

<https://doi.org/10.15407/sofs2023.04.120>
УДК 939.629.4. 18/19 (Журавський)

В.А. ЯНІН, кандидат історичних наук, докторант
Київський інститут залізничного транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій
вул. Огієнка 9, Київ, 02000, Україна
e-mail: volodymurjanin@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-6299-8924>

ІСТОРИКО-БІОГРАФІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИТТЯ ТА ДІЯЛЬНОСТІ ВЧЕНОГО, ІНЖЕНЕРА-ЗАЛІЗНИЧНИКА ДМИТРА ІВАНОВИЧА ЖУРАВСЬКОГО (1821—1891)

У статті надано результати дослідження фактів наукової біографії видатного інженера-залізничника, будівничого перших в Україні дерев'яних залізничних мостів Дмитра Івановича Журавського. Актуальність дослідження обумовлена відсутністю комплексної історико-біографічної праці, присвяченої відтворенню повної біографії Д.І. Журавського. Шляхом вивчення архівних ресурсів з'ясовано основні віхи біографії ученого, етапи його науково-дослідної та організаційної роботи. Проаналізовано наукову-дослідну діяльність і основні наукові праці Д.І. Журавського; показано, що вчений виконував системні дослідження з будівництва дерев'яних залізничних мостів на залізницях Російської імперії, брав участь в організації залізничної промисловості та мостобудівної справи на залізничному транспорті. Представлено більш повну наукову біографію Д.І. Журавського. Надано тематичну класифікацію його науково-технологічних здобутків: а) будівництво залізниць, гідротехнічних споруд; б) залізничне мостобудування; в) будівельна механіка, опір матеріалів і теорія пружності. Документально підтверджено доробок ученого на

Цитування: Янін В.А. Історико-біографічне дослідження життя та діяльності вченого, інженера-залізничника Дмитра Івановича Журавського (1821—1891). *Наука та наукознавство*. 2023. № 4 (122). С. 120—143. <https://doi.org/10.15407/sofs2023.04.120>

© Видавець ВД «Академперіодика» НАН України, 2023. Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

початковому періоді будівництва мостів в Україні, особливо на південно-західних залізницях. Він полягає в тому, що Д.І. Журавський вивчив дію дотичних напружень у балці при згині і вивів формулу для їх визначення, яка носить його ім'я. Показано, що праці Д.І. Журавського з будівельної механіки заклали наукові основи мостобудування: його заслуга полягає не тільки у виконанні інженерних робіт у зведенні мостів, а й у тому, що ним започатковано експериментально-теоретичний метод у мостобудуванні, оснований на поєднанні теорії та практики, тобто науковий метод. Саме тому Д.І. Журавський має вважатись основоположником наукового методу в мостобудуванні, родоначальником прогресивної наукової школи мостобудування. У працях Д.І. Журавського з опору матеріалів введено в обіг принципово нове поняття — дотичне напруження, показано його важливе прикладне значення і надано поштовх до створення всієї теорії напруженого стану.

Ключові слова: Д.І. Журавський, залізничний транспорт, будівельна механіка, опір матеріалів, мостобудування.

Вступ. Сьогодні важливим напрямом історико-технічних досліджень в Україні є відтворення біографій учених та інженерів, які своєю невтомною працею у другій половині ХІХ ст. створили науково-технологічну базу транспортної галузі. Серед них рельєфно виокремлюється постать українця — Дмитра Івановича Журавського. Протягом 1843—1851 рр. на залізницях Російської імперії побудовано 184 залізничні мости і 18 шляхопроводів. Усі мости, спроектовані та зведені на магістралі Петербург — Москва під керівництвом Д.І. Журавського, виявилися надзвичайно міцними й простояли понад 35 років. Вони були дерев'яними, і завдяки теоретичним розрахункам і випробуванням на моделях Д.І. Журавський вперше у 1855 р. запропонував метод визначення дотичних напружень у балках, що згинаються, і встановив наявність у стінках балок косих зусиль (головних напружень). Як директор Департаменту залізниць і голова технічного відділу Ради Міністерства шляхів сполучення Д.І. Журавський брав участь у вирішенні різних технічних питань залізничної справи. Вчений-інженер неодноразово висловлювався у пресі з питань будівництва залізниць у Російській імперії і в своїй діяльності всіляко сприяв розвитку промисловості та прогресивних форм транспорту. Висновки Д.І. Журавського стосовно дерев'яних конструкцій, як зазначав академік М.А. Белелюбський¹, знаходили застосування і в металевих з'єднаннях. Д.І. Журавський дослідним шляхом знайшов, що при багаторядному сполученні дощок шпонками середні шпонки працюють значно менше ніж крайні. Звідси він зробив висновок про доцільність обмеження кількості шпонок у з'єднанні залізних частин заклепками. М.А. Белелюбський виступив на Лондонській (1895) і Паризькій (1900) сесіях міжнародних залізничних

¹ Тут і далі згадуються академіки Санкт-Петербурзької академії наук.

конгресів із захистом пріоритету Д.І. Журавського у створенні розрахунку розкісних ферм.

Отже, ім'я Дмитра Івановича Журавського, видатного інженера-залізничника і вченого в галузі будівельної механіки і опору матеріалів, основоположника наукового мостобудування було добре відоме широким колам вітчизняних і зарубіжних учених, що працювали в різних сферах транспортної науки. Але й нині його творчість цікавить дослідників своєю невичерпністю і багатогранністю. В діяльності Д.І. Журавського яскраво проявилися риси талановитого дослідника, експериментатора, організатора залізничної справи, новатора у вирішенні важливих теоретичних і прикладних проблем залізничного транспорту. Життєвий шлях Д.І. Журавського дає нам змогу зрозуміти умови формування світогляду вченого-інженера, з'ясувати чинники, що вплинули на становлення його творчої особистості, і проаналізувати основні напрями його діяльності.

Необхідно констатувати, що попри значний внесок Д.І. Журавського у формування технологічної бази залізничного транспорту та багатогранну організаційну і педагогічну діяльність, його професійна біографія залишається недостатньо дослідженою.

Аналіз досліджень і публікацій. Ще за життя Д.І. Журавського його ім'я добре знали представники технічної інтелігенції, передусім як активного члена відомих на той час наукових товариств — «Російського технічного товариства» та «Російського географічного товариства», оскільки він постійно публікувався в їхніх виданнях: «Записках Російського технічного товариства» та «Відомостях Російського географічного товариства». В них Д.І. Журавський публікував не тільки результати власних наукових досліджень, а й численні огляди і рецензії на новинки наукової літератури, протоколи засідань і звіти про свою адміністративну роботу.

Ім'я вченого постійно фігурує на сторінках різних видань («Відомості Зібрання інженерів шляхів сполучення», «Журнал Головного управління шляхів сполучення і публічних будівель», «Журнал Міністерства шляхів сполучення»), в журналах країн Європи, наприклад у британському виданні «*The Journal of the Iron and Steel Institute*».

На 50—80-ті роки ХІХ ст. припадає формування залізничного господарства Російської імперії, мостобудування та залізничної техніки загалом, і водночас становлення Д.І. Журавського як відомого вченого, інженера-залізничника, адміністратора і громадського діяча. Характер і значення залізничної справи в Російській імперії, діяльність видатних учених-інженерів, внесок інженерів-залізничників у науково-технологічний розвиток детально висвітлені у виданнях, присвячених інженерній справі в Російській імперії, де можна знайти важливу інформацію про життя та діяльність Д.І. Журавського.

Науковий і соціально-громадянський світогляд, відданість науці, суспільні погляди та принципи, яким Д.І. Журавський ніколи не зраджував, формували в ньому викладачі в Ніжинському ліцеї — професор математики К.Я. Купфер, професор прикладної математики К.А. Будзинський, М.І. Миклуха (батько відомого вченого і мандрівника М.М. Миклухо-Маклая) та багато інших колег і близьких друзів. Зміст і сенс свого життя, як і його великі наставники, Д.І. Журавський вбачав у розумовій роботі з метою самовдосконалення, віддавав сили суспільно-просвітницькій роботі серед широких верств населення. Звідси бачимо, що стосунки та зв'язки, які ґрунтувалися на почуттях поваги і симпатії, формувались у Дмитра Івановича зі спілкування із вченими, якими сьогодні пишається весь світ. Серед них визначні математики Інституту Корпусу інженерів шляхів сполучення² у Санкт-Петербурзі: академік В.Я. Буняковський (народився у місті Бар, теперішня Вінницька область), який читав курс диференційного та інтегрального числення, академік М.В. Остроградський (родом із Полтави) — курс аналітичної механіки, академік швейцарського походження Г.І. Гесс — курс фізики і хімії. Останній дуже любив і цінував Дмитра Івановича, їхньому зближенню сприяла спільна праця в Російському географічному товаристві, яке користувалося великою популярністю в наукових колах Російської імперії. Товариство вирішувало завдання: 1) сприяння розвитку природничих наук загалом; 2) поширення природничо-наукових та історичних знань у Російській імперії; 3) сприяння дослідженням природи Росії, переважно південних її провінцій (тобто й України)³.

Важливим джерелом для відтворення життя вченого (особливо якщо йдеться про його особисті, людські якості, стосунки з людьми, чого не передають офіційні документи) є спогади сучасників, які ще й дають можливість уточнити суперечливі місця архівних матеріалів, наповнити їх реальним змістом. Для ґрунтовного знайомства з Д.І. Журавським найкращим джерелом є праця М.В. Гербеля [1], який



Д.І. Журавський
Джерело: https://en.wikipedia.org/wiki/Dmitrii_Ivanovich_Zhuravskii

² Інститут створено в складі Корпусу шляхів сполучення як заклад вищої освіти 20 листопада 1809 року. В 1877 р. його назву змінено на Інститут інженерів шляхів сполучення імператора Олександра І. З 1924 р. має назву Інститут інженерів шляхів сполучення (з 1949 р. — Інститут інженерів шляхів сполучення ім. академіка В.М. Образцова).

³ Ученый архив Русского географического общества. Санкт-Петербургский областной архив, ф. 1, оп. 1, д. 17, л. 1.

детально описував молоді роки життя Д.І. Журавського, його навчання в Ніжинському лицейі ім. князя Безбородька і високо цінував наукові здібності майбутнього вченого.

Найбільше відомостей про Д.І. Журавського в другій половині XIX ст. можна знайти у виданні З'їзду машинобудівної промисловості. Прізвище вченого значилося не тільки у списку його учасників, а й серед доповідачів, є він і в протоколах засідань з'їздів [2]. Про добу, в якій жив і творив Д.І. Журавський, ми дізнаємося також зі статті В.О. Панаєва [3]. Надзвичайно багато інформації дає про себе і сам Д.І. Журавський: у праці, присвяченій залізницям Російської імперії, він наводить низку відомостей про власну діяльність на ниві залізничного мостобудування [4].

Найглибший аналіз різних аспектів творчості Д.І. Журавського як мостобудівника міститься в промові професора Л.Ф. Ніколаї, виголошеної 9 лютого 1897 р. на Загальному зібранні інженерів шляхів сполучення, де достовірно показано його наукову і громадську діяльність [5]. Серед серйозних історико-наукових розвідок, присвячених Д.І. Журавському, слід назвати праці, що побачили світ ще за життя вченого. Це передусім відгуки М.О. Ситенка про наукову діяльність Д.І. Журавського [6—7], фундаментальна монографія О.О. Головачова [8] та публікація «Вшанування пам'яті Дмитра Івановича Журавського» [9].

На особливу увагу заслуговує праця Д.І. Журавського «Про мости розкісної системи Гау» [10], де розкрито вагомі здобутки вченого в галузі будівництва залізничних мостів. Є.М. Ракчєєв з цього приводу зазначає⁴: *«При проектуванні моста через річку Вереб'ю Д.І. Журавський вперше розрахував ферму Гау, тобто визначив зусилля, що діють в кожному елементі ферми під час робочого навантаження, і розробив низку вдосколень та її конструкцію. Найголовніше в цих удосконаленнях полягало в тому, що залізні стержні були зроблені не однакового перерізу, як це передбачено в проєкті Гау, а змінного — залежно від зусиль, яким підпорядковуються стержні в процесі експлуатації. Тому абсолютно справедливо деякі автори називають ферму Гау “фермою Гау — Журавського”»* [11, с. 45].

Сумна звістка про раптову смерть Д.І. Журавського викликала тривожний відгук у серцях багатьох, хто його знав, — друзів, учнів і близьких людей в Росії, Україні, зокрема в Києві [12]. У некрологах вони дуже стисло подали факти, а ще менше згадували наукові погляди Д.І. Журавського, і все ж таки ці тексти є надзвичайно цінними джерелами інформації, бо створені його близькими і тими, хто брав безпосередню участь у його наукових розробках.

Визначний український учений-механік С.П. Тимошенко, висвітлюючи історію науки про опір матеріалів, наводить короткі відомості

⁴ Тут і далі переклад із російської зроблено автором.

з історії теорії пружності і теорії споруд. Оцінюючи роль Д.І. Журавського в дослідженнях дотичних напружень у балках, він показує його внесок у теорію споруд [13]. Аналізуючи цей внесок, С.П. Тимошенко у своїй книзі «Міцність і коливання елементів конструкцій» писав: «Із цього короткого обговорення можна бачити, що Д.І. Журавським сто років тому було зроблено дуже важливу роботу в теорії споруд. Він розвинув метод аналізу ферм системи Гау, показав, як можуть бути визначені дотичні напруження, і застосував свою теорію в конструкції зі складових дерев'яних і залізних балок. Він розглянув також питання пружної стійкості тонких стінок трубчастих мостів і вказав на найбільш ефективний спосіб розташування ребер жорсткості. Більшість цих досліджень зроблено в період проектування і будівництва моста через річку Верев'ю. Публікацію цих досліджень розпочато після того, як будівництво моста було завершено» [14, с. 650—651].

Наукову діяльність Д.І. Журавського частково висвітлено у монографії Д.М. Зворикіна «Розвиток будівельної науки в СРСР». У цій узагальнюючій роботі, яка дає цілісну картину розвитку будівельної справи також в Україні, вказано, що вчений брав участь у проектуванні мостів на території України, інколи приймав важливі рішення щодо розбудови залізничних артерій на землі України як адміністратор Міністерства шляхів сполучення царської Росії [15, с. 61—63].

Отже, можна зробити висновок, що сьогодні не існує цілісного наукового дослідження, де було б висвітлено діяльність і розвиток наукових поглядів Д.І. Журавського у сфері залізничного транспорту і особливо залізничного мостобудування.

Новизна отриманих результатів. Автором доопрацьовано матеріали до власних історико-біографічних досліджень, присвячених висвітленню життя і діяльності вченого й інженера Д.І. Журавського та історії розвитку колійного господарства та рухомого складу залізниць. На основі літературних публікацій та архівних джерел проведено комплексне дослідження життя і діяльності Дмитра Івановича: уточнено низку нових фактів із його біографії, проаналізовано головні праці, що дало змогу більш повно відтворити наукову біографію вченого-інженера.

Мета статті — узагальнити результати комплексних історико-біографічних досліджень життя і діяльності вченого, інженера-залізничника Дмитра Івановича Журавського, показати його роль у розвитку залізничного мостобудування.

Методи та джерельна база. На основі аналізу загалом небагатого інформаційного матеріалу здійснено класифікацію всього комплексу використаних у роботі джерел за чотирма групами: 1) наукові праці Д.І. Журавського; 2) документальні джерела; 3) матеріали особового

походження: автобіографія, формулярний список та епістолярна спадщина; 4) наукова та публіцистична література про Д.І. Журавського.

У процесі дослідження літературних джерел про життя та діяльність Д.І. Журавського виділено три періоди. Перший — література т. зв. українського періоду (1875—1892), другий — література Санкт-Петербурзького періоду (1892—1906), третій — література сучасного періоду розроблення проблеми, який є найбільшим і охоплює понад 100 років. Літературні джерела першого і другого періоду безпосередньо стосуються досліджень ученого в галузі залізничного транспорту і насамперед залізничного мостобудування. Джерела третього періоду — це публікації, присвячені дослідженням спадщини Д.І. Журавського, вшануванню пам'яті вченого, особливо у зв'язку із 175-річчям від дня його народження. Комплексне вивчення творчого доробку вченого дало можливість простежити еволюцію наукових поглядів Д.І. Журавського та визначити основні наукові напрями його досліджень. Застосовано спеціальні методи: історико-біографічний, історико-хронологічний, ретроспективний та методи джерелознавчого аналізу.

Результати дослідження та їх обговорення. Дмитро Іванович Журавський народився 17 грудня 1821 р. в с. Білий Колодязь Щигровського повіту Курської губернії колишньої Російської імперії (сьогодні — Золотухівський район Курської області) в маєтку рідної сестри його матері Любові Дмитрівни, хоча його батьки мешкали у містечку Мрин Чернігівської губернії, що за 25 км від Ніжина. Предки Д.І. Журавського з боку батька належали до небагатої української козачої старшини⁵. Його прадід Сидір Журавський протягом 30 років був сотником Мринської сотні Ніжинського полку і після відставки у 1782 р. нагороджений чином бунчукового товариша. Керуючи сотнею, він нажив собі невеликий маєток, а в 1784 р. отримав потомственне дворянство. Дід Журавського, Василь Сидорович, служив вольним у тій самій Мринській сотні й після відставки в 1784 р. отримав чин полкового писаря [16, с. 97—98]. Батько Д.І. Журавського, Іван Васильович, розпочав службу в Білозерському мушкетному (піхотному) полку. Під час наполеонівських війн у 1805 р. брав участь в експедиції на кораблях по Балтійському морю до острова Рюген і у поході через Померанію, Мекленбург, Ганноверські володіння, Пруссію і Росію. Неодноразово брав участь у битвах із французами і був нагороджений орденом Святої Анни 3-го ступеня. У 1810 р. звільнився від служби в чині штабскапітана.

Освіта та професійне становлення. Дитинство Д.І. Журавського пройшло у батьківському домі в містечку Мрин (зараз Носівський

⁵ Российский государственный исторический архив (Санкт-Петербург), ф. 1343, оп. 21, л. 2515.

район Чернігівської області). Коли малому Дмитру виповнилося вісім років, він поступає до гімназії вищих наук князя Безбородька в Ніжині, де вже навчалися два його старші брати. Дмитро був добре підготовленим і за результатами екзаменів міг би бути прийнятим до третього класу. Однак через молодість його прийняли до другого класу, де навчався його брат Микола, старший від нього на два роки. Ніжинська гімназія вищих наук була привілейованим навчальним закладом, оскільки мала певні права і переваги порівняно з губернськими гімназіями: її вихованці при вступі на військову і громадянську службу користувалися правом студентів університетів; як і випускники університетів, вони звільнялися від випробування при обранні на вищі чини [17]. Головне місце в системі наук, що викладалися в гімназії, посідали гуманітарні та юридичні дисципліни. Не даючи певної спеціальності, гімназія готувала кадри для місцевого чиновництва. Навчання в ній тривало дев'ять років і ділилося на три трирічні цикли. Останній, вищий, цикл прирівнювався до лицейного або університетського.

Перші директори гімназії В.Г. Кукольник і І.С. Орлай, люди різнобічно освічені й прогресивних поглядів, визначали досить високий рівень викладання в гімназії. Чимало професорів гімназії володіли глибокими і різнобічними знаннями, прагнули вносити живий струмінь у казенщину і схоластику наук, які в ній викладалися. Серед перших вихованців гімназії зустрічаємо імена В. Гоголя, літераторів Є.П. Гребінки, М.В. Кукольника, юриста, професора Московського і Петербурзького університетів П.Г. Редькіна та інших.

У кінці 20-х років XIX ст. в Ніжинській гімназії виникла «справа про вільнодумство» деяких професорів [18]. Чутки про «вільнодумство» в Ніжинській гімназії дійшли до Третього відділення⁶ і Міністерства народної освіти. Царський уряд негайно вжив заходів: у листопаді 1830 р. після ревізії гімназії деяких її викладачів було відсторонено від посади «за шкідливий для юнацтва вплив» і вислано під нагляд поліції. Тож після вступу Д.І. Журавського до гімназії вона лишилася кращих своїх учителів, а в 1832 р. її перетворено на фізико-математичний лицей [19, с. 114]. Керівні кола недовіриливо ставилися до «політичної доброякісності наук гуманних і соціально-політичних» і вважали більш «безпечним» замінити їх на фізико-математичні науки. В лицей створили шість кафедр: чистої математики, прикладної математики, фізики, хімії, технології, природничої історії та об'єднали кафедри російської словесності й російської історії та статистики. На всі ці кафедри призначили нових професорів, а також двох лекторів для французької і

⁶ Повна назва: Трете відділення Власної Його Імператорської Величності канцелярії; це був вищий орган політичної поліції в Російській імперії за часів правління царів Миколи I і Олександра II (1826—1880 рр.).

німецької літератури. З гімназійних класів залишили тільки три вищі класи, а середні й молодші розподілили за згаданими вище двома трирічними циклами.

Найбільший вплив на юного Дмитра Журавського мав професор прикладної математики К.А. Будзинський, який працював у ліцеї в 1834—1838 рр. До призначення в ліцей він учителював у Житомирській гімназії, викладав фізику і математику. Ось як згадував про нього Д.І. Журавський: *«Костянтин Андрійович був професором найбільш шанованим студентами ліцею, що я можу засвідчити як колишній його слухач. Гарний вибір посібників і особливо якість викладання робили його лекції дорогоцінними для слухачів. Наш відомий професор П.І. Собко казав мені, що він міцним пізнанням своїм у математичних науках зобов'язаний Костянтину Андрійовичу, і з особливим задоволенням згадував завжди його лекції з диференціального числення»* [20, с. 232]. Як бачимо, математик К.А. Будзинський мав особливий вплив на формування математичного світогляду Д.І. Журавського.

Записи лекцій професорів Ніжинського ліцею, на жаль, не збереглися. Щорічні навчальні програми показують, що *«викладання природничо-математичних наук у ліцеї повністю відповідало тодішньому станові цих наук у Росії і що професори загалом володіли своїми предметами. Викладання відзначалося достатньою повнотою і відбувалося за найкращими посібниками — російськими та іноземними»* [21, с. 391]. Натомість фізико-математичний ліцей не користувався успіхом у місцевого дворянства: туди поступали вчитися все менше і менше дітей, а в 1840 р. він перетворився на юридичний.

Д.І. Журавський навчався у ліцеї добре. Найбільшу схильність він проявив до математики. Пробудженням у ньому цієї схильності, зазначав сам Дмитро Іванович, він був зобов'язаний своєму старшому товаришеві по ліцею Миколі Іллічу Миклусі (як вже раніше згадувалось, батькові відомого мандрівника і вченого М.М. Миклухо-Маклая), котрий товаришував із його старшим братом Петром і часто приїздив до Журавських у гості (до містечка Мрин). Тут слід згадати, що М.І. Миклуха розробив заходи боротьби зі складними заметілями на залізницях. Він уперше в Російській імперії посадив «живий пліт» із ялинок на ділянці Твер — Вишній Волочок, відкритій для дослідного руху потягів у 1849 р. Як він зазначав, такі «живі плоти» влаштовувалися там, *«де залізниця проходить якраз на горизонті навколишньої місцевості або при малому підвищенні її над нею, по-друге, при переході насипу у виїмку і навпаки»*⁷. Згідно з його пропозицією на кожну версту дороги ви-

⁷ Российский государственный исторический архив в Санкт-Петербурге, ф. 249, 1850—1851, оп. 1., д. 323, л. 7.

саджували до чотирьох тисяч ялинок. Отже, М.І. Миклуха є піонером облаштування «живого плоту», який забезпечував нормальну роботу залізниці в зимовий час. Як учень славнозвісного П.П. Мельникова, М.І. Миклуха був запрошений будувати першу велику магістраль від Санкт-Петербурга до Москви.

Завдяки інтересу до науки і гарним викладачам Д.І. Журавський отримав у Ніжинському лицей міцні знання з математики. У 1838 р. він закінчив лицей першим у списку випускників цього року і отримав право на чин 14-го класу. Однак кар'єра чиновника його не захоплювала. У наступному році він вирушив до Санкт-Петербурга «для пошуку місця роботи». Більшість випускників лицей влаштувалися на військову і цивільну службу. Обидва старші брати Журавського служили в комісаріаті департаменту військового міністерства. Натомість Д.І. Журавський не пішов їхнім шляхом. Він вирішує навчатися в Інституті Корпусу інженерів шляхів сполучення. Як вказує його перший біограф М.В. Гербель, який особисто знав Д.І. Журавського, його притягнули до цього вищого навчального закладу «*славетні імена академіків М.В. Остроградського, Г.І. Гесса, О.Я. Кунффера і В.Я. Буняковського, які тоді були професорами інституту*» [21]. Ймовірно, тут виявилася схильність Д.І. Журавського до точних наук, а також вплив його старших товаришів по лицей П.І. Собка і М.І. Миклухи, які вже навчалися в цьому інституті.

Відомо, що Інститут Корпусу інженерів шляхів сполучення був першим у Російській імперії та одним із перших у світі вищим технічним навчальним закладом у сфері транспорту. Його створено у 1809 р. для підготовки інженерів для відомства шляхів сполучення, і пізніше він став відігравати видатну роль у формуванні вітчизняних кадрів у галузі транспортного будівництва.

На початку XIX ст. царський уряд змушений був звернути увагу на стан транспортних засобів у Російській імперії, бо їх негайного покращення потребували розвиток промисловості та сільського господарства, зростання міст, внутрішньої та зовнішньої торгівлі, пересування військ. У 1809 р. створено Управління водними і сухопутними сполученнями (перейменовано в 1820 р. на Головне управління шляхів сполучення), засновано Корпус інженерів шляхів сполучення «для проведення інженерних робіт у державі» і при ньому — Інститут інженерів шляхів сполучення. У 1820 р. при інституті створено військово-будівельну школу і школу кондукторів шляхів сполучення. Перша готувала техніків, готових здійснювати будівельні роботи для спорудження сухопутних, гідротехнічних і цивільних споруд, друга — десятників, майстрів, креслярів, писарів для відомства шляхів сполучення.

Інститут Корпусу інженерів шляхів сполучення перебував на військовому положенні, усі інженери мали військові звання. У 30-х рр.

XIX ст. інститут був закритим на зразок військових кадетських корпусів [22, с. 14]. Його випускники (так офіційно називалися тоді студенти інституту) ділилися на роти, відділення і капральства, мали військові звання і носили військову форму.

Д.І. Журавський вступив до інституту 1 вересня 1839 р. «на власне утримання» і став кадетом. Як випускника фізико-математичного ліцею його прийняли одразу до третього класу. Після проходження військової служби у травні 1840 р. йому присвоєно звання портупей-прапорщика. З 1836 р. на чолі інституту стали його вихованці: директором — інженер О.Д. Готман (перший випускник першого випуску, 1813 р.), помічником директора з навчальної роботи — професор Я.О. Севастьянов, перший російський професор із нарисної геометрії. Ці викладачі перевели все викладання в інституті з французької мови на російську. Викладання теоретичних дисциплін було поставлено на високий науковий рівень. Лекції з головних предметів читали видатні вчені: диференційне й інтегральне числення — академік В.Я. Буняковський, аналітичну механіку — академік М.В. Остроградський, фізику і хімію — академіки О.Я. Купфер і Г.І. Гесс.

Надзвичайно великою популярністю серед випускників Інституту Корпусу інженерів шляхів сполучення користувалися лекції видатного математика і механіка, полтавчанина Михайла Васильовича Остроградського. Захоплений його лекціями, Д.І. Журавський формувався як переконаний математик і інженер. Тут, на студентській лаві, розкрилися неабиякі здібності молодого інженера, сформувався його активна життєва позиція, ерудиція, вільна орієнтація в різних галузях науки і техніки, яку він яскраво демонстрував упродовж усієї своєї наукової кар'єри. Слід зазначити, що інститут мав колектив висококваліфікованих педагогів, які забезпечували навчальний процес на дуже високому науковому і навчально-методичному рівні. В інституті Д.І. Журавський зблизився з провідною частиною професури і студентства. Окрім уже згаданого українця за походженням М.В. Остроградського, визначними педагогами, що працювали у той час в інституті, були професори, росіяни П.П. Мельников і В.Д. Євреїнов, поляки В.Я. Буняковський, І.С. Янушевський і С.В. Кербедз, українець М.І. Липин, німець О.Я. Купфер та інші. Захоплений лекціями цих учених, Д.І. Журавський формувався як учений-інженер.

Надзвичайно важливим спеціальним предметом в інституті був також курс практичної (прикладної) механіки, який викладав професор П.П. Мельников. Він включав елементи теорії машин, гідравліку, теорію і опис гідравлічних і парових машин, опис пароплавів і паровозів, а також окремих механізмів, часто використовуваних у той час на будівельних роботах.

Професори М.С. Волков і П.П. Мельников намагалися включати нові досягнення науки і техніки до своїх академічних курсів, використовуючи для цього матеріали власних відряджень за кордон. П.П. Мельников надавав великого значення прив'язці програми свого курсу до теоретичної механіки і вищої математики, які викладалися М.В. Остроградським і В.Я. Буняковським. З цього приводу він писав: «З Остроградським я був у досить-таки близьких стосунках. Ми сходилися в певні години в Інституті шляхів сполучення для викладання: він — раціональної механіки в класі прапорщиків, а я — прикладної механіки в класі підпоручиків. Власне предмети викладання змушували нас до взаємних пояснень для погодження наших курсів» [23, с. 142].

Усі курси, що викладалися в інституті і були забезпечені навчальними посібниками, складеними його професорами, безперечно відіграли важливу роль у технічній освіті Д.І. Журавського. На цьому наголошував і сам учений, який вважав, що можливість користуватися друкованим посібником із нарисної геометрії Я.А. Севастьянова, «Курсом практичної механіки» М.Ф. Ястржемського, літографічними записками з будівельного мистецтва М.С. Волкова і М.Ф. Ястржемського, з облаштування і проектування залізниць М.І. Липина, з прикладної механіки і гідравліки П.П. Мельникова сформувавали його як ученого, інженера-залізничника, будівничого залізничних мостів.

Навчання в Інституті Корпусу інженерів шляхів сполучення проходило успішно. У 1840 р. Д.І. Журавський закінчив третій клас інституту і 24 липня був обраний прапорщиком (молодший офіцерський чин). Його ім'я значилося четвертим у списку з 65 вихованців інституту, складеному відповідно до їхніх успіхів у навчанні.

Будівельне мистецтво в інституті спочатку входило до курсу математики, а з осені 1815 р. було виокремлено в самостійний предмет — «курс споруд». Він був комплексним і включав проектування і будівництво всіх транспортних сухопутних і гідротехнічних споруд. Навчальні заняття з курсу споруд вели французькі та російські вчені, зокрема інженер шляхів сполучення М.С. Волков, який пізніше став видатним ученим у будівельній галузі.

Другим за значенням предметом інженерної освіти в інституті був курс прикладної механіки, який з 1823 р. виділено із курсу теоретичної механіки в самостійний предмет. Курс прикладної механіки був також комплексним і передбачав вивчення парових машин, будівельних і залізничних механізмів та всіх інших механічних облаштувань, пов'язаних із транспортними спорудами і водозабезпеченням. Отже, спеціальні предмети — курс споруд і курс прикладної механіки — визначили коло питань інженерної освіти, які вивчав Д.І. Журавський як студент інституту. Він повністю оволодів комплексом знань у галузі інженерного мистецтва.

9 червня 1842 р. Д.І. Журавський закінчив Інститут Корпусу інженерів шляхів сполучення і отримав чин поручика. Він був найкращим студентом-випускником і його ім'я занесли на мармурову дошку інституту. В той самий день наказом по інституту його призначено на роботу в III округ шляхів сполучення. Однак за півтора місяці, 24 липня 1842 р., Д.І. Журавського віддано в розпорядження будівельної комісії Санкт-Петербурзької залізниці із зарахуванням до резерву Головного управління шляхів сполучення.

Влітку та восени 1842 року Д.І. Журавський разом із товаришем по інституту О.П. Шадевським здійснював топографічну зйомку місцевості та нівелювання на ділянці від Новгородка до Вишнього Волочка для першого варіанта траси залізничної магістралі Санкт-Петербург — Москва. Однак перший варіант траси, згідно з яким залізницю з Петербурга до Москви пропонували побудувати через Новгород, було відхилено внаслідок економічних перепон, і залізницю вирішили будувати по прямій, без заходу до Новгородка. Вже на початку своєї інженерної діяльності Д.І. Журавський виступив з раціоналізаторською пропозицією. За пошукову працю він отримав свою першу нагороду — 250 крб сріблом.

Влітку 1842 р. здійснювалися попередні та детальні вишукування на всьому напрямку Петербурзько-Московської залізниці. І якщо місце перетину ріки Волхов біля Сосницької переправи було визначено під час складання попереднього проекту залізниці (ще до вишукувань), то найбільша проблема для Північної дирекції Миколаївської залізниці між Петербургом і Москвою (далі — Північна дирекція) полягала у виборі місця переходу через ріку Мсту та річку Верев'ю, яка протікала паралельно до Мсти на відстані 16 км. Після порівняння різних варіантів переходу через річки, враховуючи можливості зменшення нахилу залізниці та обсягу земляних робіт, обрали варіант перетину ріки Мсти в улоговині, яка називалася Золоте коліно. Профіль залізниці спроектували з нахилом 7,8 %, що крутіше граничної норми на 2,8 %.

Восени 1842 р., зойно було встановлено точки перетину залізниці з ріками, група інженерів Північної дирекції на чолі з П.П. Мельниковим розпочала складання проектів великих мостів. До цієї групи залучили і Д.І. Журавського, що фактично поклато початок усій майбутній діяльності молодого інженера. Згодом він став основоположником наукового мостобудування. Д.І. Журавський своїми знаннями і ставленням до справи звернув на себе увагу професора П.П. Мельникова і за його сприяння був призначений будівничим Верев'їнського моста. Відтак П.П. Мельников дав можливість Д.І. Журавському набути знання і досвід у тій частині будівельного мистецтва, де пізніше він зажив слави серед учених усього світу.

Після завершення будівництва Петербурзько-Московської залізниці Д.І. Журавський був нагороджений орденом і став підполковником. Нагороди отримали й інші інженери, що брали участь в будівництві. Успішне завершення будівництва Петербурзько-Московської залізниці свідчило про зрілість вітчизняної інженерної школи. Іноземні спеціалісти дивувалися прямолінійності залізниці та можливості їздити по ній на високих швидкостях. Одним із визначних досягнень вітчизняної інженерної думки було створення Д.І. Журавським методу розрахунку мостових ферм. Його праця, опублікована в «Журналі Головного управління шляхів сполучення і публічних будівель» у 1850—1855 рр., у травні 1855 р. удостоєна повної Демидівської премії Санкт-Петербурзької Академії наук.

23 листопада 1851 р. Д.І. Журавського призначено будівничим моста через ріку Західна Двіна. Будівництво залізниці за відсутності засобів просувалось дуже повільно. В кінці 1853 р. було відкрито невелику ділянку залізниці від Петербурга до Гатчини (45 км). З початком Кримської війни (1853—1856 рр.) будівельні роботи на магістралі Петербург — Варшава взагалі припинилися. Про цей період діяльності Д.І. Журавського нам відомо дуже мало.

У 1856 р. Д.І. Журавський виступив із великою статтею «Про залізниці в Росії». У ній він розкрив економічне, культурне і військове значення залізниць, які не тільки зменшують витрати на перевезення вантажів, а й звільняють робочу силу, зайняту на перевезеннях, а також сприяють поширенню вдосконалених способів виробництва; надав аналіз торгівлі хлібом із теренів України і тих змін, що відбудуться в ній у зв'язку з уведенням у дію залізниць, оскільки вони збільшать збут хліба завдяки скороченню терміну доставки і зменшенню провізної ціни.

У 1859—1876 рр. Д.І. Журавський працював інженером у Головному управлінні шляхів сполучення і публічних споруд. У 1859 р. він був у відрядженні в Англії та США з метою вивчення будівництва тамтешніх шляхів сполучення і особливо залізниць. Діяльність Д.І. Журавського в Головному управлінні шляхів сполучення була дуже плідною з точки зору розвитку залізничного транспорту, але ще більш продуктивною була його адміністративно-інженерна робота в системі Міністерства шляхів сполучення (1877—1887 рр.). Ці періоди життя та діяльності Д.І. Журавського надзвичайно цікаві й заслуговують на окреме дослідження.

Здоров'я Д.І. Журавського було підірвано посиленими розумовими заняттями. Весною 1887 р. він захворів на нервовий розлад. Лікували його спочатку в Петербурзі, а з червня 1888 р. в Казані в лікарні відомого на той час психіатра Я.О. Боткіна. Надії на одужання не було. Помер Д.І. Журавський 18 січня 1891 р., похований у Санкт-Петербурзі. Про його особисте життя нам відомо небагато.

Наукова та інженерна спадщина Д.І. Журавського. Д.І. Журавський був інженером, будівничим мостів і в своїй науковій діяльності залишився переконаним практиком. В його працях не слід шукати теоретичних узагальнень, які зможуть знадобитися коли-небудь пізніше. Він виходив із потреб сьогоденного будівництва і прагнув задовільнити їх із дивовижною сміливістю, переборюючи всілякі труднощі. Його наукова інтуїція і винахідливість були вражаючими, і саме завдяки їм він зміг розв'язати задачі про зсуви при згині. Для об'єктивної оцінки його заслуг у цій галузі знання слід згадати, що простіші задачі про нормальні напруги при згині потребували 200 років праці найвидатніших вчених, від Галілея до Нав'є, перш ніж вдалося отримати нове рішення. Д.І. Журавський сформулював і розв'язав задачу про зсуви абсолютно самостійно, не маючи навіть гадки про метод розв'язання в працях своїх попередників. Річ у тім, що в умовах Росії найбільш економічними вважались дерев'яні мости, і для Верев'ї було обрано тип моста Гау, який застосовувався вже декілька років у будівництві американських залізниць. Однак у той час не існувало жодної теорії аналізу ферм, і Д.І. Журавський мав не тільки сконструювати міст, а ще й знайти метод розрахунку напружень в його елементах. Д.І. Журавський досяг величезних успіхів у цій роботі і дав загальний метод аналізу ферм із паралельними поясами.

А все почалося з того, що в конструкціях моста через річку Верев'ю Д.І. Журавський користувався дерев'яними балками, які мали інколи велику висоту, а також застосував складні дерев'яні балки. Матеріал демонстрував дуже слабкий опір сколюванню вздовж волокон, і Д.І. Журавський зробив правильний висновок, що дотичні напруження в подібних балках набувають важливого значення і їх слід обов'язково враховувати.

Розпочавши дослідження з найпростішого випадку консолі прямокутного розрізу, навантаженої на вільному кінці, і розглядаючи умови, створювані в нейтральній площині, Д.І. Журавський дійшов висновку, що нормальні напруження, розподілені на поперечному розрізі біля затиснутого опорного кінця, прагнуть викликати сколювання в нормальній площині. В подібний спосіб Д.І. Журавський вираховував і дотичні напруження, що діють у площині, яка паралельна нормальній площині і лежить дещо збоку від неї. В такому разі, якщо навантаження розподілене вздовж консолі рівномірно, дотичні напруження розподіляються нейтральною площиною вже нерівномірно, але зростають із віддаленням від вільного кінця.

Отримавши таке рішення для суцільної балки, Д.І. Журавський звертається до складних дерев'яних балок і показує, як слід вираховувати сили, що діють на кожну окрему шпонку. І далі він доводить, що

коли механічні властивості матеріалу шпонок і балки відомі, з цих даних можна вирахувати і необхідні розміри шпонок. Він застосовує цей метод до розрахунку складових залізних балок, вказуючи на порядок вирахування кроку заклепок, коли відома допустима величина сколюючої сили на одну заклепку.

Д.І. Журавський досліджував також балки трубчастого профілю і на цій підставі піддав критиці розміщення заклепок у трубчастих мостах «Конвей» і «Британія». Він показав, що витрачена на ці конструкції певна кількість заклепок могла бути значно меншою в разі врахування тієї обставини, що поперечна сила, яка діє на балку, зменшується від опор до середини прогону, а тому крок заклепок у середній частині прогону можна було б збільшити без шкоди для міцності балки. Ця частина наукового дослідження Д.І. Журавського присвячена аналізу дотичних напружень у балці, перекладена на французьку мову. Б. Сен-Венан з похвалою висловився про приблизний метод Д.І. Журавського і у своїх додатках до третього видання книги К.-Л. Нав'є застосував цей метод до балок прямокутного профілю, висота якого значно більша за ширину [24]. Метод Д.І. Журавського увійшов до підручників з опору матеріалів і відтоді став використовуватись інженерами, особливо у вивченні тонкостінних конструкцій, де дотичні напруження мають особливу важність.

Отже, Д.І. Журавський вивчив дію дотичних напружень у балці при згині й вивів формулу для їх визначення, яка до сьогодні носить його ім'я. В зарубіжній літературі формула дотичних напружень, виведена Д.І. Журавським, вперше зустрічається у П.Г. Редькіна [25, с. 174] у 1862 р. (рішення Журавського було опубліковано ще в 1855 р.). Відомо, що формула Д.І. Журавського є приблизною, бо вимагає прийняття гіпотези про рівномірний розподіл дотичних напружень за шириною прямокутного профілю. Точне рішення, отримане пізніше Б. Сен-Венаном методами теорії пружності, показало високу міру наближення формули Д.І. Журавського для прямокутних профілів з висотою, рівною або більшою за ширину, тобто для всіх практично важливих випадків.

Сьогодні фахівці застосовують формулу Д.І. Журавського для більш складних форм профілів — двотаврових, швелерних та інших, відтак це рішення виявилось значно загальнішим, ніж передбачав Д.І. Журавський. Слід підкреслити, що рішення Журавського залишилося єдиним практичним методом розрахунку дотичних напружень при згині. В результаті публікації праці Д.І. Журавського, що вирішила питання про дотичні напруження при згині, та діяльності французької школи будівельної механіки, представники якої запропонували рішення для нормальних напружень за будь-якої форми профілю, проблему згинання прямолінійного стержня до середини 50-х років XIX ст. вдалося повно вирішити.

Розрахунок ферм. На початку 40-х років XIX ст., коли в практиці мостобудування стали застосовувати стержневі конструкції, подібні до балкових ферм, жодних методів їх розрахунку не існувало. Перші будівельники решіткових мостів у їх проектуванні опиралися на інтуїцію або на аналіз роботи вже готових споруд. Д.І. Журавському для спорудження моста через річку Вереб'ю за зразок мостової ферми було запропоновано взяти систему Гау, яка тільки-но з'явилася. Вона складалася з паралельних поясів, дерев'яних перехресних розкосів і залізних болтових стійок-стяжок. Як вже зазначено вище, методу розрахунку цієї системи не існувало і уявлення про її роботу було дуже розмитим. Молодий інженер не злякався теоретичних труднощів і самостійно розробив метод розрахунку ферми Гау на навантаження, яка займала довільне положення в прогоні, і навіть спробував дати розрахунок багатопрогової нерозрізної ферми такої системи. Це був перший в історії науки метод розрахунку ферм.

Оцінюючи наукову спадщину Д.І. Журавського, одразу ж зазначимо, що вся проектна і будівельна робота на будівництві мостів Петербурзько-Московської залізниці стала джерелом для його наукової діяльності. Її результати опубліковано спочатку в «Журналі Головного управління шляхів сполучення» у вигляді трьох статей у 1850, 1852 і 1855 рр., а потім видано окремою книгою в 1855 р. під назвою «Про мости розкісної системи Гау» [26]. Деякі частини своєї праці Д.І. Журавський надрукував у відомому французькому журналі «*Annales des ponts et chaussées*» (1856) [27].

У вітчизняних підручниках з опору матеріалів формула для дотичних напружень у балці, що згинається, справедливо отримала назву *формула Д.І. Журавського*. Цей факт, як зазначено вище, визнавався Б. Сен-Венаном, Ж. Брессом та іншими закордонними вченими.

Наприкінці 20-х рр. XX ст. в одному із поширених радянських підручників з опору матеріалів «теорема Журавського» названо диференційну залежність між поперечною силою і згинаючим моментом у перетині балки. Ця назва набула поширення в частині навчальної та навіть наукової літератури з будівельної механіки, що видавалася в колишньому СРСР. Непорозуміння легко виявити, якщо звернутися до справжніх праць Д.І. Журавського, що і зробив радянський вчений М.М. Беляєв, коли готував до видання власний курс опору матеріалів у кінці 30-х рр. XX ст. Ознайомлення з працями Д.І. Журавського показало, що виведення своєї знаменитої формули для сколюючих напружень він здійснив, не звертаючись до диференційної залежності між поперечною силою і згинаючим моментом, і в жодній зі своїх праць не користувався цією залежністю. Тому в своїй праці з опору матеріалів М.М. Беляєв відмовився від назви «теорема Журавського» для дифе-

ренціальної залежності між згинаючим моментом і поперечною силою. Ознайомлення зі справжніми працями Д.І. Журавського справило на М.М. Беляєва велике враження. Йому особливо імпонували сміливість, оригінальність і самобутність, з якими Д.І. Журавський підходив до розв'язання багатьох теоретичних і практичних задач, чітке розуміння ученим фізики явищ і вибір на цій основі методу дослідження — створення наочних алгоритмів розрахунку, прихильність до експериментів.

Праці Д.І. Журавського були не тільки першими вітчизняними оригінальними працями із будівельної механіки і опору матеріалів, а й мали принципове, новаторське значення, оскільки створювали наукові основи мостобудування. Оцінюючи роль Д.І. Журавського в розвитку мостобудування, Г.К. Євграфов писав, що *«його заслуга не тільки у здобутті першості в різних питаннях розрахунку і конструювання мостів, а й передусім у тому, що ним закладено підвалини експериментально-теоретичного методу в мостобудуванні, основаному на поєднанні теорії та практики, який є науковим методом. Ось чому ми маємо право вважати Д.І. Журавського основоположником наукового методу в мостобудуванні, родоначальником прогресивної наукової школи мостобудування»* [28, с. 71]. Праці Д.І. Журавського із опору матеріалів вводили в обіг принципово нове поняття — дотичне напруження, показували його практично важливе значення і дали поштовх до створення теорії напруженого стану. Саме тому його праці завжди привертали увагу дослідників.

Основний науковий здобуток Д.І. Журавського у сфері будівельної механіки та опору матеріалів полягає в тому, що на підставі розрахунку ферм він уперше виявив низку особливостей у роботі ферм, до нього невідомих, зокрема явище зменшення зусиль у стійках розкісної ферми від опор до середини прогону за суцільного навантаження. Цей висновок Д.І. Журавського здавався тоді таким дивним, що йому довелося поставити спеціальний публічний дослід для доказу своєї правоти. Він був настільки вдалим, що про нього слід розповісти, тим паче що це було чи не перше дослідне вивчення роботи цілої споруди після І.П. Кулібіна. Д.І. Журавський побудував невеличку модель ферми Гау, замінивши в ній розтягнуті бокові стійки струнами однакового перерізу. Ці струни він натягнув так, що за відсутності навантаження вони видавали звук однакової висоти. Потім Д.І. Журавський навантажив ферму, провів смичком по струнним стійкам, і струни заспівали різними голосами: найвищий звук видавали стійки біля опор, а ближче до середини прогону тон стійки виявився нижчим.

Монографія Д.І. Журавського «Про мости розкісної системи Гау» окрім розрахунку ферм містить теорію роботи і спосіб розрахунку шпонкових з'єднань. У цій галузі будівельної механіки йому також вдалося сказати перше слово. В одному із додатків до книги Д.І. Журав-

ський дав те рішення задачі про дотичні напруження при згині, про яке ми згадували раніше. У зв'язку з цим підкреслимо, що пізніше Д.І. Журавський повернувся до тієї задачі (1860) і вивчав зсуви у стінці двотаврової балки. Через те, що за цими зсувами дуже важко спостерігати, Д.І. Журавський виготовив і випробував двотаврову балку з картону, справедливо вважаючи, що характер явища не повинен залежати від роду матеріалу. Це був перший в історії науки приклад заміни матеріалу для вивчення роботи конструкцій, який широко застосовувався пізніше, зокрема у дослідженні конструкцій оптичним методом. Крім того, Д.І. Журавський вперше поставив питання про електрозварювання рейок ще задовго до застосування цього процесу за кордоном.

Ми не будемо зупинятися на математичних розрахунках Д.І. Журавського — про це достатньо сказано в різних оглядових історико-наукових статтях. А тут зазначимо, що розрахунок розкісної ферми, зроблений Д.І. Журавським, абсолютно точний за будь-якого розташування навантаження. Зокрема, за рівномірного завантаження усіх вузлів найбільше зусилля в поясі виявляється таким: $Pln/8h$, де P — вузлове навантаження, l — прогін, n — кількість вузлів, h — висота ферми (Д.І. Журавський вказує, що цей вираз уперше вивів капітан Хржановський). Але зрозуміло, що цей розрахунок є умовним для ферми з перехресними розкосами, оскільки вибір однорозкісної схеми має передувати розрахунку, а до виробництва розкосу неможливо встановити, який розкіс у кожній панелі стане стиснутим. Щоправда, коли в результаті розрахунку будь-який розкіс виявиться розтягнутим, тоді легко виправити розрахунок, замінивши у схемі цей розкіс на зустрічний. За такої поправки розрахунок ферми з перехресними розкосами також буде точним, оскільки розкоси не здатні працювати на розтягнення.

Д.І. Журавський спробував розв'язати і значно складнішу задачу — *розрахувати багатопрогонову нерозрізну ферму*. Якщо згадати, що в той час існувало рішення тільки двох статично невизначених задач — нерозрізної балки і двошарнірної арки, то сміливість, з якою молодий інженер взявся за таку складну проблему, заслуговує на пошану. Хоча Д.І. Журавський ніде не згадує про відмінність між статистично визначеною і невизначеною системою, але для нього ця відмінність зрозуміла, оскільки він залучає до розрахунку нерозрізної ферми умови деформації.

У розрахунку ферми за методом Д.І. Журавського зусилля в розкосах і стійках визначаються безпосередньо з рівноваги вузлів, а зусилля в поясах розраховуються як сума лівих (або правих) горизонтальних вузлових складових. Але такий спосіб розрахунку поясів можливий тільки в однопрогоновій фермі. Д.І. Журавський вказує, що в багатопрогоновій фермі в кожному прогоні існує принаймні один переріз поясу, який не здійснює поздовжніх переміщень під навантаженням. Ділянка поясу між двома

такими «перерізами поділів навантажень» (за термінологією Д.І. Журавського) перебуває в таких самих умовах, як стрижень з обома нерухливими кінцями, по довжині якого прикладено осьові сили. Це остання задача, що розглядається в усіх підручниках з опору матеріалів, заслуговує на назву *задача Журавського*, оскільки саме він уперше її розв'язав.

Якщо місце «перерізів поділів навантажень» у прогонах відоме, то попереднє рішення дає змогу розділити вузлові горизонтальні складові між обома такими перерізами і звідси знайти зусилля в поясах. Слабким місцем у методі Д.І. Журавського є власне порядок знаходження цих перерізів, для якого він передбачав спосіб спроб, що був недостатньо обґрунтований теоретично. Отже, слід визнати, що Д.І. Журавському належить перша спроба розрахунку статично невизначених ферм, але це й перше правильне рішення цієї задачі. В Західній Європі в той час ще ніхто не вмів розраховувати навіть статично визначені ферми. Перший правильний розрахунок статично невизначеної ферми дав російський інженер Августинівич.

Свій метод Д.І. Журавський застосував для розрахунку дев'ятипрогонової нерозрізної ферми, яка перебувала під дією не тільки постійного, рівномірно розподіленого навантаження, а й часового рухомого навантаження. Виконавши велику розрахункову роботу, він блискуче впорався з поставленим завданням.

Створивши теорію розрахунку мостових ферм, Д.І. Журавський зміг визначити зусилля, що діють у кожному елементі ферми від робочого навантаження, а це дає змогу обирати поперечні перерізи цих елементів. У другій частині своєї праці Д.І. Журавський розглядає питання про те, яким навантаженням може піддаватися квадратний дюйм перерізу різних частин моста, тобто розробляє допустимі навантаження для всіх матеріалів, які він застосував у будівництві моста. Д.І. Журавський різко засуджував практику будівництва мостів без теоретичного розрахунку. Він зазначав, що міст може впасти, якщо інженер-будівельник не зверне увагу на розподіл сил у системі, тобто якщо він не дослідить систему.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Виконане дослідження є продовженням циклу історико-наукових розвідок, присвячених відтворенню наукових біографій вітчизняних учених, які плідно працювали в галузі залізничного транспорту у другій половині XIX — початку XX ст. Представлено більш повну наукову біографію вченого та інженера-залізничника Д.І. Журавського, який є одним із засновників залізничного мостобудування в Україні. Проаналізовано науководослідну діяльність ученого і його участь у розбудові мостобудівної справи на залізничному транспорті. Показано, що наукові дослідження Д.І. Журавського здійснювалися в контексті завдань транспортної науки, а його праці стали значним внеском у залізничну справу, завдяки

яким він став одним із провідних фахівців-залізничників світу. Творчий доробок ученого можна умовно розділити на три основні тематичні напрями: а) праці в галузі будівництва залізниць, гідротехнічних споруд; б) наукові досягнення в галузі залізничного мостобудування; в) праці з будівельної механіки, опору матеріалів та теорії пружності. Перелік його наукових і науково-популярних праць містить 56 назв.

Матеріали історико-наукового дослідження життя та діяльності Д.І. Журавського будуть використані у подальшій науковій роботі автора, присвяченій дослідженню історії розвитку залізничного мостобудування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гербель Н.В. Д.И. Журавский. Гимназия высших наук и лицей князя Безбородко. Санкт-Петербург: Тип. В. Безобразова и Комп., 1881. С. 390—397.
2. Холодов Ф.Н. О развитии постройки подвижного состава для железных дорог. *Труды Съезда главных по машиностроительной промышленности деятелей: Доклады*. 1875. Вып. 1. С. 9.
3. Панаев В.А. Воспоминания. *Русская старина*. 1901. Т. 107. № 7. С. 31—66.
4. Журавский Д.И. О железных дорогах в России. *Русский вестник*. 1856. Т. 3. Кн. 1. С. 417—457.
5. Речь профессора Л.Ф. Николаи. *Известия Собрания инженеров путей сообщения*. 1897. Т. 17. С. 71—75.
6. Сытенко Н.А. Применение треугольной подкосной системы Д.И. Журавского английскими инженерами в Индии для железнодорожного Аттоцкого моста. *Железнодорожное дело*. 1885. № 2. С. 249—250.
7. Сытенко Н.А. О Дмитрие Ивановиче Журавском. *Железнодорожное дело*. 1891. № 4. С. 445—446.
8. Головачев А.А. История железнодорожного дела в России. Санкт-Петербург, 1881. 408 с.
9. Чествование памяти инженера Дмитрия Ивановича Журавского. *Сборник Института инженеров путей сообщения*. 1899. Вып. 52. С. 1—32.
10. Журавский Д.И. О мостах раскосной системы Гау: в 2 ч. Санкт-Петербург, 1855. Ч. 1. 114 с.
11. Ракчеев Е.Н. Дмитрий Иванович Журавский: 1821—1891. Москва: Наука, 1984. 240 с.
12. Бородин А.П. Д.И. Журавский: Некролог. *Инженер*. 1892. № 1. С. 43—44.
13. Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов: с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений. Москва: Гостехиздат, 1957. 536 с.
14. Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций. Москва: Наука, 1975. С. 644—651.
15. Зворыкин Д.Н. Развитие строительной науки в СССР. Москва: Стройиздат, 1981. 293 с.
16. Лазаревский А.М. Описание старой Малороссии: Материалы для истории заселения, землевладения и управления: в 3 т. Киев: Тип. К.Н. Милевского, 1893. Т. 2. 560 с.

17. Сборник постановлений по Министерству народного просвещения: в 17 т. Санкт-Петербург, 1864—1904; 2-е изд. Санкт-Петербург, 1875—1876. Т. 1. С. 31—66.
18. Машинский С.И. Гоголь и «дело о вольнодумстве». Москва, 1959. 293 с.
19. Сребницкий И. Физико-математический факультет. Гимназия высших наук и лицей князя Безбородько. Санкт-Петербург: Тип. В. Безобразова и Комп., 1881. С. 110—117.
20. Журавский Д. К.А. Будзинский. Гимназия высших наук и лицей князя Безбородько. Санкт-Петербург: Тип. В. Безобразова и Комп., 1881. С. 232—233.
21. Гербель Н.В. Д.И. Журавский. Гимназия высших наук и лицей князя Безбородько. Санкт-Петербург: Тип. В. Безобразова и Комп., 1881. С. 390—397.
22. Ленинградский ордена Ленина институт инженеров железнодорожного транспорта имени академика В.Н. Образцова, 1809—1959. Москва, 1960.
23. Мельников П.П. Сведения о русских железных дорогах. *Красный архив*. 1940. Т. 2. № 90.
24. Saint-Venant V. Mémoire sur le calcul de la résistance et de la flexion des pièces solides. *Comptes rendus Acad. Sci.* 1843. Vol. 27. No. 18. P. 244.
25. Тюлина И.А., Ракчеев Е.Н. История механики. Москва: Изд-во МГУ, 1962. 228 с.
26. Журавский Д.И. О мостах раскосной системы Гау: в 2 ч. Санкт-Петербург, 1856. Ч. 2. 161 с.
27. Zhuravskiy D.I. Bemerkungen uber Gitterlalken und volle Bleichbalken. *Allgemeine Bauzeitung*. 1861. No. 26. S. 108—117.
28. Евграфов Г. Передовая роль русской школы мостостроения. *Железнодорожный транспорт*. 1949. № 4. С. 67—76.

Одержано 09.08.2023

REFERENCES

1. Gerbel, N.V. (1881). *D.I. Zhuravsky. Gymnasium of Higher Sciences and Lyceum of Prince Bezborodko*. Saint-Petersburg: Printing shop of V. Bezobrazov & Co., 390—398 [in Russian].
2. Kholodov, F.N. (1875). The development of rolling stock construction for railways. *Proceedings of the Congress of Main Activists in the Mechanical Engineering: Reports*. 1, 9 [in Russian].
3. Panayev, V.A. (1901). Memories. *Russian Antiquity*, 107 (7), 31—66 [in Russian].
4. Zhuravskiy D.I. (1856). About railways in Russia. *Russian Bulletin*, 3 (1), 417—457 [in Russian].
5. Speech by Professor L.F. Nicholai (1897). *Proceedings of the Meeting of Railway Engineers*, 17, 71—75 [in Russian].
6. Sytenko, N.A. (1885). Using the Zhuravsky triangular strut system by English engineers in India for the Attok railway bridge. *Railway Industry*, 249—250 [in Russian].
7. Sytenko, N.A. (1891). About Dmitry Ivanovich Zhuravsky. *Railway Industry*, 44, 445—446 [in Russian].
8. Golovachov, A.A. (1881). *A history of railway industry in Russia*, Saint-Petersburg [in Russian].

9. Honoring the memory of engineer Dmitry Ivanovich Zhuravsky (1899). *Collection of the Institute of Railway Engineers*, 52, 1—32 [in Russian].
10. Zhuravskiy, D.I. (1855). *Bridges of the diagonal Gau system* (Vol. 1—2). Saint-Petersburg, 1 [in Russian].
11. Rakcheyev, E.N. (1984). *Dmitriy Ivanovich Zhuravskiy: 1821—1891*. Moscow: Nauka [in Russian].
12. Borodin, A. (1892). Dmitry Zhuravsky: Obituary. *Engineer*, 1, 43—44 [in Russian].
13. Timoshenko, S.P. (1957). *A history of R&D on the resistance of materials with brief information from the history of the theory of elasticity and the theory of structures*. Moscow: Gostekhizdat [in Russian].
14. Timoshenko, S.P. (1975). *Strength and vibrations of structural elements*. Moscow: Nauka, 644—651 [in Russian].
15. Zvoryikin, D.N. (1981). *The development of building science in the Soviet Union*. Moscow: Stroyizdat [in Russian].
16. Lazarevskiy, A.M. (1893). *A description of the old Malorossiya: Materials for the history of settlement, land ownership and administration* (Vol. 1—3). Kyiv: K.N. Milevsky's printing shop, 2 [in Russian].
17. (1864—1904). *Collection of Resolutions on the Ministry of Public Education*. Saint-Petersburg; 2nd edition, Saint-Petersburg 1875—1876, 1, 31—66 [in Russian].
18. Mashinskiy, S.I. (1959). *Gogol and "the case of freethinking"*. Moscow [in Russian].
19. Srebnitsky, I. (1881). Faculty of Physics and Mathematics. *Gymnasium of Higher Sciences and Lyceum of Prince Bezborodko*. Saint-Petersburg: Printing shop of V. Bezobrazov & Co., 110—117 [in Russian].
20. Zhuravskiy, D. (1881). K.A. Budzinski. *Gymnasium of Higher Sciences and Lyceum of Prince Bezborodko*. Saint-Petersburg: Printing shop of V. Bezobrazov & Co., 232—233 [in Russian].
21. Gerbel, N.V. (1881). *D.I. Zhuravsky. Gymnasium of Higher Sciences and Lyceum of Prince Bezborodko*. Saint-Petersburg, 390—398 [in Russian].
22. (1960). *Leningrad Order of Lenin Institute of Railway Engineers named after academician V.N. Obratsov, 1809—1959*. Moscow [in Russian].
23. Melnikov, P.P. (1940). Information about the Russian railroads. *Red Archive*, 2 (90), 142.
24. Saint-Venant, B. (1843). Mémoire sur le calcul de la résistance et de la flexion des pièces solides. *Comptes rendus Acad. Sci.*, 27 (18), 244.
25. Tyulina, I.A., & Rakcheyev, E.N. (1962). *A history of mechanics*. Moscow: Moscow State University Publishing [in Russian].
26. Zhuravskiy, D.I. (1856). *The bridges of the diagonal Gau system* (Vol. 1—2). Saint-Petersburg, 2 [in Russian].
27. Zhuravskiy, D.I. (1861). Bemerkungen über Gitterlalken und volle Bleichbalken. *Allgemeine Bauzeitung*, 26, 108—117.
28. Evgrafov, G. (1949). The advanced role of the Russian school of bridge building. *Railway transport*, 4, 67—76 [in Russian].

Received 09.08.2023

V.A. Yanin, PhD (History), doctoral student
Kyiv Institute of Railway Transport,
State University of Infrastructure and Technologies
9, Ohienko str., Kyiv, 02000, Ukraine
e-mail: volodymurjanin@ukr.net
orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6299-8924>

A HISTORICAL AND BIOGRAPHICAL STUDY OF THE LIFE
AND WORK OF RAILWAY SCIENTIST AND ENGINEER DMYTRO
IVANOVYCH ZHURAVSKYI (1821—1891)

The article presents the results of research into the facts of the scientific biography of Dmytro Ivanovich Zhuravskiy, an outstanding railway engineer who built the first wooden railway bridges in Ukraine. This research is topical due to the lack of a comprehensive historical and biographical work devoted to the reproduction of a complete biography of D.I. Zhuravskiy. By studying archival resources, the main milestones of the scientist's biography, the stages of his research and organizational work were clarified. The research activity and main scientific works of D.I. Zhuravskiy are analyzed; it is shown that he carried out systematic research on the construction of wooden railway bridges on the railways of the Russian Empire, participated in the organization of the railway industry and bridge-building in railway transport. A more complete scientific biography of D.I. Zhuravskiy is presented. A thematic classification of his research and technological achievements is provided: a) construction of railways, hydraulic structures; b) railway bridge construction; c) construction mechanics, resistance of materials and theory of elasticity. Documentary confirmation of the scientist's work during the initial period of bridge construction in Ukraine, especially on the southwestern railways, is given. It consists in the fact that D.I. Zhuravskiy studied the effect of tangential stresses in a beam during bending and derived a formula for their determination, which bears his name. It is shown that D.I. Zhuravskiy's works on construction mechanics created theoretic foundations of bridge construction: his merit lies not only in performing engineering works in bridge construction, but also in his being the pioneer of an experimental-theoretical method in bridge construction, based on a combination of theory and practice, i. e. a scientific method. It follows that D.I. Zhuravskiy should be considered the founder of the scientific method in bridge construction, the founder of an advanced academic school of bridge construction. D.I. Zhuravskiy's works introduced a fundamentally new concept of material resistance — tangential stress, showed its practical importance and gave impetus to the creation of the entire theory of the stress state.

Keywords: *D.I. Zhuravskiy, railway transport, construction mechanics, resistance of materials, bridge construction.*