је ипак потребно навести да је хидроинтегратор Михаила Петровића Аласа прва аналогна рачунска машина за решавање диференцијалних једначина на принципу кретања течности. До тада су уређаји на принципу закона хидраулике предлагани само за решавање алгебарских једначина каква је, на пример, Велтманова (Veltmann) машина из 1889. године.

Принцип рада хидроинтегратора заснован је на запажању идентичности закона промене нивоа течности при потапању тела у воду и понашању решења одређених класа диференцијалних једначина, укључујући Рикатијеву¹⁷⁰ једначину, за чије је решавање Петровић био посебно заинтересован. У том смислу, хидроинтегратор се може сматрати оним што Петровић назива материјализацијом математике као крајњим циљем проучавања у области математичке феноменологије, схваћене као

успостављање аналогија између појединих математичких проблема и физичких, често диспаратних, феномена у циљу решавања првих, како се наводи у Петровићевим публикацијама на ову тему [Петровић 1911], [Petrović 1921].

Хидроинтегратор је резултат вишегодишњих Петровићевих размишљања и истраживања, на шта указују, на пример, његове забелешке са часова механике професора Кениха (König) са *Collège de France* у Паризу, које је Петровић похађао 1892. године. На овим белешкама приказани су елементи улазно-излазног система који Петровић назива интеграф. Ради се о справама за израчунавање површине неправилних геометријских слика ограничених затвореним контурама. Одговарајућа страна из бележака Михаила Петровића репродукована је у [Трифунковић 1968а], слика 112, страна 459.

Петровић је касније применио ова разматрања и друга оригинална решења у практичној реализацији хидроинтегратора. Споменимо да је Петровићев рад на овом проблему већ 1896. године најавио његов старији колега Љубомир Клерић, професор механике на Филозофском факултету Високе школе у Београду наглашавајући при томе оригиналност његовог приступа.



Петровићева скица хидроинтегратора
(Дигитални легат Михаило Петровић)

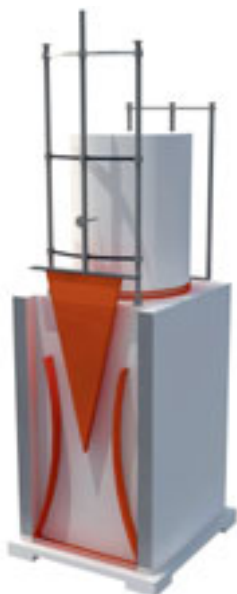
ПЕТРОВИЋЕВЕ ПУБЛИКАЦИЈЕ НА ТЕМУ ХИДРОИНТЕГРАТОРА

У складу са својим принципима исправног документовања предложених решења, Петровић је објавио четири публикације описујући детаљно принцип рада и начин конструисања и практичне примене хидроинтегратора. Први пут је хидроинтегратор приказан у Француској академији наука, и то од стране професора Пол Емил Апела (Paul Émile Appell), 17. маја 1897. године. Значајно је нагласити да је овај рад, мимо уобичајене праксе, због своје значаја прештампан у *Journal de Physique*, Paris, 1897, 476–479 [Petrović 1897].

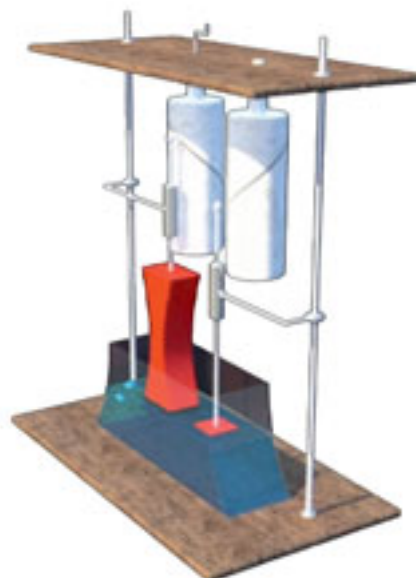
Петровић је овај рад на српском језику, уз извесне допуне, објавио 1898. године у *Српском техничком листу*, гласилу Удружења српских инжењера и архитекта, како се наводи у поднаслову овог часописа [Петровић 1898]. Насловна страна овог часописа приказана је на слици 1. Наредне две публикације о хидроинтегратору Петровић је објавио у *American Journal of Mathematics*, али на француском језику у 1898. и 1899. години [Petrović 1899a], [Petrović 1899b].



Слика 1. Насловна страна *Српског техничког листа* са радом *О хидрауличкој интеграцији* Михаила Петровића Аласа и шематским приказом принципа рада хидроинтегратора



Слика 2 (лево): 3Д модел хидроинтегратора, аутор 3Д модела Петар Вранић (Математички институт САНУ)



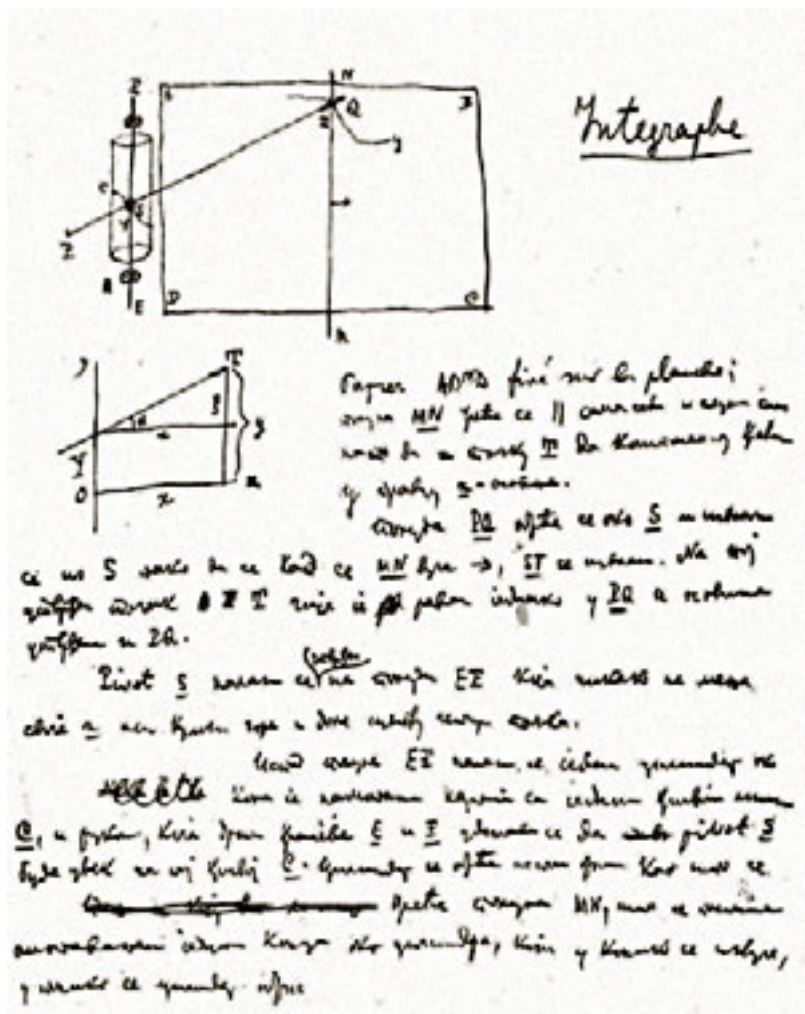
Слика 3. 3Д модел основних елемената хидроинтегратора са ротирајућим улазним ваљком, аутор 3Д модела Петар Вранић (Математички институт САНУ)

ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦИЈЕ ХИДРОИНТЕГРАТОРА

Хидроинтегратор, посматран као уређај за израчунавање, састоји се из следећих функционалних целина:

1. *Улазна јединица* која је у суштини тело одређеног облика са или без ротирајућег ваљка. Функција облика тела представља улазни податак у хидроинтегратор. У случају постојања ротирајућег ваљка, додатни улазни податак је функција која одређује начин потапања тела у суд са водом. Ова функција задаје се удубљењем на ротирајућем ваљку које одговара графу изабране функције. Држач тела које се потапа у воду клизи по овом удубљењу.
2. *Аритметичка јединица* коју чине суд одређеног облика напуњен водом, тело одређеног, тачно дефинисаног облика, које припада улазној јединици, а које се потапа у овај суд, и пловак који служи за одређивање нивоа воде у суду.
3. *Излазна јединица* је у облику ротирајућег ваљка са оловком за исцртавање решења на папиру причвршћеном на површину ваљка.

Како је већ споменуто, коришћење ротирајућег ваљка за записивање решења, што се може сматрати оригиналним доприносом конструкцији аналогних рачунских машина, Петровић је разматрао већ током боравка у Паризу 1892. године. Ову идеју је изложио као техничко решење у првом раду о хидроинтегратору из 1897. године [Петровић 1897].



Слика ротирајућег ваљка као елемента хидроинтегратора (Библиотека САНУ, А40/120)

У чланку објављеном у *Српском техничком листу* [Петровић 1898], као и у наредна два рада на ову тему [Petrović 1899a] и [Petrović 1899b], Михаило Петровић разматра више верзија хидроинтегратора и предлаже нека усавршавања.

Слика 2 приказује 3Д модел основне верзије хидроинтегратора, а слика 3 усавршену верзију уређаја са ротирајућим улазним ваљком. Ова усавршена верзија није практично реализована.

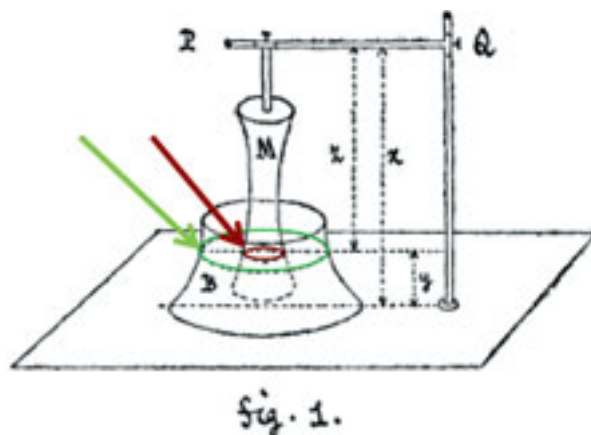
Поред додавања ротирајућег ваљка као елемента улазне јединице, у [Петровић 1898] Петровић предлаже да се на дну суда у који се потапа тело дода отвор кроз који би непрестано истицала вода. Пречник отвора био би изабран тако да контракција млаза воде која истиче буде потпуна. Тиме би се као додатни параметар при дефинисању функционаности хидроинтегратора користила количина истекле воде при посматрању промене нивоа течности у суду, услед потапања у њега тела одређеног облика из улазне јединице. На тај начин се обезбеђује могућност решавања различитих диференцијалних једначина, у зависности од избора поменутих параметара везаних за улазну и аритметичку јединицу хидроинтегратора.

У [Петровић 1899б], Петровић предлаже примену сатног механизма за обезбеђивање константне угаоне брзине и синхронизацију окретања улазног и излазног ротирајућег ваљка спојених кинематичком везом. Сатни механизам би осигуравао да клизач на улазном ваљку, којим се одређује начин потапања тела у суд са водом, увек за исто време пређе једнако растојање, чиме се повећава тачност добијеног решења.

Због примене кинематичке везе између улазног и излазног ротирајућег ваљка, хидроинтегратор Михаила Петровића може се сматрати комбинацијом хидрауличке и кинематичке аналогне рачунске машине која за изабране улазне параметре служи за решавање једне конкретне диференцијалне једначине. Променом ових параметара остварује се могућност решавања шире класе диференцијалних једначина.

Узимајући у обзир аспекте практичне природе, тачније једноставност измене суда и потапајућег тела, Петровић предлаже констукцију хидроинтегратора у којој су суд и носач тела постављени са стране и окренути ка споља, тако да се једноставно могу заменити судом и телом другог погодно изабраног облика. На тај начин може се лако урадити репрограмирање хидроинтегратора за решавање друге врсте диференцијалних једначина. У том смислу, може се сматрати да пар (*тело, суд*) одговара потпрограму у модерној рачунарској терминологији. Параметри чијим се подешавањем врши избор једначине коју хидроинтегратор решава јесу:

1. облик потапајућег тела,
2. облик суда,
3. постојање отвора одређеног и погодно изабраног пречника на дну суда,
4. начин потапања тела у суд, тј. избор функције по чијем графику се креће држач потапајућег тела,
5. пречници ротирајућих ваљака у улазној и излазној јединици.



Слика 4. Илустрација принципа рада хидроинтегратора са прве стране *Српској техничкој листи*, јануар и фебруар 1898, свеска 1 и 2, слика 1

ПРИНЦИП РАДА ХИДРОИНТЕГРАТОРА

Основу за пројектовање хидроинтегратора представља запажање у оквиру математичке феноменологије да се погодним избором облика тела M и суда B у који се тело урања може подесити да законитост промене нивоа течности у суду одговара понашању решења неке изабране диференцијалне једначине.

Означимо са $\phi(y)$ и $F(z)$ површине хоризонталног попречног пресека суда B и тела M у равни на одстојању x од основе суда, слика 4. Услед потапања тела M у суд B , растојање тела од основе суда мења се x на $x - dx$, док се ниво течности подиже са y на $y + dy$, тако да је запремина течности која се померила са y на $y + dy$ једнака $(\phi(y) - F(z))dy$. Запремина истиснуте течности једнака је запремини течности коју заузима тело M уроњено за величину dz , односно, $F(z)dz$, тако да је

$$(\phi(y) - F(z))dy = F(z)dz.$$

Како је испуњена релација $z = x - y$, тада је

$$\frac{dy}{dx} = \frac{F(x - y)}{\phi(y)}. \quad (1)$$

Поменуто усавршавање конструкције у [Petrović 1897] подразумева додавање отвора на дну суда кроз који вода непрестано истиче, тако да је у том случају промена нивоа воде у суду једнака количини истиснуте воде услед потапања тела M и количине воде која је истекла кроз отвор на дну суда за време dt .

Као човек практичне природе, Петровић је узимајући у обзир у то време расположиве материјале и технологију, предлагао да потапајуће тело и суд имају две равне и паралелне стране, као и равно дно, док су бочне стране произвољне погодне изабране за-

кривљене површине као на слици 5, при чему су ширине суда $\phi(y)$ и тела $\theta(z)$ на висини y и z функције које бирамо по жељи, као и растојања α и β паралелних страна суда B и тела M . У том случају $\Phi(y)=\alpha\phi(y)$ и $F(z) = \beta\theta(z)$, тако да једначина (1) постаје

$$\alpha\phi(y) \frac{dy}{dx} = \beta\theta(x-y).$$

Ако се облици тела и суда изаберу редом као

$$\phi(y) = \frac{1}{\alpha f(y)} \quad \text{и} \quad \theta(z) = \frac{1}{\beta} \psi(z),$$

хидроинтегратор решава једначину облика

$$\frac{dy}{dx} = f(y)\psi(x-y).$$

У усавршеном моделу хидроинтегратора који предлаже Петровић начин потапања тела M био би одређен функцијом уписаном на ротирајући ваљак на улазу, како је приказано на слици 6. Уколико би пречници ваљака на улазу и излазу били D и E и међусобно различити, добија се општија једначина

$$\frac{dy}{dx} = f(y)\psi(ax-y).$$

Уколико је тело M облика призме, тада је $\theta(z) = \text{const.} = \beta'$ тако да хидроинтегратор ради као интеграл за израчунавање површине пресека суда са равни слике

$$x = \frac{\alpha}{\beta\beta'} \int \phi(y) dy.$$

Како је показано у [Петровић 1898], хидроинтегратор ради као интеграл и у случају када је тело B облика призме.

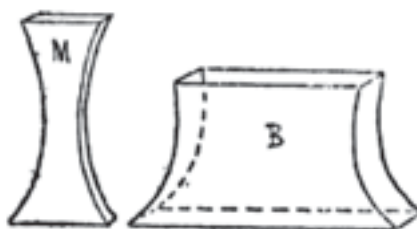


Fig. 2.

Fig. 3.

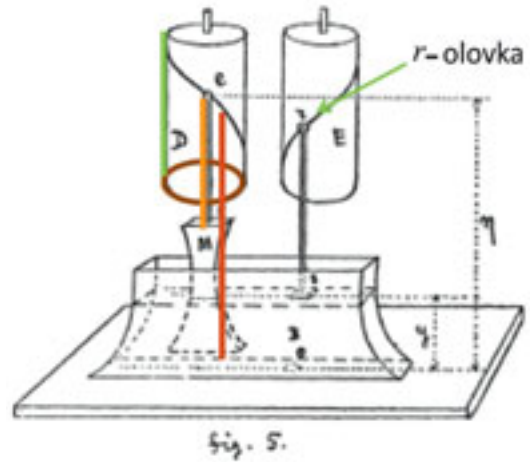
Слика 5. Реализација потапајућег тела и суда са паралелним странама према иницијалном предлогу Петровића, слика преузета из [Петровић 1898]

Уколико је на улазни ротирајући ваљак D урезана функција $\eta=f(\zeta)$ на основу које се тело потапа, тада је $x=\eta=f(\zeta)$ висина нивоа воде y као функција од ζ решење једначине

$$\alpha\phi(y) \frac{dy}{dx} = \beta\theta(f(\zeta)-y)f'(\zeta).$$

Решење се исцртава оловком као график на излазном цилиндру E .

Петровић наводи у [Петровић 1898] да би исти уређај могао да решава различите једначине променом облика суда и облика тела које се потапа уз примену више различитих судова и интегралних ваљака, што је и био разлог за конструкцију каква је приказана на слици 2, са циљем омогућавања



Слика 6. Принцип рада усавршене верзије хидроинтегратора додавањем улазног ротирајућег ваљка, слика преузета из [Петровић 1898]

једноставне замене суда и тела као основних елемената аритметичке јединице уређаја постављених са спољње стране, тако да им се лако приступа.

Како је Петровић показао у [Петровић 1898], избором тела и суда различитих облика као и других параметара, на пример, начина потапања тела, једначина (1) постаје општи модел који обухвата пет конкретних диференцијалних једначина, укључујући и Рикатијеву једначину

$$\frac{dy}{dx} = X(t) - \lambda^2 y^2$$

за методе решавања које је Петровић био посебно заинтересован, као и једначине

$$\frac{dy}{dx} + F(y) = F(y)\psi(x),$$

$$\Phi(y) \frac{dy}{dx} + \lambda\sqrt{y} - af'(x) = 0,$$

$$\Phi(y) \frac{dy}{dx} = k(f(x) - y)f'(x),$$

$$\frac{dy}{dx} = f(y)\psi(ax + y).$$

Упоредо са тиме, за другачији избор параметара и улазних података, хидроинтегратор је могао да решава и једначине облика

$$P(x,y)dx + Q(x,y)dy = 0. \quad (2)$$

Класа (2) садржи једначине

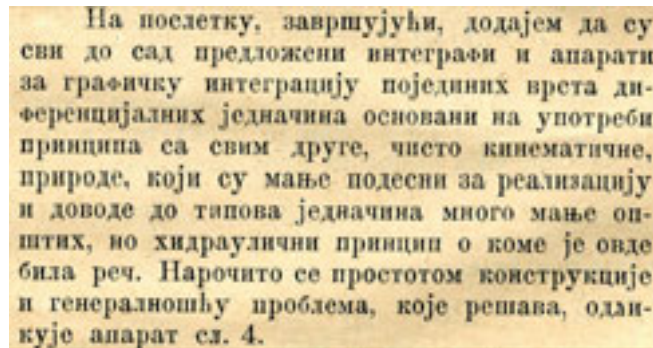
$$\psi(x-y+\lambda)dx+(\varphi(y)-\psi(x-y+\lambda))dy=0,$$

$$f(y)dy+\psi(z)dz=0.$$

Детаљно образложење претходних тврђења везаних за класе једначина које се могу решавати на хидроинтегратору изменом начина потапања, избором облика тела и суда и увођењем отвора на дну суда, Петровић је изложио у [Petrović 1898], [Petrović 1899a], [Petrović 1899b].

У време када је на хидроинтератору радио Петровић, то је била прва машина за решавање диференцијалних једначина на хидрауличком принципу. Значајна предност у односу на друге одговарајуће уређаје била је могућност решавања већег броја једначина изменом конструктивних елемената уређаја. Један од постојећих интегратора у то време, Јакобов интегратор, заснован на другачијем принципу, могао је да решава само Рикатијеву једначину првог реда.

Михаило Петровић је у [Петровић 1898] урадио поређење предложеног хидроинтегратора са одговарајућим уређајима сличне намене, мада заснованих на другачијим принципима описаним у каталогу рачунских машина из 1892–1983. године [von Dusk 1892]. Слика 7 приказује део текста из [Петровић 1898] у коме Михаило Петровић сумира предности свог хидроинтегратора.



На послетку, завршујући, додајем да су сви до сад предложени интеграфи и апарати за графичку интеграцију појединих врста диференцијалних једначина основани на употреби принципа са свим друге, чисто кинематичне, природе, који су мање подесни за реализацију и доводе до типова једначина много мање општих, но хидраулични принцип о коме је овде била реч. Нарочито се простотом конструкције и генералношћу проблема, које решава, одликује апарат сл. 4.

Слика 7. Део текста из [Петровић 1898] који се односи на поређење хидроинтегратора са сличним уређајима из тог доба

НАУЧНА ПРОМОЦИЈА ХИДРОИНТЕГРАТОРА

На Светској изложби у Паризу, Француска, 1900. године у Павиљону Србије, који је пројектовао архитекта Милан Капетановић, професор нацртне геометрије на Техничком факултету Велике школе у Београду, Србија је између осталих репрезентативних експоната изложила и хидронтегратор Михаила Петовића, као пример научних достигнућа. За ту прилику конструисан је прототип хидроинтегратора ангажовањем француског конструктора прецизних механизма. Име овог конструктора није остало забележено али о томе сведочи допис Михаила Петровића упућен министру народне привреде, у коме тражи новчану подршку за реализацију овог уређаја [Трифунровић 1968а]. У том допису Петровић експлицитно наводи да је принцип рада уређаја објављен у *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*. На овој Светској изложби, хидроинтегратор је био награђен златном медаљом.

Значајно је напоменути да се у време Светске изложбе у Паризу од 6. до 12. августа 1900. године одржавао Међународни конгрес математичара, први овакав конгрес у чијем раду је учествовао Михаило Петровић. Како је прототип хидроинтегратора био урађен до пуне функционалности, оправдано је сматрати да је математичка јавност била добро упозната са овим јединственим уређајем за решавање диференцијалних једначина. Колико је познато, то је уједно био и једини примерак хидроинтегратора реализован физички. Реконструкцију хидроинтегратора урадио је професор Драган Трифунровић 1980. године, уз помоћ архитекте Градимира Боснића. Ова реконструкција налази се у Кабинету за математику Шумарског факултета у Београду.

Друго међународно признање за развој хидроинтегратора Михаило Петровић је добио од стране Лондонског математичког друштва, које га је 1907. године наградило почасном дипломом [Трифунровић 1968а].

ДОПРИНОСИ МИХАИЛА ПЕТРОВИЋА ПРОЈЕКТОВАЊУ АНАЛОГНИХ РАЧУНСКИХ МАШИНА

Широко је прихваћено тврђење да је хидроинтегратор Михаила Петровића прва аналогна рачунска машина заснована на хидрауличном принципу, уз посебно истацање да је исти уређај омогућавао решавање више диференцијалних једначина [deMorin 1913], [Митриновић 1955], [Митриновић 1958], [Митриновић 1960], [Price 1900], [Трифунковић 1968a], [Willers 1949]. Истовремено, рад на хидроинтегратору сматра се једним од најчешће навођених математичких резултата Михаила Петровића.

Оригинални доприноси Михаила Петровића могу се сумирати као:

1. примена хидрауличног принципа на решавање диференцијалних једначина,
2. примена калкулаторских елемената у облику тела зароњених у воду,
3. комбинација хидрауличног принципа и кинематичке везе између улазног и излазног ротирајућег ваљка,
4. разматрања која се односе на везу између аналитичких факата за криволинијске интеграле и геометријских факата из теорије минималних површина са капиларним појавама [Петровић 1911]. Анализа ових веза послужила би конструисању хидроинтегратора са више судова у аритметичкој јединици снабдевених капиларним цевима.

Напоменимо да је овакво решење са капиларним цевима коришћено у хидроинтегратору из 1936. године за решавање Фуријерове (Fourier) парцијалне диференцијалне једначине. Овај хидроинтегратор који је конструисао Лукијанов (Lukijanov) ради на принципу аналогije између топлотне проводљивости и модела кретања течности у капиларним цевима [Lukijanov 1937], [Lukijanov 1939].

Више детаља о Петровићевом раду на хидроинтегратору може се наћи у [Stanković 2004], [Трифунковић 1968a], [Трифунковић 1968a], [Трифунковић 1982].

ЛИТЕРАТУРА

- [deMorin 1913] de Morin, H., “Les appareils d’intégration”, Paris, 1913, 194–197.
- [Lukijanov 1937] Lukyanov, V. S., *Technical Computing on Hydraulic Devices*, (Техничка израчунавања на хидрауличким уређајима), Moscow, 1937.
- [Lukijanov 1939] Lukyanov, V. S., “Hydraulic devices for technical computations” (Хидраулички уређаји за техничка израчунавања), *Izv. AN SSSR, Otd. Tech. nauk*, Vol. 2, No. 58, Moscow, 1939, 53–67, (на руском).
- [Митриновић 1955] Митриновић, Д. С., „Белешка о делатности Михаила Петровића у области диференцијалних једначина“, *Весник*, вол. 7, бр. 1–2, 1955, 125–127.

- [Митриновић 1958] Митриновић, Д. С., „Белешка о Михаилу Петровићу“, *Математичка библиотека*, Београд, 1958, бр. 7, 5–8.
- [Митриновић 1960] Митриновић, Д. С., „Прилози за биографију Михаила Петровића“, *Весник груписа маџ. и физ. Народне републике Србије*, вол. XII, бр. 1–2, 1960, 143–175.
- [Petrović 1894] Petrović, M., *Sur les zeros et les infinis des intégrales des équations différentielles Algébriques*, Thèses présentés à la Faculté des Sciences de Paris, No. 823, Gauthier-Villars, Paris, 1894, p. 109; 21,3 x 26,6 cm.
- [Petrović 1897] Petrović, M., “Sur un procédé d’integration graphique des equations différentielles”, *Comptes rendus*, Paris, 1897, t. CXXIV, 20, 1081–1084, presented in French Academy of Sciences by professeur P. Appell, on 17 May, 1897, прештампано у *Journal de Physique*, Paris, 1897, 476–479.
- [Петровић 1898] Петровић, М., „Хидраулична интеграција“, *Српски технички лист*, Београд, 1898.
- [Petrović 1899a] Petrović, M., “Sur l’intégration hydraulique des équations différentielles”, *American Journal of Mathematics*, Baltimore, 1899, Vol. XX, No. 4, 293–300.
- [Petrović 1899b] Petrović, M., “Appareil à liquid pour l’intégration graphique de certains types d’équations différentielles” *American Journal of Mathematics*, Baltimore, 1899, Vol. XXII, No. 1, 1–12.
- [Петровић 1911] Петровић, М., *Елементи математичке феноменологије*, Српска краљевска академија, Београд, 1911, XIII + 774 страна.
- [Petrović 1921] Petrović, M., “Mécanismes communs aux Phénomènes disparates”, *Nouvelle Collection scientifique*, Directeur Émile Borel, Librairie Félix Alcan, Paris, 1921, 279 pages. (Скраћени приказ [Петровић 1911]).
- [Price 1900] Price, A. W., “Petrovich’s apparatus for integrating differential equations of the first order”, *Philosophical Magazine*, Vol. 49, 1900, 487–490.
- [Stanković 2004] Stanković, M., Stanković, R. S., “Hydrointegrator by Mihailo Petrović Alas: a contribution to the design of computing machines”, *Proc. EMCSR 2004*, Austrian Society for Cybernetics Studies, Vienna, Vol. 169, No. 5, 2004, 211–215.
- [Трифуновић 1968a] Трифуновић, Д. В., *Летопис живота и рада Михаила Пејровића*, (Chronique de la vie et de l’oeuvre de Michel Petrovitch), l’Académie Serbe des Sciences et des arts, Classe des sciences mathématiques et naturelles, 1969, présenté a la 1^{re} séance de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles, le 16 février 1968, par mm. Radivoje Kašanin et Vojislav V. Mišković.
- [Трифуновић 1968b] Трифуновић, Д., (уредник), *Михаило Пејровић 1868–1943*, Републички одбор за прославу стогодишњице рођења Михаила Петровића, Београд 1968.
- [Трифуновић 1982] Трифуновић, Д., *Михаило Пејровић Алас*, Дечије новине, Горњи Милановац, 1982.
- [von Dyck 1892] von Dyck, W., *Katalog mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente*, Deutsche Mathematiker – Vereinigung, München, 1892–1893.
- [Willers 1949] Willers, A. F., *Mathematische Instrumente*, Berlin, 1943, S. III + 305, превод на руски, Математические инструменты, Москва, 1949, 302 стране.

