

УДК 929.000.656 19/20 (Тімонов)

Л. М. СОЛОВЬОВА, пошукач Державного економіко-Технологічного університету транспорту, Київ

РОЛЬ В.С. ТІМОНОВА В РОЗВИТКУ ГІДРОТЕХНІКИ ВІЛЬНИХ РІК РОСІЙСЬКОЇ ІМПЕРІЇ

У статті висвітлюється роль інженера-гідротехніка В.С. Тімонова у розвитку вітчизняної гідротехніки вільних рік Російської імперії. Особлива увага акцентується на внеску В.С. Тімонова в розвиток вчення про руслові процеси. Характеризуються три періоди розвитку досліджень з гідротехніки вільних рік.

Ключові слова: В. С. Тімонов, гідротехніка, руслові процеси, водні шляхи, судноплавство.

Вступ. Видатний вітчизняний інженер-гідротехнік В. С. Тімонов (1862-1936) володів фундаментальними знаннями в усіх галузях гідротехнічного будівництва. Жоден великий проект у галузі техніки не відбувалося без його дієвої участі. Йому належить ініціатива постановки низки великих будівництв, здійснення яких стало можливим лише пізніше, в радянські часи: це використання Дніпровських порогів, сполучення Білого моря з Балтійським, будівництво острівного порту в гирлі Волги тощо [1-3].

Метою статті є дослідження значення наукового доробку В. С. Тімонова в розвитку гідротехніки. У багатьох технічних починаннях В. С. Тімонов брав безпосередню участь. Він виконував роботи на будівництві порту в Лібаві (Ліспая) [4], де здійснив перші на Балтійському морі роботи зі спорудження молів із масивів. Під його керівництвом були побудовані мости у Твері і Нижньому Новгороді [5]. В.С. Тімонов досліджував руслові процеси Дніпра, Дону, Волги і берегів Тихого океану. Власне він розробив проект облаштування вільного шляху через Дніпровські пороги, а у 1894 р. провів дослідні роботи на одному з них. Йому належить також честь обрання місця, на якому було побудовано місто Владивосток з його чудовою бухтою «Золотий ріг» [6]. В. С. Тімонов вперше запропонував оригінальний метод докорінного покращення судноплавних умов великих рік шляхом поглиблення їхнього дна. Цим способом було створено на Волзі фарватер з певною глибиною, завдяки чому були досягнуті значні економічні вигоди.

Винятково різноплановий інженер і вчений, який володів широким кругозором, В. С. Тімонов і сьогодні вважається визначним авторитетом світового рівня в галузі гідротехніки водних шляхів. Ще у 1900 р. він отримав золоту медаль на Міжнародній виставці в Парижі, а в 1917 р. був головою XII Міжнародного судноплавного конгресу в Філадельфії, в якому брали участь 45 країн.

Протягом своєї 50-річної діяльності В.С. Тімонов опублікував понад 700 наукових праць та зробив низку доповідей на вітчизняних і міжнародних з'їздах, конференціях і конгресах. Власне тільки йому належить ініціатива

постановки ряду питань, пов'язаних з основними етапами розвитку вітчизняної гідротехніки. Зокрема, В.С. Тімоновим була запропонована ідея встановлення стандартних габаритів суден і створення системи магістральних водних шляхів. Разом з цим, Всеволодом Євгеновичем було запропоновано метод підтримування судноплавних глибин на ріках шляхом систематичного машинного землечерпання. В останніх роках свого життя В. С. Тімонов розробляв методи комплексного використання річок з метою найкращого задоволення усіх галузей народного господарства в колишньому Радянському Союзі. Як невтомний пропагандист нових течій в гідротехніці, Всеволод Євгенович боровся за якнайшвидше втілення в життя прогресивних технічних ідей, вкладаючи всю свою енергію і всю силу свого великого інженерно-наукового таланту. Після жовтневого більшовицького перевороту 1917 р., В. С. Тімонов займався педагогічною діяльністю, а також був членом Вищої технічної ради Народного Комісаріату шляхів сполучення і постійним представником СРСР на міжнародних судноплавних конгресах. Він належав до когорти тих інженерів-гідротехніків, які прагнули покращити судноплавні шляхи, які вважали, що управління складним процесом річкового потоку та формування русла ріки неможливі без глибоких знань законів гідродинаміки. В.С.Тімонов закликав пізнавати ці закони і створити теоретичні основи, на яких могла б базуватися практика удосконалення водних шляхів. Ми переконані, що кожен спеціаліст річкової справи, для того, щоб правильно орієнтуватися у сучасних течіях науки про річкове русло і нових методиках руслової гідротехніки, повинен мати чітку уяву про джерела ідей, закладених у їхнє існування. Ми також розуміємо, що при вивченні наукових праць інженерів минулого, слід критично відноситися як до ідей, які розвиваються авторами, так і до практичних заходів, які ними пропонуються. Адже ми повинні пам'ятати, що сьогодні з багатьох питань, які ставилися на ті часи вперше, в даний час з'явилися більш повні і найбільш вірні рішення, які ґрунтуються на значному прогресі наших знань про природу руслових процесів.

Перш, ніж характеризувати досягнення В.С. Тімонова в означених процесах, ми змушені сказати, що його внесок у розв'язання багатьох проблем гідротехніки вільних рік відбувся не на пустому місці. Плеяда чудових вітчизняних гідротехніків-русловиків, таких як В. М. Лохтін, М. С. Лелявський, Н. П. Пузиревський, В. Г. Клейбер та інші, які заклали основи сучасної теорії руслових процесів, сприяла формуванню наукових поглядів В. С. Тімонова в галузі гідротехніки. І це не дивно, наукові праці перелічених дослідників зробили величезний внесок в гідротехнічну науку, в обґрунтування методів гідротехнічного будівництва і землечерпання.

Основоположником вітчизняної гідротехніки руслового потоку є Володимир Михайлович Лохтін (1849–1919) – інженер шляхів сполучення. Після закінчення Інституту інженерів шляхів сполучення у Санкт-Петербурзі, він працював на ріках Камського басейну, детально вивчав їх, і, накопичивши багатий фактичний матеріал, опублікував фундаментальну монографію, яка

не втратила своєї актуальності і досі: «О механизмах речного русла» (1897) [7]. Безперечно, вона стала основою для всієї сучасної теорії руслового потоку. Загалом у працях В.М. Лохтіна вперше висвітлені питання стійкості річкового русла, впливу зміни витрат і рівнів води на формування і зміну морфологічної структури переكاتів і плес, уведено до наукового обігу поняття коефіцієнта стійкості русла. Праці В.М. Лохтіна дали можливість вітчизняним і зарубіжним гідротехнікам реально підходити до оцінки явищ, які відбуваються у русловому потоці, із врахуванням їх вживати необхідних заходів щодо покращення шляхових умов.

На другому місці серед гідротехніків другої половини XIX–поч. XX ст. перебуває Микола Семенович Леявський (1853-1905) – теоретик і практик дослідження річкового потоку. Цей вчений-інженер зосередив свою увагу на проблемі розподілу швидкостей води на плесах і перекатах за певний проміжок часу. Це питання має велике значення при обранні місця розташування струменеспрямовуючих дамб, які, на думку М.С. Леявського, призначені не створювати незручності у річковому руслі, а лише відхилити річкові струмені води так, щоб розмивання дна і утворення поздовжньої борозни для проходження суден здійснювалися без непотрібних незручностей у руслі ріки. Фактично метод М.С. Леявського, заснований на відхиленні річкових струменів води без звужування потоку, виправдав себе у більшості випадків.

Значні за глибиною і змістом дослідження М.С. Леявського не тільки отримали застосування на усіх ріках царської Росії та за кордоном, але і послужили основою для створення *оригінальної теорії руслового процесу*. У доповіді М.С. Леявського на VI Міжнародному судноплавному конгресі у Гаазі у 1894 р. висвітлена його *теорія збійних і віялоподібних течій*. Вона отримала загальне визнання [8].

Значний внесок у справу розвитку вітчизняної гідротехніки зробив Нестор Платонович Пузиревський (1861–1934), який провів вартісні дослідження в галузі ґрунтів, основ і фундаментів та гідротехніки споруд. Набувши великого практичного досвіду, працюючи на багатьох водних шляхах Росії розвідувачем, будівельником, начальником технічних діляниць, керівником проектної організації, Нестор Платонович збагатив свою педагогічну діяльність у Петербурзькому (пізніше Ленінградському) інституті шляхів сполучення. Ним надруковані праці, присвячені комплексному гідротехнічному будівництву і русловим процесам. Вони мали значний вплив на розвиток інженерно-технічної думки і мали широке практичне застосування. Багато положень його теорії про русловий потік не втратили свого практичного значення і сьогодні. Н.П. Пузиревський у своєму дослідженні «Мысли об устройстве водных путей в России» (1906) вперше виклав свою схему розвитку водних шляхів [9]. Головними принципами цієї теорії стали одноманіття типів і посадки суден та об'єднання усіх водних шляхів в одну загальну мережу, основними ланками якої повинні були бути:

сполучення Дніпра із Західною Двіною; Волго-Балтійський водний шлях; сполучення цих двох систем каналами Дніпро-Дон і Волга-Дон.

Н.П. Пузиревський стверджував, що ріка поступово випрямляє своє русло і річкові випинання (меандри), а заодно і дрібні вигинання фарватеру, повинні поступово відмерти. Звідси так виходить, що уся система гідротехнічних заходів повинна бути так побудована, щоб сприяти природньому процесу спрямлення русла ріки. Нестор Платонович зазначав, що у річці з деформованим дном одні випуклості відмирають, а інші зростають, річкова течія зберігає свій хвилястий характер і завжди прагне відновити випуклості, якщо останні штучним шляхом були знищені.

М.М. Жуковський також розвивав тезу про спрямування річкового русла. Він багато років досліджував Волгу і дійшов низки цікавих і важливих висновків стосовно процесів, які утворюють річкові коси і перекати та склав чудові описи типів руслових утворень. Сучасні гідротехніки вважають, що в теоретичні уявлення М.М. Жуковського вкралася серйозна помилка, суть якої полягала в тому, що він перебільшував вплив сили Коріоліса на руслові процеси. Ця сила, яка зв'язана з обертанням Землі і яка викликає відхилення вправо у Північній півкулі усіх мас, що рухаються, по суті є невеликою, якщо її порівняти з центробіжною силою, що виникає під час повертання потоку. Вчений доводив, що під дією Коріолісової сили відбувається поступове, дуже повільне однобічне переміщення річкових русел. Він, правда, зауважував, що досягти помітної величини можна тільки після проміжків часу тисячолітнього порядку. Тобто, вважають сучасні гідротехніки, не слід розраховувати, що сили Коріоліса можуть мати вплив на переформування перекатів і щорічні зміни ходу суден.

Завершуючи короткий огляд досліджень з гідротехніки вільних рік ми дійшли висновку, що для вітчизняних гідротехніків XIX–поч. XX ст. характерним було бажання збирати якомога більше відомостей про власне ріки і про природу явищ, які на них спостерігалися. З цього приводу В.М. Лохтін завжди казав: «Якомога менше формул і побільше спостережливості». У цьому часовому періоді вітчизняні гідротехніки особливу увагу приділяли удосконаленню методики і техніки руслових досліджень. Найбільше в даному аспекті зробив М.С. Лелявський (він сконструював гідрофлюгер – прилад для визначення напрямку течії в глибині потоку). Крім того, М.С. Лелявський вперше застосував у великому масштабі поплавки для вивчення поверхневих течій і багато працював над створенням наочних руслових моделей.

Тут доречно вказати на пропозицію, яку висунув В.Є. Тімонов. Він вперше запропонував вирішувати усі спірні питання, які стосувалися проектів виправних споруд, на лабораторних моделях. Однак, ця пропозиція Всеволода Євгеновича зустріла декілька серйозних заперечень з боку одного із визначних гідротехніків того часу професора Ф.Г. Зброжека. Він вказував на величезні труднощі у моделюванні річкових русел через велику мінливість витрат води. В.Є. Тімонов не здався – він побудував першу в царській Росії

гідротехнічну лабораторію з великим русловим лотком. І деякі завдання гідротехніки в той час знайшли своє вирішення у цій лабораторії. Однак, заперечення Ф.Г. Зброжека залишилися незмінними і тих надій на лабораторне моделювання, яке покладалося на нього В.Є. Тімоновим, дана лабораторія виправдати не змогла.

Сучасні гідротехніки вважають, що основні труднощі річкового моделювання і, зокрема, рівнинних рік, полягають в необхідності великого спотворення вертикального масштабу у порівнянні з горизонтальним. Тому що зменшення глибини ріки на моделі у сотні разів, при збереженні природного ухилу, приводить до настільки малих швидкостей течії на моделі, що не тільки розмиви русла стають практично неможливими, але і власне потік ріки втрачає характерні властивості турбулентного потоку, перетворюючись на моделі на ламінарний. З іншого боку, будь-яке викривлення демонструє велику невизначеність в гідравлічних властивостях моделі, особливо коли це викривлення понад 2-4 разове. Сучасні гідротехніки бачать вихід із даної ситуації в напрямку створення дуже великих лабораторних площадок, на яких масштаб моделювання даної ріки буде якомога більшим, значить, не буде потреби у викривленні вертикального масштабу, або викривлення буде незначним.

Історія науки і техніки засвідчує, що гідротехніка вільних рік в Російській імперії розвивалася у три етапи. Перший етап тривав приблизно до 80-х років XIX ст. І характеризувався тим, що глибини на ріках підтримувалися переважно тимчасовими випрямними спорудами і примітивними снарядами, які були розраховані на використання сили течії самої ріки. Другий етап, який тривав до середини 1900-х років (до 1905 р.), характеризується широким будівництвом довготривалих виправних споруд із застосуванням механічного землечерпання як підсобного до виправлення засобу. Третій етап характеризується пануванням землечерпання і майже повним припиненням виправних робіт. І в усіх перелічених етапах розвитку гідротехніки вільних рік Російської імперії В.Є. Тімонов брав активну участь.

Історія кожного етапу розвитку гідротехніки вільних рік і цікава, і повчальна. Вона свідчить, що сьогодні в так званому сучасному періоді розвитку гідротехніки, потрібно синтезувати все краще, що слід брати із старого досвіду і на основі останніх даних науки про русло ріки, знайти більш удосконалені заходи впливу на ріку для того, щоб найбільш повно обслуговувати потреби річкового судноплавства. Зупинимося більш детально на характеристиці кожного з означених етапів.

Приблизно до 80-х років XIX ст. якогось планомірного покращення вільних рік не проводилося і вони перебували у первісному стані. При такому стані рік судноплавцям не було іншого виходу як власними силами поглиблювати мілкі переكاتи на річці, використовувати для цього «підручні» засоби. Було винайдено безліч оригінальних способів поглиблення фарватеру. Для цього використовувалися пересувні снаряди, які розпушували ґрунт або спрямовували течію так, щоб здійснити розмивання ґрунту дна ріки

в потрібному місці. Найбільш вдалим взірцем таких снарядів вважали «дрібнопробивну машину» Бухтєєва, яку почали застосовувати ще ц 1809 р. на Дніпрі. Дана машина була прототипом сучасного снаряду, запропонованого інженером Простовим.

Починаючи з кінця 80-х років XIX ст. на утримання внутрішніх водних шляхів стали звертати більше уваги. Це було зумовлено тим, що розвиток промисловості в царській Росії вимагав покращення усіх видів сполучення, а також те, що зростаюча конкуренція залізниць змушувала судноплавство шукати способи здешевлення вартості перевезень шляхом збільшення вантажопідйомності суден і відповідно збільшення їх осаджування.

Оскільки в цьому періоді щорічні асигнування на розвиток гідротехніки внутрішніх вод зросли в десятки разів, вітчизняні гідротехніки вперше отримали можливість розпочати серйозні покращення судноплавності рік – великих і малих. В кінці 80-х років XIX ст. майже на усіх ріках з'явилися парові землечерпальні машини. Однак конструкція перших механічних снарядів була ще досить-таки недосконалою, глибина черпання невеликою, а снаряди могли працювати тільки на низькій воді. До того ж снаряди мали велику осадку і тому не були спроможні пересуватися при малих глибинах. До того ж, абсолютно не були відомими принципи трасування прорізувань і результати поглиблень на перекатах швидко знищувалися рікою. Власне через такі обставини більшість землечерпальних машин застосовувалася для поглиблення портів і усяких затонів, а основна увага була звернена на будівництво капітальних випрямляючих споруд, які будувалися в широких масштабах на багатьох суднохідних ріках Російської імперії.

Однак, і в цьому відношенні не все було благополучно. Якоїсь раціональної методики виправлення рік, яка б опиралася на знання законів формування русла, на той час не існувало. Боротьба різних шкіл та відсутність правильного методичного посібника з боку «Інженерної ради» Міністерства шляхів сполучення (МШС) призвели до того, що результати окремих робіт значно відрізнялися між собою. І взагалі успіх роботи цілком залежав від мистецтва та інтуїції окремих інженерів. Якщо добрі результати були отримані В.М. Лохтіним на Дністрі, М.С. Лелявським на ріках Дніпровського басейну та Р.Ф. Раєвським на Дону, то випрямні роботи на Волзі не були такими вдалими. Встановлення довготривалих споруд з кам'яних накидів на окремих перекатах Волги викликало переміщення найбільш дрібних місць на фарватері і це не покращувало транзитного шляху. Разом з цим, на цій жне Волзі було доведено гідротехніками, що застосування землечерпальних машин дозволило суттєво збільшити глибини на транзитному шляху в руслі ріки.

Так, у 1897 р. горизонти води на Волзі знизилися і тільки завдяки застосуванню землечерпальних машин вдалося утримувати глибину не менше 1 метра. Менша глибина викликала повну зупинку судноплавства. Цей факт змусив волзькі судноплавні кола звернутися до уряду держави про більш широке застосування землечерпальних робіт і повне припинення робіт

виправних. Однак дане прохання не зустріло підтримки в «Інженерній раді» МШС. Більшість видатних гідротехніків того часу розглядало землечерпання як засіб, що сприяє виправлянню, і не вважали корисним широкий розвиток землечерпальних робіт на транзиті. І тут на арену боротьби різних підходів стосовно гідротехнічного будівництва на водних шляхах вийшов В. С. Тімонов. Він очолив нечисленний загін прибічників землечерпання, серед яких найбільш талановитим виявився завідувач волзьким землечерпанням інженер В. Г. Клейбер [10]. Відразу розпочалася винятково гостра боротьба між прибічниками землечерпання і прибічниками виправляння русла ріки. Вона тривала майже 10 років.

У 1897 р. В. С. Тімонов виступив з доповіддю на IV з'їзді російських діячів з водних шляхів про досягнуті успіхи в галузі будівництва річкових землесосів і висловив думку, що в результаті механічного землечерпання на перекатах можна отримати і підтримувати глибину значно більшу від природної і більшу, ніж це можна було отримувати завдяки будівництву виправних споруд. Всеволод Євгенович вважав, що слід негайно перейти до більш раціонального поглиблення машинами, не витратити засоби на будівництво виправних споруд.

В наступному 1898 р. В. С. Тімонов знову робить доповідь на V з'їзді російських діячів з водних шляхів «Про раціональний метод корінного покращення судноплавних умов великих рік». Дана доповідь викликала широку дискусію, причому більшість гідротехніків та спеціалістів з водних шляхів не підтримали В. С. Тімонова. І на цей раз думка «Інженерної ради» МШС не змінилася.

Ніби продовженням цієї дискусії стала доповідь інженера В. Г. Клейбера «Землечерпання і виправляння як заходи покращення волзького транзитного шляху», з якою він виступив у 1899 р. на VII з'їзді російських діячів з водних шляхів. У цій доповіді В. Г. Клейбер переконливо довів перевагу землечерпальних робіт на даному етапі розвитку гідротехніки. Однак і на цей раз думка «Інженерної ради» МШС не змінилася. В наступному, 1900 р. дана суперечка вийшла на міжнародний ґрунт. На VIII Міжнародному конгресі з судноплавства в Парижі В. С. Тімонов виступив з доповіддю «Регулювання великих рік», в якій доводив, що на великих ріках повинно застосовуватися землечерпання із закріпленням його результатів виправними спорудами легкого типу. Після гострих дебатів, які тривали протягом декількох засідань, з'їзд визнав за раціональне застосовувати пропозиції В. С. Тімонова щодо розробки методики покращення судноплавства на великих ріках з малим ухилом. Це була перша велика перемога прибічників землечерпання.

Другу і вирішальну перемогу отримав В. Г. Клейбер, якому у 1901 і 1902 рр. на середньому плесі Волги вдалося тільки за допомогою землечерпання отримати транзитну гарантійну глибину, рівною 1,8 метра. В подальшому регулярно землечерпання на транзиті було уведено поступово на усіх басейнах великих рік і до 1913-1914 рр. на усіх значних судноплавних ріках днопоглиблення було організоване за системою, яку розробив інженер

В. Г. Клейбер. Дана система, розроблена на основі теоретичних узагальнень В. Є. Тимонова, виключала елементи випадковості в організації роботи і запроваджувала суворе планування усього комплексу заходів, які забезпечували вирішення основного завдання – покращення стану плеса і збільшення глибин ріки. Сучасний аналіз режиму перекатів та виявлення їх стану, організаційна чіткість у переміщуванні днопоглиблювальних засобів і покращення використання землечерпальних снарядів дали можливість отримати високу результативність їх використання, скоротивши їх кількість на транзитних роботах.

Висновок. Методи технічної організації землечерпальних робіт, розроблені В. Є. Тимоновим, проіснували довго, діяли вони і в радянські часи, застосовувалися і за кордоном. Завдяки В. Є. Тимонову землечерпання швидко завоювало визнання як ефективний засіб підвищення транзитних глибин на вільних ріках та покращувало шляхові умови.

Список літератури: 1. *Ляхницький В. Е.* Памяти профессора, доктора технических наук Всеволода Евгеньевича Тимонова (1862-1936): Некролог / В. Е. Ляхницький // За советское судоходство (Ленинград). – 1936. – Вып. 5/8. – С. 100-102; 2. *Проф. В. Е. Тимонов:* Некролог // Гидротехническое строительство. – 1936. - №8-9. – С. 46-47; 3. *Ляхницький В. Е.* Всеволод Евгеньевич Тимонов / В. Е. Ляхницький, А. А. Сурин. – Ленинград: ЛИИЖТ, 1959. – 22 с.; 4. *Будтолаев Н. М.* Выдающийся деятель отечественной гидротехники / Н.М. Будтолаев. - Москва: Мортранспорт, 1959. – 65 с.; 5. *Нестерук Ф. Я.* Всеволод Евгеньевич Тимонов (1862-1936) / Ф. Я. Нестерук // Люди русской науки: Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. Техника / Под ред. И. В. Кузнецова. – Москва: Наука, 1965. – С. 469-475.; 6. *Тимонов В. Е.* Всеволод Евгеньевич Тимонов – инженер путей сообщения выпуска 1886 года: Автобиография / В. Е. Тимонов. – Санкт-Петербург: Тип. Ю. Н. Эрлих, 1911. – 28 с. – Библ. С. 17-28; 7. *Лохтин В.М.* О механизмах речного русла / В. М. Лохтин. – Санкт-Петербург, 1897. – 100 с.; 8. *Лелявский Н.С.* Доклад на 4-м Международном конгрессе по внутренним водным путям в Гааге / Н. С. Лелявский. – Санкт-Петербург, 1894. – 24 с.; 9. *Пузыревский Н.П.* Мысли об устройстве водных путей России / Н.П. Пузыревский. – Санкт-Петербург: Изд-ние МПС, 1906. – 399 с.; 10. *Клейбер В.Г.* Землечерпание и выправление как меры улучшения волжского транзитного пути. – Б./г., Б./м.

Надійшла до редакції 20.10.12

УДК 929.000.656 19/20 (Тимонов)

Роль В. Є. Тимонова в розвитку гідротехніки вільних рік Російської імперії / Л. М. Соловйова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Історія науки і техніки. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – № 10 (984). – С. 130–138. – Бібліогр.: 10 назв.

В статті освітається роль інженера-гідротехніка В. Е. Тимонова в розвитку отечественной гидротехники свободных рек Российской империи. Особое внимание акцентируется на вкладе В. Е. Тимонова в развитие учения о русловых процессах. Характеризуются три периода развития исследований по гидротехнике свободных рек.

Ключевые слова: В. Е. Тимонов, гидротехника, русловые процессы, водные пути, судоходство.

In the article the role of hydraulic engineer W. E. Timonov is illuminated in development of the domestic hydraulic engineering of the free rivers of to the Russian empire. Special attention is accented on the contribution of W. E. Timonov to development of studies about river-bed processes. Three periods of development of researches are characterized on hydraulic engineers of the free rivers.

Keywords: W. E. Timonov hydraulic engineering, river-bed processes, water-ways, navigation.