

Державний університет інфраструктури та технологій  
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**Підкошаная Оксана Миколаївна**

УДК 929.624.01.625. 19/20 (Стрілецький)

## **ДИСЕРТАЦІЯ**

**Науковий доробок М.С. Стрілецького (1885–1967) в галузі залізничного  
мостобудування та будівельної механіки**

07. 00. 07 – історія науки й техніки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата історичних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

О.М. Підкошаная

підпис

Ініціали та прізвище дисертанта

Науковий керівник

Пилипчук Олег Ярославович, доктор біологічних наук, професор

Київ – 2019

## **АНОТАЦІЯ**

*Підкошаная О.М.* – Науковий доробок М.С. Стрілецького (1885–1967) в галузі залізничного мостобудування та будівельної механіки. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата історичних наук за спеціальністю 07.00.07 «історія науки й техніки». – Державний університет інфраструктури та технологій МОН України, Київ, 2019.

Ім'я Миколи Станіславовича Стрілецького (1885–1967) – видатного вченого, інженера і дослідника залізничних сталевих мостів та конструкцій добре відоме не тільки в Україні, а й за кордоном. Це був інженер шляхів сполучення, вчений у сфері мостобудування, будівельної механіки, член-кореспондент АН СРСР (1931), дійсний член Академії будівництва та архітектури (1956), Герой соціалістичної праці (1966), заслужений діяч науки і техніки РРСФР (1944). Микола Станіславович є автором проектів мостів через Оку, Волгу, Москву, Дніпро та ін., одним з ініціаторів будівництва вантових мостів. Був організатором і керівником експериментальних досліджень мостових конструкцій (з 1918 р.), активно здійснював педагогічну діяльність у Московському інституті інженерів залізничного транспорту, Військово-інженерній академії ім. В.В. Куйбишева, Московському будівельному інституті. У 1948–1957 рр. був Головою Всесоюзного науково-технічного товариства. Праці присвячені будівельній механіці, мостобудуванню, теорії розрахунку будівельних конструкцій згідно граничних станів. У 1928 р. М.С. Стрілецький виступив з питання динаміки мостів генеральним доповідачем на міжнародному мостовому конгресі у Відні. Це стало наслідком визнання великої глибини і оригінальності тих експериментальних і теоретичних досліджень мостів, які здійснювалися під керівництвом Миколи Станіславовича і які багато в чому перебували в колишньому СРСР на більш вищому рівні, ніж в інших країнах.

В дисертації висвітлено основні аспекти діяльності відомого вітчизняного інженера шляхів сполучення у першій половині ХХ ст. М.С. Стрілецького. Розглянуто проблеми розвитку науки і техніки залізничного транспорту в Російській імперії і в Україні. Проаналізовано внесок М.С. Стрілецького у розвиток будівельної науки, у питання розробки ним теорії збірних залізобетонних мостів, особливості будівництва монументальних мостів та будівельної механіки.

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел і літератури та додатків.

Історично-науковий аналіз життя та діяльності М.С. Стрілецького як вченого, інженера, організатора науки є актуальним з огляду на масштабність та різноплановість його наукового внеску. У контексті розвитку транспортних комунікацій, М.С. Стрілецький мав досягнення світового рівня, які прославили вітчизняну науку.

Проведений нами аналіз джерельної бази дав можливість встановити, що у своїй сукупності зазначені в дисертації групи джерел складають багатий і різноманітний обсяг документального забезпечення досліджуваної проблеми. Їхнє комплексне використання дає можливість досягти мети дисертаційної роботи – провести детальне дослідження наукової, організаційної та освітньої діяльності М.С. Стрілецького та висвітлити внесок науковця у розвиток вітчизняно мостобудування та будівельної механіки на тлі сучасної йому епохи.

У *першому розділі* дисертаційного дослідження схарактеризовано історіографію, джерельну базу та методологічні основи дослідження. Аналіз і систематизація відповідної наукової літератури та архівних джерел засвідчила, що монографії, статті та біографічні нариси досить часто носять характер фрагментарності дослідження, епізодичності огляду найвідоміших праць вченого, обмеженості у висвітленні його наукових поглядів та інженерних підходів, невизначеності або розбіжності позицій щодо внеску

М.С. Стрілецького у розвиток вітчизняного та світового мостобудування, теорії розрахунку металевих конструкцій у будівельній механіці. Висвітлення ролі М.С. Стрілецького не завжди відбувалося науково виважено, на відповідному методологічному рівні, а отже, засвідчує недостатнє вивчення досліджуваної у дисертації проблеми. Ґрунтовного дослідження наукового простору та організаційно-освітньої діяльності М.С. Стрілецького досі не здійснено.

Дослідження ґрунтується на джерельній базі, основу якої складають наукові праці М.С. Стрілецького та його учнів і послідовників, документи в архівосховищах Санкт-Петербурга, Москви та Києва. Особливу цінність для нас мали праці, що знаходяться в архіві Російського технічного товариства, різні матеріали, що зберігаються у фондах Центрального державного історичного архіву Санкт-Петербурга, Російському державному історичному архіві, архіві Петербурзького державного університету шляхів сполучення і, звичайно, бібліотеці та архіві Південно-Західної залізниці Міністерства інфраструктури України. У роботі також здійснено систематизацію різних джерел, що дало змогу увести до наукового обігу ті джерела, які раніше не були оприлюднені.

У *другому розділі* дисертаційного дослідження представлено історичну реконструкцію життєвого шляху, наукового доробку та організаційно-освітньої діяльності члена-кореспондента М.С. Стрілецького. Висвітлено процес формування його наукового світогляду, встановлено чинники, що сприяли його становленню як вченого і педагога.

Професори і вихованці Інституту своїми працями вписали яскраві сторінки в історію будівельного мистецтва. Вони створили в Російській імперії перші наукові школи будівельної механіки, мостобудування, будівництва та експлуатації шосейних доріг і залізниць, випробування будівельних матеріалів, гідротехніки. І цим заслужили велике визнання і за кордоном. В Інституті найкраще викладалася математика, механіка та інші інженерні дисципліни. У 1904 р. директором Інституту був відомий

мостобудівник Л.Ф. Ніколаї, викладали відомі професори М.А. Белелюбський, Я.М. Гордеєнко, С.Д. Карейша, В.І. Курдюмов, Г. Передерій, Є.О. Патон та ін. Ці прізвища говорять самі за себе. Власне завдяки цим вченим-педагогам М.С. Стрілецький навчався успішно, ґрунтовно вивчив математику і усі предмети, які необхідні для плідної роботи в мостобудуванні. У травні 1911 р. Микола Стрілецький з відзнакою закінчив Інститут. За ці здобутки молодий інженер отримав в нагороду дворічне відрядження до Німеччини – для удосконалення знань в мостобудуванні. Зроблено висновок, що висококваліфікований професорсько-викладацький склад Інституту Корпусу інженерів шляхів сполучення Відомства шляхів сполучення Російської імперії сприяв ґрунтовній теоретичній підготовці молодого інженера М.С. Стрілецького.

На підставі значної кількості джерел визначено, що обіймаючи різні посади М.С. Стрілецький брав участь у вирішенні складних технічних питань залізничного будівництва. М.С. Стрілецький неодноразово висловлювався у пресі з питань будівництва залізниць, у своїй діяльності всіляко сприяв розвитку вітчизняної промисловості і впровадженню прогресивних форм будівництва залізничних мостів, різних цивільних об'єктів Дослідницьку і педагогічну діяльність М.С. Стрілецький поєднував з великою адміністративною і науково-організаційною роботою. Очолюючи низку кафедр мостового будівництва, він одночасно активно викладав у трьох вузах, бу головою декількох вчених рад, багатьох академічних комісій у установ.

*У третьому розділі* дисертаційного дослідження автором представлена схема сучасного бачення наукової спадщини М.С. Стрілецького в контексті розвитку залізничного мостобудування та будівельної механіки. В концентрованій формі узагальнено ідеї, теорії та концепції, висунуті та науково обґрунтовані М.С. Стрілецьким, які сьогодні сприяють розвитку науково-технічного процесу.

Обґрунтовано, що наукові дослідження М.С. Стрілецького здійснювалися у контексті завдань інженерної науки його часу. Науково-творчий доробок М.С. Стрілецького можна умовно розділити на п'ять основних напрямів розвитку науки і техніки: залізничне і цивільне мостобудування, будівельна механіка (внесок у розвиток проектування та дослідження металевих конструкцій, розвиток методів будівництва споруд і конструкцій відповідно до граничних станів), історія науки і техніки.

У дисертації також простежується зв'язок ідей М.С. Стрілецького з науковими ідеями та концепціями його попередників: Д.І. Журавського, М.А. Белелюбського, Г.К. Передерія, С.Д. Карейші та ін. Встановлено, що праці М.С. Стрілецького – це значний внесок у розвиток будівельної механіки, залізничного мостобудування (мости в Україні, вантові мости, проектування та дослідження металевих конструкцій), завдяки яким він посів місце одного із провідних вчених та інженерів свого часу.

Виявлено, що у своїх наукових працях М.С. Стрілецький здійснював комплексне вирішення мостобудування і металобудівництва у зв'язку з розбудовою народного господарства. Таке вивчення стало першим досвідом поєднання теоретичних основ будівельної механіки з практикою будівництва. Він відомий нам як видатний будівничий значної кількості залізних мостів на залізницях останніх років Російської імперії та першої половини ХХ ст. часів колишнього Радянського Союзу. З його іменем пов'язані важливі теоретичні дослідження в царині залізничного транспорту, будівельної механіки та опору матеріалів. Усі вони спрямовані на вирішення практичних завдань залізничної справи. В останньому періоді своєї діяльності вчений проявив себе як залізничний адміністратор (менеджер) Міністерства шляхів сполучення, що дозволило поставити його ім'я в ряд найбільш видатних імен світової транспортної науки. З огляду на це, дослідження найрізноманітніших аспектів діяльності М.С. Стрілецького, опрацювання на сучасному рівні результатів його багаторічного пошуку має виняткове наукове і практичне значення. У своєму кінцевому результаті воно відкриває

можливість відтворення маловідомих сторінок розвитку залізничного транспорту, висвітлює механізм функціонування ряду структурних підрозділів Міністерства шляхів сполучення та різних громадських і транспортних організацій.

Актуальність роботи зумовлена також великим науковим значенням спадщини М.С. Стрілецького для вітчизняного залізничного транспорту ХХІ століття, відсутністю в історії науки і техніки спеціального комплексного дослідження творчого доробку вченого, а також важливістю введення до широкого наукового обігу масиву нових джерел. Персоналізація української історії науки і техніки уможливорює визначення етапів подальшого розвитку наукових напрямків, надає історії вітчизняної науки портретної конкретики.

В дисертації нами висвітлено основні аспекти діяльності видатного вченого-залізничника, відомого вітчизняного інженера шляхів сполучення, залізничного адміністратора у першій половині ХХ ст. М.С. Стрілецького. Розглянуто проблеми розвитку науки і техніки залізничного транспорту в Російській імперії та в Україні. Проаналізовано внесок М.С. Стрілецького у будівництво монументальних залізничних мостів та важливих питань будівельної механіки, зокрема проектування та будівництва металевих промислових конструкцій.

Помер Микола Станіславович Стрілецький 15 лютого 1967 року у Москві, де і похований на Новодівочому цвинтарі.

**Ключові слова:** М.С. Стрілецький, будівельна механіка, мостобудування, техніка, залізничний транспорт, металеві конструкції.

#### *ANNOTATION*

Pidkoshanaya O.M. - Scientific achievement of M.S. Streletsky (1885–1967) in the field of railway bridge construction and construction mechanics. Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Dissertation for obtaining a scientific degree of the candidate of historical sciences in the specialty 07.00.07 "History of science and technology". - University of Infrastructure and Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2019.

The name of Nikolai Stanislavovich Streletsky (1885–1967), an outstanding scientist, engineer and researcher of railway steel bridges and structures, is well known not only in Ukraine but also abroad. He was a communications engineer, a scientist in the field of bridge construction, structural mechanics, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the USSR (1931), a member of the Academy of Civil Engineering and Architecture (1956), Hero of Socialist Labor (1966), Honored Worker of Science and Technology of the RSFSR (1944). Nikolay Stanislavovich is the author of bridge projects through Oka, Volga, Moscow, Dnipro and others, one of the initiators of the construction of cable bridges. He was the organizer and leader of experimental studies of bridge structures (since 1918), actively engaged in pedagogical activities at the Moscow Institute of Railway Engineers, the Military Engineering Academy named after V.V. Kuibyshev, Moscow Construction Institute. In 1948-1957 he was a chairman of the All-Union Scientific and Technical Society. Works devoted to building mechanics, bridge construction, the theory of calculating construction structures in accordance to the boundary conditions. In 1928, M.S. Streletsky spoke about the dynamics of the bridges as general rapporteur at the international bridge congress in Vienna. This was the result of the recognition of the great depth and originality of those experimental and theoretical studies of bridges that were conducted under the direction of Nikolai Stanislavovich and were in many respects in the former USSR at a higher level than in other countries. The dissertation covers the main aspects of the work of the well-known domestic communications engineer in the first half of the XX century. M. S. Streletsky The problems of development of science and technology of railway transport in the Russian Empire and in Ukraine are considered. The contribution of M.S. Streletsky in the development of building



science, in the issue of developing his theory of prefabricated reinforced concrete bridges, features of the construction of monumental bridges and construction mechanics.

The work consists of an introduction, three sections, conclusions to each section, general conclusions, list of sources used and literature and annexes.

Historical and scientific analysis of life and activity of M.S. Streletsky as a scientist, engineer, organizer of science is relevant in view of the scale and versatility of his scientific contribution. In the context of the development of transport communications, M.S. Streletsky had the world-class achievement, which glorified domestic science.

The analysis of the source database conducted by us made it possible to establish that in their totality the group of the sources indicated in the dissertation constitute a rich and diverse amount of documentary support for the problem under study. Their complex use makes it possible to achieve the goal of dissertation work - to conduct a detailed study of M.S. Streletsky, scientific, organizational and educational activities and to highlight the contribution of the scientist to the development of domestic bridge construction and construction mechanics against the background of his contemporary era.

In the first section of the dissertation research historiography, source base and methodological bases of research are described. The analysis and systematization of the relevant scientific literature and archival sources showed that monographs, articles and biographical essays are often characterized by the nature of the fragmentation of the study, the occasionalness of the review of the most famous works of the scientist, the limitations in covering his scientific views and engineering approaches, the uncertainty or discrepancy in the position regarding the contribution of M.S. Streletsky in the development of domestic and world bridge construction, the theory of the calculation of metal structures in building mechanics. Illumination of the role of M.S. Streletsky did not always happen scientifically balanced, at the appropriate methodological level, and therefore, shows insufficient study of the problem studied in the dissertation. Rich

study of scientific space and organizational and educational activity of M.S. Streletsky has not been implemented yet.

The research is based on the source base, which is based on the scientific works of M.S. Streletsky and his students and followers, documents in the archives of St. Petersburg, Moscow and Kiev. Special value for us had various materials stored in the archive of the Russian Technical Society, in the funds of the Central State Historical Archives of St. Petersburg, the Russian State Historical Archives, archives of the Petersburg State University of Railways and, of course, the Library and Archives of the South-Western Railway of the Ministry of Infrastructure of Ukraine. The paper also systematized various sources, which made it possible to bring to the scientific circulation those sources that had not been publicied before.

In the second section of the dissertation research, a historical reconstruction of the life path, scientific work and organizational and educational activity of the corresponding member M.S. Streletsky is presented. The process of formation of his scientific outlook is highlighted, factors which contributed to his formation as a scientist and a teacher were revealed.

Professors and students of the Institute wrote their bright works in the history of construction art. They created in the Russian Empire the first scientific schools of building mechanics, bridge construction, construction and operation of highways and railways, tests of building materials, and hydraulic engineering. And this has earned a great recognition both abroad. The Institute best taught mathematics, mechanics and other engineering disciplines. In 1904 the director of the Institute was the famous bridge builder L.F. Nicolas, taught by well-known professors M.A. Beleliubsky, Ya.M. Gordeenko, S.D. Kareysha, V.I. Kurdyumov, G. Perederiy, E.O. Paton and others. These names speak for themselves. Actually due to these scientists-teachers M.S. Streletsky studied successfully, thoroughly studied mathematics and all the subjects necessary for productive work in bridge construction. In May 1911, Mikolay Streletsky graduated with honors from the Institute. For these achievements, the young engineer received a two-year trip to

Germany for the award – to improve knowledge in bridge construction. It is concluded that highly qualified faculty members of the Institute of the Corps of Railway Engineers of the Communications Authority of the Russian Empire, contributed to the thorough theoretical training of a young engineer M.S. Streletsky.

On the basis of a significant number of sources it is determined that occupying various posts M.S. Streletsky participated in solving complex technical issues of railway construction. M. S. Streletsky repeatedly spoke in the press on the construction of railways, in his work in every way contributed to the development of domestic industry and the introduction of progressive forms of construction of railway bridges, various civil objects. Research and teaching activities of M.S. Streletsky combined with a large administrative and scientific and organizational work. Heading a number of the Departments of bridge construction, he simultaneously actively taught at three universities, was the head of several academic councils, many academic commissions in institutions.

In the third section of the dissertation research, the author presents the scheme of modern vision of the scientific heritage of M.S. Streletsky in the context of the development of railway bridge construction and construction mechanics. In the concentrated form, ideas, theories and concepts are summed up, advanced and scientifically substantiated by M.S. Streletsky, who today contribute to the development of the scientific and technological process.

It is substantiated that scientific researches of M.S. Streletsky was carried out in the context of the tasks of the engineering science of his time. Scientific and creative work of M.S. Streletsky can be divided into five main directions of development of science and technology: railway and civil bridge construction, construction mechanics (contribution to the development of design and research of metal constructions, the development of methods of construction of structures and structures in accordance with the boundary states), the history of science and technology.

The dissertation also links the ideas of M.S. Streletsky with scientific ideas and concepts of his predecessors: D.I. Zhuravsky, M.A. Beleliubsky, G.K. Perederia, S.D. Kareishi and others. It was established that works of M.S. Streletsky is a significant contribution to the development of building mechanics, railway bridge construction (bridges in Ukraine, cable bridges, design and research of metal constructions), through which he took the place of one of the leading scientists and engineers of his time.

It was found out that in his scientific works M.S. Streletsky carried out a comprehensive solution to bridge construction and metal construction in connection with the development of the national economy. Such study was the first experience of combining the theoretical foundations of building mechanics with the practice of construction. He is known to us as an outstanding builder of a significant number of railway bridges on the railways of the last years of the Russian Empire and the first half of the twentieth century, the times of the former Soviet Union. His name implies important theoretical studies in the field of rail transport, construction mechanics and materials resistance. All of them are aimed at solving the practical tasks of the railway. In the last period of his activity, the scientist manifested himself as a railway manager of the Ministry of Railways, which allowed him to put his name among the most prominent names of world transport science. In view of this, the study of a variety activities of M.S. Streletsky, processing at the present level of the results of many years of his search has an exclusive scientific and practical significance. In its final result, it opens up the possibility of reproducing little-known pages of the development of rail transport, highlights the mechanism on operation of a number of structural units of the Ministry of Railways and various public and transport organizations.

The urgency of the work is also due to the great scientific significance of the inheritance of M.S. Streletsky for domestic rail transport of the XXI century, the lack of a science and technology in the history of special complex research of the scientific work of the scientist, as well as the importance of introducing new sources to a broad scientific circulation of the array. The personalization of the

Ukrainian history of science and technology makes it possible to identify the stages of further development of scientific directions, and provides the history of the national science of portrait concrete.

In the dissertation, we cover the main aspects of the activities of the prominent scientist-railroad, a well-known domestic railroad engineer, railway administrator in the first half of the XX century M.S. Streletsky. The problems of development of science and technology of railway transport in the Russian Empire and in Ukraine are considered. The contribution of M.S. Streletsky in the construction of monumental railway bridges and important issues of construction mechanics, in particular the design and construction of metal industrial structures.

Nikolai Strelistsevich Striletsky died on February 15, 1967 in Moscow, where he was buried at the Novodevichy cemetery.

*Key words:* M.S. Streletsky, building mechanics, bridge construction, machinery, railway transport, metal constructions.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Статті у наукових фахових виданнях:**

1. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький (1885–1967) – фахівець у сфері будівельних конструкцій та мостобудування. *Історія науки і техніки: Зб. наук. праць (ДЕТУТ)*. 2017. Вип. 10. С. 63–70.

2. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький про можливі рішення транспортних перетинів широких водойм. *Історія науки і біографістика*. 2017. №3. Режим доступу до журн.: [www.nbub.ua/e-journal/INBS/2017-3/17\\_pet.pdf](http://www.nbub.ua/e-journal/INBS/2017-3/17_pet.pdf).

3. Підкошаная О.М. Науково-організаційна та педагогічна діяльність видатного інженера-будівельника М.С. Стрілецького. *Питання історії науки і техніки*. 2017. № 3. С. 28–33.

4. Підкошаная О.М. Внесок М.С. Стрілецького в розвиток проектування та дослідження металевих конструкцій. *Вісник Східноукраїнського*

національного університету імені Володимира Даля. 2017. № 11 [241]. С. 70–76.

5. Підкошаная О.М. Аналіз наукових праць М.С. Стрілецького та учнів його науково-технічної школи у проектуванні та спорудженні мостів. *Питання історії науки і техніки*. 2018. № 4. С. 40–48.

6. Підкошаная О.М. Професор М.С. Стрілецький про методи розрахунку конструкцій і споруд відповідно до граничних станів та основні напрямки його розвитку. *Емінак: Наук. щокварт. (Миколаїв)*. 2017. Т. 1, №3. С. 113–117.

### **Опубліковані праці апробаційного характеру:**

7. Підкошаная О.М. Роль університетів у розвитку науки, освіти та техніки у ХІХ ст. Восьмі наукові читання, присвячені життю та діяльності Олександра Парфенійовича Бородіна. м. Київ, 14 жовтня 2012 р. Київ, 2012. С. 57–60.

8. Підкошаная О.М. Микола Станіславович Стрілецький (1885–1967) – видатний вітчизняний залізничник. Збірник тез науково-практичної конференції «Розвиток науки і техніки на залізничному транспорті», м. Київ, 15 квітня 2015 р. Київ, 2015. С. 119–121.

9. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький (1885–1967) – інженер шляхів сполучення, вчений в галузі мостобудування і будівельної механіки // *Двадцята Всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Наука України як фактор національної безпеки»*, м. Київ, 17 квітня 2015 р. Київ, 2015. С. 134–136.

10. Підкошаная О.М. Микола Станіславович Стрілецький (1885–1967): штрихи до портрета. *Дванадцяті наукові читання, присвячені життю та діяльності Олександра Парфенійовича Бородіна (1848–1898)*, м. Київ, 17 листопада 2016 р.: Мат. доповідей, м. Київ. Київ, 2016. С. 20–22.

11. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький (1885–1967) як засновник школи металобудівництва. *Історія освіти, науки і техніки в Україні: Мат. ХІІ*

*Міжнародної конференції молодих учених та спеціалістів*, м. Київ, 19 травня 2017 р. Київ, 2017. С. 332–334.

12. Підкошаная О.М. Професор М.С. Стрілецький про економічність у проектуванні конструкцій. *Матеріали 16-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки»*, м. Київ, 5–7 жовтня 2017 року. Київ, 2017. С. 250–253.

13. Підкошаная О.М. Внесок професора Миколи Станіславовича Стрілецького (1885–1967) у мостобудування. *Історія освіти, науки і техніки в Україні: Мат. XIII Всеукраїнської конференції молодих вчених та спеціалістів*. м. Київ, 18 травня 2018 р. Київ, 2018. С. 276–277.

## ЗМІСТ

<b>АНОТАЦІЇ</b> .....		2
<b>ВСТУП</b> .....		19
Розділ 1	<b>ІСТОРИОГРАФІЯ ПРОБЛЕМИ, ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ТА МЕТОДОЛОГІЧНА ОСНОВА ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	24
	1.1 Історіографія проблеми.....	24
	1.2 Джерельна база.....	36
	1.3 Методологічні основи дослідження.....	40
Розділ 2	<b>ЖИТТЄВИЙ ШЛЯХ М.С.СТРІЛЕЦЬКОГО</b> .....	45
	2.1 Ранній період життя та діяльності. Формування наукового світогляду М.С. Стрілецького.....	45
	2.2 Період дослідження і проектування мостів.....	52
	2.3 Участь М.С. Стрілецького у створенні металевих конструкцій для промислового будівництва.....	66
	2.4 Педагогічна діяльність М.С. Стрілецького.....	73
	2.5 Громадська і організаційно-інженерна діяльність. Останні роки життя та діяльності М.С. Стрілецького.....	82
Розділ 3	<b>АНАЛІЗ НАУКОВОГО ДОРОБКУ ПРОФЕСОРА М.С. СТРІЛЕЦЬКОГО</b> .....	91
	3.1 Внесок М.С. Стрілецького у розвиток залізничного мостобудування.....	92
	3.1.1 Стрілецького мости в Україні.....	93
	3.1.2 М.С. Стрілецький про значення економічності у проектуванні конструкцій мостів.....	97
	3.1.3 М.С. Стрілецький про можливі рішення транспортних перетинів широких водойм.....	101
	3.2 Внесок М.С. Стрілецького в розвиток будівельної механіки.....	115
	3.2.1 Професор М.С. Стрілецький і будівельна механіка його часу.....	115
	3.2.2 Роль М.С. Стрілецького в розробці металевих конструкцій.....	121
	3.2.3 Внесок М.С. Стрілецького в розвиток	



	проектування та дослідження металевих конструкцій цивільних і промислових споруд.....	131
	3.2.4 М.С. Стрілецький про методи розрахунку конструкцій і споруд відповідно до граничних станів.....	135
	3.3 Історично-науковий напрям у творчості М.С. Стрілецького .....	145
<b>ВИСНОВКИ</b> .....		156
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....		161
<b>ДОДАТКИ</b> .....		185

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ

МШС – Міністерство шляхів сполучення

МІІТ – Московський інститут інженерів транспорту

РТТ – Російське технічне товариство

МВТУ – Московське вище технічне училище

НКШС – Народний Комісаріат шляхів сполучення

ВТК НКШС – Весоюзний технічний комітет Напродного комісаріату шляхів сполучення

НТК НКШС – Національний технічний комітет Народного Комісаріату шляхів сполучення

ЦНДУ – Центральний науково-дослідний університет

БСЭ – Большая советская энциклопедия

АН ССРСР – Академія наук СРСР

ЦНДІпроектстальконструкція – Центральний науково-дослідний інститут проектстальконструкція

ДІС – Державний інститут споруд.

## ВСТУП

*Обґрунтування вибору теми дослідження.* Ім'я Миколи Станіславовича Стрілецького (1885–1967) як відомого вченого, інженера і будівника залізничних сталевих мостів та конструкцій добре відоме не тільки в Україні, а й за кордоном. Це був інженер шляхів сполучення, вчений у сфері мостобудування, будівельної механіки, член-кореспондент АН СРСР (1931), дійсний член Академії будівництва та архітектури (1956), Герой соціалістичної праці (1966), заслужений діяч науки і техніки РРСФР (1944). Микола Станіславович є автором проектів мостів через Оку, Волгу, Москву, Дніпро та ін., одним з ініціаторів будівництва вантових мостів. Був організатором і керівником експериментальних досліджень мостових конструкцій (з 1918 р.), активно здійснював педагогічну діяльність у Московському інституті інженерів залізничного транспорту, Військово-інженерній академії ім. В.В. Куйбишева, Московському будівельному інституті. У 1948–1957 рр. був Головою Всесоюзного науково-технічного товариства. Праці присвячені будівельній механіці, мостобудуванню, теорії розрахунку будівельних конструкцій згідно граничних станів [1]. У 1928 р. М.С. Стрілецький виступив з питання динаміки мостів генеральним доповідачем на Міжнародному мостовому конгресі у Відні. Це стало наслідком визнання великої глибини і оригінальності тих експериментальних і теоретичних досліджень мостів, які здійснювалися під керівництвом Миколи Станіславовича і які багато в чому перебували в колишньому СРСР на більш вищому рівні, ніж в інших країнах [Додаток А].

Наукові праці М.С. Стрілецького в контексті розвитку металевих конструкцій належним чином не проаналізовані. Досі в історії науки та техніки відсутнє спеціальне комплексне узагальнення його наукового доробку в контексті розвитку залізничного транспорту, не має належної характеристики його інженерної діяльності. Все це зумовило проведення даного історико-наукового дослідження різнобічної діяльності вченого-інженера М.С. Стрілецького з широким використанням маловідомих

архівних та друківаних джерел, здійснено детальний аналіз його найважливіших наукових праць, які до цих пір не втратили своєї актуальності.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертаційного дослідження співпадає з темою Центру досліджень з історії науки і техніки ім. О.П. Бородіна Державного університету інфраструктури та технологій Міністерства освіти і науки України «Історія науки і техніки в напрямках, школах, іменах» (державний реєстраційний номер 0107U002218).

**Мета та завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є комплексне вивчення життєвого шляху, наукової та інженерно-технічної діяльності М.С. Стрілецького в контексті розвитку проблем залізничного мостобудування та будівельної механіки.

Для реалізації цієї мети визначено такі основні *завдання*:

- проаналізувати історіографію джерельну базу проблеми;
  - розкрити умови формування наукового світогляду М.С. Стрілецького як визначного інженера шляхів сполучення, залізничного адміністратора;
- розробити періодизацію життя та творчої спадщини М.С. Стрілецького;
- узагальнити відомі та ввести до обігу маловідомі сторінки біографії М.С. Стрілецького як будівельного механіка та залізничника;
- проаналізувати основні напрями діяльності М.С. Стрілецького у сфері проектування та дослідження металевих конструкцій;
- дослідити науково-організаційну та педагогічну діяльність М.С. Стрілецького;
  - визначити роль та місце наукової спадщини М.С. Стрілецького в контексті розвитку науки про металеві конструкції.

*Об'єкт дослідження* – це розвиток залізничного мостобудування та будівельної механіки в останній чверті XIX – перша половина XX століть.

*Предметом дослідження* є діяльність М.С. Стрілецького у сфері залізничного мостобудування та будівельної механіки.

**Хронологічні межі дослідження** визначаються роками життя та діяльності М.С. Стрілецького (1885–1967), хоча інколи доводилося звертатися до попередніх та наступних років.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

*вперше:*

- в історіографії на основі виявлених і репрезентативних джерел комплексно досліджено життєвий шлях та науково-інженерну спадщину М.С. Стрілецького;

- встановлено періодизацію життєвого шляху та діяльності М.С. Стрілецького;

- проаналізовано опубліковані і рукописні праці М.С. Стрілецького, що дало змогу значно поглибити знання щодо подальшого розвитку вітчизняної будівельної механіки та залізничного мостобудування.

*отримав подальший розвиток:*

- ряд нових оціночних положень стосовно проблематики досліджень М.С. Стрілецького в контексті розвитку конкретних науково-технічних напрямів в будівельній механіці;

- дисертація містить низку нових висновків з питань розвитку інфраструктури залізничного транспорту.

- *удосконалено:* бібліографію вченого, вперше підготовлено майже повний список друкованих праць М.С. Стрілецького;

- у джерелознавчому плані вперше запроваджено до наукового обігу велику кількість нових матеріалів з різних архівів України та Російської Федерації, а також літературних джерел.

Загалом, наукова та соціокультурна спадщина М.С. Стрілецького – видатне явище у транспортній науці і техніці та будівельній механіці. Вона стала містком для продовження студій вченого в сучасних умовах.

**Практичне значення одержаних результатів.** У дисертаційному дослідженні звернено увагу, що професійна діяльність М.С. Стрілецького не зводилась лише до декількох доповнень вже наявних знань. Його наукова

спадщина призвела до якісних змін, що були своєрідним вагомим моментом в історії технічної думки України та Росії. Багато питань, які розглядались у наукових працях М.С. Стрілецького, є актуальними і сьогодні.

Матеріали дисертаційного дослідження можуть бути використані при підготовці монографій і курсів лекцій з історії вітчизняного залізничного транспорту та будівельної механіки, зокрема у розділі про металеві конструкції, залізничні мости, укладання бібліографічного довідника, присвяченого М.С. Стрілецькому, при створенні історичних праць та навчальних посібників, українського біографічного залізничного словника, праць, присвячених історії вітчизняної науки і техніки.

**Особистий внесок здобувача.** Наукові статті автора є одноосібними.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і висновки дисертації доповідались та обговорювались на конференціях: на Восьмих наукових читаннях, присвячених життю та діяльності О.П. Бородіна (1848–1898) (Київ, 10 жовтня 2012 р.); на Двадцятій Всеукраїнській конференції молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів «Наука України як фактор національної безпеки» (Київ, 17 квітня 2015 р.); на конференції ДЕКУТ «Розвиток науки і техніки на залізничному транспорті» (Київ, 15 квітня 2015 р.); на Дванадцятих наукових читаннях, присвячених діяльності О.П. Бородіна (1848–1898), (Київ, 17 листопада 2016 р.); на XII Міжнародній конференції молодих учених та спеціалістів, (Київ, 19 травня 2017 р.); на 16-й Всеукраїнській науковій конференції «Актуальні питання історії науки і техніки», Київ, 5–7 жовтня 2017 р.); на 13-х наукових читаннях, присвячених життю та діяльності О.П. Бородіна (1848–1898) (Київ, 16 листопада 2017 р.), на XIII Всеукраїнській конференції молодих учених та спеціалістів, (Київ, 18 травня 2018 р.).

**Публікації.** Результати дослідження викладені у 13 публікаціях автора. Серед них 6 статей у фахових виданнях, що входять до переліку ДАК України, з них 1 стаття у виданні України, яке включене до міжнародних і наукометричних баз.

**Структура та обсяг дисертації.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (268 найменувань) та 12 сторінок додатків. Обсяг роботи становить 196 сторінок. Основний текст складає 160 сторінок.

## Розділ 1

# ІСТОРИОГРАФІЯ ПРОБЛЕМИ, ДЖЕРЕЛЬНА БАЗА ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Історіографія проблеми

Минуло 52 роки з дня смерті Миколи Станіславовича Стрілецького (1885–1967). Він був яскравою фігурою в історії технічної науки, зокрема в галузі металевих конструкцій і мостів. М.С. Стрілецький заслужено вважається створювачем колишньої радянської школи проектування і дослідження металевих конструкцій. Створивши дану школу, він забезпечував її розвиток, підготував великий загін висококваліфікованих спеціалістів інженерів-конструкторів, технологів і наукових працівників у сфері металевих конструкцій. Однак належним чином його спадщина досі не вивчена, не проаналізована, гідно не оцінена і не донесена до сучасника у повному обсязі. На жаль майже немає праць, присвячених безпосередньо науковій діяльності вченого. Також донині відсутній досконалий життєпис вченого. Однією з причин цього ми вважаємо те, що вивчення спадщини М.С. Стрілецького велося спеціалістами з окремих наук, які переслідували конкретну мету. Звичайно, це й не дозволило охопити всю багатогранну і міждисциплінарну за своїм характером творчу спадщину вченого. Хоча у вітчизняній історично-технічній літературі роль М.С. Стрілецького в розвитку світової сфери металевих конструкцій інколи висвітлювалася, все ж розподіл наукових інтересів М.С. Стрілецького дробив його цілісний образ на безліч окремих біографічних деталей.

За останні десятиліття відбулися певні зрушення у справі освоєння наукового доробку М.С. Стрілецького. Це проявилось в статтях М.О. Зензінова та С.О. Рижака (1990) [1], Г.Є. Бельського (1995) [2], А.І. Мелуа (1996) [3], В.І. Трофімова (2002) [4], В.С. Аверіної (2007) [5], у книгах: «Видные ученые МИИТа» (2000) [6], «МИИТ на рубеже веков» (2002) [7],



«Выдающиеся выпускники и деятели Петербургского государственного университета путей сообщения» (2009) [8], монографії І.Л. Волчкєвича «Нариси історії Московського вищого технічного університету» (2016) [9], як і в перших узагальнюючих працях автора даного дослідження [10–22]. Ми зустріли в науковій літературі тільки одну публікацію праць вченого в теперішній час [23], зовсім не висвітлена епістолярна спадщина вченого, дуже мало аналітичних публікацій про його наукові здобутки. На основі аналізу, загалом небагатого інформаційного матеріалу, нами здійснено класифікацію всього комплексу використаних у роботі джерел за 4-ма групами: 1) наукові праці М.С. Стрілецького; 2) документальні джерела; 3) матеріали особового походження: автобіографія, формулярний список та епістолярна спадщина; 4) наукова та публіцистична література про М.С. Стрілецького.

У процесі дослідження літератури про життя та діяльність М.С. Стрілецького ми виділяємо три періоди. Перший – література часів Російської імперії (1858–1917), другий – радянський період (1917–1991 рр.) і третій – сучасний період розробки проблеми, який є найменшим і охоплює всього 27 років. Перший період характеризується інтенсивністю досліджень вченого, розгортанням широкого поля його діяльності в галузі металевих конструкцій і ообливо залізничного мостобудування. Другий, радянський період дослідження спадщини М.С. Стрілецького – це публікації про вшанування пам'яті вченого, особливо у зв'язку із 100-річчям від дня народження. Багато інформації про М.С. Стрілецького знаходимо в історичних дослідженнях діяльності різних навчальних та науково-дослідних установ. Комплексне вивчення творчого доробку вченого в літературних джерелах третього періоду дало можливість простежити за еволюцією наукових поглядів М.С. Стрілецького, визначити основні наукові напрями його досліджень, висвітлити його організаційну та педагогічну діяльність.

За успішне закінчення Інституту інженерів шляхів сполучення в Санкт-Петербурзі, юного Стрілецького відправили на навчання до Німеччини. Вже

на першому році свого відрядження він підготував велику статтю «Способи розрахунку безрозкосих балок з паралельними поясами і вузловим навантаженням». У березі 1912 р. він переслав цю статтю до збірника наукових праць Інституту в Санкт-Петербурзі «Сборник трудов Института инженеров путей сообщения», яка була надрукована у 1913 р. (випуск 84) (вісім друкованих аркушів) [24]. Стаття була присвячена аналітичним і графічним прийомам розрахунку балок, їх аналізу і порівнянню.

З цього часу ім'я М.С. Стрілецького постійно фігурує на сторінках інших видань – «Вестник инженеров и техников», «Техника и экономика путей сообщения», «Сборник трудов бюро мостовых исследований», «Строительная промышленность», «Железнодорожное дело», «Северная Азия», матеріалах різних комісій з розвитку залізничної мостобудівної справи та будівельних конструкцій.

Початок ХХ ст. – це час становлення вітчизняного залізничного мостобудування, промислового будівництва, розробки і впровадження у будівництві методу граничних станів, і разом з цим становлення М.С. Стрілецького як відомого вченого-мостобудівника, інженера-залізничника, адміністратора, педагога і громадського діяча. Характер і значення залізничної справи в Російській імперії, діяльність видатних вчених-інженерів, участь інженерів-залізничників у розвитку науково-технічного прогресу детально висвітлені у виданнях, присвячених інженерній справі в Російській імперії [25–28]. В цих виданнях знаходимо важливу інформацію і про М.С. Стрілецького.

Безперечно, життя та діяльність М.С. Стрілецького є складовими дуже цікавої і повчальної епохи в історії української і світової науки. Плеяда відомих вчених – М.А. Белелюбський, О.П. Бородін, П.О. Веліхов, Я.М. Гордеєнко, Д.І. Журавський, С.Д. Карейша, С.В. Кербедз, В.І. Курдюмов, М.І. Липин, П.П. Мельников, Є.О. Патон, Г.П. Передерій, Л.Д. Проскураков, до яких належав і М.С. Стрілецький, – жила в епоху великих перетворень тогочасного суспільства і науки.

Зокрема, відбулися значні перетворення в галузі залізничного мостобудування. Вирішальну роль у прогресі транспортних комунікацій в Російській імперії мала науково-організаційна діяльність М.С. Стрілецького. Його праці сприяли модернізації залізничного транспорту. Передові вітчизняні вчені, для яких ідеальність ніколи не була основою в їх науковому світогляді, з натхненням сприйняли практичні ідеї його рекомендацій. Завдяки самовідданій праці вчених та інженерів технічна наука і зокрема техніка залізничного мостобудування досягли дуже високого рівня. Важливі відкриття були зроблені в різних галузях транспорту, зокрема в галузі будівельних конструкцій. Частина цих відкриттів є неодмінною заслугою С.М. Стрілецького. Він віддзеркалював наступництво кращих традицій вітчизняної і зарубіжної прогресивної транспортної науки й високі якості видатного вченого та інженера-будівельника. Величезна практична інженерна діяльність і значний внесок в розвиток залізничної справи зробили ім'я М.С. Стрілецького достатньо відомим не тільки у нас, а й за кордоном.

Науковий і соціально-громадянський світогляд, його любов і відданість інженерній науці, суспільні і політичні погляди та принципи, яким він не зраджував ніколи, формували його вчителі. Зміст і сенс свого життя, як і його великі наставники (М.А. Белелюбський, Д.І. Журавський, П.П. Мельников та ін.), М.С. Стрілецький вбачав у розумовій роботі з метою самовдосконалювання. Як і названі особистості, він віддавав свої сили суспільно-просвітницькій роботі серед найбільш широких верств інженерів.

Таким чином, бачимо, що відношення та зв'язки, які ґрунтувалися на почуттях поваги і симпатії, формувалися у М.С. Стрілецького із спілкування із вченими, якими сьогодні пишається весь світ. Так, наприклад, визначні математики Інституту Корпусу інженерів шляхів сполучення у Санкт-Петербурзі читали: диференційне та інтегральне числення – академік В.Я. Буняковський, аналітичну механіку академік М.В. Остроградський, фізику і хімію Г.І. Гесс, курс мостів читали – Д.І. Журавський (дерев'яні мости) та М.А. Белелюбський (залізні мости). Останній дуже любив і цінував Миколу

Станіславовича – їхньому зближенню сприяла сумісна праця в Російському технічному товаристві, яке користувалося великою популярністю в наукових колах Російської імперії [29]. Дане Товариство вирішувало завдання: 1) сприяти розвиткові технічних наук взагалі; 2) поширювати природничо-наукові та технічні знання в Російській імперії; 3) сприяти дослідженню техніки в Росії [30].

М.С. Стрілецький не писав мемуарів. Спогади про те, як проходила його молодість, пробуджували в ньому цікавість до техніки залізничного транспорту, яка була весь час з ним і свідчать, що він відчував потребу поділитися ними у своїх працях. В його чудових науково-популярних статтях, наприклад, «Розвиток металевих будівельних конструкцій в Росії (короткий історичний нарис)» (1962) вплітаються автобіографічні факти, які висвітлюють побутову обстановку, що оточувала його в різні періоди життя [31].

Серед серйозних історико-наукових розвідок про М.С. Стрілецького слід назвати енциклопедичні праці, які побачили світ ще при житті ученого. Короткі відомості про життя та діяльність М.С. Стрілецького знаходимо в «Энциклопедическом словаре» Брокгауза і Ефрона [32] та «Новом энциклопедическом словаре» Брокгауза і Ефрона (Б.р.) [33]. Разом з цим в деяких публікаціях М.С. Стрілецький згадується лише побіжно, в них висвітлюється його роль у розвитку залізничного мостобудування та будівельної механіки, а також його адміністративна діяльність [34–36]. При цьому розглядається його виключно біографічна і громадсько-культурна компонента, наукова спадщина майже не висвітлюється. Тому для аналізу розвитку особистості М.С. Стрілецького як вченого та інженера ці дослідження дають мало.

Після повернення з відрядження до Німеччини у 1913 р. юний інженер М.С. Стрілецький розпочав свою інженерну діяльність в Товаристві Московсько-Казанської залізниці. Тут він проектував мости через Оку і брав активну участь у проектуванні тунелю під Волгою в Нижньому Новгороді.

Його праця супроводжувалася вивченням досвіду проектування і будівництва аналогічних споруд і завершувалася не тільки проектами, а супроводжувалася науковими дослідженнями і публікаціями. Ці статті найкращим чином характеризують М.С. Стрілецького, вони демонструють нам його прагнення до вдумливого аналізу, бажання зробити результати досліджень набуток інших спеціалістів. З під його пера у 1913 р. вийшла праця «Відомості про мости на водних шляхах Російської імперії» [37], а у 1915 р. вийшли статті «Історичний нарис проведення робіт із спорудження підводних тунелів» [38], «Найновіші мости, що відкриваються» [39] та «До ескізних проектів міського і залізничного мостів через р. Оку в Нижньому Новгороді» [40]. В ці свої перші наукові праці М.С. Стрілецький вносить елементи узагальнення, аналізу і наукового дослідження. І хоча спорудження тунелю під Волгою не відбулося, праці молодого інженера М.С. Стрілецького не застаріли, вони були використані пізніше – під час будівництва метрополітену в Москві.

Ми вважаємо, що даних публікацій про життя та діяльність М.С. Стрілецького, опублікованих на межі тисячоліть, небагато. Це дає нам підставу вважати, що історіографію вивчення життя та діяльності М.С. Стрілецького важко визнати різнобічною та ґрунтовно розробленою, адже про нього, як майбутнього визначного інженера, як бачимо, спочатку писали дуже мало. Найбільше відомостей про нього в першій третині ХХ ст. ми знаходимо в «Трудах» різних нарад. Прізвище вченого не тільки у списку їх учасників, а й серед доповідачів, є він і в протоколах засідань міжнародних з'їздів та конгресів.

Мусимо також зазначити, що практично вся науково-технічна спільнота його часу в галузі залізничного мостобудування та металобудівництва і аж до радянських часів, у своїх публікаціях опиралася на наукову спадщину та культурно-просвітницьку діяльність М.С. Стрілецького. На підставі аналізу цих джерел, зібраних нами, констатуємо, що М.С. Стрілецький – непересічний вчений-інженер, залізничний мостобудівник, промисловий

будівельник, проектувальник металевих конструкцій, який зробив вагомий внесок у будівельну механіку. Його наукова спадщина дуже велика – 220 публікацій, усі вони надзвичайно вагомі, є серед них солідні монографії.

В перших двох десятиріччях ХХ ст. про М.С. Стрілецького пишуть дуже мало. Це пояснюється важким періодом в житті нашої країни, позначеним війнами та розрухами. В цей час М.С. Стрілецький стає ініціатором організації науково-дослідної роботи з мостобудування в новоствореному у 1918 р. Експериментальному інституті шляхів сполучення. Тут Стрілецькому було доручено керівництво VII та VIII секціями, які досліджували мостові споруди на місцях, займалися підготовкою кадрів для цих досліджень, удосконаленням методів і приладів, з допомогою яких можна було протягом тривалого часу спостерігати за станом мостів та їх опор. Даний Інститут видавав свій «Бюлетень», в якому ми знаходимо низку важливих відомостей про діяльність М.С. Стрілецького у сфері розробки раціональних методів розрахунку і теоретичної роботи інженерних конструкцій [41, с. 27–29].

Короткі відомості про життя та діяльність М.С. Стрілецького знаходимо в «Краткой энциклопедии железнодорожного дела» (1923) [42], «Наука в России: Справочник» (1923) [43]. Окремі аспекти стану досліджень залізничних мостів у світі висвітлені М.С. Стрілецьким у його статті «Залізничний міст за 100 років», опублікованій у збірнику наукових праць «Століття залізниць» (1925) [44].

Інформація про науковий доробок М.С. Стрілецького та його внесок у розвиток будівельної механіки міститься у його статтях «Дослідна перевірка елементів мостових конструкцій» (1925) [45] та «До питання про втомлюваність мостів» (1925) [46]. Його монографія «Закони зміни ваги металевих мостів» (1926) вперше на основі аналізу вагових показників багатьох прогонових споруд встановила закономірності, які пов'язували вагу прогонових споруд з руховим навантаженням і матеріалом (допустимі навантаження) [47]. В результаті М.С. Стрілецьким були отримані інваріантні вагові характеристики, які залежать тільки від конструкції і

системи мосту. Це дозволило дати рекомендацію про вибір оптимальних схем прогонових споруд і співвідношень їх розмірів за мінімальної ваги.

М.С. Стрілецький був одним з перших дослідників у створенні вантових мостів в колишньому СРСР. Його монографія «Проблеми вантових мостів в СРСР» (1930) стала своєрідним поштовхом для їх спорудження в СРСР [48].

Глибока наукова ерудиція, розмаїття наукових інтересів, які виходять далеко за межі основної спеціальності – залізничного транспорту, мостобудування і будівельної механіки, інженер великих і малих масштабів, педагог і популяризатор наукових ідей в техніці, талановитий адміністратор – ось образ професора М.С. Стрілецького.

Деяльне висвітлення інженерної, науково-педагогічної та громадської діяльності М.С. Стрілецького започаткувало Всесоюзне наукове інженерно-технічне товариство будівельників своєю брошурою, опублікованою у 1946 році [49]. Вона присвячена 60-річчю від дня народження і 35-річчю інженерної, науково-педагогічної і громадської діяльності вченого та інженера. У цьому виданні надрукована стаття учня Миколи Станіславовича С.О. Ільєвича «Вчений, інженер і педагог» [50].

Аналізувати науковий доробок М.С. Стрілецького вчені та інженери почали з другої половини 40-х років ХХ ст.: Г. Євграфов (1944) [51], С.М. Нікіфоров (1948) [52], Є.Є. Гібшман (1948) [53], І.М. Рабінович (1950) [54].

Детальний життєпис М.С. Стрілецького ми зустріли в архіві видатного мостобудівника Г.П. Передерія (1950) [55]. В цьому ж архіві знаходиться доповідь М.С. Стрілецького, зроблена на урочистому засіданні з приводу ювілею Г.П. Передерія (1950) [56]. Про окремі аспекти діяльності М.С. Стрілецького йдеться в анотованому покажчику літератури, присвяченому архітекторам (1952) [57].

В середині 50-х років ХХ ст. науково-технічна громадськість відзначала 70-річчя професора М.С. Стрілецького. Цій події присвячені публікації в журналах: «Строительная промышленность» (1956) [58] та «Известия Академии наук СССР» (1956) [59]. Глибокому осмисленню наукової

спадщини М.С. Стрілецького сприяють статті у солідному виданні «Ученые и изобретатели железнодорожного транспорта» (1959) [60] та у «Биографическом словаре деятелей естествознания и техники» (1959) [61]. Про діяльність професора М.С. Стрілецького неодноразово зустрічаємо відомості у книзі про Ленінградський Інститут інженерів залізничного транспорту: (1809–1959) (1960) [62]. Група авторів охарактеризувала діяльність М.С. Стрілецького та його школи з проектування та дослідження металевих конструкцій (1962) [63]. Коротка стаття про М.С. Стрілецького надрукована в Енциклопедичному словнику (1963) [64].

Для ґрунтовного знайомства з науковою та інженерною творчістю М.С. Стрілецького, безперечно, найкращими є статті його учнів, присвячені 75-річчю та 80-річчю Миколи Станіславовича, некрологи [65–72]. Журнал «Бетон и железобетон» сповістив про присудження М.С. Стрілецькому звання Героя Соціалістичної праці (1966) [73].

Роль М.С. Стрілецького в розвитку металевих конструкцій в колишньому СРСР висвітлена його учнем С.О. Ільєвичем (1966) [74], а М.К. Нікітін відніс М.С. Стрілецького до видатних вчених у сфері мостобудування (1973) [75]. «Большая советская энциклопедия» (1975) [76], як і «Українська радянська енциклопедія» помістили на своїх сторінках лаконічні статті про М.С. Стрілецького (1978) [77].

Про М.С. Стрілецького як педагога багато інформації ми почерпнули з книги «Московське вище технічне училище» (1980) [78].

Сучасний історик техніки з Російської Федерації М.О. Зензінов у 80-х роках опублікував низку статей про життя та діяльність М.С. Стрілецького. В газеті «Гудок» автор висвітлив діяльність М.С. Стрілецького як ректора Московського вищого технічного училища (1980) [79], а в журналі «Путь и путевое хозяйство» (1983) опублікував статтю «Видатний вчений – М.С. Стрілецький» [80]. Однак, найважливішою для нас стала публікація М.О. Зензімова у вигляді брошури «М.С. Стрілецький – основоположник радянської школи металобудівництва» (1984) [81]. У брошурі розповідається



про три головні напрями діяльності М.С. Стрілецького – вченого та інженера, педагога та вихователя вчених і інженерів. Наголошується, що уся діяльність Миколи Станіславовича присвячена мостобудуванню, промислового будівництва, розробці та впровадженню методу граничних станів.

Важливі свідчення і судження щодо внеску в розвиток залізничного мостобудування та металевих конструкцій знайшли відображення у монографії групи авторів, за редакцією В.В. Кузнецова «Розвиток металевих конструкцій. Наукові праці школи М.С. Стрілецького» (1987) [82]. У монографії викладені праці учнів і послідовників М.С. Стрілецького, які дають в сукупності знання сучасного етапу розвитку будівельних металевих конструкцій, що висвітлюють основні напрями технічного прогресу і конкретних досягнень в удосконаленні конструктивних форм, методів розрахунків, матеріалів і сполук, технології виготовлення і монтажу.

Глибокому осмисленню наукової спадщини М.С. Стрілецького сприяє стаття М.О.Зензінова та С.О. Рижак «Талант – любов до справи» (1990) [83]. У статті розповідається про трудову і наукову діяльність М.С. Стрілецького, основоположника наукової школи металовиробництва, висвітлюються його наукові погляди, практичний внесок в розвиток залізничного транспорту.

З великою теплотою і знанням справи оцінюється наукова і соціокультурна діяльність вченого у працях істориків науки і техніки третього, сучасного періоду історіографії проблеми. Найбільше інформації про М.С. Стрілецького ми віднайшли в енциклопедіях знаменитих росіян, біографічних довідниках, спогадах тощо.

Так, про діяльність М.С. Стрілецького знаємо з узагальнюючих наукових статей в «Большом энциклопедическом словаре» (1991) [84] та енциклопедії «Железнодорожный транспорт» (1994) [85].

Важливу інформацію про педагогічну діяльність М.С. Стрілецького ми почерпнули з серії книг, присвячених тим транспортним вузам, у яких йому довелося працювати [86–89]. На особливу увагу заслуговує характеристика М.С. Стрілецького як педагога та вченого, який успішно справлявся з

проблемами перебудови навчання в Петербурзькому Інституті інженерів залізничного транспорт, Московського вищого технічного училища, Московського інженерно-будівельного інституту. Адже в цей час особливо вимагалось готувати повноцінних інженерів, здатних вирішувати технічні завдання щодо відновлення і реконструкції залізничного мостобудування, металевих конструкцій і будівельної механіки загалом. Під його керівництвом були розроблені нові методики викладання курсів мостів, де вперше акцентувалася увага на компоновку мостової справи загалом. Наводиться характеристика основних праць М.С. Стрілецького, присвячених теорії і розрахунку залізничних мостів, з питань будівельної механіки.

Не обминули своєю увагою діяльність М.С. Стрілецького у фундаментальній монографії: «История железнодорожного транспорта в России. Т.1» (1994) історики техніки Російської Федерації [90].

На початку ХХІ ст. з'являється низка публікацій, які характеризують М.С. Стрілецького як видатного вітчизняного мостобудівника світового рівня, чим підкреслюється передова роль різних вітчизняних науково-технічних шкіл. Його вважають основоположником радянської школи металобудівництва. Оскільки М.С. Стрілецький понад п'ять десятирічч керував розвитком мостобудування і металевих конструкцій, для нас надзвичайно важливим була праця Г.С. Касаткіна, присвячена видатним архітекторам транспортного будівництва (1997) [91]. Миколі Станіславовичу в даній статті відведено належне місце і зроблена ґрунтовна оцінка його здобутків. Стаття А.І. Мелуа «Нарис історії інженерної справи Санкт-Петербурга» сприяє аналізу інженерної діяльності М.С. Стрілецького [92].

Стосовно дисертаційних досліджень, то, досі не захищена жодна робота, присвячена науковій спадщині Миколі Станіславовичу Стрілецькому. Аналіз наукових напрямків вченого в контексті розвитку залізничного мостобудування також досі не здійснено.

Згадана література залишає у нас почуття невдоволеності. Це почуття у певній мірі зумовлене фрагментарністю матеріалу, що наводиться. Адже

М.С. Стрілецький займає почесне місце серед визначних інженерів-залізничників світу першої половини ХХ століття.

Важливими для нашого дослідження стали статті, присвячені мостам і які опубліковані в останні десять років. Так, ювілейний збірник наукових праць кафедри «Мости» МПТУ висвітлює історію, дискусії, нові рішення, досвід у сфері будівництва та експлуатації мостів, де М.С. Стрілецькому відводиться одна з основних ролей [93]. Науково-популярна стаття в журналі «Наука и жизнь» під назвою «Мости не тільки для переправи» занурює нас у світ мостів в архітектурному і етичному компонентах [94].

Оцінюючи останній період історіографії про життя та діяльність М.С. Стрілецького, необхідно підкреслити, що хоча літературні джерела належать до різних жанрів історичної літератури, в тому числі мемуарів, і хоча цей фактологічний матеріал дуже цінний, все ж переважає популярний аналіз його творчості. Більш об'ємною і єдиною на сьогодні енциклопедичною працею відразу кількох аспектів життя та діяльності М.С. Стрілецького є низка статей у фундаментальній книзі «Большая энциклопедия транспорта» (2003) [95]. Ряд фундаментальних статей висвітлюють епоху, в якій довелося працювати М.С. Стрілецькому. Це дало нам багато інформації для розуміння тих чи інших адміністративних дій Миколи Станіславовича [96–100].

Внесок Миколи Станіславовича Стрілецького в розвиток мостобудування та будівельної механіки настільки вагомий, що при вивченні історії техніки і науково-суспільної думки до його праць будуть ще неодноразово звертатися. Адже багато чого можна легше осягнути і зрозуміти на фоні нових досягнень науки. Буде правильніше розглядати нашу працю лише як одну із спроб створення наукової біографії М.С. Стрілецького та показу його наукової та соціокультурної спадщини. Чим далі відходить від нас час, коли жив і творив цей вчений, тим все більше і більше його думки, ідеї, починання, творчі задуми привертають до себе увагу людства. Багато з того, що при житті М.С. Стрілецького недооцінювалося його сучасниками, нині є надзвичайно цікавим і актуальним. Якщо порівнювати оцінку наукового доробку М.С.

Стрілецького у рік його смерті з тією оцінкою, яку він отримує сьогодні, вперто підтримується думка про те, що в міру розвитку науки і техніки нові покоління дослідників знаходять і будуть довго знаходити в працях М.С. Стрілецького важливі і цікаві думки, спостереження та факти.

Дослідження в галузі історіографії показують, що наукові праці, які торкаються нашої проблеми, можна поділити на дві групи: ті, що стосуються біографії М.С. Стрілецького і ті, що стосуються історії тих галузей науки і техніки, у розвиток яких вчений зробив помітний внесок. У дисертації наголошується, що вивчення життя, наукової, організаційної і громадської праці М.С. Стрілецького в останньому десятиріччі ХХ ст., помітно зросло. Ми в дисертації прагнемо показати, що М.С. Стрілецький є однією з визначних постатей у вітчизняній техніці, тому його життя та діяльність заслуговують ґрунтовного дослідження.

Таким чином, можемо зробити висновок, що сьогодні не існує цілісного наукового дослідження, у якому була б висвітлена діяльність та розвиток наукових поглядів М.С. Стрілецького в галузі залізничного транспорту, зокрема будівництва залізничних мостів та розвитку металоконструкцій. Окремі періоди його наукової і громадської діяльності взагалі не потрапили до поля зору дослідників, інші періоди висвітлені фрагментарно. Недостатньо дослідженою залишається проблема формування й розвитку суспільно-політичних поглядів М.С. Стрілецького. Короткі біографічні довідки в енциклопедичних та словникових виданнях містять низку неточностей. Такий стан наукової розробки порушеної нами проблеми є додатковим доказом актуальності даного дисертаційного дослідження.

## **1.2 Джерельна база**

Для розробки наукової проблеми вихідними даними та її джерельною базою для нас служили архівні матеріали. Вивчення архіву М.С. Стрілецького розпочалося ще задовго до можливості опублікувати якийсь матеріал про вченого. Маючи можливість працювати з опублікованою і

рукописною спадщиною і розуміючи її цінність, московські дослідники почали використовувати ці матеріали в нарисах з історії Московського університету шляхів сполучення, в збірниках наукових праць, що висвітлювали проблеми залізничного транспорту, зокрема мостобудування, функціонування металевих конструкцій, будівельної механіки.

Паралельно велася робота щодо виявлення архівних документів про М.С. Стрілецького в інших в архівосховищах Санкт-Петербурга, Москви та Києва. Завдяки відомим дослідникам: Аверіної, Зензінова, Трофімова, В.Є. Павлова ім'я М.С. Стрілецького поступово стало повертатися до наукової історично-біографічної літератури. Діяльність М.С. Стрілецького в Російському технічному товаристві була темою не одного повідомлення О.Я. Пилипчука, О.Л. Сорочинської, В.М. Василенка та В.М. Шатаєва. На наукових конференціях вони неодноразово торкалися наукової спадщини вченого. Адже М.С. Стрілецький стояв біля витоків розвитку залізничного мостобудування, особливо металобудівництва, брав активну участь у роботі наукових технічних товариств, з'їздів та міжнародних конгресах, різних комісій з розвитку будівельної механіки.

Для сучасного етапу дослідження життя і наукової спадщини М.С. Стрілецького характерний комплексний підхід. При цьому нами враховувалися досягнення в різних галузях мостобудування, металобудівництва та будівельної механіки.

Дуже допомогло для дослідження теми те, що зберігся архів М.С. Стрілецького в Московському університеті шляхів сполучення. Багато почерпнули ми інформації із інших архівів Санкт-Петербурга та Києва. Ці архіви дозволили занести до списку не тільки збережені наукові праці вченого, а й оригінали та ксерокопії особистих документів (листи, посвідчення, грамоти, нагороди, фотодокументи, рукописи праць тощо). Особливу цінність для нас мали: праці, що знаходяться в архіві колишнього Російського технічного товариства (у Санкт-Петербурзі), різні матеріали, що зберігаються у фондах: Російського державного історичного архіву (Санкт-

Петербург, Заневский проспект, 39), Центральному архіві Ленінградської області, і, звичайно, архіві Південно-Західної залізниці Міністерства інфраструктури України.

Безперечно, наявність вищезгаданих архівів дає підставу для створення в майбутньому великої фундаментальної пам'ятної книги на пошану М.С. Стрілецькому, в якій була б представлена не тільки оцінка життя та праці видатного інженера шляхів сполучення, а й наведені у вигляді додатків копії різних документів. Усі вони дуже важливі для розуміння часів Російської імперії, перших років радянської влади, зокрема, на теренах сучасної України. Все це дає підставу вважати, що висвітлення та аналіз наукової творчості М.С. Стрілецького за допомогою архівних джерел, які у науковій літературі сьогодні зроблено на рівні загальних оцінок та констатації фактів, мають чи не найважливіше значення.

Значна кількість інформації міститься в архівних документах, відомості з яких, як з'ясувалося, ще досі не повністю уведені до наукового обігу. Багато важливих фактів, пов'язаних з науковою творчістю М.С. Стрілецького, його громадською та організаційною діяльністю міститься в листах, щоденниках, замітках видатних залізничників. Наприклад, у фондах М.О. Белелюбського, Є.О. Патона, Л.Д. Проскурякова тощо.

Реалізація поставлених у дисертації завдань здійснюється на основі залучення широкого кола джерел, серед яких найбільш важливими є: а) особисті (біографічні) документи М.С. Стрілецького; б) архівні матеріали про діяльність установ в яких працював вчений; в) періодика; г) опубліковані та неопубліковані праці М.С. Стрілецького.

До першої групи джерел, насамперед, відносимо документи про життя і діяльність М.С. Стрілецького із фондів Санкт-Петербурзького та Київського державних історичних архівів. Ці архівні матеріали є дуже корисними, бо дали нам можливість більш широко розкрити діяльність М.С. Стрілецького у сфері залізничного мостобудування, металобудівництва та будівельної механіки та завдання, які він ставив перед собою. Оскільки наше

дисертаційне дослідження присвячене науковій спадщині та суспільно-культурній діяльності конкретно взятої особи, то першорядною групою джерел до вивчення теми виділимо матеріали особового походження. Особливу цінність має справа М.С. Стрілецького, яка зберігається частково в Російському державному історичному архіві (Санкт-Петербург), а також справа про службу М.С. Стрілецького, яка зберігається в архіві Московського державного університету шляхів сполучення (Москва, проспект Образцова, 9). Вони містять у собі короткі автобіографії М.С. Стрілецького, епістолярні матеріали, огляди наукових праць вченого, зібраних його учнями, звіти та протоколи засідань Російського технічного товариства, протоколи Дорадчих з'їздів інженерів служби колії, рухомого складу та тяги, а також найрізноманітніші (переважно рукописні) матеріали – тексти лекцій курсу «Мости», чернетки власних наукових праць, наукові записки, листи до різних інстанцій та окремих вчених та інженерів його часу.

Окрему групу джерел складають опубліковані праці М.С. Стрілецького та його сучасників – М.А. Белелюбського, Є.О. Патона, Л.Д. Проскурякова та ін. Значно менше проаналізовано епістолярну спадщину вченого – листів збереглося небагато. Виняток становлять неопубліковані листи до свого наставника М.А. Белелюбського. Низка статей різних інженерів-залізничників є важливим джерельним матеріалом для дослідження біографії вченого.

Ми вважаємо, що джерельна база є достатньою. Проведений аналіз цієї бази засвідчує, що у своїй сукупності зазначені вище групи джерел складають документальне забезпечення досліджуваної проблеми, а їх комплексне використання стало підставою для досягнення мети дисертаційного дослідження. Як бачимо, розглянута історіографічна література та джерельна база стосовно життя та діяльності М.С. Стрілецького засвідчує, що з різних причин творча спадщина вченого не була предметом системного і цілісного історично-наукового дослідження, яке синтезувало б внесок ученого у розвиток світової науки і культури.

Отже, для дослідження автору довелося провести значну пошукову роботу різнопланових джерел, щоб у комплексі охопити основні аспекти означеної теми. Хоч загалом нестачі джерел не відчувалося (чимало з них залишилося невикористаними), складність у їх відборі і опрацюванні полягала у їхній розпорошеності та неповноті.

Безперечно, використання опрацьованих документів і матеріалів потребують уважного, критичного підходу співставлення різних джерел, щоб уникнути неточностей і однобокості суджень. Більша частина документів і матеріалів уводиться до наукового обігу вперше. Виявлені джерела, їх систематизація й науковий аналіз у поєднанні з творчим критичним осмисленням певного доробку своїх попередників дозволили автору здійснити комплексне дослідження історії життя і діяльності М.С. Стрілецького в контексті розвитку залізничного мостобудування, металобудівництва та будівельної механіки.

### **1.3 Методологічні основи дослідження**

Методологічну основу дослідження становить положення про діалектику єдності і взаємодії загально наукових, міждисциплінарних підходів, а також ідея додатковості, що передбачають обмін, взаємопроникнення ідей та поглядів, широке запозичення історичною наукою дослідницьких методів інших наук. Останнє значно сприяє збагаченню змісту предмету дослідження. Робота базується на системній методології, коли об'єкт дослідження розглядається як певна система, а її компоненти взаємодіють між собою, складаючи якісно нову сукупність наукових знань, пов'язану із творчістю вченого та інженера М.С. Стрілецького, всебічним висвітленням його наукової біографії, наукових поглядів, діяльності створених ним наукових установ.

Одним із провідних принципів є принцип теоретико-методологічної реконструкції минулого будівельної механіки і залізничного транспорту із залученням рефлексивної моделі історіографії, використання її



методологічних можливостей у науковому пізнанні. При вивченні життя і діяльності М.С. Стрілецького, його наукової спадщини, використовуються можливості науки про колію і колійне господарство як наукової дисципліни, що має свій предмет, завдання, інструментарій, мікромоделі дослідження, які кореспондуються із загальноприйнятними схемами історично-наукового, історіографічного та біоісторіографічного дослідження.

Вивчення транспортної науки через біографію вченого, що є складовою частиною комплексу різноманітних знань, передбачає застосування системного підходу як методологічного засобу наукового пізнання. Він відкриває можливість об'єднати під одним кутом зору структуру і зміст емпіричних засобів із теоретичними уявленнями і вимагає врахування суперечливих поглядів на спадщину вітчизняних вчених-залізничників і зокрема М.С. Стрілецького.

Виходячи із інтерпретації загальнонаукових принципів – історичного, об'єктивного та логічного – наша увага зосереджується на дослідженні історичних знань у хронологічній послідовності та в їх концептуальній єдності, походженні і подальшому розвитку як частини загального історіографічного процесу, а також на з'ясуванні провідних тенденцій розвитку історії науки, процесу руху та уповільнення наукової думки на певних етапах розвитку історіографії проблеми.

Біоісторіографічний процес вивчається нами на двох рівнях: загальнотеоретичному і прикладному. Виявляючи їх взаємодію як єдність технічних знань та процесу, до аналізу залучаються категорії сучасної культури та науки, такі як «історична свідомість», «наукова школа», «патріотичне відродження» та ін., рефлексивні можливості таких дисциплін, як методологія історії науки, наукознавство, філософія історії, філософія.

Для з'ясування конкретних питань нами застосовуються історично-генетичний, історично-хронологічний, проблемний, історично-порівняльний, персонологічний методи. Загалом, методологічні підходи до пізнання досліджуваної теми визначилися специфікою об'єкта та предмета

дослідження, його метою й завданнями. В основу було покладено загальнонаукові принципи пізнання на підставі яких всі явища розглядаються у взаємозв'язку, єдності їх соціального змісту. При вирішенні поставлених у роботі завдань автор користувався також загально філософськими положеннями теорії пізнання, керуючись принципами історизму, детермінізму, науковості, системності, всебічного розвитку.

Основними методами дослідження стали: порівняльно-історичний (використовувався при розгляді та характеристиці життя та діяльності М.В. Стрілецького, особливо в науково-освітній галузі); емпіричного аналізу (для накопичення та аналізу конкретних фактів з різних аспектів досліджуваної теми); систематизації (для логічної побудови викладу та впорядкування фактичного матеріалу); об'єктивності (покладений в основу визначення внеску М.С. Стрілецького у справу розбудови вітчизняної освіти і науки); статистичний (для визначення темпів зростання наукових здобутків вченого); аналітичний (покладений в основу аналізу конкретних історичних подій). Керуючись принципом *історизму*, ми досліджували життя та діяльність М.С. Стрілецького в динаміці: з одного боку, як відомого вітчизняного науковця і освітянина, інженера-залізничника та мостобудівника, що впливав на розвиток технічної думки його часу; з іншого, його життя та діяльність розглядається через призму впливу на розвиток залізничного транспорту та будівельної механіки в Україні у першій половині ХХ сторіччя.

Принцип *об'єктивності* вимагає виявлення всіх чинників, які визначали життєвий шлях, соціально-технічні та наукові погляди М.С. Стрілецького, оцінки його особи в радянській науковій літературі. Важливою складовою теоретико-методологічної основи дослідження є принцип багатofакторності. Наприклад, вплив державної політики на громадську діяльність М.С. Стрілецького, загальна політична ситуація в Росії, Україні та Європі.

Автор також керувався *принципом всебічного пізнання*, який реалізується через комплексний аналіз сукупності джерел, що стосуються громадської та наукової спадщини професора М.С. Стрілецького.

*Метод періодизації* дає можливість виділити етапи і їх основні особливості в розвитку громадсько-просвітницької та наукової діяльності М.С. Стрілецького, а також якісні зміни, що відбувалися на цих етапах. Метод дозволяє, завдяки аналізу історичної ситуації, виявити основні етапи життя й діяльності М.С. Стрілецького.

Проблемно-хронологічний метод дає можливість розглядати явища в часовій послідовності, передбачає розчленування достатньо широкої теми на декілька відносно вузьких проблем, кожна з яких розглядається в хронологічній послідовності стосовно історичних явищ і подій у залізничному транспорті, а також у динаміці, тобто в русі і змінах, що відбувалися в житті та творчості М.С. Стрілецького в зазначеному періоді.

Таким чином, використання сучасних принципів та методів дослідження сприяє репрезентативності й обґрунтованості дослідження його результатів.

Підводячи підсумок історіографічному оглядові та з'ясуванню наявної джерельної бази з досліджуваної проблеми, можемо засвідчити процес нагромадження знань про її технічні традиції. Історично-наукова думка провідних вчених, долаючи всілякі перепони, невпинно рухається в бік розширення уявлень про вченого як визначного залізничника. Протягом ХХ ст. окремі аспекти його творчої технічної спадщини знайшли висвітлення у монографіях, науково-популярних статтях, працях загально-оглядового характеру.

### **Висновки до 1-го розділу**

1. Історично-науковий аналіз діяльності М.С. Стрілецького як вченого, інженера і організатора науки є актуальним з огляду на масштабність та різноплановість його наукового внеску. У галузі розвитку залізничного транспорту та будівельної механіки він мав досягнення світового рівня, які прославили вітчизняну науку. Він розумів масштабність просвітницької діяльності серед широких верств населення. Отже, потребам глобальних соціально-економічних перетворень наших днів, необхідності звуження

недослідженого поля в історії національної науки, а також відсутності фундаментальних історично-наукових досліджень, які синтезовано відображали б роль М.С. Стрілецького в розвитку світової транспортної науки, й зумовлено вибір теми дисертації «Науковий доробок М.С. Стрілецького (1885–1967) в галузі залізничного мостобудування та будівельної механіки».

2. Проведений нами аналіз джерельної бази дав можливість встановити, що у своїй сукупності зазначені в дисертації групи джерел складають багатий і різноманітний обсяг документального забезпечення досліджуваної проблеми. Їх комплексне використання дає можливість досягти мети дисертаційного дослідження – показати значення концептуальних засад духовної спадщини вченого в контексті розвитку залізничного транспорту.

3. Історіографічна традиція зафіксована в монографіях, статтях, біографічних нарисах. Нерідко вона носить характер фрагментарності дослідження, епізодичності огляду найвідоміших праць вченого, обмеженості у висвітленні його історичних поглядів, відтінок невизначеності або розбіжності позицій щодо внеску М.С. Стрілецького у розвиток української і світової транспортної науки. Не в усіх періодах цей процес відбувався сприятливо, науково виважено, на відповідному методологічному рівні, а отже, засвідчує недостатнє вивчення досліджуваної в дисертації проблеми.

## Розділ 2

### ЖИТТЄВИЙ ШЛЯХ М.С. СТРІЛЕЦЬКОГО

#### 2.1 Ранній період життя та діяльності.

##### Формування наукового світогляду М.С. Стрілецького

Ім'я Миколи Станіславовича Стрілецького (1885–1967) як відомого вченого, інженера і дослідника сталевих мостів та конструкцій добре відоме не тільки в Україні, а й за кордоном. Це був інженер шляхів сполучення, вчений у сфері мостобудування, будівельної механіки, член-кореспондент АН СРСР (1931), дійсний член Академії будівництва та архітектури (1956), Герой соціалістичної праці (1966), Заслужений діяч науки і техніки РРСФР (1944). Микола Станіславович є автором проектів мостів через Оку, Волгу, Москву, Дніпро та ін., одним з ініціаторів будівництва вантових мостів. Був організатором і керівником експериментальних досліджень мостових конструкцій (з 1918 р.), активно здійснював педагогічну діяльність у Московському інституті інженерів залізничного транспорту, Військово-інженерній академії ім. В.В. Куйбишева, Московському будівельному інституті. У 1948–1957 рр. був Головою Всесоюзного науково-технічного товариства. Праці присвячені будівельній механіці, мостобудуванню, теорії розрахунку будівельних конструкцій згідно граничних станів. У 1928 р. М.С. Стрілецький виступив з питання динаміки мостів генеральним доповідачем на Міжнародному мостовому конгресі у Відні. Це стало наслідком визнання великої глибини і оригінальності тих експериментальних і теоретичних досліджень мостів, які здійснювалися під керівництвом Миколи Станіславовича і які багато в чому перебували в колишньому СРСР на більш вищому рівні, ніж в інших країнах.

Московський історик науки і техніки В.С. Аверіна у своїй статті «Металевих справ майстер» так сказала про М.С. Стрілецького: «Іменем Миколи Станіславовича Стрілецького не названі жодні конструкції або видатні споруди. Тому можна вважати, що його творче життя проходило непомітно. Здається, що може бути привабливого в таких характерних йому наукових працях, як «Нові ідеї і можливості в металевих промислових конструкціях», «Закони зміни ваги сталевих мостів»... Однак ім'я Стрілецького увійшло в історію вітчизняної науки і техніки. Це ім'я людини, яка присвятила все життя вирішенню такого важливого інженерного завдання як *оптимізація зведення споруд з металоконструкцій*. Він зробив вагомий внесок у практику проектування, виготовлення і монтажу як типових металевих конструкцій масового застосування, так і унікальних споруд з металу, які виділялися своїми розмірами, сміливістю і виразністю рішення» [101, с. 1].

Микола Станіславович Стрілецький народився у сім'ї військового інженера-фортифікатора у Польщі 2-го (14) вересня 1885 р. у фортеці Осовець. Дитинство і юність він провів у різних фортецях, в будівництві яких брав участь його батько. Батько будував оборонні споруди у Вільнюсі, Ризі, Хабаровську, Владивостоці. З самого дитинства Микола Станіславович разом зі своєю сім'єю об'їздив майже всю країну (мається на увазі колишній СРСР) – від західних кордонів, до східних. Часто разом з батьком бував на об'єктах будівництва, де знаходив для себе багато цікавого. Гімназію юний Стрілецький закінчив у Владивостоці. Його любимими предметами були математика та історія.

Після закінчення у 1904 р. гімназії у Владивостоці, він у тому ж році поступив до Інституту інженерів шляхів сполучення у Санкт-Петербурзі. Обрання майбутньої професії М.С. Стрілецького було справою щасливого випадку. Біограф вченого М.О. Зензінов у своїх біографічних статтях постійно наводить такий випадок [102]. Влітку 1904 р. молодий Микола

Стрілецький, йдучи Невським проспектом у Санкт-Петербурзі, постійно заходив до магазинів і запитував про кепку для себе. В одному з цих магазинів йому запропонували кашкет-коліяку. Це і вирішило усе подальше його життя. Юнак подав документи до Інституту інженерів шляхів сполучення. Невдовзі він вже телефонував до батька, який працював на цей час у Владивостоці: «Я прийнятий до Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення». Про цей випадок сам Микола Станіславович неодноразово розповідає своїм дітям і знайомим. Можливо на рішення юнака вплинула добра слава про цей Інститут, який у 1904 р. відзначав 95-річчя від дня заснування. Йому також було відомо, що в даний інститут часто поступали не тільки вчорашні гімназисти, а й випускники Петербурзького університету [Додаток Б].

Професори і вихованці Інституту своїми працями вписали яскраві сторінки в історію будівельного мистецтва. Вони створили в Російській імперії перші наукові школи будівельної механіки, мостобудування, будівництва та експлуатації шосейних доріг і залізниць, випробування будівельних матеріалів, гідротехніки. І цим заслужили велике визнання і за кордоном. В Інституті найкраще викладалася математика, механіка та інші інженерні дисципліни. У 1904 р. директором Інституту був відомий мостобудівник Л.Ф. Ніколаї, викладали відомі професори М.А. Белелюбський, Я.М. Гордеєнко, С.Д. Карейша, В.І. Курдюмов, Г. Передерій, Є.О. Патон та ін. [103, с. 140–141]. Ці прізвища говорять самі за себе. Власне завдяки цим вченим-педагогам М.С. Стрілецький навчався успішно, ґрунтовно вивчив математику і усі предмети, які необхідні для плідної роботи в мостобудуванні [Додаток В].

У травні 1911 р. Микола Стрілецький з відзнакою закінчив Інститут. За ці здобутки молодий інженер отримав в нагороду дворічне відрядження до Німеччини – для удосконалення знань в мостобудуванні. Тут він відвідував лекції у Шарлоттенбурзькій вищій технічній школі, працював у проектному

бюро, брав участь у будівництві мостів. Тобто він удосконалювався у сфері обраної ним мостової спеціальності, практично працював на будівництві мостів та в проектному бюро. Опираючись на знання, отримані від свого вчителя М.А. Белелюбського, і детально вивчивши досвід німецької школи конструювання мостів, М.С. Стрілецький піддав ґрунтовному аналізу ті досягнення і недоліки німецьких конструкторів, які на той час існували. Він переконався, що переваги німців були в деталізації розрахунків, виборі схем і співвідношення основних розмірів, скрупульозному розрахунку конструкцій, уважній проробці деталей, що дозволяло отримувати конструкції з відносно низькими затратами металу. А до недоліків відносилася недооцінка ролі і значення технологічних питань, зв'язаних з виробництвом металевих конструкцій, а це призводило до підвищення трудоемкості і як наслідок, вартості виготовлення. Цей аналіз дозволив Миколі Станіславовичу у подальшому уникнути недоліків при формуванні основних напрямів проектно-конструкторської школи металевих конструкцій, особливо пізніше, в колишньому СРСР.

Після повернення з-за кордону Микола Станіславович почав працювати на залізницях – проектував великі штучні споруди і мости. Зокрема, під його керівництвом та за участі П.О. Веліхова, були розроблені проекти таких потужних споруд, як міст через р. Оку і залізничний тунель під Волгою в Нижньому Новгороді. Остання звитяга молодого інженера заслуговує на детальну розповідь. «Залізниця під Волгою» – так звався перший тунель М.С. Стрілецького.

Не встигла ще царська Росія прийти в себе від наслідків російсько-японської війни 1904–1905 рр. на Далекому Сході, а також внутрішніх потрясінь, як на європейському континенті стали згущуватися хмари глобальної битви – першої світової війни. Довелося думати про посилення транспортного зв'язку між європейською і азійською частинами Російської імперії з облаштуванням надійних перетинів грандіозного водного рубежу –



Волги.

Питаннями розвитку залізничної мережі в широтному напрямі перед Першою світовою війною займалося Правління Казанського округу шляхів сполучення. І не дивно, що розробка нового на той час, захищенішого, ніж звичайний міст, варіанту підводного перетину, була доручена Товариству Московсько-Казанської залізниці. У той час її керівником був інженер-шляховик О.І. Антонович – згодом один з авторів першого проекту метрополітену в Москві. У цьому Товаристві сконцентрувалася група талановитих інженерів шляхів сполучення, які з цікавістю сприйняли небувале завдання – побудувати тунель під Волгою.

На той час вітчизняний досвід проектування і будівництва найбільших мостів через водні перешкоди вже був, а ось підводних залізничних тунелів вітчизняні інженери ще не створювали. Проекти підводних переправ через Неву в Санкт-Петербурзі були висунуті ще в минулому столітті М.І. Брюнелем (1814 р.) і вітчизняним інженером Я. К. Ганнеманом (1893 р.), але вони були призначені для екіпажно-пішохідного руху.

Серед фахівців Товариства Московсько-Казанської залізниці активно працювали випускники Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення старшого покоління – Р. В. Вишницький (начальник технічного відділу Товариства), В. І. Голубев (зав. відділом Нижегородського вузла), В.О. Саханський, Л.М. Бернацький, М.М. Мохов, К.Ю. Цеглинський, К.С. Мишенков і ще молоді тоді інженери М.С. Стрілецький та О.П. Юрловський. Доречно нагадати, що серед їх товаришів по навчанню в Інституті в 90-і роки були В.Л. Ніколаї (син професора Л.Ф. Ніколаї), С.М. Розанцев, О.Ф. Ендіміонов, Г.С. Коханов, О.М. Фролов, М.М. Герсеванов, В. М.Образцов, В.К. Дмоховский, М.М. Давиденков, С.П. Тимошенко, а з молодих, майже одноліток із Стрілецьким – О. М. Пассек, В.І. Бутескул та ін. У своєму спілкуванні ці фахівці не лише давали корисні поради проектувальникам підводного тунелю, але, як підтвердилося згодом,

зробили своєю працею великий внесок у розвиток згодом вітчизняного тунеле- і метробудування.

Роботи розпочали з обрання місця переходу Волги в напрямі від Нижнього Новгороду до Пермі. Натурні дослідження і вивчення природних умов режиму Волги очолював інж. В.О. Саханський. З восьми розглянутих Товариством варіантів інженерна Рада за участю представників військового відомства схвалила перехід убік Котельнича. Передчуваючи назрівання військового конфлікту (початок першої світової війни), Особлива Комісія з облаштування Нижегородського вузла під головуванням таємного радника Б.О. Риппаса (випускника Інституту 1864 року) ухвалила: «Перехід р. Волги на лінії Нижній Новгород – Котельнич прийнятніше влаштувати не мостом, а підводним тунелем». Цей напрям, коли вже був закінчений ескізний проект тунеля, був затверджений міністром шляхів сполучення 10 червня 1914 р. – менш, ніж за 2 місяці до вступу Росії у світову війну [104].

У 2014 р. виповнилося 100 років з дня завершення засадничих розробок цього першого в Росії проекту підводного залізничного тунелю, перерваних раптовим початком Першої світової війни. Умови будівництва тунелю були складними: глибина річки в різні пори року мінялася від 2 до 6 м; русло підстилав пісок з домішкою мулу на глибині 20 м до контакту з материковою глиною. Передвоєнний період, використати який стратеги часу Російської імперії запізнилися, охарактеризувався прийняттям варіанту траси одноколійного тунелю з ухилами до 10 ‰ при подвійній тязі паровозами. Тривожний стан того часу призвів до того, що «з економічних міркувань» облаштування двоколійного тунеля або його електрифікацію визнали невігідною справою.

Та все ж ескізний проект тунеля під Волгою у Нижньому Новгороді став чудовим інженерним творінням. Внаслідок невивченості проблеми було зроблено узагальнення зарубіжного досвіду, що мався, з ґрунтовним аналізом і конкретними рекомендаціями. Цю роботу виконав *26-річний*

*старший інженер М.С. Стрілецький*, згодом відомий вчений. Дана робота молодого інженера Стрілецького характеризувалася вивченням, узагальненням і аналізом попереднього досвіду проектування і будівництва аналогічних споруд і завершувалася не тільки проектами, а й науковими дослідженнями і публікаціями. Ці публікації показали великі здібності автора, його бажання до вдумливого аналізу, бажання зробити результати досліджень здобутком інших спеціалістів.

Безперечно, праця М.С. Стрілецького не пропала даремно. Його статті помітили і гідно оцінили. Вже у 1915 р. відомий вчений у сфері інженерно-будівельної справи, заслужений професор Московського вищого технічного училища М.М. Черепашинський запросив М.С. Стрілецького до свого училища на викладацьку роботу. На той час в Училищі інженерів-будівельників готували на механічному факультеті, а їх випуск займав друге місце серед випусків з інших спеціальностей [105, с. 59–60]. Про педагогічну діяльність в даному училищі протягом трьох років (1915–1918 рр.) ми надалі розповімо в окремому підрозділі. Загалом, педагогічну роботу Микола Станіславович поєднував із значною науково-дослідною та інженерною діяльністю.

В 1918 р. М.С. Стрілецький став професором. Йому присвоїли це звання за монографію «Розвідні мости», в якій він систематизував і класифікував ці споруди за кінематичними схемами і вперше застосував в розрахунках раціональні графічні методи, а також врахував облік сил інерції і ряд нових термінів для визначення осолівостей і роботи розвідних мостів. У цьому ж році у стінах МВТУ було організовано інженерно-будівельний факультет, на якому працювали такі талановиті вчені, як В.М. Образцов, О.О. Гвоздев, Б.М. Веденісов, П.О. Веліхов, І.М. Рабінович, Є.О. Патон, І.П. Прокоф'єв, П.К. Худяков, М.М. Філоненко-Бородич, а також архітектори Л.О. і В.О. Весніни, М.Д. Коллі, І.І. Рерберг. Ще раніше, у 1917 р. М.С. Стрілецький очолив кафедру мостів в Училищі (згодом МВТУ імені Баумана),

паралельно викладав в Московському інституті інженерів шляхів сполучення (МІІШС). В цьому Інституті його колегами були: В.М. Образцов, Б.М. Веденісов, П.А. Веліхов, І.П. Прокоф'єв та Л.Д. Проскураков [Додаток Д]. Ціла плеяда відомих усьому світові мостовиків. Співпраця з переліченими інженерними талантами формувала наукову і технічну грамотність М.С. Стрілецького.

У цьому ж 1918 р. Микола Станіславович завершив працю над своєю монографією «Розвідні мости: Основи проектування і розрахунку», значно розширену, перероблену і доповнену. Після її публікації він бажав подати її в якості дисертації на вчену ступінь ад'юнкта, але монографія вийшла друком тільки у 1923 році [106].

## **2.2 Період дослідження і проектування мостів**

Громадянська війна завдала дуже великої шкоди. Тільки на залізницях було зруйновао 4300 мостів, загальною довжиною понад 90 км. Власне через це вже у 1918 р. було створено Експериментальний інститут шляхів сполучення. Затвердила його колегія Наркомату шляхів сполучення молоді радянської країни у квітні 1918 року. У «Положенні» про цей інститут вказувалося, що він створюється для «науково-дослідного вивчення транспортної справи; вирішення питань, які зумовлені технікою експлуатації шляхів сполучення, і поширення результатів цього вивчення якомога ширше» [107, с. 3]. Зусилля цього Інституту зосередилися на проведенні випробувань залізничної техніки і споруд з метою покращення їх конструкцій. До роботи в цьому Інституті залучалися відомі вчені: М.Є. Жуковський, С.О. Чаплигін, В.М. Образцов та ін. Допитливий розум і здібності до глибокого аналізу визначили творчий шлях М.С. Стрілецького. Він став одним з ініціаторів організації науково-дослідної роботи з мостобудування в даному Інституті.

Відділ колії в цьому Інституті очолив професор К.Ю. Цеглинський. У

складанні програми досліджень даного Відділу взяли участь видатні спеціалісти цього часу П.О. Веліхов, В.К. Дмоховський, І.П. Прокоф'єв, Л.Д. Проскуряков. М.С. Стрілецькому в цьому відділі було доручено керівництво VII і VIII секціями. На VII секцію згідно програми покладалися «дослідження мостових споруд на місцях, підготовка кадрів для цих досліджень, удосконалення методів і приладів, тривале спостереження за станом мостів та опор мостів». VIII секція займалася виробленням методів розрахунку і теоретичних досліджень роботи інженерних конструкцій.

Цікава деталь. Одночасно з Експериментальним інститутом у 1918 р. було організовано Вищу технічну раду Народного Комісаріату Шляхів сполучення (НКШС). До її складу теж увійшли відомі вчені-залізничники, головою було затверджено М.Л. Щукіна. Але вже у наступному, 1919 р. було визнано за необхідність об'єднати Вищу технічну раду з Експериментальним інститутом в одну організацію – Технічний комітет НКШС. Одним з найголовніших завдань даного комітету було «відновлення транспорту з метою задоволення основних потреб країни і населення». У складі Технічного комітету для дослідження експлуатації мостів і вирішення питання відновлення та експлуатації транспортних споруд було створено *Відділ інженерних досліджень*, який очолив М.С. Стрілецький.

Микола Станіславович чітко розумів, що в цей час перед ним і його співробітниками постали завдання відновлення зруйнованого під час першої світової і громадянської війн мостового господарства, а також необхідності побудови нових мостових переходів. І що вирішувати ці завдання доведеться в умовах зруйнованої економіки країни і нестачі будівельних матеріалів, особливо металу. А для цього, в першу чергу, слід розробити нормативні документи, які забезпечать проектування мостових конструкцій з мінімальною затратою матеріалу і максимальним обліком їх роботи під навантаженням. Ось чому М.С. Стрілецький активно почав розвивати експериментально-теоретичні дослідження мостових конструкцій. Він чітко

усвідомлював, що це дозволило б отримати чітку уяву про роботу як в цілому конструкцій, так і окремих їх елементів під дією статичних і динамічних навантажень. Микола Станіславович з цього приводу так казав: «Міст перестав для нас бути мертвою спорудою, а став живим організмом – капризним, хворим, змінним у часі. Ми якби перетворилися з інженерів на медиків. З'явилася «мостова медицина». Для її розвитку, як усякої медицини, необхідний досвід і досвід, необхідний масовий колективний досвід – одна людина тут безсила... Спочатку ми були медиками XV століття. Є в Дрездені картина «Вскрытие тела в Болонском университете». Я її дуже люблю. Стоять темні фігури і дивляться на те, чого не знають, усі з цікавістю, і усі по-різному, один із своєю думкою, другий уважно, але усі зі своїми гіпотезами. І ми – такі ж фігури, і дивимось на те, чого не знаємо. Але ми не маємо права повторяти історію старшої сестри нашої науки – медицини. Століття її розвитку ми повинні перетворити на роки. Для цього ми маємо теорію. Для цього ми повинні мати єдиний експериментальний метод» [108, с. 108].

У 1919 р. М.С. Стрілецький зумів залучити до свого відділу групу талановитих молодих інженерів, які згодом стали відомими вченими у сфері будівельної механіки, мостобудування, будівельних конструкцій і зварювання. В цьому ж році Відділ інженерних досліджень створив у Москві мостовипробувальну станцію, яку очолив С.О. Ільєсевич. Дана станція розпочала експериментальне дослідження мостів, в ході яких створювалися і удосконалювалися методики досліджень, прилади для випробувань і обробітку результатів спостережень. У 1921 р. подібна мостовипробувальна станція була створена в Києві і очолив її Є.О. Патон, а в 1923 р. і в Ленінграді (керівник М.М. Беляєв). Роботу усіх трьох мостовипробувальних станцій спрямовував Відділ інженерних досліджень, очолюваний М.С. Стрілецьким.

В основу дослідження сталевих мостів було покладено

експериментальний напрямок. М.С. Стрілецький вважав, що аналітичні традиції минулого, доповнені експериментальними методами, зробили їх науковими. Експериментальні дослідження в значній мірі були продиктовані необхідністю експлуатації слабких мостів, тільки-що відновлених після громадянської війни. А це і визначило особливе відношення дослідників до них. Експериментальні дослідження мостів дали багато нового. Наприклад, була доведена неефективність вільного опирання поперечних балок на пояси головних ферм – так звана «вільна проїзна частина», у свій час запропонована і впроваджена в практику мостобудування М.А. Белелюбським.

Експериментальному вивченню мостів піддалися дві головні проблеми: 1) динамічна робота мостової конструкції як перетворення отриманих нею динамічних імпульсів тимчасового навантаження; чітке розмежування динамічних впливів навантаження і динамічної роботи мосту; 2) статична робота прогонових споруд в основному як просторових мостових брусів і взаємозв'язку їх частин [109]. Експериментальні роботи поєднувалися з теоретичними, піддавалися всебічному, часто колективному аналізу і обговоренню. Достатньо зазначити, що за 12 років роботи у сфері випробовування мостів побачили світ 30 збірників праць НТК НКШС. У цих збірниках М.С. Стрілецький опублікував понад 20 робіт, в яких особливе значення мали дослідження роботи мостових конструкцій під поїздним навантаженням.

В цей час М.С. Стрілецький особливу увагу приділяв визначенню оптимальної конструкції прогонових споруд мостів. Він, фактично, продовжував давно встановлену традицію – вивчення ваги мосту як одного з основних «аргументів» його оптимальної форми (це в основному його наукові праці та праці В.К. Качуріна). Поряд з цим створювалися нові конструкції ферм із попередньо заданими властивостями.

Цей другий напрямок М.С. Стрілецький назвав *«синтетичним підходом»*

до конструктивної форми». Найбільш чітко це проявилось у створенні учнем Стрілецького І.М. Рабіновичем теорії вантових ферм. Цю теорію розвинули і конструктивно оформили у свої працях М.С. Стрілецький та Є.І. Крильцов. Успішно застосовувалася дана теорія у будівництві аркових мостів з труб, заповнених бетоном, у спеціальних типах зварних мостів тощо. І все ж тоді цей напрям не отримав значного розвитку: зростання потреб у залізничних мостах витсунуло на перший план оцінку їх конструкції за *технологічними ознаками*. Це різко змінило конструкторські традиції старої вітчизняної мостобудівної школи, яка базувалася на кустарних методах виготовлення мостових конструкцій і започаткували вже традиції радянської доби – *індустріальне мостобудування*. Особливо це проявилось в роботі Мостового бюро НКШС.

М.С. Стрілецький особливу увагу приділяв дослідженням динамічної роботи мостових конструкцій. В цих працях він обґрунтував вплив конструктивного фактору на динамічну роботу мостів, встановив закони коливань мостових конструкцій та їх затухань, вплив стану споруди на роботу мосту. Як зазначав академік Г.О. Ніколаєв, однією з основних наукових проблем, які вирішував М.С. Стрілецький у 20-30-х роках ХХ ст. було встановлення кореляції між законами вільних коливань прогонових споруд і станом їх з'єднань, на той час клепаних [Додаток Е].

Заступником М.С. Стрілецького, його «правою рукою», був І.М. Рабінович. Він здійснював теоретичні дослідження і очолював обробку експериментальних даних, отриманих під час випробувань мосту. У 1947 р. М.С. Стрілецький узагальнив всю роботу з експериментальних досліджень мостів, виконану ще у 20-30-х роках ХХ ст. і дійшов таких висновків:

– динамічні дослідження здійснювалися статистичним методом – шляхом організації спеціальних експедицій для вивчення динамічної роботи залізничних і автогужових мостів під різними видами навантажень. Ці дослідження з'ясували низку допоміжних законів і коефіцієнтів, які



характеризують динамічну роботу мостів (це праці І.М. Рабіновича, С.О. Ільясевича, Є.Є. Гібшмана);

– в колишньому СРСР раніше, ніж за кордоном, було поставлене питання про експериментальне вивчення затухаючих коливань мостової конструкції як основного фактору динамічної роботи конструкції і характеристики загального стану мосту. Для цього здійснювалися спеціальні дослідження (праці І.М. Рабіновича, С.О. Ільясевича, Г.О. Ніколаєва);

– в результаті експериментальних досліджень мостів було накопичено багато матеріалу з розподілу напруг в елементах ферм і встановлені закони конструктивних поправок. Ці закони все більше і більше уточнювалися з точки зору їх залежностей від роботи сусідніх елементів конструкцій – проїзної частини і зв'язків (праці Г.К. Євграфова, М.М. Максимова, М.Б. Ляліна). Своє завершення ці дослідження отримали у 1931 р. в капітальній монографії професора Є.О. Патона та його учнів «Дослідний міст Київського бюро ЦІС НКШС» [110].

До робіт, які здійснював М.С. Стрілецький, тісно примикала розробка проблеми додаткових напруг у вузлах мостових ферм. Вичерпне рішення ця проблема отримала у 1930 р. в наступній фундаментальній праці Є.О. Патона – «Додаткові напруги мостових ферм» [111].

В цьому періоді наукової діяльності особливо яскраво проявилися творчі здібності М.С. Стрілецького як вченого. Він зумів створити колектив однодумців. Завдяки цьому експериментально-теоретичні дослідження мостових конструкцій отримали небувалий раніше розмах. Дослідження під керівництвом М.С. Стрілецького протягом 12 років дали такий багатий дослідний матеріал, який було піддано глибокому аналізу і узагальненню. На основі цих досліджень з під пера вийшли солідні наукові праці про мостові конструкції, що функціонували в різних умовах. Фактично М.С. Стрілецький зумів створити так звану школу експериментальних досліджень конструкцій, до якої увійшли: І.М. Рабінович, Ю.О. Нілендер, М.М.

Максимов, С.О. Ільясевич, Г.О. Ніколаєв, Є.Є. Гібшман, С.О. Бернштейн, К.К. Якобсон та ін.

За період з 1920 по 1930 рр. М.С. Стрілецький опублікував понад 20 наукових праць, присвячених мостобудівній тематиці [Додаток Ж]. Слід відзначити такі його фундаментальні праці: «Робота металевих мостів під тимчасовим навантаженням» (1923) [112], «До питання про природу динамічного коефіцієнта і додаткових напруг» (1925) [113], «До питання про втомлюваність у мостах» (1925) [114], «Про методику динамічних досліджень мостів» (1927) [115], «Значення динамічних досліджень мостів під звичайну дорогу» (1929) [116], «До питання про роботу заклепочних з'єднань» (1930) [117].

М.С. Стрілецький постійно стежив за розвитком мостобудування в інших країнах і тому за допомогою журналу «Техника и экономика путей сообщения» знайомив науковий світ з особливостями мостобудування. Коли в 1925 р. відзначалося 100-річчя побудови в Англії Дж. Стефенсоном першої залізниці Стоктон – Дарлінгтон, Микола Станіславович опублікував цікавий нарис-огляд «Залізничний міст за сто років», в якому розглянув основні етапи світового і вітчизняного мостобудування [1925] [118].

М.С. Стрілецький як міг знайомив іноземних спеціалістів з розвитком вітчизняного мостобудування. Так, у 1924 р. він брав участь в роботі залізничного з'їзду в Берліні. З'їзд організувала Спілка німецьких інженерів і управління залізниць Німеччини. Як відзначав сам Микола Станіславович – «неочікувано для організаторів з'їзд перетворився на неофіційний залізничний конгрес». На нього з'їхалося біля 3500 інженерів з усіх європейських країн. На цьому з'їзді М.С. Стрілецький зробив доповідь про постановку і результати досліджень мостів в СРСР.

Через чотири роки, у 1928 р., він виступив в якості генерального доповідача з динаміки мостів на Міжнародному конгресі у Відні. У своїй доповіді він висвітлив усі питання, які стосувалися динамічної роботи

мостової конструкції під дією рухових навантажень. Доповідь викликала особливий інтерес і була оцінена як така, що має важливе значення у вивченні справжнього характеру роботи мостових конструкцій. Під час обговорення доповіді учасники Конгресу підкреслювали велику глибину і масштабність експериментальних досліджень мостів у Радянському Союзі. У тому ж 1928 р. за редакції М.С. Стрілецького було випущено у світ спеціальний збірник праць НТК НКШС німецькою мовою. У даному збірнику поряд із статтею Миколи Станіславовича були опубліковані статті І.М. Рабіновича, Є.Є. Гібшмана, Г.О. Ніколаєва, С.О. Бернштейна, М.М. Беляєва, Є.О. Патона, С.О. Ільєсевича.

М.С. Стрілецький був активним пропагандистом науково-технічних знань. Так, після створення у 1918 р. Експериментального інституту він разом В.М. Образцовим, П.О. Веліховим, М.Т. Митюшкіним, В.К. Дмоховським та ін. виступив з циклом систематичних лекцій за трьома темами: «Як проектують і будують мости», «Мости Західної Європи», «Підводні тунелі». Лекції читалися увечері і до того ж безкоштовно. На ці лекції приходили усі бажаючі [119, С. 30]. Власне з 1918 р. М.С. Стрілецький паралельно із проблемами мостобудування розпочав окремий напрямок своїх досліджень – проектування мостових споруд. І ось чому.

Взимку 1919 р. інженери-мостобудівники були сильно стурбовані станом декотрих мостів через Москва-ріку. Було оголошено конкурс на ескізні проекти Великого Камінного, Великого Краснохолмського і Кримського мостів, які були побудовані ще у другій половині ХІХ ст. і вимагали «рішучої перебудови». Обговорення відбувалися у неоплуканих і слабо освітлених кімнатах, однак у них брали участь не тільки відомі мостовики, а й архітектори, художники – академіки архітектури І.В. Жолтовський і О.В. Щусев, художник О.М. Васнецов. Вже у червні 1920 р. було оголошено всеросійський конкурс на створення ескізних проектів усіх трьох мостів. В закритому конкурсі брали участь відомі спеціалісти –

мостовики і архітектори, а паралельно було оголошено відкритий конкурс для усіх бажаючих. До складу журі Московська рада запросила П.О. Веліхова, В.М. Кобилкіна, Є.О. Патона, О.М. Васнецова та ін. У лютому 1921 р. почався розгляд конкурсних проектів.

М.С. Стрілецький розробив проекти однопрогонових висячих мостів: Великого Краснохолмського – прогоном 152,5 м і Кримського – прогоном 129,2 м. Розглянувши його проект Великого Краснохолмського мосту журі відзначило: «Запропоноване рішення – сміливе і красиве і дає повний простір судноплавству. Воно охоплює низку інтересних технічних деталей і в розрахунковій, і в конструктивній частинах і, без сумніву, виявляє високу ерудицію автора». Розглянувши усі проекти Кримського мосту, журі після таємного голосування одноголосно прийняло таке рішення: «присудити премію проекту професора М.С. Стрілецького, який зробив сміливе, красиве, відкрите, зовнішньо витончене і таке, що відповідає вимогам благоустрою та інтересам судноплавства рішення» [Цит. за М.О. Зензіновим, 1984. С. 13]. Журі відзначило винятково ґрунтовний розрахунок конструкцій, продуману мотивацію усього рішення і ряд цікавих конструктивних знахідок. Враховуючи відкритий характер місцевості, великий рух на річці Москва і достатню надійність проекту, журі визнало за можливе в інтересах благоустрою міста і судноплавства віддати перевагу однопрогоновому рішенню, запропонованому М.С. Стрілецьким. Тому одноголосно рекомендувало його проект до виконання. Однак, на жаль в той час даний проект не був реалізований.

Премії також отримали: за проект Камінного мосту – І.В. Жолтовський та інженер П.В. Щусев. Цей проект також не було реалізовано.

Підводячи підсумки конкурсу, П.О. Веліхов писав: «...Результати конкурсу заслуговують уваги не тільки на всесоюзному, а й на європейському масштабах, бо ми рішуче можемо... стверджувати, що гарячо любимо мостову справу, яка в нашій країні стоїть дуже високо і

давно вже народила і має «власних Платонів і швидких розумом Невтонів», які з успіхом можуть виступити на будь-якому міжнародному технічному змаганні» [Там само, с. 11].

На початку 20-х років молода радянська країна мала великі труднощі з металом. Для негайного відновлення зруйнованих мостів НТК НКШС організував проектування дерев'яних прогонових споруд. М.С. Стрілецькому була запропонована експертиза поданих проектів.

Початок 30-х років ХХ ст. – це час широкої індустріалізації колишнього СРСР. В цей час розпочалося спорудження великих заводів і фабрик, шахт, електростанцій, шосейних доріг і залізниць. Власне в цей час на перший план наукової роботи висунулися *питання створення металевих конструкцій для промислового будівництва та мостів*. В цей час Микола Станіславович розпочав дослідження нових ідей і можливостей у сфері металевих конструкцій промислового призначення, розробляє нові методи розрахунку цих конструкцій. З під його пера виходять у світ праці такого плану: «Нові ідеї і можливості в металевих промислових конструкціях» (1934) [120], «Нова методика розрахунку конструкцій» (1936) [121], «Нові єдині норми з проектування металевих конструкцій (1936) [122] та ін.

М.С. Стрілецький в цей час опублікував понад 15 наукових праць, які були присвячені проблемі коефіцієнту запасу, напруг, що допускалися і руйнуванню споруди. Вчений заклав основи аналітичного і чіткого підходу до цих важливих проблем інженерної справи. Микола Станіславович теоретично обґрунтував безпеку і доцільність значного підвищення допускових напруг в металевих конструкціях [Додаток К]. Під його керівництвом в СРСР, вперше в світі, був створений *метод розрахунку мостів за граничними станами*. Крім того, вчений дослідив граничний стан ферм які піддаються дії циклічного навантаження, і створив теорію визначення коефіцієнта запасу на основі теорії вірогідності. Цим він набагато випередив своїх зарубіжних колег. Метод розрахунку за

граничними станами отримав широке застосування як в колишньому СРСР, так і за кордоном. Цій проблемі присвячені наукові праці М.С. Стрілецького, опубліковані переважно у післявоєнному періоді: «Принципові основи методики розрахунку за граничними станами» (1949) [123], «Проблема міцності у світлі принципів методики розрахунку споруд за граничними станами» (1954) [124].

Однак, М.С. Стрілецький пішов далі. Винятково важливе значення мала постановка М.С. Стрілецьким питання про застосування в металевих мостах сталей підвищеної якості. У своїх статтях М.С. Стрілецький глибоко висвітлював значення цієї проблеми для країни. Назвемо тільки деякі з них: «Основне завдання сьогодення для російського мостобудування» (1927) [125], «Про застосування підвищеної сталі в мостобудуванні» (1927) [126], «Кремністі сталі в СРСР і за кордоном» (1928) [127]. У 1927 р. за ініціативи М.С. Стрілецького було здійснено випробування виготовленої ще у 1909 р. залізничної прогонової споруди довжиною 33,2 м із суднобудівної сталі, яка не була допущена Міністерством шляхів сполучення до встановлення на мосту і усі ці роки (з 1909 по 1927 рр.) зберігалась на Коломенському паровозобудівному заводі. Експериментальні статичні і динамічні дослідження під навантаженням показали його задовільні якості.

Інші випадки з діяльності М.С. Стрілецького у сфері мостобудування. Так, у 1927 р. під керівництвом М.С. Стрілецького були розроблені проекти залізничних мостів через річку Ципу на Закавказькій залізниці, через річки Нонні і Сунгарі на Китайсько-Східній залізниці, а також чудові аркові мости через Новий і Старий Дніпро у Запоріжжі під час будівництва Дніпровської ГЕС. Останній мав прогін 224 м – у ті роки найбільший у Європі. Ці мости підтвердили переваги прогонових споруд з низьколегованих сталей підвищеної якості. При будівництві запорізьких мостів успішно застосовували блочний монтаж прогонових споруд з укрупнених елементів. Вага монтажних блоків сягнула 24 т, що за свідченням М.С. Стрілецького,

було «однією з основних причин дуже швидкого збирання цих мостів». Вона виконувалася з рекордною продуктивністю – 238 т за зміну (зазвичай 6–10 т за зміну).

М.С. Стрілецький прославився написанням монографії «Закони зміни ваги металевих мостів» (1926) [128]. У ній він вперше на основі аналізу вагових показників багатьох прогонових споруд встановив закономірності, які зв'язували вагу прогонових споруд і їх частин з величиною прогону, а також з руховим навантаженням і матеріалом (допускові напруження), і отримані інваріантні вагові характеристики, які залежать тільки від конструкції і систему мосту. Це дозволило дати рекомендації про обрання оптимальних схем прогонових споруд і співвідношень їх розмірів за мінімальної ваги.

У 1930 р. побачила світ наукова праця М.С. Стрілецького «Проблеми вантових мостів в СРСР» [129]. Ця робота започаткувала спорудження таких мостів в країні.

Не можливо обминути увагою і таку негарну сторінку в житті М.С. Стрілецького. Справа в тому, що ще в кінці 20-х років ХХ ст. розгорнулася широка дискусія стосовно використання старих мостів. Почавшись у середині НТК, вона швидко вийшла на арену громадського обговорення, а відтак перейшла на засідання колегії НКШС. У цій дискусії брали участь видатні спеціалісти мостової справи. У ході дискусії група молодих спеціалістів (М.Б. Лялін, М.М. Колоколов та ін.), які працювали у мостовому бюро при центральному управлінні залізниць, очолюваного М.Ф. Косорізом, поставила питання про необхідність перегляду допускових напруг для старих мостів в сторону їх значного збільшення. Спеціалісти НТК НКШС, очолювані М.С. Стрілецьким, займали більш обережну позицію, наполягали на встановленні диференційних норм в залежності від строків служби мостів, типу використовуваного в них металу (зварне або лите залізо, умов експлуатації).

М.О. Зензінов так пише про завершення даного диспуту: «Дискусія завершилася прийняттям нових, підвищених норм допускових напруг для старих мостів, але з урахуванням детального індивідуального обстеження і перерозрахунку кожного мосту. Усі мости були розділені на три групи: які підпадали безумовній заміні з визначенням її приблизного строку; здатні до роботи після ремонту і підсилення; зазвичай здатні мости. У зв'язку з підсумками дискусії у 1930 р. М.С. Стрілецький призупинив свою роботу в НТК НКШС та в Московському інституті інженерів транспорту (МІТі). Звичайно М.С. Стрілецький ніколи не поривав зв'язків з мостобудуванням, але його діяльність у цій сфері обмежувалася переважно експертизою москворецьких мостів.

У 1930 р. фактично завершується плідна діяльність М.С. Стрілецького у сфері мостобудування. Його наукова і практична праця була високо оцінена науковою громадськістю, і це призвело до того, що в 1931 р. його обрали членом-кореспондентом Академії наук СРСР.

У 1930 р. на основі інженерно-будівельного факультету МВТУ було створено Вище інженерно-будівельне училище, яке у 1932 р. увійшло до складу Воєнно-інженерної академії ім. В.В. Куйбишева, яка переїхала з Ленінграду до Москви. Протягом п'яти років (1930–1935) М.С. Стрілецький очолював в Академії кафедру мостів і переправ. В цей час вчений-інженер опрацював курс мостів і переправ у відповідності з новими вимогами сучасності. Разом з цим він започаткував формування на кафедрі чудового колективу військових мостовиків (С.О. Ільясевич, Б.М. Корчемкін, В.О. Ключаров та ін.). Микола Станіславович багато зробив для того, щоб колектив кафедри приєднався до так званої радянської школи металобудівництва, до експериментальних і теоретичних досліджень мостових конструкцій [130, с. 121].

Паралельно з кафедрою мостів і переправ, М.С. Стрілецький у Воєнно-інженерній Академії ім. В.В. Куйбишева з 1932 р. очолював кафедру



металевих конструкцій. І не поривав зв'язків з мостобудуванням. Результати діяльності цієї кафедри були грандіозні. Мало того, що колектив кафедри виконував свої прямі обов'язки – навчати студентів, на кафедрі розробили низку проектів мостів. Так, проект однопрогонового зварного мосту «Дворец Советов», розроблений у 1932 р. започаткував цілу епопею проектування однопрогонових москворецьких мостів і завершився спорудженням чотирьох металевих аркових і одного висячого (Кримського) мостів.

У 1935 р. М.С. Стрілецького призначають директором Центрального науково-дослідного інститут шляхів сполучення. Він передав кафедру своєму учневі С.О. Ільясевичу, під керівництвом якого цей колектив декілька десятиріч займав провідне місце у військовому мостобудуванні.

Завершуючи підрозділ про участь М.С. Стрілецького у мостобудуванні, в основному залізничному мостобудуванні, слід зазначити, що і в наступних десятиріччях і аж до смерті М.С. Стрілецький не полишав мостобудування, а був його активним учасником. Так, він підтримав висунуту в кінці 30-х років М.М. Тихоновим та В.В. Орловим ідею модульних (стандартних) металевих прогонових споруд і сприяв її реалізації в «Проектстальконструкції» видатним інженером Г.Л. Поповим. В результаті цього заходу більшість зруйнованих другою світовою війною мостів було в короткі строки відновлено. За консультації і допомоги М.С. Стрілецького інженерна творчість Г.Д. Попова склала цілу епоху в розвиткові радянського автодорожного металевого мостобудування. М.С. Стрілецький використовував різні комбіновані системи, сталезалізобетону, а також принцип суміщення функцій, регулювання і попереднього суміщення. За участі М.С. Стрілецького в цей післявоєнний час радянськими інженерами-мостобудівниками були створені висячі та вантові мостові конструкції.

### **2.3 Участь М.С. Стрілецького у створенні металевих конструкцій для промислового будівництва**

Біограф М.С. Стрілецького В.М. Зензінов так писав у своїй брошурі: «Перший п'ятирічний план розвитку народного господарства СРСР (1928–1932 рр.), спрямований на індустріалізацію країни, передбачав грандіозну програму соціалістичного будівництва. Розпочалося спорудження великих заводів і фабрик, шахт і електростанцій, шосейних доріг і залізниць. Це вимагало корінної зміни організації і методів будівництва. Перед будівельною наукою постали нові завдання. Важливим організаційним кроком у її перебудові стало створення у 1927 р. Державного інституту споруд (ДІС). Його завданнями стали розробка і дослідження конструктивних форм, питань організації будівництва і удосконалення методів наукових досліджень. Одним з організаторів ДІСу став М.С. Стрілецький, який утвердив в цій організації експериментально-аналітичний метод досліджень, який зародився під його керівництвом ще в НТК НКШС» [Там само, с. 19] [Додаток К].

Таким чином, починаючи з 1930 р., у відповідності із завданнями індустріалізації країни на перший план наукової роботи висунулися питання створення металевих конструкцій для промислового будівництва. З цього приводу, вже після смерті вченого та інженера, буде написано: «Зростаючий з року в рік обсяг капітального будівництва в СРСР за обмежених ресурсів основних будівельних матеріалів (цементу і сталі) визначив головні завдання будівельної науки на тривалий період – вишукування раціональних конструктивних форм споруд і нових матеріалів. Невдовзі до них додалися завдання економії людських ресурсів і різкого скорочення строків будівництва» [131, с. 601].

У 1932 р. ДІС було перетворено на Центральний науково-дослідний інститут промислових споруд (ЦНДПС). У ДІСі та ЦНДПС М.С. Стрілецький працював з дня їх заснування до 1935 р. керівником лабораторії

металевих конструкцій.

З 1933 р. М.С. Стрілецький почав співпрацю ще з однією організацією – «Гінстальмостом». Ця проектна організація була створена ще до більшовицького перевороту у 1917 р. В.Г. Шуховим. М.С. Стрілецький відразу побачив творчий потенціал даної організації і вирішив створити добре взаємодіючий «трикутник»: Лабораторія металевих конструкцій ЦНІПС, яка займалася науковими дослідженнями металевих конструкцій; «Стальконструкція», яка здійснювала розробку конструктивних форм та кафедра металевих конструкцій Московського інституту будівельних досліджень, яка не тільки готувала кадри металобудівельників, а й одночасно брала участь в наукових і проектних роботах. Реалізація даної ідеї М.С. Стрілецького блискуче вдалася. «Трикутник» проіснував до відходу з життя М.С. Стрілецького і загалом відіграв безцінну роль в технічному прогресі металобудівництва як в колишньому СРСР, так і за кордоном. Микола Станіславович фактично визначав науково-технічну політику усіх трьох організацій, приймав рішення з усіх кардинальних питань металобудівництва [Додаток Л].

Основними напрямками наукової праці «трикутника» у 30-х роках ХХ ст. були: вишукування раціональних конструктивних рішень; індустріалізація і типізація; удосконалення сортаменту, покращення якості металу; підвищення надійності конструкцій при мінімальній затраті матеріалів. В даному контексті дуже важливими стали наукові праці М.С. Стрілецького: «До питання про оптимальні співвідношення промислових конструкцій» (1932) [132]; «Основні завдання зварювання металоконструкцій» (1932) [133]; «Основи законів ваги і економії металу в промислових конструкціях (1932) [134]; «Завдання теперішнього дня у зварюванні металевих промислових конструкцій» (1932) [135]. В даних працях М.С. Стрілецький встановив вагові закономірності, які існують в сталевих конструкціях промислових будівель, зробив аналіз оптимальних (з

вагової точки зору) співвідношень їх основних розмірів, накреслив шляхи їх удосконалення і підвищення економічності.

М.С. Стрілецький та його учні і послідовники поширили динамічні дослідження, вироблені раніше і які застосовувалися до мостових споруд на металеві конструкції промислових споруд. В результаті вперше були досліджені закони динамічного впливу ткацьких станків у приміщеннях (цехах) на перекриття (Ю.О. Нілендер) і кранових навантажень – на конструкції цехів (О.І. Кікін). На основі виконаних досліджень були змінені конструктивні форми цих будівель і споруд. Як зазначав М.С. Стрілецький у своїх працях, удосконалення конструктивних форм споруд йшло трьома шляхами:

а) експериментальні дослідження окремих елементів конструкцій швидко поширилося і на конструктивні комплекси (тут фундаментальними стали дослідження стосовно просторової роботи цеху на моделі, інші дослідження досліджували роботу цеху в натурі). Дані експериментальні дослідження обумовили впровадження зварювання в металеві будівельні конструкції. Експериментальне проектування сталевих конструкцій переслідувало мету – перевірку їх основних компоновочних принципів при створенні мартенівських і прокатних цехів. М.С. Стрілецьким були запропоновані для конструкцій промислових будівель так звані «закони ваги», впровадження зварювання і пов'язаний з цим перехід на конструкції з суцільною стінкою, новий комплексний підхід до проектування із врахуванням вимог економії сталі, зменшення трудоемності виготовлення конструкцій та їх швидкісного монтажу надали експериментальному проектуванню особливо важливого значення.

Велику увагу М.С.Стрілецький приділяв створенню економічних профілів і удосконалення сортаменту. За керівництва М.С. Стрілецького в ЦНДПСі у 1934–1937 рр. його учень М.П. Михайлов розробив сортамент для металобудівництва.

У 1935 р. М.С. Стрілецький за участю О.М. Генієва завершив роботу над капітальною працею «Основи металевих конструкцій» [136]. Ця праця планувалася як підручник для студентів, але стала монографією, яка характеризувала стан і шляхи розвитку металевих конструкцій і узагальнила результати великої кількості досліджень і розробок – весь вітчизняний і зарубіжний досвід металобудівництва. У ній наголошувалося, що основне у цьому металобудівництві повинно враховуватися – економія металу, скорочення трудоємкості і строків монтажу. Через кілька років дана праця перевидалася ще раз, але на цей раз вона складалася з трьох частин: «Основи металевих конструкцій» (1940) [137], «Конструкції промислових і цивільних споруд» (1940) [138] і «Металеві конструкції спеціальних споруд» (1944) [139].

Безперечно, ця капітальна праця стала видатним явищем в літературі з металевих конструкцій. Робота ця продовжувалась і далі. Разом із співробітниками М.С. Стрілецький у 1948 р. переробив дану монографію на підручник «Сталеві конструкції» (1948) [140], який ще два рази перевидавався (у 1952 та 1961 рр.) і був перекладений на сім мов світу.

М.С.Стрілецький в пошуках раціональних форм конструкцій заклав принципи максимального спрощення – індустріалізація будівництва вимагала відмови від виготовлення конструкцій на будівельних майданчиках і перенесення цього процесу на заводи. Тому конструкції повинні були задовільняти і вимогам технологічності. Ці завдання вирішувалися шляхом їх уніфікації і зменшення кількості деталей.

Теоретичні дослідження М.С. Стрілецького передбачали пошук раціональних схем промислових будівель – удосконалювались традиційні, розроблялися нові. В них враховувався перерозподіл зусиль в конструкціях завдяки пластичним деформаціям, краще використовувувалися механічні властивості металу при розтягу, ефект просторової напруги стану конструкції. В цей час М.С. Стрілецький глибоко проробляв також питання

розрахунку. У своїх наукових працях «Нова методика розрахунку конструкцій», «Розрахунок конструкцій у світлі розрахунку пластичних деформацій», «Нові єдині норми з проектування металевих конструкцій», які побачили світ у 1936 р., вчений та інженер зробив всебічний аналіз будівельних металевих конструкцій і прогноз конструктивної форми промислових споруд. За його ініціативи з'явилися нові конструкції пруткових і шпренгельних прогонів, підкранових балок, ригелів рам.

Своїми науковими працями М.С. Стрілецький показав, що регулювання зусиль у суцільних і наскрізних металевих конструкціях з допомогою затяжок із висомічної сталі не тільки економили метал, а й покращували експлуатаційні якості споруд. Дослідження конструкцій з основними елементами, які працювали на розтяг, дозволили удосконалити вантові системи (в тому числі з попередньою напругою), сіткові сідлоподібні покриття. Микола Станіславович довів, що виявилися ефективними і конструкції із сталі різних марок: в наскрізних конструкціях пояса робили з сталі підвищеної міцності, а стінки – із звичайної маловуглецевої сталі. Дослідження М.С. Стрілецького встановили, що в таких комбінованих балках пластичні деформації у стінках допустимі як при постійних, так і при змінних навантаженнях. Такі конструкції отримали застосування у будівництві. Впровадження зварних конструкцій сильно вплинуло на еволюцію їх форм. Зварювання під шаром флюсу (надійний спосіб з'єднання сталевих конструкцій) зменшила їх масу і трудоемність виготовлення.

Перехід у 30-х роках ХХ ст. на індустріальні методи виготовлення металевих конструкцій значно розширив сфери їх застосування. Цьому сприяли також типізація і стандартизація елементів промислових будівель. На основі стандартної сітки колон в кінці 30-х років були створені типові секції одноповерхових промислових споруд, які встановили типові параметри будівель та їх підйомно-транспортного обладнання. На основі типових секцій були розроблені типові конструкції усіх елементів сталевих

каркасу промислових будівель, які отримали широке поширення. Зниженню трудоемності виготовлення сталевих конструкцій сприяла заміна звичайних будівельних ферм суцільними елементами – прокатними або зварними.

Під час другої світової війни М.С. Стрілецький вирішував важливі і складні завдання швидкого спорудження евакуйованих і нових підприємств на сході країни, відновлення зруйнованих народногосподарських комплексів, зокрема залізничних об'єктів при різко обмежених ресурсах і дуже стиснутих строках будівництва [Додаток М]. З конструктивної точки зору усі ці завдання зводилися до можливості спрощення конструктивної форми споруд – до збереження тільки безумовно необхідних її елементів. Ефективними виявилися принципи суміщення функцій і сумісне використання деяких матеріалів, тобто їх економії [141].

Максимальне спрощення конструкцій призвело до широкого використання великосортного прокату. Вивчення роботи конструкцій після їх руйнування і під час відновлення виявило закономірності їх міцності і можливість підвищення ступеню їх використання. У своїх працях «До питання про можливість підвищення допускових напружень» (1942) [142], «Про можливість підвищення допускових напруг при підвищенні постійних навантажень» (1943) [143], «До питання можливості підвищення допустимих навантажень в сталевих прогонових спорудах мостів» (1944) [144]. М.С. Стрілецький показав доцільність і безпеку значного підвищення допускових напруг сталевих конструкцій. Його пропозиції, підтверджені статистичним аналізом, були реалізовані – розрахунковий коефіцієнт запасу сталевих конструкцій, доведений до рекордно малого значення 1,36, увійшов до нормативних документів [145]. Це дозволило різко знизити витрату металу на сталеві конструкції і під час війни, і в наступні роки. В кінці війни М.С. Стрілецький опублікував низку робіт, присвячених відновленню зруйнованих споруд. Серед таких: «Найближчі завдання в галузі відновлення сталевих конструкцій» (1946) [146].

У післявоєнних роках сформована М.С. Стрілецьким школа металевих конструкцій і його «трикутник» науково-дослідних організацій під його керівництвом розвивалися успішно. Дуже тісними були його творчі зв'язки з «Проектстальконструкцією», керованою М.П. Мельниковим. Микола Станіславович постійно твердив: «У Стальконструкції» я консультую друзів і сам навчаюсь». В цей час у цій організації були створені унікальні і типові конструкції, постійно виникали і удосконалювалися нові напрямки металобудівництва. Над конструкціями цехів важкої промисловості успішно працювали учні Миколи Станіславовича. Так, його учень Г.Д. Попов, який успішно почав займатися конструкціями мостів, згодом переключився на будівництво промислових і цивільних споруд. Він створив підкраново-підстропільні ферми і ряд оригінальних легких великих прогонових покриттів. Цікавий напрямок – будівництво висотних і антенних конструкцій очолив О.Г. Соколов.

Дуже інтенсивно велися роботи з удосконалення металевих конструкцій в Московському інженерно-будівельному інституті імені В.В. Куйбишева під керівництвом М.С. Стрілецького. При кафедрі було організовано декілька дослідницьких лабораторій, зокрема «Лабораторія натурних досліджень металоконструкцій для промислового будівництва»

Таким чином, в течії багаторічної наукової, інженерної і педагогічної роботи М.С. Стрілецький створив радянську школу металобудівництва. Найбільш характерними рисами цієї школи були:

- поєднання теоретичних і експериментальних досліджень для виявлення реальної роботи конструкції під впливом різних навантажень;
- тісний зв'язок проектування конструкцій з технологією їх виготовлення і монтажу;
- застосування статистичних методів розрахунку конструкцій на міцність, тобто наближення розрахунку конструкції до їх реальної



роботи;

- оптимізація конструкцій шляхом розгляду багатьох варіантів можливих схем конструктивних форм (при мінімальній витраті металу, трудоемкості виготовлення конструкцій і вартості);
- правильне проектування розвитку металевих конструкцій.

Зензінов писав: «Не залежний від свого службового становища М.С. Стрілецький довгі роки фактично перебував на чолі великої школи вчених і інженерів стосовно дослідження і проектування мостів і металевих конструкцій. Це відбулося завдяки його великому таланту, різнобічній ерудиції, величезній і постійній працездатності і багатьом іншим якостям, про які розповідають його численні учні, які довгі роки працювали під його керівництвом, виняткова ерудиція, яка створювала навколо нього атмосферу справжньої людяності. Усі ці якості сприяли творчим вишукуванням, виховали уміння науково узагальнювати різні процеси і явища з актуальних проблем, розробляти прогнози про перспективи їх розвитку, підмічати і всебічно оцінювати нові тенденції в розвитку і вирішенні різних розрахунково-теоретичних і конструктивних питань на самому початку їх виникнення. Цьому також сприяло вміння знайти і згуртувати навколо себе талановитих працездатних учнів та інженерів практиків різних спеціальностей для комплексного підходу до проблем, постійне поєднання наукової, інженерної і педагогічної роботи» [147, с. 27–28].

#### **2.4 Педагогічна діяльність М.С. Стрілецького**

Талановитий вчений та інженер М.С. Стрілецький, який залишив після себе значні наукові праці й цілу плеяду учнів, представляє значний інтерес і для педагогічної науки [Додаток Н]. Однак, в центрі вивчення життя й діяльності вченого виявилася, в першу чергу, наукова спадщина в галузі будівельної механіки, а питання його педагогічної діяльності досі не стали

предметом спеціального розгляду. Як усі значні педагоги, Микола Станіславович залишив після себе не тільки наукові праці, а й головне – своїх учнів і послідовників. Останні, як правило, відтворюють для нас різноплановий образ духовно збагаченої людини, що володіє енциклопедичними знаннями.

Микола Станіславович розпочав свою педагогічну діяльність вже зрілою людиною – перші свої лекції з будівельної механіки прочитав у 1915 р. в Московському інженерному училищі. «Формулярний список» вченого свідчить, що вже до цього часу у нього склався цілісний погляд на навчальний предмет, а в наступні роки лише «відточувалися грані», доповнювалися нові дані, корегувалися підходи, удосконалювалася методика викладання [148].

Різноманітність педагогічних інтересів відобразилася на особистій бібліотеці М.С. Стрілецького. У нього вдома в «кабінеті» біля всіх стін стояли стелажі аж до стелі заповнені книгами вітчизняних і зарубіжних авторів. Це була унікальна бібліотека. При необхідності Микола Станіславович безпомилково виймав з полиці потрібну книгу. Він охоче давав свої книги молодим спеціалістам [149].

Методологічно грамотне складання навчальних матеріалів з використанням науково-педагогічних досягнень того часу говорить про його високу психолого-педагогічну ерудицію. Працюючи над лекцією для виступу в Московському інженерному училищі, М.С. Стрілецький звертався до спеціальної літератури. Так, наприклад, стосовно музеїв, вчений підкреслює абзац статті Ліхтварка (1914) «Музеї як освітні і виховні заклади»: «Якими б різними не були музеї за типами, завданнями і діяльністю, але всі їхні лекції і читання переслідують одну без винятку мету – виховання і освіта непосвячених. Він (музей) скромно присвячує себе служінню справи народної освіти і народної просвіти» [150].

Про гуманістичну спрямованість особистості М.С. Стрілецького свідчать його статті-спогади про визначних інженерів-педагогів: Л.Д. Проскурякова,

Ф.Л. Максименка, Г.П. Передерія, М.П. Петрова, В.Г. Шухова. Як уважний спостерігач, він іноді у своїх працях історико-біографічного характеру, фіксує негативні якості будь-кого з названих, однак тут же негайно називає масу і їхніх позитивних рис. Таке різнобічне бачення людей характерне для людини, яка високо цінує особистість, яка вміє розгледіти позитивні якості і оцінити їх більш високо, ніж усі недоліки, що є в ній. Визначний український педагог О.С. Макаренко називав це «підпорою на позитивне в людині» і запровадив цей феномен до теорії педагогіки як принцип виховання [151].

Через публікації вченого, через його спогади про видатних вчених, нарешті, через записані архівні листки, М.С. Стрілецький постає перед нами як людина з добре розвинутими педагогічними здібностями. Комунікативний – приємний і контактний, людина яка жваво цікавиться студентською роботою, добра, добродушна, доброзичлива людина – ось епітети, які можна застосовувати до особистості М.С. Стрілецького.

Про творчі здібності вченого свідчать його фундаментальні праці. Як особистість творча, він закликав до творчості інших. Приклад тому, праці вченого «Шляхи розвитку науково-дослідної роботи у будівництві» (1935) [152], «Про організацію науково-дослідної роботи у будівництві» (1935) [153], «Основні завдання науково-дослідної роботи у будівництві» (1946) [154]. Ці праці закликали до дослідження проблем будівельної механіки.

В Московському вищому технічному училищі, пізніше перетвореному на Вище інженерно-будівельне училище, а відтак у вузах Москви (Московського інституту інженерів шляхів сполучення, Московського будівельного інституту, Військово-інженерній академії) М.С. Стрілецький читав лекції студентам з різних напрямків будівельної науки, проводив практичні заняття в лабораторіях. Він в усьому допомагав студентам і тій молоді, яка вже закінчила інститут. Він власноруч влаштовував публічні лекції де тільки міг, і в Москві, Ленінграді, під час війни в Новосибірську. Через це вчений користувався незаперечним авторитетом у своїх колег, студентів та інженерів. Особливо цінували видатного вченого-інженера ті

дослідники, які тільки-тільки починали досліджувати металеві конструкції, про зростання яких як науковців він дуже турбувався. Згідно з пропозицією М.С. Стрілецького, були відкриті двері на засідання Новосибірського науково-технічного товариства для усіх студентів фізично-математичного і будівельного факультетів Сибірського будівельного інституту.

Окрім роботи в Механічній лабораторії до обов'язків М.С. Стрілецького входило також проведення практичних занять в лабораторії зі студентами різних курсів. Крім наукової роботи, співробітники Лабораторії, під керівництвом М.С. Стрілецького здійснювали наукові дослідження, які за тематикою відповідали вимогам фронту. Микола Станіславович активно займався питаннями льодових переправ, ставив експеримент на р. Обі, біля Кривошеково. Результати експерименту були опубліковані і використані. Штаб інженерних військ видав за результатами М.С. Стрілецького спеціальну інструкцію.

Тридцять сім років життя М.С. Стрілецького у Москві пройшли спокійно, це був дуже продуктивний період його творчої діяльності і педагогічної, зокрема. Він ознаменувався плідною реалізацією його педагогічних і наукових ідей. У ці роки закладався фундамент нових напрямків досліджень. В ці роки активно йшла розробка теоретичних основ формування наукового світогляду, базою якого виступає сучасна наукова картина будівельної механіки. Діяльність М.С. Стрілецького тісно співпадає із становленням наукової роботи в Новосибірську. Відразу після прибуття до цього міста він почав добиватися дозволу організувати Вчену раду, адже в Новосибірську в цей час перебували видатні вчені-будівельники і педагоги. Клопотання увінчалися успіхом, і єдина під час війни Вчена рада з будівельних питань була створена під головуванням М.С. Стрілецького.

Педагогічна діяльність М.С. Стрілецького почалася у 1915 році. Він став викладачем інженерно-будівельного факультету Московського вищого технічного училища (МВТУ імені М.Е. Баумана). Тут він педагогічну роботу

поєднував з великою науково-дослідною та інженерною діяльністю. Хронологія його педагогічних уподобань має такий вигляд.

У 1917 р. очолив кафедру мостів в Московському вищому технічному училищі, паралельно викладаючи в Московському інституті інженерів шляхів сполучення (МІШС).

У 1918 р., після видання монографії «Розвідні мости», у якій систематизував і класифікував ці споруди згідно кінематичних схем і вперше застосував у розрахунках раціональні графічні методи, а також облік сил інерції, М.С. Стрілецький отримав звання професора.

У 1925–1931 рр. М.С. Стрілецький працював над фундаментальною працею – «Курсом мостів». У підручнику розглядалася доцільність застосування на автомобільних дорогах і в гірських місцевостях висячих і вантових конструкцій.

У 1928 р. на Міжнародному конгресі у Відні він виступив з генеральною доповіддю з теми динаміки мостів під дією рухомих навантажень, яка отримала високу оцінку.

З 1930 по 1935 рр. М.С. Стрілецький очолював кафедру мостів у Військово-інженерній Академії. Згідно проектів М.С. Стрілецького у 1920–х роках було побудовано низку великих металевих залізничних мостів – через Оку, Волгу, Дніпро, канал імені Москви, в тому числі трьохарковий і одноарковий мости в Запоріжжі, які через острів Хортиця зв'язали Правобережжя Дніпра з Лівобережжям.

Окрім мостобудування М.С. Стрілецького захоплювали металеві конструкції промислового і громадянського будівництва. Ще у 1927 р. він став одним з організаторів Державного інституту споруд – ДІС, перетвореного у 1932 р. на Центральний науково-дослідний інститут сталевих конструкцій, де спочатку керував лабораторією, а в 1935–1936 рр. був директором.

У 1931 р. М.С. Стрілецького було обрано членом-кореспондентом АН СРСР.

У 30-х роках ХХ ст. М.С. Стрілецький створив так званий «трикутник розвитку металобудівництва», до якого увійшли Проектстальконструкція, відділення металокопструкцій Центрального науково-дослідного інституту сталевих копструкцій та відповідна кафедра Московського інженерно-будівельного інституту імені В.В. Куйбишева. 30 років М.С. Стрілецький незмінно здійснював творчу взаємодію цих трьох організацій. Його дітище – це регіональні творчі центри розвитку металокопструкцій в Новосибірську, Ленінграді, Макіївці, Новокузнецьку, Горькому, Воронежі та інших містах колишнього СРСР.

У 1932 р. М.С. Стрілецький очолив кафедру металокопструкцій Московського інженерно-будівельного інституту, де поглиблено займався питаннями їх розрахунку, в тому числі з урахуванням розвитку пластичних деформацій. У 1935 р. Разом з професором О.М. Генієвим він закінчив капітальну монографію «Основи металевих копструкцій», перетворену згодом на підручник «Металеві копструкції» (1948; перевиданий у 1952 та 1961 роках). Велику увагу приділяв М.С. Стрілецький і розробці копструктивних форм, які дозволяли застосувати передову технологію зварювання, а також можливості переходу у важких копструкціях на низьколеговані та термозміцнені і високоміцні сталі.

Найбільш великим науковим досягненням М.С. Стрілецького став створений під його керівництвом метод розрахунку будівельних копструкцій згідно граничним станам, в якому загальний коефіцієнт запасу розчленований на три коефіцієнти – однорідності, перевантаження та умов роботи. Були сформульовані також поняття граничних станів і нормативних та розрахункових навантажень, проведені дослідження пружно-пластичних властивостей металу, так копструкцій з нього, визначений допуск часткового пластичного деформування матеріалу, що дозволило на 6-12 % знизити його вагові показники. Удосконалення методів розрахунку (більш сувора оцінка роботи копструкції, в тому числі облік оптимізації на стадії підбирання перетинів) дало можливість Центральному науково-дослідному інституту

сталевих конструкцій імені Кучеренка разом з іншими організаціями у 1982 році розробити СНіП П-23-81, який забезпечував додаткову економію сталі у будівельних металоконструкціях.

Створений ним курс «Мости» (3 томи, 1926–1931 рр.) мав величезне значення для становлення мостобудівної дисципліни. Очоливши у 1932 р. кафедру «Металеві конструкції» у Московському інженерно-будівельному інституті ім. В.В. Куйбишева, Микола Станіславович приділив серйозну увагу дисциплінам кафедри (металеві конструкції, технологія зварювання, випробування споруд). Ним була пророблена велика робота по створенню капітального курсу металевих конструкцій, який вийшов у 1935–1944 рр. у 4-х книгах. Ця праця за глибиною змісту і різнобічністю питань є видатною як у вітчизняній, так і зарубіжній літературі про металеві конструкції. В подальшому Миколою Станіславовичем, разом з О.М. Генієвим, Є.І. Беленя, В.О. Балдіним і Є.М. Лессігом цей курс було перероблено на підручник, який тричі перевидавався (1948, 1952, 1961 рр.).

Курс М.С. Стрілецького «Основи будівельних конструкцій» був призначений для того, щоб сформувати уявлення студентів про їх майбутню професійну діяльність згідно основ проектування, зведення і експлуатації будівельних конструкцій, будівель і споруд у складі теми «Основи архітектури і будівельних конструкцій». Ця навчальна дисципліна мала на меті ознайомити студентів з класифікацією будівельних конструкцій і комплексом вимог, що пред'являються до них; дати знання про переваги і недоліки різних видів будівельних конструкцій і раціональні сфери їх застосування; освоїти основні поняття сучасних методів розрахунку і проектування, визначення навантажень на будівельні об'єкти і розрахункових опорів конструкційних матеріалів, а також дати поняття про перспективи розвитку будівельних конструкцій.

Курс «Основи будівельних конструкцій», як навчальна дисципліна в системі навчання сучасних фахівців спирається на знання і уміння, отримані студентами при освоєнні курсів «Вступ до спеціальності», фізики,

математики, аналітичної, теоретичної і технічної механіки, інженерної графіки і будівельних матеріалів. Курс відносився до математичного і технічного циклу навчального плану і був необхідним попередником предметів професійного циклу.

М.С. Стрілецький ставив такі вимоги до результатів освоєння дисципліни.

- здатність до самоорганізації і самоосвіти;
- здатність використати закони природничих наук в професійній діяльності;
- здатність виявляти природничо-наукову суть проблем, що виникають в ході професійної діяльності, притягати для їх вирішення відповідний фізико-математичний апарат;
- володіння основними законами формування зображень, побудови площини і простору, необхідними для виконання і читання креслень будівель, споруд і конструкцій, складання конструкторської документації і деталей;
- володіння основними методами, способами і засобами отримання, зберігання, переробки інформації, навичками роботи з комп'ютером як засобом управління інформацією з використанням комп'ютерних, інформаційних і мережевих технологій;
- знання нормативної бази у сфері інженерних досліджень, принципів проектування будівель, споруд;
- володіння сучасними технологіями проектування будівель і споруд відповідно до технічного завдання і використання розрахункових програм;
- знання науково-технічної інформації, вітчизняного і зарубіжного досвіду за профілем діяльності.

М.С. Стрілецький вважав, що в результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати: загальну класифікацію і функціональне призначення будівельних конструкцій; зміст основних нормативних документів; основи розрахунку по методу граничних станів, включаючи визначення навантажень, нормативних і розрахункових опорів конструкційних матеріалів;



вміти: обирати технічно здійсненні в конкретних умовах варіанти застосування конструкційних матеріалів і схем будівель і споруд, виконувати аналіз обґрунтованості їх інженерного рішення; здійснювати пошук, збір, зберігання і переробку інформації з використанням інформаційних технологій; аналізувати і узагальнювати результати пошуку інформації;

володіти: методами інноваційного проектування, способами і засобами порівняння різних конструктивних рішень будівельних об'єктів.

Розуміючи ситуацію, яка склалася у сфері будівельної механіки, М.С. Стрілецький, прагнучи до якомога більшого поширення знань про технічні конструкції між усіма верствами суспільства, не обмежувався читанням обов'язкових курсів і тому виступав з публічними загальнодоступними лекціями, науковими читаннями тощо. І тому після другої світової війни справжнього розмаху набула популяризація наукових знань серед населення. Фактично та сфера діяльності, яка була додатковою для співробітників вищих навчальних закладів, перетворилася в одне з основних завдань різних громадських установ.

Безперечно, прагнення передових вітчизняних учених до широкої пропаганди наукових знань було однією з найбільш важливих особливостей діяльності вчених того часу. Професори Московського інженерно-будівельного інституту вели активну пропаганду знань з технічних і математичних наук. Вони виступали з лекціями перед москвичами, видавали окремі науково-популярні праці. Публічні лекції користувалися особливою популярністю. Хто були ці популяризатори природничих знань? Чи відомі нам сьогодні хоча б прізвища цих просвітян? Кому зобов'язана сучасна популяризація наук своїми першими кроками на терені України? Відповідь на ці питання дають матеріали, які порізані в багатьох архівах, спогадах сучасників, біографічних нарисах та інших джерелах. Наше завдання сьогодні полягає в критичному осмисленні величезного фактичного матеріалу, що стосується популяризації науки в Україні. Це допоможе

підняти завісу часу, щоб побачити чудову плеяду українських майстрів лекторської красномовності.

У 1944 р. Він отримав звання «Заслужений діяч науки і техніки РРФСР».

У післявоєнні роки М.С. Стрілецький продовжував працювати у Московському інженерно-будівельному інституті і керував кафедрою металоконструкцій. Окрім викладацької діяльності він займався розробкою основ типізації транспортних і промислових споруд, вивченням процесів руйнування сталевих конструкцій, питаннями несучої здатності споруд в цілому [155].

Указом Президії Верховної Ради СРСР від 22 лютого 1966 року за видатні заслуги в розвитку інженерно-будівельної науки та підготовки наукових та інженерних кадрів Стрілецькому Миколі Станіславовичу було присвоєно звання Героя соціалістичної праці із врученням йому ордена Леніна і золотої медалі «Серп і Молот».

## **2.5 Громадська і організаційно-інженерна діяльність.**

### **Останні роки життя та діяльності М.С. Стрілецького.**

З 1936 р. професор М.С. Стрілецький і до кінця своїх років був консультантом центральної і провідної організації в СРСР з проектування металевих конструкцій – інституту Проектстальконструкція.

М.С. Стрілецький був одним з організаторів у 1927 р. Центрального науково-дослідного інституту промислових споруд (ЦНДПС), який відіграв величезну роль у вирішенні низки складних інженерних завдань грандіозного за своїми масштабами промислового будівництва в СРСР, керівником лабораторії металевих конструкцій, а відтак директором інституту (1933–1937 рр.).

У 1931 р. проф. М.С. Стрілецького було обрано членом-кореспондентом Академії наук СРСР. В цей період він основну увагу звернув на зближення інженерно-будівельної науки з теоретичними проблемами, які розроблялися

в Академії наук, і був заступником голови створеної з цією метою Комісії з інженерно-будівельних питань.

Інженерний внесок М.С. Стрілецького до скарбнички перемог радянського народу у Другій світовій війні та в післявоєнне будівництво слід поділити на три частини за часовим виміром: довоєнні оборонні споруди і укріплення, воєнна техніка і будівництво у прифронтових районах (1938–1940 рр.), інженерні роботи під вогнем противника в період військових дій (1941–1945 рр.) і післявоєнний період відновлення усього народного господарства (десятирічч після 1945 р.).

Про будівництво різних споруд, особливо будівництво залізничних мостів, ми вже казали. Тому спробуємо охарактеризувати здобутки М.С. Стрілецького для потреб фронту. Як свідчать архівні джерела, основна частина колективу викладачів Московського інженерно-будівельного інституту (МІСІ) у 1942 р. була евакуйована з Москви до Новосибірська [156]. Серед евакуйованих був і М.С. Стрілецький. Розмістивши кафедри Інституту і лабораторії у приміщеннях Новосибірського будівельного інституту, викладачів – переважно на приватні квартири, а нечисленних студентів і аспірантів – у гуртожитки, професори М.С. Стрілецький, Л.О. Сірко та інші зуміли налагодити як навчальну, так і науково-дослідну роботу. І хоча дві третини старшокурсників на початку 1942 р. були відправлені на будівництво Магнітогорського металургійного комбінату, власне завдяки енергії і підприємництву М.С. Стрілецького та Л.О. Сірка в Новосибірську почала функціонувати єдина на той час в країні спецрада для захисту дисертацій технічної спрямованості. Тематика наукових розробок була підпорядкована потребам фронту.

Вчена Рада Московського та Новосибірського будівельних інститутів зв'язалася з викладачами, студентами і службовцями блокадного Ленінградського будівельного інституту та за участю вчених евакуйованого до Новосибірська Дніпропетровського будівельного інституту було утворено Новосибірський комітет вчених для реалізації важливої програми «Наука на

допомогу фронту». До Президії цього Комітету від МІСІ увійшли професори М.С. Стрілецький та Л.Є. Сірко.

Коли більшість великих промислових підприємств було негайно евакуйовано з районів, окупованих німцями, постало питання про негайне залучення їх в Сибіру і на Далекому Сході, але вже з переорієнтацією на воєнну продукцію. Так, виникла потреба в консультації професора МІСІ М.С. Стрілецького на будівництві взимку 1942 р. алюмінієвого заводу в м. Сталінську (тепер район Новокузнецька), який зводили на базі евакуйованого Дніпропетровського алюмінієвого заводу.

Після закладки фундаментів з'явилися тріщини. М.С. Стрілецький з властивою йому ґрунтовністю професіонала дослідив технологію закладання фундаментів, виявив причину тріщин у фундаментах, бетонованих під час ранніх морозів, до того ж на слабких місцевих болотистих ґрунтах. Взяв на себе відповідальність, а в ті часи помилка зумовлювала гнів Сталіна і призводила до розстрілу, як і зрив строків. Микола Станіславович змінив технологію отримання бетону за рахунок іншого складу наповнювачів. Потім за цією зимовою технологією бетонування зводили і інші промислові об'єкти в Сибіру. Стосовно зимового бетонування було випущено низку монґографій, статей і книг, одним з авторів яких був М.С. Стрілецький.

Таких епізодів було десятки. 57-річний М.С. Стрілецький за першим покликом виїздив на місця. Працювати інколи доводилось круглодобово. Так було на будівництві металургійного Чусовського заводу, де М.С. Стрілецький впровадив новий спосіб бетонування фундаменту під домну великого обсягу – 1610 куб. м. Шість діб вкладали фундамент. І за небувало короткий строк на базі старого Чусовського заводу та евакуйованого з Маріуполя обладнання у грудні 1942 р. була пущена в експлуатацію нова доменна піч № 2-біс.

Спеціаліст в галузі будівництва спеціальних доріг і мостових переправ доцент евакуйованого до Новосибірська МІСІ Є.О. Ратнер при підтримці і консультації професора Н.С. Стрілецького, розробив за короткий строк нову

конструкцію підвісних канатних пристроїв, призначених для транспортування людей і вантажів через важкоподолані перешкоди в гірських умовах (глибокі ущелини, швидкі ріки). Гостроумна конструкція механізму характеризувалася простотою і могла приводитися в дію зусиллями одного або двох людей.

Вперше нова канатна підвісна дорога використовувалася нашими військами при форсуванні гірської гряди Карпат. Будівництвом керував професор М.С. Стрілецький. Пізніше ця канатна дорога отримала високу оцінку в інженерних частинах Радянської Армії і успішно застосовувалась не тільки під час боїв за Кавказ, а й в мирний час.

Таким чином, творча діяльність викладацького складу не призупинялася. Зусиллями фактичного керівника евакуйованого інституту чл.-кор АН СРСР, професора Н.С.Стрілецького розроблялися один за другим проекти військового будівництва і швидкого відновлення зруйнованих об'єктів.

Так, М.С. Стрілецьким був розроблений уніфіційований мостовий прогін – універсальний елемент для відновлення зруйнованих мостів, який забезпечував швидкісне збирання мосту практично в умовах передової. Цей конструктивний елемент, який дозволяв відновлювати авто- і залізничні мости прогоном до 45 м за допомогою одного стандартного комплексу, був відразу прийнятий на озброєння армії [157].

З настанням зими 1942 року на північних кордонах при збиранні металевих конструкцій на морозі виникла необхідність розробки принципово нової технології зварювальних робіт. Це завдання було вирішене під керівництвом проф. М.С. Стрілецького. Він одночасно розробляв технологію будівництва льодових доріг [158].

Консультації М.С. Стрілецького дали країні тони металу. Він разом з Л.О. Сірком у 1942–1943 рр. взяв на себе турботи щодо відновлення промислових будівель і споруд з металевих конструкцій, пошкоджених авіабомбами. Їхні кваліфіковані консультації забезпечили тисячі тонн

економії металу, що в умовах війни мало важливе стратегічне значення. Розробки М.С. Стрілецького дозволили значно скорочувати строки запровадження в експлуатацію ряду гідроспоруд і теплоцентралей [159].

Для ослабленою війною економіки країни розробки, спрямовані на здешевлення будівельних технологій, економію гостродефіцитних матеріалів заліза, бетону, деревини, були особливо своєчасними. Вони дозволяли в найкоротші строки при стопроцентних затратах вводити нові воєнні заводи і промислові об'єкти взамін зруйнованим і тим, що перебували на окупованих територіях країни. За півтора року перебування М.С. Стрілецького в Новосибірську ним і його колегами з МІСІ було забезпечено збереження тисяч тон металу і бетону, не кажучи вже про прямі витрати.

За вклад в розвиток оборонної промисловості МІСІ і група спеціалістів була нагороджені орденом Трудового Червоного Прапора (1945 р.). Серед них є прізвище М.С. Стрілецького.

Після Другої світової війни проф. М.С. Стрілецький був обраний членом-кореспондентом Академії наук СРСР. Паралельно з цим з 1950 по 1954 рр. М.С. Стрілецький був головою комісії з будівництва при Академії наук СРСР. У 1956 р. його обрали дійсним членом (академіком) Академії будівництва і архітектури СРСР.

В Академії наук СРСР проф. М.С. Стрілецький був членом секції наукових проблем транспорту і здійснював роботу з теоретичних питань класифікації і типізації споруд транспорту [160]. Цю роботу він продовжував в Інституті комплексних транспортних проблем АН СРСР. В Академії будівництва і архітектури СРС проф. М.С. Стрілецький був головою Секції металевих конструкцій та уніфікації методів розрахунку Центрального науково-дослідного інституту будівельних конструкцій і був куратором відповідної лабораторії, а також Головою Секції конструкцій Ради з координації наукових робіт [161].

За три десятиріччя безперервної роботи в Московському інженерно-будівельному інституті ім. В.В. Куйбишева проф. М.М. Стрілецький

спрямовував свою енергію на постановку в Інституті актуальних наукових досліджень, організацію видання праць Інституту, розвиток навчально-лабораторної бази, систематичне удосконалення методів викладання [162–163].

Очоливши кафедру «Металеві конструкції» в роки першої п'ятирічки, коли особливо відчувалася гостра потреба в кадрах проектування, М.С. Стрілецький очолив роботу з формування так званої радянської конструкторської школи, сформулював її основні принципи, які полягали у комплексності підходу до встановлення оптимальності конструктивної форми на базі економії матеріалів, мінімального використання праці на виготовлення і швидкісного монтажу конструкцій за повної гарантії надійності і капітальності споруд [164]. Як завжди, він успішно поєднував при цьому педагогічну роботу з науковою і виробничою, опираючись на творчцу ініціативу інженерної громадськості.

Підручник «Сталеві конструкції», а згодом «Металеві конструкції» для спеціальності «Промислове і громадянське будівництво», написаний Миколою Станіславовичем та його найближчими помічниками по кафедрі, декілька разів перевидавався, перекладений на сім мов світу і був основним підручником для студентів [165]. З 36 збірників наукових праць Московського інженерно-будівельного інституту 10 вийшли за редакції Миколи Станіславовича та за його творчої участі. Турбота про науковий ріст співробітників інституту, готовність завжди допомогти порадою і справою була добре знайомою усім знайомим, характерною рисою професора М.С. Стрілецького.

Виняткову увагу приділяв М.С. Стрілецький підготовці молодих наукових кадрів – роботі з аспірантами. На кафедрі проходили науково-дослідну і навчально-методичну підготовку аспіранти з Китайської Народної Республіки, Румунської Народної Республіки, Народної республіки Болгарії і Корейської Народно-Демократичної Республіки. Зусилля проф. М.С. Стрілецького у справі підготовки наукових кадрів дали відчутні результати:

багато з його учнів згодом стали відомими науковими працівниками, керівниками кафедр, лабораторіями, науково-дослідними і проектними інститутами.

М.В. Стрілецький брав активну участь у роботі Науково-технічного товариства будівельної індустрії. З моменте виникнення Товариства у 1927 р. він був беззмінним головою секції металевих конструкцій. У 1942 р., працюючи в Новосибірську, Микола Станіславович організував Новосибірське відділення товариства і був його першим головою. Він також був обраний головою Науково-технічного товариства будівельників і був ним до 1956 р. З 1948 по 1954 рр. М.С. Стрілецький був головою Всесоюзної ради науково-технічних товариств.

Останні роки мешкав у Москві. Помер 15 лютого 1967 року. Похований у Москві на Новодівочому кладовищі [Додаток П]. Діяльність М.С. Стрілецького була високо оцінена радянським урядом. Він нагороджений 4 орденами Леніна, 2 орденами Трудового Червоного Прапора, медалями. Йому присвоєно почесне звання Заслуженого діяча науки і техніки.

На домі, в якому він жив, встановлена меморіальна дошка.

## **Висновки до розділу 2**

1. Дослідження основних етапів формування наукового світогляду М.С. Стрілецького, а це навчання в Інституті інженерів шляхів сполучення у Санкт-Петербурзі, наукові стосунки з видатними вченими співвітчизниками інженерами-залізничниками, як відомий мостобудівник Л.Ф. Ніколаї, викладачі відомі професори М.А. Белелюбський, Я.М. Гордеєнко, С.Д. Карейша, В.І. Курдюмов, Г. Передерій, Є.О. Патон та ін. Ці прізвища говорять самі за себе. Власне завдяки цим вченим-педагогам М.С. Стрілецький навчався успішно, ґрунтовно вивчив математику та механіку, усі предмети, які необхідні для плідної роботи в мостобудуванні. У травні 1911 р. Микола Стрілецький з відзнакою закінчив Інститут. За ці здобутки молодий інженер отримав в нагороду дворічне відрядження до Німеччини –



для удосконалення знань в мостобудуванні. Тут він відвідував лекції у Шарлоттенбурзькій вищій технічній школі, працював у проектному бюро, брав участь у будівництві мостів. Все це було для М.С. Стрілецького періодом становлення наукового професіоналізму. Особливо значний вплив на формування поглядів М.С. Стрілецького мали лекції видатних викладачів Інституту шляхів сполучення, високий рівень науковості і викладання.

2. У 1918 р. було створено Експериментальний інститут шляхів сполучення. Затвердила його колегія Наркомату шляхів сполучення молоді радянської країни у квітні 1918 року. У «Положенні» про цей інститут вказувалося, що він створюється для «науково-дослідного вивчення транспортної справи; вирішення питань, які зумовлені технікою експлуатації шляхів сполучення, і поширення результатів цього вивчення якомога ширше» Зусилля цього Інституту зосередилися на проведенні випробувань залізничної техніки і споруд з метою покращення їх конструкцій. До роботи в цьому Інституті залучалися відомі вчені: М.Є. Жуковський, С.О. Чаплигін, В.М. Образцов та ін. Допитливий розум і здібності до глибокого аналізу визначили творчий шлях М.С. Стрілецького. Він став одним з ініціаторів організації науково-дослідної роботи з мостобудування в даному Інституті.

3. Своїми науковими працями М.С. Стрілецький показав, що регулювання зусиль у суцільних і наскрізних металевих конструкціях з допомогою затяжок із висомічної сталі не тільки економили метал, а й покращували експлуатаційні якості споруд. Дослідження конструкцій з основними елементами, які працювали на розтяг, дозволили удосконалити вантові системи (в тому числі з попередньою напругою), сіткові сідлоподібні покриття. Микола Станіславович довів, що виявилися ефективними і конструкції із сталі різних марок: в наскрізних конструкціях пояса робили з сталі підвищеної міцності, а стінки – із звичайної маловуглецевої сталі. Дослідження М.С. Стрілецького встановили, що в таких комбінованих балках пластичні деформації у стінках допустимі як при постійних, так і при змінних навантаженнях. Такі конструкції отримали застосування у

будівництві. Впровадження зварних конструкцій сильно вплинуло на еволюцію їх форм. Зварювання під шаром флюсу (надійний спосіб з'єднання сталевих конструкцій) зменшила їх масу і трудоемність виготовлення.

4. Перехід у 30-х роках ХХ ст. на індустріальні методи виготовлення металевих конструкцій значно розширив сфери їх застосування. Цьому сприяли також типізація і стандартизація елементів промислових будівель. На основі стандартної сітки колон в кінці 30-х років були створені типові секції одноповерхових промислових споруд, які встановили типові параметри будівель та їх підйомно-транспортного обладнання. На основі типових секцій були розроблені типові конструкції усіх елементів сталевих каркасів промислових будівель, які отримали широке поширення. Зниженню трудоемності виготовлення сталевих конструкцій сприяла заміна звичайних будівельних ферм суцільними елементами – прокатними або зварними.

5. Під час другої світової війни М.С. Стрілецький вирішував важливі і складні завдання швидкого спорудження евакуйованих і нових підприємств на сході країни, відновлення зруйнованих народногосподарських комплексів, зокрема залізничних об'єктів при різко обмежених ресурсах і дуже стиснутих строках будівництва. З конструктивної точки зору усі ці завдання зводилися до можливості спрощення конструктивної форми споруд – до збереження тільки безумовно необхідних її елементів.

6. У післявоєнні роки М.С. Стрілецький продовжував працювати у Московському інженерно-будівельному інституті і керував кафедрою металоконструкцій. Окрім викладацької діяльності він займався розробкою основ типізації транспортних і промислових споруд, вивченням процесів руйнування сталевих конструкцій, питаннями несучої здатності споруд в цілому. Указом Президії Верховної Ради СРСР від 22 лютого 1966 року за видатні заслуги в розвитку інженерно-будівельної науки та підготовки наукових та інженерних кадрів Стрілецькому Миколі Станіславовичу було присвоєно звання Героя соціалістичної праці із врученням йому ордена Леніна і золотої медалі «Серп і Молот».

### Розділ 3

## АНАЛІЗ НАУКОВОГО ДОРОБКУ М.С. СТІЛЕЦЬКОГО

Дослідження творчості М.С. Стрілецького обумовлена необхідністю глибокого і всебічного вивчення творчого доробку діячів науки і культури, які своєю працею сприяли розвитку вітчизняного наукового та освітнього простору. Яскравою постаттю до літопису світового залізничного транспорту взагалі та в Україні, зокрема, увійшов учений та інженер-залізничник Микола Станіславович Стрілецький. Він відомий нам як видатний будівничий значної кількості залізних мостів на залізницях першої половини ХХ ст., часів колишнього Радянського Союзу. З його іменем пов'язані важливі теоретичні дослідження в царині залізничного транспорту, будівельної механіки та опору матеріалів. Усі вони спрямовані на вирішення практичних завдань залізничної справи. В останньому періоді своєї діяльності вчений проявив себе як залізничний адміністратор (менеджер) Міністерства шляхів сполучення, що дозволило поставити його ім'я в ряд найбільш видатних імен світової транспортної науки. З огляду на це, дослідження найрізноманітніших аспектів діяльності М.С. Стрілецького, опрацювання на сучасному рівні результатів його багаторічного пошуку має виняткове наукове і практичне значення. У своєму кінцевому результаті воно відкриває можливість відтворення маловідомих сторінок розвитку залізничного транспорту, висвітлює механізм функціонування ряду структурних підрозділів Міністерства шляхів сполучення та різних громадських та транспортних організацій

Актуальність нашої роботи зумовлена також великим науковим значенням спадщини М.С. Стрілецького для вітчизняного залізничного транспорту ХХІ століття, відсутністю в історії науки і техніки спеціального комплексного дослідження творчого доробку вченого, а також важливістю

введення до широкого наукового обігу масиву нових джерел. Персоналізація української історії науки і техніки уможливорює визначення етапів подальшого розвитку наукових напрямків, надає історії вітчизняної науки портретної конкретики. В дисертації нами проаналізовано внесок М.С. Стрілецького у будівництво монументальних залізничних мостів та важливих питань будівельної механіки, зокрема проектування та будівництва металевих промислових конструкцій.

### **3.1 Внесок М.С. Стрілецького у розвиток залізничного мостобудування**

Свою величезну наукову і педагогічну роботу М.С. Стрілецький успішно поєднував з інженерною діяльністю. Як вже зазначалося, під його керівництвом та за його участі були розроблені проекти мосту через р. Оку в Нижньому-Новгороді (1913–1915 рр.), моста через р. Волгу в Саратові (1917), Кримського і Краснохолмського висячих мостів у Москві (1921), які були удостоєні перших премій на конкурсі; першої серії типових залізничних мостів прогоном від 33 до 113 м (1922), мосту-трансбордера через р. Волгу в Саратові (1922), мостів через річки Ноні і Сунгарі Китайсько-Східної залізниці (1927), моста через річку Ципу Закавказької залізниці (1928), мостів через Старий і Новий Дніпро у Запоріжжі (1927–1928), вантового мосту через річку Магану у Сванетії (1929) та ін.

У мостах через річки Ципу, Ноні, Сунгарі і в аркових мостах Дніпробуду М.С. Стрілецький вперше застосував низьколеговану сталь. За його керівництва і за його безпосередньої участі були розроблені проекти мостового перевантажувача для магнітогорського металургійного комбінату (1932), однопрогонового зварного мосту через р. Москву (1932), металевих мостів через канал імені Москви (1933–1938), мостових паревантажувачів Союзпроммеханізації (1933–1937), моста метро у Москві (1935), Великого Кам'яного, Великого Устинського і Великого Краснохолмського мостів в Москві (1936–1938), типового багатопрогонового висячого мосту через річку Ісеть (1938), блочного мосту для відновлення залізничних прогонових споруд

(1943–1944), типового багатопрогонового висячого мосту (1944), типових вертикальних циліндричних резервуарів для нафтопродуктів (1941–1943), типових елементів для відновлення промислових будівель (1941), радіомачт, радіобудівель, телевізійних опор та ін.

### *3.1.1 Стрілецького мости в Україні*

5 вересня 1928 року у Запоріжжі було споруджено арковий залізничний міст інженера М. С. Стрілецького через Дніпро. Керував будівництвом 1927-1931 рр. інженер Константинов. Прокладено його було трохи вгору по течії Дніпра від нинішнього мосту Преображенського. Перший міст був – триарковим, другий між Хортицею і Бабуркою – через Старий Дніпро – на одну арку (загальна довжина – 370 м, довжина аркового прогону – 224 м, арка мала висоту, що дозволяла пройти під мостом океанському судну). Обидва мости були двоярусними: по верхньому ярусу була прокладена залізниця, по нижньому пройшла автодорога з пішохідними доріжками. 6-го листопада 1931 р. почався залізничний рух через острів Хортицю та Дніпро.

*Мости Стрілецького (Костянтинівські мости)* – два мости над Дніпром, що з'єднують через острів Хортицю правий і лівий берег міста Запоріжжя. Історія їх появи надзвичайно цікава і повчальна. Існували ці мости в середині ХХ століття. Їх замінили на Мости Преображенського.

□ Будівництво гідротехнічних споруд Дніпрогесу, що розпочалося 1927 року, передбачало й зведення мостів через русло Нового та Старого Дніпра, оскільки із затопленням тодішнього Кічкаського моста, залізничну магістраль, що зв'язувала Донбас з Криворіжжям, необхідно було перенести в інше місце. На правому березі для потреб Дніпрогесу вже існували залізничні станції «Дніпробуд» та «Канцерівка», а на лівому березі станція «Шлюзова» – працювали вони з повним навантаженням. Від станції «Шлюзова» почали будувати залізничну колію до берега Нового Дніпра. Ту ж роботу проводили від станції «Канцерівка» й на самій Хортиці. Магістраль

перетинала острів Хортицю. Коли будівництво залізничних двоколійних шляхів добігало кінця, розпочали зводити мости.

*Характеристики мостів.* Мости були двоярусні. Верхній ярус – для двоколійного залізничного руху, а нижній шириною 7,75 м – для вантажного та легкового автотранспорту, а також для пішоходів. Для цього з обох сторін нижнього ярусу на консолях були зроблені тротуари. Повна довжина моста через Новий Дніпро становила 715 м і він складався з трьох основних аркових прогонів до 140 м кожний. З боку обох берегів були підходи. Підхід з лівого берега утворювала двопрогонова ферма довжиною 140 м і ферма довжиною 25 м, що перекривала в'їзд шосейної дороги. З боку правого берега була однопрогонова ферма довжиною 56 м і для шосейної дороги 25-метрова ферма. Висота мосту становила 50 метрів [166]. Двопрогонова нерозрізна ферма на Лівому березі Нового Дніпра була зроблена для того, щоб в перспективі спорудити підводний канал під будь-яким з прогонів, якщо потрібно буде пропускати судна з великою осадкою. Міст через Старий Дніпро був одноарковим, мав довжину 370 м, складався з арки довжиною 224 м і підходів у вигляді металевих рамних естакад. Цей одноарковий міст з прогоном довжиною 224 м, був тоді найбільшим однопрогоновим мостом у Європі. Загальна вага металу обох мостів становила – 13700 т, з яких на триарковий міст припадало 8480 т, а на одноарковий – 5220 т. Проекти мостів через Новий та Старий Дніпро розробив і розрахував професор М. С. Стрілецький [167].

*Спорудження мостів М.С. Стрілецького.* Арки мостів були виготовлені з феросіліцевої сталі, а надаркові споруди – зі звичайної вуглецевої сталі марки Ст. 3. Прокат феросіліцевої сталі був замовлений на Вітковецькому сталеплавильному заводі в Чехословаччині. Міст мав клепану конструкцію. Частина конструкцій моста клепали в Чехословаччині, частину – на Дніпропетровському металургійному заводі. Міст через Старий Дніпро збирали фахівці з Чехословаччини, триарковий міст через Новий Дніпро – наші фахівці під керівництвом сормовського інженера Константинова, який

мав досвід збирання мостів у Сибіру [168]. Мешканці м. Запоріжжя називали ці мости Костянтинівськими. Між чехословацькими фахівцями та радянськими виникло здорове змагання з якості складання та клепання конструкцій. Основу мостів збирали на березі. Потім на баржах доставляли до опор мосту й за допомогою спеціальних кранів вже встановлювали на місце. Незабаром багатотонні мости з ажурними арками з'єднали береги Дніпра. Напередодні 14-ї річниці Жовтневої революції 6-го листопада 1931 р. розпочався залізничний рух новою магістраллю через острів Хортицю та Дніпро. Майже десять років по мостах перевозили мирні вантажі [169]. 1941 року з початком Великої Вітчизняної війни, по ним вже проходили військові ешелони.

Друга світова війна. 18 серпня 1941 німецькі війська після артпідготовки і під прикриттям танків прорвали радянську оборону й вийшли на правий берег Дніпра. Захоплення греблі Дніпрогес і мостів забезпечувало безперешкодну переправу через Дніпро та захоплення міста. Частину греблі підірвали, але міст через Старий Дніпро захопили німецькі війська, його захисники загинули. Німці вийшли на острів Хортиця. Міст через Новий Дніпро був невдало підірваний загонами Червоної армії під час відступу, що дозволило німцям потрапити на лівий берег і зайняти плацдарм в районі парку Металургів. Підрозділи 247-ї стрілецької дивізії оточили ворога та повністю очистили лівий берег Дніпра. Але противник ще знаходився на острові Хортиця та обстрілював усе місто. Коли німців вибили з острова, під ураганим мінометним вогнем політрук М. З. Бочаров замінував міст через Старий Дніпро та підірвав його разом з застряглою там ворожою технікою. Більш ніж 40 днів радянські підрозділи утримували острів у своїх руках, що дозволило провести евакуацію. Коли з'явилася загроза оточення радянських військ дислокованих в Запоріжжі, міст через Новий Дніпро був остаточно підірваний і 3-го жовтня війська залишили місто.

За два роки окупації Запоріжжя німці частково відновили мости через Дніпро й залізницею перекидали підкріплення для своєї армії. З початком

наступу радянських військ восени 1943 льотчики, якими командував В. А. Судець, отримали завдання зруйнувати залізничні мости через Дніпро, що мали виняткове значення, і стали для льотчиків об'єктом номер один. Кілька радянських літаків при цьому було збито. 21 вересня 1943 група в складі 8 літаків Іл-2, провідний командир третьої авіаескадрилі гв. лейтенант А. Усманов, вилетіла на бойове завдання, щоб зруйнувати залізничні мости через річку Дніпро. Усманов над ціллю був збитий і впав у Дніпро, проте, прийнявши весь вогонь зеніток на себе, дав можливість решті літаків підійти до мосту й зруйнувати його. Висаджені мости перекривали фарватер річки і не давали можливість підвозити вантажі до греблі ДніпроГЕС, яку почали відбудовувати. Після остаточного визволення Запоріжжя розпочалося розчищення Дніпра від залишків мостів.

Поява нових видів рухомого складу і результати досліджень дії навантаження на мости, проведених мостостанціями, Мостовим бюро, окремими фахівцями, привели до розробки і введення нових розрахункових навантажень. При цьому було враховано динамічну дію рухомого складу на мости, дані вказівки за розрахунком металевих мостів на витривалість [170].

Особлива увага була приділена розробці методу оцінки вантажопідйомності металевих прогонових будов, спроектованих за нормами кінця XIX – початку XX століть. У 1923 р. за дорученням НТК НКПС Московська випробувальна станція під керівництвом професора П. А. Веліхова провела обстеження Сизранського мосту через Волгу. В результаті виконаної роботи були виявлені можливості пропуску потужніших паровозів по мостових переходах. У 30-х роках учені та інженери-мостовики запропонували класифікацію вантажопідйомності прогонових споруд і методику, які дозволяли отримати об'єктивну оцінку здатності несучих конструкцій, і виявити наявні в них запаси міцності. Це дало можливість уникнути заміни понад 600 прогонових споруд і тим самим заощадити понад 300 тис. т металу і близько 400 млн. рублів [171].



### **3.1.2 М.С. Стрілецький про значення економічності у проектуванні конструкцій мостів**

Праці М.С. Стрілецького стосуються будівельної механіки, мостобудування, теорії розрахунку будівельних конструкцій за граничними станами [172, с. 554]. Вчений-інженер постійно стверджував, що економічність конструкцій є основною вимогою у будь-якому проектуванні. Тому розгляд цього питання був і є особливо актуальним. У своїх працях Микола Станіславович розглядав не всю проблему економічності конструкцій, а тільки питання методики (вірніше сказати, апарату з'ясування економічності). І не для усіх конструкцій, а тільки для конструкцій промислових будівель [173].

М.С. Стрілецький вбачав економічність конструкцій у порівнянні варіантів, тому завжди апарат з'ясування економічності (як і інші питання даної методики), він розглядав як методику порівняння варіантів. Вчений був переконаний, що хоча ми і маємо дуже багато окремих рішень, як наприклад, питань найбільшої вигідності висоти ферм і балок, їх найбільшого окреслення, величини панелі, кута нахилу розкосів, найбільш вигідних прогонів і кроків і т.д., усі ці питання не можуть бути підсумовані у комплексі, тому що оптимальний комплекс не може бути побудований на основі найбільш вигідних окремих рішень своїх компонентів, оскільки вони у комплексі, як правило, втрачають оптимальне значення своїх параметрів. Таким чином, залишається тільки порівняння комплексів загалом, тобто порівняння варіантів.

М.С. Стрілецький також вважав, що в наявності є приклади аналітичного визначення оптимуму конструктивного комплексу в цілому. Однак, навіть для порівняно нескладних комплексів (наприклад, ферм) таке визначення дає рішення, яке характеризується громіздкістю, що не відповідає умовам проектування.

У 60-х роках ХХ ст. М.С. Стрілецький стверджував, що становлення найбільш вигідного конструктивного рішення не організоване і індивідуальний підхід до рішення був пануючим. На той час це було достатньо зрозумілим. Складання варіанту було настільки особистим творчим актом, що і оцінка його також була справою дуже особистісною. Вчений вважав, що оцінка варіанту була справою автора, він її пропонував, він її оцінював, дуже часто з точки зору своїх особистісних устремлінь і нахилів. Микола Станіславович нічого поганого в цьому не вбачав, але погано те, що оцінка здійснювалася абсолютно індивідуально, що відсутні методи об'єктивної, критичної оцінки.

Порівняння варіантів і виявлення економічності конструкцій на різних рівнях проектування є різними. В кінцевому рахунку після складання проекту, коли з'являються декілька завершених рішень, за робочими кресленнями і специфікаціями можна здійснити точний підрахунок ваги і вартості. Однак, як правило, до кінця доводиться один варіант, а в підсумку підрахунок дає тільки констатацію результатів. Якщо б така робота здійснювалася для визначення показників економічності усіх варіантів, то вона мала б більший інтерес, тому що вона дає найбільш достовірні величини. Однак, такі підрахунки робляться нечасто через обмаль часу.

М.С. Стрілецький стверджував, що порівняння варіантів робиться після завершення так званої варіантної частини проектування, коли висунуті варіанти оброблені і обраховані. Це порівняння менш точне, оскільки обробка варіантів здійснюється менш повно, дуже часто вибіркоким методом і оскільки проектувальник обмежений часом і не має на цій стадії проектування усіх необхідних даних. Обов'язковою умовою є встановлення коефіцієнтів, які заповнюють нестачу даних і спрощують роботу. Це повністю законно, однак зазвичай ці коефіцієнти не зв'язані жодною системою: ці коефіцієнти, взяті з особистого досвіду проектувальника. Не зв'язаний жодною системою і метод ескізного розрахунку, який є умовним, неповним і вибіркоким. Все це призводить до не порівняння результатів,

основаних на так званих прикидних розрахунках, і недовір'ї до них з боку критиків та експертів.

Таким чином, назріває необхідність у швидких приблизних розрахунках. Нарешті, у самому процесі компонування (розробки варіанту), що ґрунтується весь час на оцінці рішень, що приймаються, проектувальник часто залишається без вказівок на об'єктивно більш економічні рішення, їх не використовує і залишається у повній владі своїх вольових бажань.

Микола Станіславович наголошував, що встановлення методики економічної оцінки варіантів дуже необхідне. Основні вимоги, які пред'являються до цієї методики, полягають у швидкості і точності підрахунків, які відповідають темпам проектування на даному етапі, і порівняння результатів, що отримуються. Микола Станіславович також відзначає, що неповнота даних, які є у розпорядженні проектувальника під час порівняння варіантів, призводить до необхідності користування коефіцієнтами. Ці коефіцієнти повинні бути обґрунтовані єдиним підходом і системою. Таку систему надає теоретичний підхід. Ось чому, за свідченням М.С. Стрілецького, коефіцієнти повинні бути обґрунтованими. Основними вимогами, які пред'являються до коефіцієнтів, є: можливість їх вирахування на теоретичній основі, простота форми, яка відповідає простоті поверхових розрахунків, чіткість структури, яка з'ясовує основні закономірності явища, і у відповідності з цим чітка залежність від основних параметрів.

Суттєвою особливістю методики, яка призводить до вкорінювання і спрощення роботи, є розчленування конструктивного комплексу на основні і додаткові елементи. Таке розчленування має глибокі корені: це ділить на частину постійну, стаціонарну, залежну від теоретичних передумов, і частину мінливу, яка залежить від конструктивного оформлення; на частину, яка безпосередньо залежить від головних параметрів комплексу, і частину, безпосередньо від них не залежну; на частину несучих конструкцій, які передають силові впливи від місць їх виникнення на опори, і частину конструкцій, які оформлюють комплекс; на частину конструкцій, які легко

визначаються розрахунком і конструюванням, і частину конструкцій, які визначаються важко.

Уся ця багатогранна характеристика М.С. Стрілецького відноситься до одних і тих же груп конструкцій, які складають дві частини конструктивного комплексу: основну і додаткову.

Результуючі принципи економічності – принцип концентрації матеріалу, принцип спрощеності конструктивної форми і принцип суміщення функцій роботи конструкцій – це загально компоновані принципи, які спрямовують компоновку і оцінюють її загально, візуально. Численно вони відображаються через конструктивні коефіцієнти; вони мають свої закономірності, які відображаються на конструктивному комплексі.

М.С. Стрілецький стверджує, що використовуючи принцип концентрації ваги, збільшується вага несучих елементів і зменшується їх кількість. Разом з цим збільшується відстань між несучими елементами і вагою проміжних конструкцій. Конструктивний коефіцієнт осередку збільшується, хоча конструктивний коефіцієнт несучого елемента зменшується. Виходить мінімум–оптимум компоновки.

Використовуючи принцип спрощення конструктивної форми, можна збільшити кількість і вагу несучих елементів (що за вартістю може бути компенсовано обліком серійності), але полегшує проміжну конструкцію, що також може призвести до оптимуму. Принцип суміщення функцій використовується у принципі просторовості: він підвищує значення проміжної конструкції, згладжує роль несучих конструкцій, знищує антагонізм між ними і тому веде до економії металу. Таким чином, робить підсумок М.С. Стрілецький, викладена методика є універсальною. Впровадження питань економічності конструкцій безпосередньо у процес проектування є метою цієї методики, яка надзвичайно важлива у будівельній механіці.

У вересні 1995 р. в Московському інженерно-будівельному інституті проходив науково-технічний симпозіум з металевих конструкцій,

присвячений пам'яті М.С.Стрілецького. Доповідачі говорили про більшу, ніж раніше, гнучкість нормативних документів, які створюються на основі теорії надійності – як проектувати і будувати. Була звернена увага на одну з робіт М.С.Стрілецького, присвячену з'ясуванню природи коефіцієнта запасу на основі статистичного обліку властивостей матеріалів і умов роботи конструкції. Практична реалізація цього напряму поки невелика. Але імовірнісні методи розрахунку, вживані для нормативних документів, не протиставляються методам розрахунку по граничних станах, а розвивають їх на основі використання відповідних детермінованих розрахунків і критеріїв відмов, встановлених в діючих нормах. При розробці таких методів розрахунку рекомендований нормальний закон розподілу випадкових величин, а для нелінійної функції резерву надійності – метод лінеаризації функції випадкових величин.

### **3.1.3 М.С. Стрілецький про можливі рішення транспортних перетинів широких водойм**

Член-кореспондент АН СРСР, заслужений діяч науки і техніки РРФСР, доктор технічних наук, професор Микола Станіславович Стрілецький (1885–1967) – визначний вчений у сфері металевих будівельних конструкцій, інженер і педагог радянського періоду. У монографії «Розвідні мости» (1918) він систематизував і класифікував споруди мостів за кінематичними схемами і вперше застосував у розрахунках раціональні графічні методи, а також облік сил інерції. У 1925–1931 рр. М.С. Стрілецький написав фундаментальний «Курс мостів». У цій праці розглядається доцільність застосування на автомобільних дорогах і в гірських місцевостях висячих і вантових конструкцій. У 1928 р. на Міжнародному конгресі у Відні він виступив з генеральною доповіддю з теми динаміки мостів під впливом рухових навантажень. В контексті сказаного важливим є підхід М.С. Стрілецького до проблеми загальної характеристики можливих рішень транспортних перетинів широких водостоків. Даний підрозділ присвячений

висвітленню ролі перетину водних просторів підводним тунелем, висотними мостами, наплавними мостами, переправами.

У 20-х роках ХХ ст. у техніці мостобудування зберігалися основні принципи, прийняті ще в кінці ХІХ – на початку ХХ століть. Опори мостів споруджували масивними, з використанням бутової кладки у камінному облицюванні і на кесонних фундаментах. Бетон і залізобетон використовувалися у незначних обсягах, в основному при будівництві водопропускних труб і плитних конструкцій мостів прогонами до 6 м. Прогонові споруди багатьох мостів виготовляли в основному з мартенівської сталі, скріплювання заклепками здійснювалося вручну. Ферми монтувалися на суцільних деревних підмостках з допомогою козлових кранів [174].

В ці роки низка вчених та інженерів вели наукову роботу з узагальнення і аналізу накопиченого у світі досвіду будівництва та експлуатації мостів. Це дозволило Науково-технічному комітету Народного Комісаріату шляхів сполучення у 1925 р. розробити під керівництвом професора М.С. Стрілецького нові технічні умови проектування залізничних мостів і створити проекти металевих прогонних споруд розрахунковою довжиною від 27 до 109,2 м [175]. У порівнянні із спорудами, які застосовувалися раніше, ці прогонові споруди мали покращену конструкцію елементів головних ферм і більш раціональний розмір панелей [176]. В результаті проведених досліджень були уточнені величини розрахункового навантаження під час проектування залізничних мостів. Професор М.С. Стрілецький підходив до питань будівництва мостів комплексно: створення металевих конструкцій і аналіз конструкційної форми, питання розрахунку конструкцій і створення методики граничних станів, питання роботи металевих мостів під тимчасом навантаженням [177].

Серед інших, важливих питань, безперечно, питання про перетин широких водойм безпосередньо пов'язане з розвитком транспортної мережі. Цими перешкодами можуть бути морські протоки, русла широких річок (Дніпра, Волги, Лени, Єнісею), а також великі водосховища

гідроелектростанцій. Останні найбільш специфічні. Дана специфічність полягає у великій ширині і значній глибині. По суті, це водойми озерного типу, які характеризуються незначною швидкістю течії і достатньо великою висотою хвилі. Розміри водосховищ можуть бути значними – довжиною до 500 км, шириною до 30–40 км. Конфігурація водойм дуже різна і залежить від рельєфу долини річки або від місцевих умов морського приливу. Дуже часто водойми мають у плані трикутну форму, представляючи собою широкий басейн в нижній частині і довгий, більш вузький, підхідний водостік у верхній, однак і в цій частині ширина і глибина водостоку може бути значно більшою від нормального русла річки.

Безумовно, характерною особливістю таких водостоків є поживлене судноплавство, тому що вони зазвичай є основними водними магістралями, які зв'язують головні промислові пункти країни. Останнє сильно ускладнює облаштування транспортного перетину, особливо при великому вантажному потоці на сухопутній магістралі, і викликає необхідність споруджувати дороги мостові конструкції, розміщені вище судноплавних габаритів, або будувати розвідні прогони на мостах [178].

Професор М.С. Стрілецький доводив, що найбільш правильним рішенням транспортного перетину широкого водостоку стало б будівництво підводного тунелю. Представляючи собою перетин на різних рівнях, тунель гарантує в нормальних умовах безперервність роботи і необхідну пропускну здатність транспортного руху в обох напрямках. Проте за більшої довжини залізничного тунелю виникають значні труднощі розміщення роздільних пунктів залізничної лінії, оскільки ці пункти повинні перебувати поза тунелем. А це може знизити пропускну здатність залізниці або вимагати спорудження двоколісного тунелю. Крім того, дуже складними мусять бути вентиляційні пристрої довгих підводних тунелів. В той же час велика протяжність підходів до тунелю або тунелів на берегових ділянках збільшує величину переходу і значно підвищує його вартість. Особливо за невеликої довжини тунелю, коли вартість підходів складає велику долю витрат для

здійснення усього переходу. Ось чому короткі тунелі не вигідні у порівнянні з іншими видами перетину водойми, а довгі за одноколіїного рішення обмежують можливу пропускну здатність перетину і також дуже дорогі. Таким чином, тунельні переходи у звичайних умовах економічно недоцільні.

Високі мости за невеликої довжини переходу мають такі ж недоліки. Перетин залізничним мостом нижньої, найбільш широкої частини водостоку недоцільний, якщо водна перешкода утворюється верхнім б'єфом і з нижнього боку обмежується греблею, по якій можливе прокладання залізничних колій або автодорожніх шляхів.

При перетині більш вузьких водотоків труднощів вже менше. Однак і ці «більш вузькі» водні перешкоди слід розглядати як значно більш широкі, ніж звичайні річкові перетини, тобто довжиною біля десятка кілометрів. Рельєф річища такого перетину зазвичай буває терасоподібним, включаючи затоплені пойми з не дуже великими глибинами і русловим простором затопленої річки з дуже великими глибинами.

За великої довжини мостового переходу питання про розміщення роздільних пунктів також є дуже суттєвим. Однак воно вирішується простіше, ніж для тунельного переходу, оскільки крайні ділянки затопленого простору, які мають дуже великі глибини, можна перекрити насипами і на них розмістити роздільні пункти.

М.С. Стрілецький зазначає, що система і спосіб будівництва опор за великої глибини русла є основною і дуже гострою проблемою. Найбільш просте рішення – побудова звичайних масивних опор. Однак більші глибини руслової ділянки (20–30 м) і відповідні глибини опускання опор роблять таке рішення не тільки дуже дорогим, але часто і неможливим. Правильніше буде облаштувати опори на високих або на низьких ростверках на залізобетонних палях.

Судноплавні прогони завжди можна розташувати на ділянках заплави річки з не дуже великою глибиною, які допускають звичайне будівництво опор (наприклад, за допомогою кесонів), і перекрити глибоку частину річки.



Опори на високих ростверках (нижніх частинах фундаментів споруд) дуже економні навіть за достатньо великих глибин (20 м). Завдяки цьому найвигідніший прогін мостового переходу може виявитися меншим від судноплавного прогону річки першої категорії.

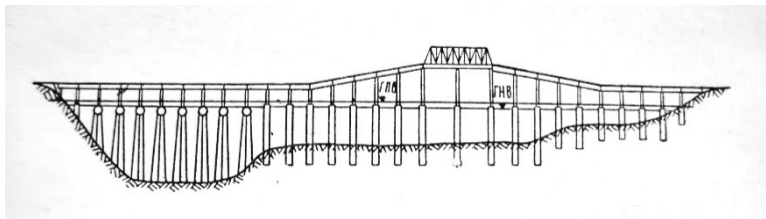
Більша вартість опор може вимагати будівництва низького мосту з розвідними прогонами. Однак, напруженість судноплавства викликає необхідність будівництва декількох розвідних прогонів з достатньо великим отвором для одночасного пропуску великої кількості суден. Таке рішення не тільки послаблює пропускну здатність залізниці, яка перетинає водну гладь, що дуже небажано для судноплавства, так як, по суті, зводиться до «пропускнуго» проходу суден, які змушені чекати відкриття розвідних прогонів. Рішення це неприйнятне для пасажирських суден, які повинні проходити перетин без затримок.

Оскільки пасажирські судна мають високі габарити, кількість їхніх рейсів визначає мінімальну кількість відкриттів розвідних прогонів. При великій кількості пасажирських рейсів це може обмежувати пропускну здатність залізничної колії.

М.С. Стрілецький робить висновок, що при жвавому судноплаванні з чисельними пасажирськими рейсами недоцільно влаштовувати розвідні прогони, особливо для залізничних перетинів. Вчений-інженер також зазначав, що економічний ефект при будівництві розвідних прогонів також є сумнівним. Справді, пропуск усіх суден через розвідні прогони при жвавому судноплаванні неможливий внаслідок надзвичайно великих труднощів для руху залізницею, яка перетинає річку. Будівництво розвідних прогонів тільки для пропуску більш високих суден скорочує висоту опор ненабагато, що при загальній їх висоті 20–30 м (від низу оголовка до верху судноплавного габариту) і більшій вартості основ несуттєво і не виправдовується підвищенням експлуатаційних витрат при роботі розвідного прогону. Звідси витікає технічно-економічне завдання визначення найбільш вигідної відмітки розташування прогонових станцій.

Однак, окрім звичайного балансу економії вартості на опорах і збільшення експлуатаційних витрат, які виникають під час експлуатації розвідного прогону, необхідно врахувати суттєві недоліки розвідного прогону, який подібно до перетину на одному рівні обмежує пропускну здатність обох шляхів, що перетинаються і створює затримку руху. Через ці недоліки застосування розвідних прогонів на великих магістралях нераціональне. Микола Станіславович був переконаний, що для автодорожніх мостів будівництво розвідних прогонів є більш можливим, але при жвавому судноплаванні все ж утруднює рух і тому небажане.

М.С. Стрілецький також вважав, що необхідність переходу при великому вантажному судноплаванні до пропускання суден, коли через розвідний прогін пропускається декілька суден, призводить до достатньо довгих періодів відкривання розвідних прогонів і викликає велике накопичення і затримку автомобілів на мосту або на підходах до нього. Тому більш правильним було б побудувати достатньо високий міст, щоб усі вантажні судноплавні рухи відбувалися під прогонами, а розвідні прогони відкривалися б тільки для пасажирських суден, які плавають згідно певного розкладу.



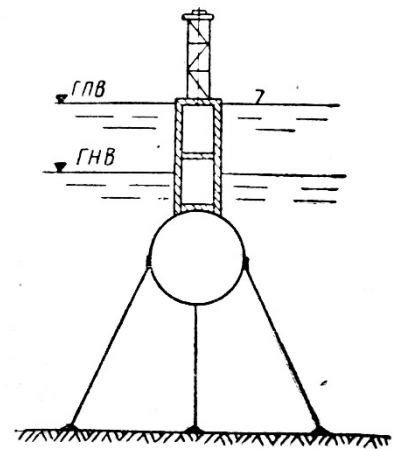
Мал.1 Схема мостового переходу з ділянкою на попливкових опорах

Однак, Микола Станіславович зауважував, що економічний ефект такого рішення дуже незначний. Таким чином, і

для автодорожнього мосту кращим рішенням буде міст без розвідного прогону. Вчений переконував, що для автодорожнього мосту рішення без розвідного прогону полегшується тим, що за достатньо великої довжини переходу і порівняно великих допустимих ухилів можна будувати високий міст тільки в частині переходу у відповідності з кількістю судноплавних прогонів, а на решті протяжності переходу – низький міст з порівняно невеликими прогонами. Такий варіант можливий також і для залізничних

перетинів, але через малі ухили залізничної колії, яка вимагає достатньо довгих ділянок на ухилах, він менш раціональний з експлуатаційної точки зору.

Таким чином, великі ухили автодорожнього мосту дозволяють високу його частину розміщувати над заплавною частиною переходу при невеликих, але достатніх для судноплавства глибинах (Мал. 1). Це полегшує будівництво опор і дозволяє глибоку частину річки перекрити порівняно невеликими прогонами на опорах спеціального типу. Такими опорами є ростверкові і поплавцеві опори. Малі швидкості течії широких водойм і внаслідок цього невеликі льодовикові тиски роблять таке рішення прийнятним. Мабуть, це рішення може дати достатньо економний варіант перетину постійним автодорожнім мостом.



Мал. 2 Схема поплавкової опори

Поплавковими (Мал. 2) є опори, побудовані на затоплених поплавках, притягнутих до мертвих якорів. Такі мости, як правило, експлуатуються на перетинах фортів Швеції. Підйомна сила поплавок повинна бути вище від опорних тисків від прогонових споруд і тимчасового навантаження. Тоді напруга у зв'язках, що з'єднують поплавок з якорем, зберігає позитивне розтягувальне значення під час функціонування мосту, і поплавець зберігає постійність свого положення (з точністю до невеликих величин зміни видовжень у тягах), а міст працює як на жорстких опорах. Постійне навантаження прогонової споруди і опор врівноважується плавучістю поплавка; тяги і якоря працюють тільки на реакцію тимчасового навантаження і на горизонтальну складову тиску льоду і вітру (з деяким запасом) і тому будуються прийнятних розмірів.

М.С. Стрілецький підрахував, що розміри поплавка в першу чергу повинні залежати від величини постійного навантаження, що дещо обмежує

цю величину і прогін мосту. Підрахунки показують, що при прогонах до 50–60 метрів (для автодорожнього мосту) розміри поплавків прийнятні, і для зменшення ваги доцільно поплавки конструювати металевими. Згідно проведених підрахунків найбільш вигідним є прогін 40–50 м. Очевидно, доцільно мати найбільш полегшену конструкцію опор.

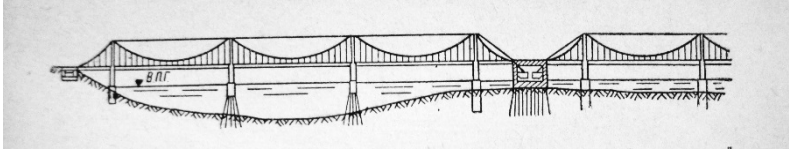
Конструкція опори на високому ростверку схожа у схемі на поплавкову опору: у ній розтягнуті тяги якоря замінюються стиснутими спаями ростверку, поплавок замінюється основою оголовка опори. Підрахунки показали, що для глибоких перетинів (глибиною 20–30 м) поплавкові мости для автодорожнього сполучення на 10–15 % дешевші від мостів на ростверках. Конструкція і спорудження поплавкового мосту значно простіша, ніж на ростверку, у зв'язку із труднощами занурення палів на високій воді. Однак можливість корозії тяг знижує надійність поплавкового мосту.

Для автомобільного мосту на високих ростверках найбільш вигідними є прогони 50–70 м. Ці прогони можна вільно перекрити нерозрізною балкою; для економії металу доцільне при цьому комплексне рішення металевої балки з плитою проїзної частини, уведеної у роботу балки.

М.С. Стрілецький робить висновок, що перекриття судноплавних прогонів можна здійснювати за допомогою різних конструкцій, наприклад, при їзді понизу, – балкою, аркою із затяжкою або іншими прийомами. Опори судноплавних прогонів, розміщених на заплавних ділянках за особливо невисокої глибини, можуть бути звичайного типу. Однак такий варіант, достатньо правильний за вартістю показників, може виявитися невдалим у відношенні до строків спорудження через високу кількість опор (200–300 опор при довжині мосту 10–15 км).

Таким чином, варіант перетину великих прогонових конструкцій (в першу чергу висячого типу) повинен постійно розглядатися. Як відомо, застосовуючи штучний натяг кабелів або систему з двох кабелів або з нахиленими підвісками, перетин висячого багатопрогонового мосту може

виявитися доцільним у зв'язку із зменшенням кількості опор для глибокої частини річки (Мал. 3).



Мал. 3 Схема висячого багатопроганового моста

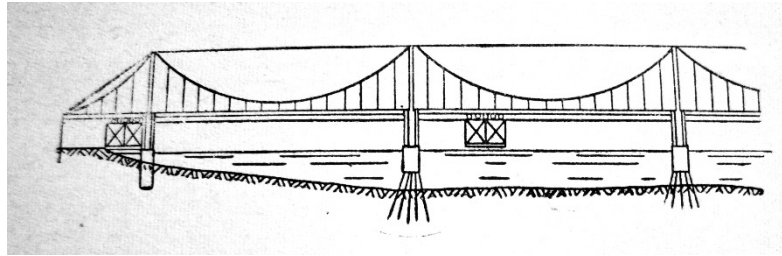
За малої ваги, відносно невеликої вартості легеньких висячих мостів і достатньої жорсткості може

виникнути питання про застосування їх і для середніх прогонів. М.С. Стрілецький вважав, що найбільш вигідний прогін при опорах на високих ростверках в цьому випадку повинен складати 100–120 м. Даний варіант принципово не відрізнявся від попереднього. Однак тут можливі і звичайні залізобетонні і сталеві системи (аркові і балкові).

Микола Станіславович вважав, що раціональним був перехід до суміщених мостів під залізничний і автомобільний шляхи. В усіх випадках, коли це можливо, застосування сумісного мосту дає найбільш економічне рішення, тому що вартість сумісного мосту при габариті проїзду автомобільної дороги Г-7 на 15 % вище вартості залізничного мосту і набагато менше сумарної вартості залізничного і автодорожнього мостів. Будівництво сумісного мосту вимагає перетину залізничного і автомобільного шляхів, наприклад, при перетині біля великих міст або під час прокладання нової траси. Однак сумісна експлуатація автомобільного і залізничного шляхів на одному мосту може викликати технічні труднощі. Крім того, сумісний міст при пошкодженні припиняє роботу обох перетинів – залізничного і автомобільного, що при широких водних перешкодах і малій кількості перетинів може стати суттєвим недоліком.

Конструктивна форма сумісного мосту не відрізняється від конструктивної форми залізничного мосту, тому що не відрізняються взаємозв'язки режиму його експлуатації з режимом експлуатації судноплавного шляху. Тому така форма перетину М.С.Стрілецьким не розглядалася.

Радикальним рішенням для перекидання через річку великого автомобільного вантажного потоку є будівництво моста-трансбордера [Мал. 4]. Основна перевага моста-трансбордера – мінімальне зниження суднового ходу. Тому застосування таких мостів доцільно при великому вантажопотоці на водному шляху і меншим на автомобільній дорозі. Міст-трансбордер доцільно застосовувати не тільки при малому автомобільному русі.



Мал. 4 Схема моста – трансбордера

Можливість будівництва

подвійних шляхових мостів-трансбордерів була застосована при проектуванні моста-трансбордера через Волгу у Саратові (1921 р.) Це суттєво підвищило пропускну здатність мосту, який перетворився на підвісну дорогу, пропускну здатність якої залежала тільки від кількості візочків і часу їх навантаження і вивантаження.

Можливість використання гнучких конструкцій дозволяє широко застосовувати великі прогони, що спрощує перехід при великій його довжині. Однак вартість моста-трансбордера при великій кількості візочків і значному часовому навантаженні достатньо висока, тому цей варіант ледве витримує конкуренцію з іншими варіантами переходу, тим паче, що вартість експлуатації моста-трансбордера також достатньо велика. При цьому необхідно ще відзначити, що перетин мостом-трансбордером, по суті, є перетином на одному рівні.

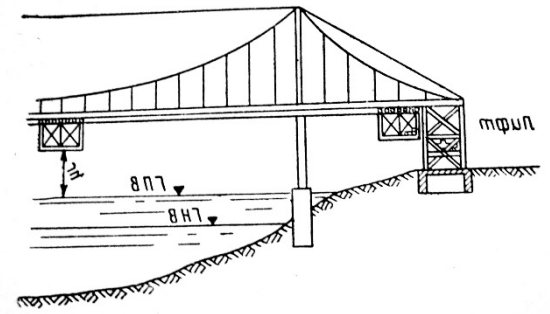
При більшому суднопластві регулярність руху візочків різко знижується. Це може викликати необхідність пропуску візочків вище від судноплавних габаритів і значно підняти висоту споруди, що погіршить експлуатаційні умови у зв'язку з необхідністю підйому вантажів до рівня візочків (Мал. 5).

Перетином перервної дії М.С. Стрілецький вважав наплавний міст на звичайних плавучих опорах. При міцних опорах (наприклад, залізобетонних) цей перетин слід розглядати як досить такий капітальний. Мабуть, малі швидкості течії і відсутність льодоходів на широких водоймах дозволяє вважати наплавний міст навіть переходом до цілорічної експлуатації. Але неминучість будівництва достатньо малих прогонів і низько розташованих прогонових споруд дуже утруднює пропускання суден. При поживленому русі суден часті відкриття вивідних прогонів і тривалі операції по їхньому уведенні різко змінюють пропускну здатність сухопутної дороги, тому наплавні мости в указаних умовах нераціональні.

Можна розмістити наплавний міст як частину мостового переходу над ділянкою великих глибин із спорудами постійного мосту підвищеного типу або з розвідними прогонами на більш мілкіших ділянках, тобто аналогічно мосту на поплавкових опорах. Однак у порівнянні з мостом на поплавкових опорах наплавний міст має недолік: рух по ньому дуже залежить від зміни відміток рівня водойми, які можуть бути значними у водосховищах.

Вартість наплавного мосту капітального типу навряд чи буде набагато дешевше вартості мосту на поплавках, що також не на користь цього варіанту. Підрахунки показують, що різниця вартостей коливається в межах 15–20 %.

Найбільш правильним рішенням для дороги не особливо великої вантажонапруженості за великої ширини водойми буде переправа. Переправа може бути достатньо капітального типу – на самохідних засобах (суднах). Перерив роботи в зимовий час (основний недолік переправи) можливо зменшити, застосовуючи криголами. Під час суворих зим переправу можна компенсувати зимовою льодовою дорогою. Недоліком переправи є також велика вартість експлуатації, достатньо складні і дорогі (через непостійність



Мал. 5 Вузол моста – трансбордера високого рівня

рівня горизонту вод) пристрої на пристанях, великі амортизаційні витрати на плавучі засоби. Мабуть, експлуатаційні витрати на переправу повинні бути приблизно однаковими з витратами моста-трансбордера, а величина капітальних витрат значно менша. Таким чином, при порівнянні варіантів перетину водойми вантажною дорогою з невеликою пропускною здатністю, а власне моста-трансбордера і переправи, перевага повинна віддаватися переправі. Економічні переваги переправи тим більші, чим ширшою є водна перешкода.

Очевидно, що при збільшенні довжини переправи пропускна здатність її зменшується при даній кількості переправних засобів. Це не знижує значення переправи, яка, мабуть, повинна бути найбільш доцільним варіантом для багатьох випадків і єдиним рішенням для перетину для перетину широкої частини водойми. Слід відзначити, що перетин цієї частини водойми дорогами більшої вантажонапруженості дуже мало вірогідний, що також збільшує в цих умовах значущість переправи.

Основне застосування повинні отримати переправи для автомобільних доріг, для яких їх можна розглядати як найбільш правильне рішення, зокрема при дуже великому діапазоні довжини переправи. Пропускна здатність переправ можна забезпечити різними плавучими засобами. Капітальні затрати будуть меншими, ніж для інших типів перетинів, оскільки приставні споруди переправи автомобільної дороги порівняно нескладні. Експлуатаційні витрати досить значні, однак їх можна знизити за рахунок економії пального при перевезенні автомобілів на достатньо більшій довжині переправ. Основну долю експлуатаційних витрат займають амортизаційні витрати на переправні засоби, які зменшуються з підвищенням будівництва переправи.

М.С. Стрілецький наголошував, що будівництво переправ при перетині широкого водогону залізницею представляє дуже великі труднощі. Однак, в той же час, суттєва різниця у вартості порівняння з вартістю постійного мосту робить її дуже раціональною у перший період роботи при малій



вантажонапруженості. Таким чином, переправа повинна розглядатися як тимчасове рішення: встановлення раціонального строку її служби представляє складне і важко вирішуване завдання. Основне правило залізничного руху – безперебійність – вимагає застосування на переправі суден криголамного типу.

Микола Станіславович також зауважував, що в зимових умовах переправу можна замінити дорогою по льоду. Цей тип перетину в даний час добре вивчений на багатьох річках, причому він застосовувався і для автомобільних і для залізничних перетинів. Однак при постійно діючому перетину будівництво льодової дороги доцільно лише для автомобільного руху, щоб замінити зимовий перерив в роботі переправи на плавучих засобах. Правильна організація робіт з підготовки льодової дороги на початку зимового періоду і використання плавучих засобів переправи криголамного типу, здатних працювати за малої товщини льоду на початку зими, завжди можуть забезпечити безперервну роботу перетину.

В суворих кліматичних умовах льодова дорога може служити і для залізничного перетину, яскравим прикладом чого були Байкальська переправа і переправа через Амур біля м. Комсомольська. Однак, не дивлячись на достатню міцність льоду, будувати залізницю по льоду недоцільно у зв'язку з частими переривами у її роботі через розриви льодового покриву, необхідності мати мостове майно, яке не швидко збирається для перекриття тріщин і має дуже високі експлуатаційні витрати. Тому такі рішення можливі на перших стадіях роботи перетину.

Ненадійність роботи льодової дороги як елемента залізничної траси внаслідок утворення ополонки викликає гостру необхідність організації безперервної роботи переправи на плавучих засобах. Все це робить дуже дорогими переплавні засоби, хоча і підвищує економічно раціональний строк роботи переправи. До того ж можливе перекидання засобів з однієї переправи на іншу після завершення строку роботи першої для подальшого використання переправних засобів. Можливий також такий строк

експлуатації переправи, який лімітується вантажонапруженістю залізниці і нераціональністю уведення нових дорогих переправних засобів за порівняно невеликого строку експлуатації переправи. Ці роздуми призводять до думки, що строк роботи залізничної переправи повинен плануватися достатньо великим.

М.С. Стрілецький наголошує, що тип перетину залежить від місця його розташування. Однак, для широких перетинів, інколи унікальних, географічні умови мають менше значення з точки зору вибору принципового рішення, ніж для інших видів перетинів. Дуже суттєвим є послідовні зміни типу перетину при підвищенні вантажонапруженості дороги. Можна із впевненістю сказати, що на широких перетинах спочатку повинна бути переправа як для автомобільної дороги, так і для залізниці, не дивлячись на меншу раціональність переправи для останньої. Наступним етапом розвитку споруд для залізниці повинен бути постійний міст на жорстких опорах. Крайнє різке підсилення слід розглядати як усунення основної причини, через яку широкі водотоки, на яких тривалий час зберігаються переправи, дуже різко перешкоджають розвитку залізничної мережі. Перехід на більш дешеві типи мостових переходів, у вигляді низьких мостів з розвідними прогонами, не є доцільним через малий економічний ефект і суттєві утруднення для подальшого підвищення пропускної здатності доріг. Основна увага повинна бути звернута на полегшення опор.

Для автомобільних доріг другою стадією також є постійний міст, але більш полегшеного типу. Розвідні прогони і тут не слід рекомендувати. Поплавкові мости, як граничні для полегшення опор, можна вважати доцільними. Можна застосовувати і висячі багатопрогонові конструкції на полегшених опорах.

Високі мости-трансбордери висячої системи при невеликому русі на дорозі і значному судноплаванні можна застосовувати, але все-таки переправа в цьому випадку буде більш доцільною і економічно вигідною.

### **3.2 Внесок М.С. Стрілецького в розвиток будівельної механіки**

Грандіозний розвиток усіх галузей техніки другої половини XIX ст. віддзеркалився і на розвитку інженерних наук. Водночас, усвідомленого зв'язку між наукою і технікою – паритетно вагомими для людства галузями знання – не існувало. Ця обставина пояснювалася тим, що техніка розвивалася у XIX ст. неплановірно, часто ґрунтована на вузькопрактичній основі, а головне, незважаючи на весь колосальний прогрес техніки, перед нею не стояли ще ті виняткові за своєю суттю завдання, що постали на початку XX ст. і для вирішення яких, сприяння науки стало нагальною необхідністю.

Талановиті інженери випереджали час і створювали видатні проекти, що вражали і вражають досі своєю доцільністю і архітектурною пропорцією деталей, інколи за високої складності схеми в розрахунковому відношенні. Серед вітчизняних талановитих мостобудівників чільне місце належить діяльності новатора у галузі будівельної механіки, неперевершеного інженера, професора Миколи Станіславовича Стрілецького. Він спроектував і розробив параболічні й полігональні статично визначені мостові ферми з шпренгельною граткою, запропонував консольні й аркові ферми для залізничних мостів.

#### **3.2.1 Професор М.С. Стрілецький і будівельна механіка його часу**

Метою даного підрозділу є відтворення основних наукових положень М.С. Стрілецького у розробці теорії споруд і з'ясуванні його внеску та його науково-технічної школи у розвиток будівельної механіки.

XIX ст. позначене геніальними роботами вчених Нав'є, Коші, Пуассона, Ламе, Клайперона, Максвелла, Кельвіна, Клебша, Мора, Бетті, Кастільяно та ін. Водночас, впровадження наукових досягнень вчених до вирішення практичних завдань розрахунку споруд просувалося вкрай повільно. Ось чому рядовий інженер кінця XIX ст. здійснював свої розрахунки майже тими ж примітивними методами, які застосовувалися у середині цього ж століття.

Звичайно, це твердження вимагає застережень у сенсі розуміння того, що статично-визначена проблема була майже висвітлена і вивчена. Розрахунок складних, але статично-визначених конструкцій здійснювався достатньо чітко і вірно, і тому серед плеяди вищеназваних дослідників теорії пружності, слід назвати імена Кремоні, Кульмана, Ріттера, Цімермана, Вейрауха, Вінклера та ін., які сприяли прогресу цієї галузі теорії споруд. Разом з тим, широка «статично-невизначена проблема», питання динаміки в опорі матеріалів, питання стійкості споруд у цілому та їх елементів зокрема, як і низки інших, не менш важливих питань, практичного висвітлення і практичного вирішення ще не отримали.

Видатні наукові дослідження, що слугували на початку ХХ ст. основою для вирішення вищезначених проблем, були здійснені саме у кінці ХІХ ст., але вони ще не стали надбанням інженерів і до певного часу, такі ж нескладні для тогочасного погляду проблеми, як розрахунок пружного склепіння, розрахунок жорсткої рами, облік динамічного навантаження і т.п. вирішувалися досить примітивно і важко, а головне – шляхами, далекими від обліку дійсних обставин завдання.

Означений стан цієї галузі знань відобразився і на характері споруд, що споруджувалися: складні за архітектурною структурою або не будувалися, або замінювалися вже під час проектування – більш простими архітектурними рішеннями. Як приклад широкого застосування більш примітивних схем необхідно вказати на незначне застосування нерозрізних і навіть консольно-балкових схем. Як приклад результатів примітивного розрахунку можна вказати на приклади, з одного боку, на зайву масивність зведень і арок того часу, а з іншого боку, на недостатню жорсткість підвісних ферм ХІХ ст., які нерідко призводили до руйнування підвісних мостів.

Усі перелічені вище фактори змусили інженера М.С. Стрілецького застосовувати такі прийоми і методи техніки, які значно випереджали примітивні прийоми ХІХ ст. Він стверджував, що будь-яка споруда повинна

відповідати вимогам економічної і суспільної доцільності. Особлива увага Миколою Станіславовичем приділялася естетичному фактору [179].

У відповідь на ці запити, у галузі мостобудування та будівельної механіки відбулася серйозна аналітична переоцінка та з'явилася експериментальна база, на якій формувалися нові будівлі – чисельні дослідження і спостереження, які були поставлені з такою детальністю, яка зазвичай була неможливою у попередні роки через відсутність приладів належної точності. Ці дослідження мали на меті проникнути у саму суть пружних і прямиючих за ними пластичних явищ. Наприклад, задумані М.С. Стрілецьким, штучно поставлені спостереження над цілими спорудами. А це дозволило вивчити так зване «життя» цих споруд у найрізноманітніших умовах, у функцій не тільки роботи в даний момент, а й функцій часу.

Завдяки М.С. Стрілецькому у мостобудуванні намітилися векторуючі тенденції: щодо методу – перейти до мікродосліджень і мікроспостережень і належним чином враховувати динамічний фактор. Щодо результатів – встановити робочі гіпотези, задля ключових положень теорії споруд, і разом з цим якомога ширше вивчити якісно і кількісно ті відхилення від теоретичної схеми роботи споруд, які стануть в основі їхнього розрахунку, які фактично мають місце в окремих спорудах та у їх деталях [180].

М.С. Стрілецький бачив кінцеву мету – з'ясувати експериментальну суть пружних явищ в тілах різної будови, з яких будувалися споруди, і зв'язати з явищами при зростанні діючих на тіло сил, і по суті справи обов'язково супроводжують будь-яке пружне явище через відсутність у природі ідеально-пружних тіл.

При вивченні пружних явищ М.С. Стрілецький виходив з таких трьох «робочих гіпотез»: гіпотези про ідеальну пружність матеріальних споруд; гіпотези про лінійну залежність між напруженням і деформаціями; гіпотези про збереження плоских перетинів при деформації бруса [181].

У царині теорії споруд М.С. Стрілецький виокремлював планове начало у структурі самої будівельної механіки, що зводилося до твердого

встановлення основних її відділів і до чіткої систематизації наукового матеріалу всього, що входило до її складу. Микола Станіславович детально з'ясував усі експериментальні передумови науки і залишав лише необхідні, а власне якраз усі три, перелічені вище, гіпотези. Випереджаючою час є думка М.С. Стрілецького виходити при вивченні пружних явищ, не з гіпотези про безперервність матерії, а з гіпотези про її атомізм. Вчений-інженер часто використовував атомістику під час нових застосувань експериментальних і теоретичних перешкод, а також часто справжніх і близьких до дійсності результатів застосування гіпотези неперервності [182].

Усі докази основних положень теорії споруд М.С. Стрілецький застосовував чітко, із застосуванням «моделей» і висвітленням будь-якого положення його конкретної фізичної суті. Учений віддавав перевагу графоаналітичним методам досліджень з метою вирішення основних проблем будівельної механіки. Микола Станіславович був певен, що ці методи дають чітке виявлення основної ідеї при можливості досягнення будь-якої точності.

М.С. Стрілецький вважав, що останнє слово у сфері плановості і чіткості проектування мостів не сказано, але і того, що досягнуто, достатньо, щоб основна вісь будівельної механіки як науки, вимальовувалася достатньо ясно і щоб її осягнення і засвоєння давалися відносно легко.

М.С. Стрілецький переконував, що теорія споруд, якщо її характеризувати за суто геометричною ознакою, ділить деталі споруд, а за ними і цілі споруди, на три можливих типи – брус, пластина і тіло трьох вимірів. Останні дві категорії, за Стрілецьким, належать до меж бачення теорії пружності. Головну увагу вчений віддавав брусу – тілу з однією незалежною змінною [183].

Микола Станіславович доводив, що уся проблема бруса ділиться на дві великі частини: статично-визначені завдання і статично-невизначені завдання. Учений відстоював думку, що на першому місці перебуває вивчення бруса, як такого. Зазначав, що ця проблема є майже вичерпною (за

умови врахування трьох вищеназваних гіпотез) і висвітлена у працях його учнів. Учені науково-технічної школи Стрілецького зуміли віднайти струнку і жорстку залежність між силовими і деформаційними факторами.

Водночас, сучасник М.С. Стрілецького професор Б.Г. Галеркін досконало висвітлив вище окреслену проблему і тому це явище у 20-х роках ХХ ст. вже не випадало з загального циклу впливів на брус. Для будь-якого перетину визначалися осі – «носії закону збереження плоских перетинів». Вся проблема бруса стала вирішуватися чітко, енергетично і завершено. Питання стійкості бруса, а також динамічні проблеми легко вписувалися у загальну проблему енергетичного підходу.

У результаті, М.С. Стрілецьким та його науковою школою було зроблено чимало, утім її значення для будівельної механіки вимагало детальнішого вивчення. Просторові ферми достатньо не вивчені, і у цій сфері М.С. Стрілецькому та його учням належало пройти ще багато сторінок наукових досліджень, і перш за все – структурувати накопичений у цій сфері матеріал.

Внесок М.С. Стрілецького та його наукової школи у розробку другої частини теорії споруд – статично-невизначену проблему – ознаменувався титанічною роботою інженерів усіх країн, проблемою, що була на часі початку ХХ ст. По суті робота, яка виходила із збереження розрахункової схеми і основних передумов, мала на меті дати якомога швидке, вірне і просте рішення проблеми. Микола Станіславович взяв за основну принцип д'Аламбера роботи системи сил на віртуальних переміщеннях, поширене на пружні системи. І як її наслідок, трактував теореми Бетті, Моря, Максвелла. Теореми Менабреа, Кастільяно надають усій проблемі енергетичного обґрунтування – для лінійних систем приватна похідна від потенційної енергії деформації по узагальненій силі дорівнює відповідному цій силі узагальненому переміщенню. У результаті усі методи вирішення статично-невизначених завдань впливають з вищеназваних теорем і на них ґрунтувалися праці М.С. Стрілецького.

Таким чином, принципова проблема була вирішена раз і назавжди, але у найбільш загальному вигляді. Питання торкалося лише практичного вирішення окремих задач на основі загальної теорії. Саме з цією обставиною зіткнувся М.С. Стрілецький як з головною перешкодою при розв'язанні проблеми. Якщо статично-невизначені ферми зазвичай мають не дуже велику кількість зайвих стержнів і відносно легко вирішуються приведенням їх до статично-визначених, у свою чергу, вирішувалися кінематичним способом, то статично-невизначені рами представляють для практики значну проблему.

На цій ниві науково-технічного пізнання було зроблено небагато, а узагальнення М.С. Стрілецького було передчасним, адже не достатньо були досліджені просторові рами. Однак, «рамний голод», який відчувався у науковій школі М.С. Стрілецького поступово проходив, адже у розпорядженні інженерів і тих, хто здійснював необхідні розрахунки, з'явилися методи, які вони обирали для вирішення різних завдань у мостобудуванні.

М.С. Стрілецький виділяв три основні напрями для вирішення означеної проблеми: застосування методів аналітичних, методів графічних, або графоаналітичних, і методів механічних. Останні методи ґрунтувалися на теоремі Максвелла про взаємність переміщень і вимагали спеціального і чутливого обладнання, детальних маніпуляцій з цим обладнанням. Тому вони не були поставлені у ряд з першими двома групами методів і чекали подальших удосконалень [184].

Графоаналітичні методи основані на застосуванні фокусів – будь-яка рама має у кожному своєму елементі два фокуси, які подібні до таких, які є в нерозрізних балках і зведеннях – ці фокуси також співпадають з точками переходу через нуль моментів, які викликаються у даній рамі поворотом правого або лівого її кінця на той чи інший невеликий кут. М.С. Стрілецький розумів, що маючи фокуси, може йти тим шляхом, яким йшли інженери при розрахунках із нерозрізними балками. І тому вирішував проблему роботи рами за будь-якого її навантаження. Вчений-інженер вважав цей метод дуже



мудрим, який по суті допомагав розкрити сутність роботи даної рами. Це підтвердили ґрунтовні дослідження Л.О. Самойлова.

М.С. Стрілецький виділяв десятки прийомів, які спрощували вирішення проблеми. Вважав, що класифікувати ці прийоми ще передчасно і виділяв низку методів наших вітчизняних дослідників: метод М.С. Стрілецького, метод О.М. Новикова, метод О.М. Верещагіна, метод професора Фармаковського і ряд інших. Рамний голод тамувався дуже швидко і М.С. Стрілецький мав надію на основі власних розробок, підвести підсумки і дати класифікацію наукових здобутків попередників і сучасників. І ця проблема, стала однією із стрижневих проблем для вихованців і послідовників його науково-технічної школи [185].

### **3.2.2 Роль М.С. Стрілецького в розробці металевих конструкцій**

Наукові праці у сфері металевих конструкцій Центрального науково-дослідного інституту будівельних конструкцій в перших роках існування інституту очолювалися видатним вченим в галузі металевих конструкцій М.С. Стрілецьким. У роботі «Нові ідеї і можливості в металевих промислових конструкціях» (1934) [186] М.С. Стрілецьким були сформульовані основні шляхи науково-технічного прогресу в галузі металевих конструкцій: розробка сталевих конструкцій, що відповідають вимогам економії металу, зниження трудомісткості, підвищення технологічності виготовлення і монтажу, скорочення часу створення конструкцій, широке застосування зварювання, у тому числі автоматизованого, як засіб вдосконалення металевих конструкцій. Слід відзначити, що ця ідея була висунута ще за 6 років до розробки Є.О. Патоном в Києві автоматизованого зварювання під шаром флюсу, застосування для конструкцій високосортних сталей (підвищеної і високої міцності). Важливою стала доцільність обліку в розрахунках металевих конструкцій пластичних деформацій та постійне вдосконалення методу розрахунку і норм проектування металевих конструкцій, як головні шляхи

впровадження досягнень науково-технічного прогресу у будівництві. У 1935–1936 рр. М.С. Стрілецьким були опубліковані статті «До аналізу загального коефіцієнта безпеки» [187] і «Ще до питання аналізу коефіцієнта безпеки споруд» [188]. Подальші роботи в цьому напрямі привели до розробки методу розрахунку за граничними станами. На реалізацію цих засадничих принципів і була спрямована уся діяльність лабораторії металевих конструкцій Інституту з її заснування і протягом тривалого часу.

У житті лабораторії можна відмітити умовно чотири етапи. У перший період (орієнтовно з моменту створення до кінця 40-х років ХХ ст.) відбувалося становлення лабораторії. Але вже в цей час в лабораторії велися роботи, спрямовані на реалізацію п'яти вказаних вище пріоритетних напрямів діяльності у галузі будівельних металевих конструкцій. До найбільш яскравих, «етапних» робіт цього періоду слід віднести:

а) дослідження поведінки сталевих конструкцій за межею пружності (Туркін В.С., Нерозрізні сталеві балки, 1937 р.), які відкривали шлях до повнішого використання міцнісних властивостей сталі;

б) норми і технічні умови проектування сталевих конструкцій, що ознаменували собою завершення тривалого етапу, пов'язаного із вдосконаленням методу розрахунку за напругами, що допускалися;

в) вивчення дійсної роботи сталевих каркасів промислових будівель (Є.І. Беленя, 1948–50), що дало багатий матеріал для подальшого вдосконалення методів розрахунку і конструювання сталевих конструкцій;

г) розробка і впровадження в перші післявоєнні роки ефективного напівмеханізованого методу точкового зварювання через отвір (Єгоров С. О.);

д) дослідження низьковуглецевих сталей (В.О. Балдін та ін.), що дозволило підвищити напругу, яка допускалася, з 1400 кгс/см<sup>2</sup> до 1600 кгс/см<sup>2</sup>;

ж) теоретичні і експериментальні дослідження які здійснювалися в лабораторії на цьому етапі реалізовані в нормах і технічних умовах

проектування сталевих конструкцій, були уведені в дію з липня 1955 р. і які стали першими в проектуванні сталевих конструкцій, засновані на методі граничних станів (В.О. Балдін та ін.).

Вихід цих норм визначив технічну політику у сфері нормування сталевих конструкцій на декілька десятиліть наперед. Наступний етап в житті лабораторії охоплює 50-60-і роки ХХ ст. Основний напрям діяльності в цей період – удосконалення методу розрахунку металевих конструкцій за граничними станами на основі обліку особливостей їх роботи в пружній і пружнопластичній стадії, у тому числі при складному напружено-деформованому стані

Сьогодні нам відомо, що *металеві конструкції* об'єднують у собі їх *конструктивну форму, технологію виготовлення і способи монтажу* [189]. Рівень розвитку металевих конструкцій визначається потребами в них народного господарства, а також можливостями технічної бази: розвитку металургії, металообробки, будівельної науки і техніки. М.С. Стрілецький чітко усвідомлював такий стан розвитку металобудівництва. Він був добре знайомий з історією розвитку металевих конструкцій і тому ділив цю історію на п'ять періодів [190].

Микола Станіславович визначив перший період (від ХІІ до ХVІІ століття) і характеризував його застосуванням металу в унікальних на той час спорудах (замках, церквах тощо) у вигляді зтяжок і скрепінь для камінної кладки. Зтяжки виковувалися з кричного заліза і скріплювали через проушини на штирях. Вчений зазначав, що однією з перших таких конструкцій є зтяжки Успенського собору у м. Володимирі (1158 р.).

Другий період вчений вказав (від початку ХVІІ до кінця ХVІІІ століть) і що він тісно пов'язаний із застосуванням нахилених металевих стропил і просторових куполових конструкцій («корзинок») голів церков. Стержні конструкції виконані з кованих брусків і з'єднані на замках і скрепах горновим зварюванням. Конструкції такого типу збереглися до наших днів. Прикладом може слугувати каркас Казанського собору у Санкт-Петербурзі,

який мав довжину 15 м і був встановлений у 1805 році. Дана конструкція, яка складалася із стержнів, працювала на розтяг, згинання і стиснення. Микола Станіславович зауважував, що в ті давні часи конструктор знав, що для зтяжок, які працюють на згин, слід застосовувати смугу, поставлену на ребро, а підкоси, які працюють на стиснення.

Третім періодом М.С. Стрілецький вважав період від початку XVIII до середини XIX ст. і що він був тісно пов'язаний із засвоєнням процесу лиття чавунних стержнів і деталей. В цей час будувалися чавунні мости і конструкції перекриття цивільних і промислових споруд. З'єднання чавунних елементів здійснювалося на замках або болтах. Так, у 1784 р. у Петербурзі був побудований перший чавунний міст. А досягли завершеної досконалості чавунні мости в Російській імперії десь у середині XIX ст. Унікальною чавунною конструкцією 1840-х років є купол Ісакієвського собору, зібраний з окремих косяків наподобі суцільної оболонки.

У 1850-х роках у Петербурзі був збудований Миколаївський міст. Він складався з восьми аркових прогонів від 33 до 47 м, які сприяли будівництву найбільшого чавунного мосту у світі. В цьому мості стропила поступово трансформуються у змішані залізочавунні трикутні ферми. У цих фермах спочатку не було розкосів, вони з'явилися в кінці даного періоду. Стиснуті стержні ферм часто виробляли з чавуна, а розтягнуті – із заліза. У вузлах елементи з'єднувалися через проушини на болтах. Відсутність в даному періоді прокатного і профільного металу обмежувало конструктивну форму залізних стержнів прямокутним або круглим перетином. Однак переваги фасонного профілю вже і тоді стали зрозумілими і стержні кутового або швеллерного перетину виготовляли гнуттям або ковкою нагрітих смуг.

Четвертий період (з 30- рр. XIX до 20-х рр. XX ст. був пов'язаний із швидким технічним прогресом в усіх областях техніки того часу, і зокрема, в металургії і металообробці. М.С. Стрілецький зазначав, що на початку XIX ст. процес отримання заліза був замінений на більш досконале публінування, а в кінці 80-х років – виплавленням заліза з чавуна в

мартенівських і конверторних печах. Поряд з уральською базою була створена в Російській імперії південна (читай українська) база металургійної промисловості. У 1840-х роках вже був освоєний процес отримання профільного металу і прокатного листа. Але ще у 1830 р. з'явилися заклепочні з'єднання, чому сприяло винайдення діркопробивного пресу.

Протягом 10 наступних років усі сталеві конструкції виготовлялися клепами. Сталь майже повністю витіснила з будівельних конструкцій чавун і стала матеріалом більш удосконаленим за своїми властивостями (особливо при роботі на розтяг) і краще піддавалася контролю і механічній обробці. Чавунні конструкції після середини ХХ ст. отримали завершення з появою розкосів: вузлові з'єднання замість болтових на проушинах сталі виконувалися заклепочними за допомогою фасонки ХХ ст. і застосовувалися лише в колонах багатоповерхових будівель, перекриттях вокзальних дебаркадерів, де могла бути повністю використана добра опірність чавуну на стиснення.

В Україні до кінця ХІХ ст. промислові і цивільні будівлі будувалися в основному з цегляними стінами з невеликими прогонами, для перекриття яких використовувалися трикутні металеві ферми. Конструктивна форма цих ферм поступово удосконалювалася; решітка отримала завершення з появою розкосів; вузлові з'єднання замість болтових стали виконуватися заклепочними за допомогою фасонки [191].

М.С. Стрілецький так описує наступний період – кінець ХІХ ст. В цей час застосовувалися гратчасті каркаси рамноаркової конструкції для перекриття будівель значних прогонів. Прикладами є перекриття Сінного базару у Петербурзі (1884) прогоном 25 м., Варшавського ринку прогоном 16 м (1891), перекриття Гатчинського вокзалу (1890 р.). Але найбільшого удосконалення рамноаркова конструкція сягнула в покритті дебаркадера Київського вокзалу, побудованого згідно проекту інженера В.Г. Шухова (1913–1914 рр.). В конструкціях цих споруд добре пророблена компоновочна схема, опорні закріплення і вузлові заклепочні з'єднання [192].

У другій половині XIX ст. значного розвитку в Російській імперії, особливо на теренах України, отримало металеве мостобудування. Це було обумовлено зростанням мережі залізниць. На будівництві мостів розвивалася конструктивна форма металевих конструкцій, удосконалилася теорія компоновки і розрахунку, технологія виготовлення і монтажу. Принципи проектування, розроблені у мостобудуванні, були перенесені відтак на промислові і цивільні об'єкти. Засновниками вітчизняної школи мостобудування є відомі інженери і професори С.В. Кербедз, М.А. Белелюбський, Л.Д. Проскуряков, Ф.С.Ясинський, М.С. Стрілецький та ін.[193].

*Кербедз Станіслав Валеріанович (1810–1899)* – інженер шляхів сполучення, вчений у галузі мостобудування і водного транспорту, автор проекту і керівник будівництва першого мосту через Неву (міст лейтенанта Шмідта) в Санкт-Петербурзі, мостів через Лугу та Віслу у Варшаві [194].

*Белелюбський Микола Аполлонович (1845–1922)* – інженер шляхів сполучення інженер шляхів сполучення, вчений в галузі мостобудування, будівельної механіки, матеріалознавства, професор Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення (1878). Згідно проектів М.А. Белелюбського побудовані мости через Волгу, Дніпро, Об, Інгулець, Аму-Дарью. Миколою Аполлоновичем створені оригінальні мостові конструкції, запропонований метод розрахунку отворів великих мостів, прийнятий у міжнародній практиці мостобудування. Він вперше застосував розкісну ґратку для мостових ферм, розробив перший в країні метричний сортимент прокатних профілів, удосконалив методику випробувань будівельних матеріалів. Автор першого в Російській імперії «Курсу будівельної механіки» (1885), член Комісії «До питання будівництва залізниці через весь Сибір» [195].

*Проскуряков Лавр Дмитрович (1858–1926)* – інженер шляхів сполучення, вчений в галузі будівельної механіки і мостобудування. Є автором проектів великих мостів через річки Волхов, Оку, Єнісей, Амур, Москву, Дніпро та ін. Увів до мостових ферм трикутну і шпренгельну ґратки

і розробив теорію про найвигідніші окреслення ферми. За проект Єнісейського мосту на Паризькій виставці (1900 р.) Л.Д. Проскураков був удостоєний золотої медалі [196].

Великий внесок в подальший розвиток металевих будівництва в кінці XIX – поч. XX століть і поширенні досвіду, накопиченого в мостобудуванні на металеві конструкції цивільних і промислових будівель зробили Ф.С. Ясинський, В.Г. Шухов і І.П. Прокоф'єв. В даному періоді розвиток металургії, машинобудування та інших галузей важкої промисловості вніс якісну зміну в технологію виробництва і це вимагало обладнання будівництва мостовими кранами. Спочатку їх встановлювали на естакадах. Однак, із збільшенням вантажопідйомності мостових кранів і насиченості ними виробництва, а також із збільшенням висоти і ширини прогонів приміщень, стало доцільним будувати будівлі з металевим каркасом, який підтримував як огорожуючі конструкції, так і колії для мостових кранів. Основним несучим елементом каркасу стала поперечна рама, яка включала в себе колони і ригелі (стропильні ферми).

*Ясинський Фелікс Станіславович (1856–1899)* – інженер шляхів сполучення (1877), спеціаліст в галузі будівельної механіки і теорії пружності. У 1878–1886 рр. працював на Петербург-Варшавській залізниці і був міським інженером м. Вільно. Створив низку проектів залізничних мостів і різних споруд. З 1896 р. викладав в Петербурзькому інституті інженерів шляхів сполучення. Вперше обгрунтував значення стійкості стиснутих стержнів. Наукові праці присвячені теорії стійкості. Проф. Ф.С. Ясинський (1858–1899) першим запроектував багатопрогонову промислову будівлю з металевими колонами між прогонами і розробив багатопромислові складчасті і консольні конструкції покриттів. Він також зробив значний внесок в розрахунок стиснутих стержнів на поздовжній згин, які працюють в пружнопластичній зоні деформування сталі [197].

М.С. Стрілецький відзначав, що винятково плідною і різнобічною була діяльність почесного академіка *Володимира Григоровича Шухова (1853–*

1939) – інженера, вченого, члена-кореспондента АН СРСР, почесного академіка з 1929 р., заслуженого діяча науки і техніки (1928). Володимир Григорович розробив оригінальні металеві конструкції, в тому числі перекриття дебаркадера Київського вокзалу у Москві, гратчасті зводи подвійної кривизни; вежі, в тому числі Шаболовську радіовежу у Москві; понад 500 мостів (через Волгу, Оку, Єнісей і т.д.); зернові елеватори, доменні печі тощо. У побудованих ним спорудах реалізовані ідеї попередньої напруги конструкцій і зведення покриттів у вигляді висячих систем з ефективним використанням роботи металу на розтяг. Цими проектами В.Г. Шухов випередив своїх сучасників і передбачив майбутні напрямки в розвитку металевих конструкцій. Особливо значна його теоретична і практична робота в галузі резервуаробудівництва та інших листових конструкцій [198].

*Професор Іван Петрович Прокоф'єв (1877–1958)* – інженер шляхів сполучення, вчений у сфері опору матеріалів, будівельної механіки і мостобудування, заслужений діяч науки і техніки. Є автором проектів мостів і різних споруд. Наукові праці в основному з будівельної механіки. Опублікував першу монографію з виготовлення і монтажу металевих мостів і спроектував низку унікальних на той час багатопрогонових покриттів (Мурманські і Перовські майстерні Московсько-Казанської залізниці, Московський поштамт, дебаркадер Казанського вокзалу в Москві) [199].

М.С. Стрілецький відзначав початок п'ятого періоду розвитку металевих конструкцій в колишньому СРСР, починаючи з першої п'ятирічки (це кінець 20-х років ХХ ст.). В цей час молода радянська держава розпочала здійснення широкої програми індустріалізації країни. В кінці 40-х років клепані конструкції майже повністю були замінені на зварні, більш легші, цікаві технологічно і економічно. А розвиток металургії, починаючи з 30-х років, дозволив застосовувати в металевих конструкціях замість звичайної низьковуглекислої сталі більш міцнішої низьколегованої сталі. Наприклад така сталь застосовувалася для будівництва залізничного мосту через р. Ципу



(Закавказька залізниця) і сталь для будинку Рад («Дома Советов» у Москві), як і москворецьких мостів. Микола Станіславович зазначає у своїх працях, що в середині ХХ століття номенклатура застосовуваних у будівництві низьколегованих і високоміцних сталей значно розширилася, що дозволило суттєво полегшити масу конструкцій і створювати споруди більших розмірів. Окрім сталі в металевих конструкціях почали використовуватися алюмінієві сплави, об'ємна маса яких майже втричі була меншою.

М.С. Стрілецький також відзначав, що у потужну галузь індустрії виросла виробнича база металевих конструкцій. Заводи і спеціалізовані монтажні організації, оснащені сучасним на той час високопродуктивним обладнанням, були об'єднані в одну систему (Главстальконструкція), яка виконувала основний обсяг будівництва металевих конструкцій. Цей обсяг у 1930–1970 рр. збільшився більш, ніж у 20 разів. Надвичайно розширилася номенклатура металевих конструкцій і розмаїття їх конструктивних форм. Цей різкий кількісний і якісний підйом металевих конструкцій був викликаний розвитком усіх провідних галузей народного господарства, грандіозним розмахом промислового і цивільного будівництва [200].

*Євген Оскарівич Патон (1870–1953)*, інженер шляхів сполучення, спеціаліст в галузі мостобудування та електрозварювання, академік Академії наук УРСР, також зробив вагомий внесок в розвиток металевого мостобудування. Він має виняткові заслуги в галузі механізації і автоматизації, електродугового зварювання. Це стало новим важливим технічним досягненням радянської школи зварювальників. У 1921–1931 рр. очолював мостовипробувальну станцію в Києві. З 1929 р. займався електрозварюванням, організував зварювальну лабораторію, яка у 1934 р. була реорганізована в Науково-дослідний інститут електрозварювання, був директором цього інституту. Під його керівництвом було побудовано міст через Дніпро у Києві [201].

В даному нарисі розвитку металоконструкцій головне місце належить *Миколі Станіславовичу Стрілецькому (1885–1967)* – інженеру шляхів

сполучення, вченому в галузі мостобудування та будівельної механіки. Він є автором проектів мостів через Оку, Волгу, Москву, Дніпро, одним з ініціаторів будівництва вантових мостів. Був організатором і будівничим експериментальних досліджень мостових конструкцій (з 1918), вів активну педагогічну діяльність у Московському інституті інженерів залізничного транспорту, Московському будівельному інституті. Наукові праці присвячені будівельній механіці, мостобудуванню, теорії розрахунку будівельних конструкцій згідно граничних станів. Під час своєї піввікової інженерної і педагогічної діяльності в якості досліджень Московського вищого технічного училища ім. М.Е. Баумана і Московського інженерно-будівельного інституту ім. М.Е. Куйбишева М.С. Стрілецький написав понад 200 наукових праць і виховав чисельний колектив інженерів-конструкторів, виробничників і наукових працівників. Важливою особливістю його наукової і організаційної діяльності було вміння мобілізувати і згуртувати наукових співробітників і практиків різних спеціальностей для комплексного вирішення проблем будівельної науки і промисловості.

На перших етапах своєї діяльності, М.С. Стрілецький як приємник і продовжувач розвитку вітчизняної школи мостобудівників, в подальшому багато зробив для розвитку будівельної науки і вищої будівельної освіти. Він перше застосував статистичні методи в розрахунку конструкцій, досліджував роботу статично невизначених систем за границею пружності, здійснив теоретичні дослідження і узагальнив їх дані в галузі розвитку конструктивної форми. За його безпосереднього керівництва і впливу експериментального вивчення дійсної роботи металевих конструкцій стало одним з головних методів удосконалення конструктивної форми і розрахунків. М.С. Стрілецький був одним з ініціаторів переходу від розрахунку за допусковими навантаженнями до розрахунку за граничними станами і зробив великий внесок в розробку цього прогресивного методу [202].

### **3.2.3 Внесок М.С. Стрілецького в розвиток проектування та дослідження металевих конструкцій цивільних і промислових споруд**

Раніше ми вже відзначали, що після закінчення Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення у 1911 р. М.С. Стрілецький був відряджений до Німеччини, де слухав цикл лекцій у Шарлоттенбурзькій вищій технічній школі і працював на будівництві мостів та в проектному бюро. Повернувшись із-за кордону, М.С. Стрілецький працював на будівництві залізниць і проектував інженерні споруди і мости. Ним були розроблені проекти таких великих споруд, як міст через р. Оку в Нижньому-Новгороді (1913–1914 рр.) і залізничний тунель под р. Волгою в тому ж місті у 1915 р. На основі цих робіт ним підготовлені перші наукові праці: «Способи розрахунку безрозкосних балок» (1913) [203], «Історичний нарис розвитку підводних тунелів» (1914)[204], «До ескізних проектів міського і залізничного мостів через р. Оку в Нижньому Новгороді» (1915) [205], «Нові мости, що розкриваються» (1915) [206]. До цього ж періоду відноситься і початок педагогічної діяльності М.С. Стрілецького у Московському вищому технічному училищі у 1915 році.

У 1918 р. М.С. Стрілецькому було присвоєно звання професора і він був обраний завідувачем кафедри мостів Московського інженерно-технічного училища (МІТУ).

Одночасно з 1917 по 1928 рр. М.С. Стрілецький працював у Московському інституті залізничного транспорту. У 1918 р. проф. М.С. Стрілецького було запрошено на роботу до Науково-технічного комітету Народного комісаріату шляхів сполучення, де протягом 12 років керував експериментальними дослідженнями мостових споруд. Великі експериментальні дослідження мостів послужили базою для створення М.С. Стрілецьким школи, з якої вийшли доктори технічних наук професори І.М. Рабінович, Ю.О. Нілендер, С.О. Ільясевич, Г.О. Ніколаєв, С.О. Бернштейн, Є.Є. Гібшман, К.К. Яблоков та ін. Його учнями також були В.З. Власов, М.С. Нікіфоров, Д.В. Бичков та ін. За цей період Микола Станіславович написав

понад 25 наукових праць, присвячених проблемам, пов'язаними з експериментальними дослідженнями мостів та металоконструкцій. З них слід відзначити такі праці: «Основні течії найновішої мостобудівної думки» (1922) [207], «Робота металевих мостів під тимчасовим навантаженням» (1923) [208], «До питання про норми поздовжнього прогину» (1924) [209], «Основи розрахунку статично невизначених ферм» (1924) [210], «До питання про втомлюваності у мостах» (1925) [211], «Про методику динамічних досліджень мостів» (1927) [212], «Значення температурних впливів у роботі мосту» (1929) [213] та ін.

В усіх цих працях і в доповіді М.С. Стрілецького на тему «Ударний вплив рухового навантаження на мости», зробленій на Міжнародному конгресі у Відні (1928 рік), закладені основи аналітичного підходу до вивчення роботи споруди, які характеризують вітчизняну школу дослідників у сфері будівельної механіки. Вказані праці виявили такі важливі положення, як розподіл динамічного впливу на дві частини: динамічний вплив навантаження і динамічний вплив самої споруди, можливість і доцільність їх роздільного значення, можливість і доцільність їх роздільного вивчення; встановлення значення конструктивного фактора у динамічному впливові, законів коливань і їх затухань; вплив стану споруди на його роботу і багато інших. Професор М.С. Стрілецький розкрив сутність процесів, які відбуваються під час роботи споруд під статичним і динамічним навантаженням, і цим сприяв правильному розумінню роботи як окремих елементів, так і цілих конструктивних комплексів.

М.С. Стрілецький був ініціатором застосування в колишньому СРСР дерев'яних ферм великих прогонів типу балок Лангера (праця «Про раціональну форму дерев'яних ферм великих прогонів» (1923) [214] і стали підвищеної якості у мостобудуванні (праці: «Основне завдання сьогодення для нашого мостобудування» (1927) [215]; «Кремнієві сталі в СРСР і за кордоном» (1928) [216]). М.С. Стрілецький був також ініціатором застосування в СРСР вантових мостів.

У монографії «Закони зміни ваги металевих прогонових споруд мостів» (1926) М.С. Стрілецький вперше встановив нові показники – «вагові характеристики» [217]. Ним були з'ясовані закономірності, як зв'язували вагу прогонових споруд та їх частин з руховим навантаженням, яке допускається напруженням і прогоном. Ці закономірності М.С. Стрілецький застосував для вияву найбільш вигідних схем головних ферм мостів і оптимальних споруд між їх основними розмірами.

У монографії «Розвідні мости» (1924) М.С. Стрілецький систематизував і класифікував розвідні мости за їх кінетичними схемами. Ця робота була написана як докторська дисертація [218].

З 1930 р. М.С. Стрілецький займався питаннями металевих промислових конструкцій. З робіт в цій галузі слід назвати такі: «До питання про оптимальні співвідношення промислових конструкціях» (1932) [219]; «Основні завдання зварювання у металоконструкціях» (1932) [220]; «Основи законів ваги і економії металу у промислових конструкціях» (1933) [221]; «Нові ідеї і можливості в металевих конструкціях» (1934) [222]. У цих працях М.С. Стрілецький встановив вагові закономірності, які існують у сталевих конструкціях промислових будівель, і накреслив шляхи розвитку металевих конструкцій і варіантність їх конструктивної форми, які використовуються при проектуванні промислових об'єктів та їх будівництві.

У 20-х роках ХХ ст. згідно пропозиції М.С. Стрілецького до норм розрахунку мостів було введено чіткий облік динамічного впливу навантаження і у відповідності з цим – постійна величина допускових напруг незалежно від прогону («Нові норми навантажень і напруг» (1921) [223], і при розрахунку стиснутих стержнів – методика Енгессера-Кармана натомість розрахунку за емпіричними формулами («До питання про норми поздовжнього згину» (1924) [224]. Ним було підготовлено текст норм розрахунку металевих конструкцій у «Єдиних нормах будівельного проектування», які побачили світ у 1930 році.

М.С. Стрілецький був головою комісії з розробки норм і технічних умов проектування металевих конструкцій. Він є також одним з ініціаторів використання статистичних методів при аналізі роботи конструкцій. На основі цього аналізу, згідно його пропозиції, були підвищені допустимі напруги для металевих конструкцій: у 1939 р. з 1200 до 1400 кг/см<sup>2</sup>, а в 1942 р. – з 1400 до 1600 кг/см<sup>2</sup>.

З середини 30-х років ХХ ст. М.С. Стрілецький багато уваги приділяв питанню обліку пластичних деформацій у роботі конструкцій і дослідженню процесу руйнування конструкцій. У своїх працях М.С. Стрілецький представив звичайний практичний метод вирішення цього питання на підставі пропозиції про крихке руйнування стиснутих стержнів. В подальшому цей метод був поширений на випадки циліндричного і змінного навантаження і були встановлені випадки руйнування і неруйнування конструкцій («До питання про руйнування ферм під циклічним навантаженням» (1946) [225] та «До питання руйнування зігнутих статично невизначених систем» (1953) [226]).

Понад 15 праць М.С. Стрілецький присвятив проблемі запасу міцності, допустимим напруженням і гарантії незруйнованих споруд. З робіт у цій сфері слід відзначити такі: «До питання про коефіцієнти формул допустимих напружень» (1926) [227]; «Нова методика розрахунку конструкцій» (1936) [228]. М.С. Стрілецьким закладені основи аналітичного підходу до цих винятково важливих проблем проектування будівельних конструкцій. М.С. Стрілецький, застосувавши методи математичої статистики і теорії імовірності, увів нове поняття – величину гарантії неруйнованості споруди, яка дозволяла стверджувати, що при прийнятому коефіцієнті запасу споруда не буде зруйнована, а також встановив вплив факторів мінливості параметрів роботи конструкції на її безпеку.

Микола Станіславович є ініціатором і керівником розробки і впровадження нової методики споруд за граничним станом. Основними працями у цій сфері є доповіді М.С. Стрілецького на Всесоюзній нараді з

питань розрахунку споруд у Свердловську (1958), на нараді Комісії з розрахунків споруд Міжнародної ради з споруд у Москві (1958), на Конгресі цієї Ради у Роттердамі (1959), на 6 конгресі Міжнародного товариства з мостів і конструкцій у Стокгольмі (1960) та ін. Слід також відзначити праці: «До питання встановлення коефіцієнтів запасу споруди» (1947) [229]; «Принципові основи нової методики розрахунку за граничними станами» (1949) [230]; Дослідна перевірка роботи елементів мостових конструкцій» [231].

На схилі літ наукова діяльність М.С. Стрілецького була спрямована на вирішення проблем, які мали винятково важливе народногосподарське значення:

1. Удосконалення методики розрахунку споруд за граничними станом.
2. Питання економії сталі в конструкціях.
3. Робота матеріалу і елементів сталевих конструкцій.
4. Теорія типізації споруд.
5. Історія розвитку будівельних конструкцій.
6. Економіка сталевих конструкцій.
7. Аналіз конструктивної форми сталевих конструкцій.

### **3.2.4 М.С. Стрілецький про методи розрахунку конструкцій і споруд відповідно до граничних станів**

М.С. Стрілецький у своїй науковій праці про методи розрахунку конструкцій і споруд на підставі граничних станів зазначає, що в колишньому СРСР цей метод було застосовано в якості керівного принципу лише з 1 січня 1956 р.[232]. Його було включено на затвердження основного будівельного кодексу СРСР – «Будівельних норм і правил». Важливо зазначити, що цим методом досі розраховуються усі конструкції промислових і цивільних будівель, а також мостів.

М.С. Стрілецький надавав цьому методу особливого значення. Він стверджував, що причиною переходу до розрахунку згідно граничних станів

було цілковите неудоконалення попереднього методу розрахунку згідно допустимих напружень, який не відповідав фактичній роботі конструкції і в першу чергу конструкцій, які були побудовані із залізобетону і кам'яної кладки. Адже компоненти цих споруд мають різні механічні характеристики. А це означає, що на момент вичерпання своєї несучої здатності отримують інші співвідношення напружень, ніж під час роботи в напруженій стадії. Останні суперечили методу розрахунку за допустимими напруженнями.

Вперше у СРСР це протиріччя було помічене проф. О.Ф. Лолейтом в кінці 20-30-х років ХХ ст. [233–235]. У 1938 р. воно отримало відображення у нових «нормах і технічних умовах проектування залізобетонних конструкцій», у так званому методі розрахунку згідно руйнуючих навантажень, в якому на основі досліджень професора О.О. Гвоздева враховувався багатий досвід роботи залізобетону у пружній пластичній стадії [236–237].

Основи методу розрахунку згідно руйнуючих навантажень увійшли до методу розрахунку за граничними станами, який базується на обліку пластичних деформацій – він є першим основним принципом розрахунку конструкцій за граничними станами. Недоліком методу розрахунків за допустимими напруженнями, загальними для конструкцій, які виконуються з будь-яких матеріалів, є також:

- 1) принципова рівнозначність коефіцієнта запасу для усіх конструкцій з даного матеріалу і пов'язана з цим можливість обліку специфіки роботи різних конструкцій;
- 2) неможливість обліку фактичної мінливості навантажень і механічних властивостей будівельних матеріалів;
- 3) недостатній облік пластичної фази роботи матеріалу;
- 4) внаслідок перелічених обставин – умовність коефіцієнта запасу згідно методу розрахунку за допустимими навантаженнями і тому фактична міцність різних споруд та їх елементів, а виходить, і недостатній економічний ефект, досягається таким чином.



Ці недоліки утрудняють застосування розрахунку згідно допустимим навантаженням. Вихід було знайдено професором Качінчі (1911 р.) з Будапешта, який запропонував здійснювати статистичне вивчення численних навантажень і механічних властивостей матеріалів. В колишньому СРСР дану думку підтвердив у 1928 р. інженер М.О. Хоціалов [238]. Невдовзі, у 1935 р., він оформив дане питання як спеціальну проблему.

Статистичний облік умов роботи конструкцій і мінливості цих умов є другим основним принципом розрахунку конструкцій згідно граничних навантажень. Однак метод розрахунку за граничним станом принципів відрізняється від методу розрахунку за руйнівними навантаженнями тим, що він висуває інший критерій (основну характеристику) граничного стану конструкцій [239].

М.С. Стрілецький стверджував, що якщо за розрахунку за руйнівними навантаженнями, так само як і за допустимими напруженнями, основною характеристикою граничного стану є руйнування або втрата несучої здатності, то у методі розрахунку конструкцій згідно граничних станів, прийнятому в СРСР, основною характеристикою граничного стану вважається стан припинення експлуатації споруди, втрата її експлуатаційної здатності. Цей критерій значно більш загальний, ніж перший (руйнування або втрата несучої здатності), тому що припинення експлуатації можливе від різноманітних обставин і в тому числі включає стан втрати несучої здатності як окремий випадок.

Окрім характеристик міцності і конструктивної форми споруди, які враховуються обставинами втрати несучої здатності, до цього критерію належать і такі характеристики, як призначення і значущість споруди, умови і тривалість її експлуатації, економічність та ін. Ось чому такий критерій може бути дуже гнучким і різнобічним. Припинення експлуатації, зв'язане з необхідністю ремонту або заміни частин конструкції, ще не означає руйнування конструкції, а тільки порушує функціонування споруди або діяльності підприємства. Звідси безпосередньо впливає взаємозв'язок між

вимогами експлуатаційної здатності, призначенням і значущістю споруди та економічністю.

Припинення експлуатації – не катастрофа, а тільки попередження аварії. Тому для забезпечення експлуатації не потрібно тих додаткових, надзвичайних заходів, які у вигляді спеціального або загального коефіцієнта запасу на всякий непередбачений випадок з'являються для забезпечення стабільності споруди. Усі елементи коефіцієнта запасу при методі розрахунку за граничним станом набувають чіткого фізичного смислу.

Критерій методу розрахунку за граничним станом може бути названим критерієм придатності споруди. Розрахунок повинен забезпечити придатність споруди для виконання свого призначення. Непридатна споруда не має практичної цінності, хоча може зберігати свою міцність.

М.С. Стрілецький вважав, що придатність – основна вимога, яка пред'являється до споруди, є основним критерієм її граничного стану. Припинення експлуатації споруди можливе згідно дуже багатьох причин, тому споруда може мати декілька граничних станів. Микола Станіславович, характеризуючи норми будівництва конструкцій, розглядав три розрахункових граничних стани.

1. *Перший граничний стан* – припинення експлуатації внаслідок того, що вичерпується несуча здатність споруди або з'являються такі остаточні деформації, які роблять подальшу експлуатацію споруди неможливою. Тут є дві ознаки припинення експлуатації. Перша ознака відноситься до споруд і конструкцій, які володіють великою жорсткістю, для яких залишкові деформації несуттєві або мало можливі згідно умов роботи конструкції. При високій якості виготовлення таких конструкцій експлуатація їх може тривати до вичерпання ними несучої здатності. В деформованих конструкціях вирішальним часто є друга ознака першого граничного стану – надмірні залишкові деформації, які роблять неможливою подальшу експлуатацію, і споруда стає непридатною ще до втрати нею несучої здатності.

2. *Другий граничний стан* – припинення нормальної експлуатації конструкції внаслідок надзвичайних надмірних коливань або недостатній жорсткості, коли споруда, залишаючись міцною, перестає відповідати експлуатаційним вимогам, які від неї вимагаються. М.С. Стрілецький наводить приклад з будівництвом висячих мостів, які через невдалу конструктивну форму під час явища резонансу можуть отримати коливання, які перешкоджають подальшій експлуатації мосту. Колони промислових будівель за недостатньої жорсткості також можуть перешкоджати вільному рухові мостових кранів і затрудняють експлуатацію підприємства. Те ж саме у відповідних випадках може стосуватися балкових та інших систем.

3. *Третій граничний стан* – припинення експлуатації внаслідок утворення тріщин у достатньо міцній і жорсткій конструкції. Утворення тріщин у будівельних матеріалах і конструкціях може бути двох видів: а) утворення тріщин від технологічних, кліматичних та інших несилових факторів, причиною яких є неякісна конструктивна форма; прикладом можуть служити тріщини у сталевих конструкціях при зварюванні, тріщини в дерев'яних конструкціях та їх елементах під час сушіння; такі тріщини попереджуються конструктивними заходами, а не розрахунковим шляхом; б) утворення тріщин від силових факторів, наприклад, тріщини у кам'яній кладці при її надзвичайній завантаженості, тріщини у залізобетоні, який працює на розтягнення і згин. Утворення тріщин такого типу може бути попереджене в конструкціях розрахунком за їх третім граничним станом, який тому поширюється тільки на залізобетонні і кам'яні конструкції.

М.С. Стрілецький окремо розглядав тріщини, які утворюються в результаті концентрації напруг у пружно пластичних матеріалах. Хоча ці тріщини і силового походження, однак їх поява зв'язана не тільки з силовими факторами, а в першу чергу з неправильностями конструктивної форми, які призводять до крихкого руйнування. Дрібні пошкодження прирівнюються до технологічних тріщин і усуваються конструктивними заходами; великі пошкодження безпосередньо впливають на несучу здатність споруди, і силові

фактори, які призводять до утворення тріщин, розраховуються за першим граничним станом.

Обрахунок мінливості обставин роботи споруди або конструкції є особливістю розрахунку згідно граничних станів. Мінливість обставин роботи споруди або конструкції може бути зведена до трьох комплексів: мінливість навантажень, мінливість властивостей матеріалів, мінливість умов роботи споруди, конструкції або їх елементів.

М.С. Стрілецький відзначав, що в нормах проектування будівельних конструкцій мінливість навантажень визначається згідно відношення до нормативних навантажень, які близькі за величиною до найбільших навантажень нормальної експлуатації. Мінливість навантажень характеризується спеціальним коефіцієнтом, найбільш можливе значення якого називається *коефіцієнтом перевантаження*. У розрахунок уводиться максимальна величина навантаження, яка дорівнює помноженню нормативного навантаження на коефіцієнт перевантаження і називається *розрахунковим навантаженням*. Для багатьох навантажень коефіцієнт перевантаження визначається статистичним шляхом. Таким чином, конструкції перевіряються на дію розрахункових навантажень.

При статистичному підході до визначення навантажень за одиницю порівняння більш логічніше було б прийняти середньостатистичне навантаження. Однак за таке було прийняте запозичене із старих норм найбільше експлуатаційне навантаження, як більш звичне. Така заміна при відповідному підбиранні коефіцієнтів перевантаження не відбивається на величині розрахункового навантаження. Однак статистичний підхід можливий тільки для навантажень, які багаторазово повторюються, достатньо стаціонарні за часом, які утворюють так звані стійкі ряди і залежать від численних факторів, що не піддаються розрахунку, мінливість яких характеризується закономірними кривими розподілу. Такі навантаження можна назвати статистично випадковими.

Типовими для цієї групи атмосферні навантаження (сніг і вітер). На підставі метеорологічних спостережень для них були побудовані криві розподілу, закладені в основу визначення коефіцієнтів перевантаження.

Кранові навантаження неспеціалізованих кранів також слід розглядати як статистично випадкові, оскільки вказані крани в процесі роботи багаторазово піднімають різноманітні вантажі, порядок яких неможливо встановити апріорі. Робота таких кранів в часі достатньо стаціонарна; для навантаження від них також можуть бути побудовані криві розподілу.

Навантаження спеціалізованих кранів, як правило, чітко фіксовані і не можуть вважатися статистично випадковими, однак для усіх кранів було встановлено єдиний коефіцієнт перевантаження. Статистично випадковий характер має мінливість впливів залізничного навантаження внаслідок неправильного розташування колії на мостах. Ці перевантаження враховуються на кранових коліях нормами проектування конструкцій для промислового будівництва. Вони спеціально не входять до загального коефіцієнту перевантаження кранового навантаження.

Від коефіцієнта перевантаження необхідно відрізнити коефіцієнт планового зростання навантаження, який характеризує збільшення навантаження з течією часу внаслідок ускладнення експлуатації спорудження. Найбільше значення він має для мостових конструкцій у зв'язку із зростанням вантажопідйомності рухомого складу. Коефіцієнт планового зростання є результатом планового передбачення і не має статистичної природи. Проте часто коефіцієнт перевантаження і коефіцієнт планового зростання навантаження поєднуються в один – *коефіцієнт навантаження* (наприклад, для залізничних мостів).

Навантаження перекриттів багатопверхових будівель мають такий же коефіцієнт. Він складається з двох частин: коефіцієнта планового зростання навантаження, який характеризує зростання навантаження від розвитку і зміни технології виробництва, розміщеного на перекриттях, і коефіцієнта перевантаження, який характеризує випадкові зміни навантажень внаслідок

того, що в деяких випадках, наприклад, при ремонті, на перекритті можуть з'явитися випадкові навантаження, непередбачені технологією виробництва. Хоча така мінливість випадкова, все ж вона немає статистичної природи, тому що нестационарна в часі, і для змін не можуть бути отримані криві розподілу.

Мінливість постійного навантаження повинна розглядатися як статистично випадкова, оскільки вона залежить від таких численних факторів, як об'ємні ваги матеріалів, помилки в дозуванні і т.д. У відповідності з цим постійне навантаження також має коефіцієнт перевантаження. На відміну від інших коефіцієнт перевантаження постійного навантаження може бути як більший, так і менший від одиниці. Останній застосовується у тому випадку, коли постійне навантаження є розвантажувальним.

Розрахункове навантаження (помноження нормативного навантаження на коефіцієнт перевантаження) бачиться як найбільш можливе навантаження за час експлуатації споруд.

Мінливість опору матеріалів в нормах проектування конструкцій враховується у порівнянні із опорами конструкцій (механічними якостями), вказаними у відповідних державних стандартах або технічних умовах на матеріали. Ці опори називаються нормативними. Вони мають різну природу, яка встановлюється у відповідності з діючими державними стандартами або технічними умовами.

М.С. Стрілецький наводить приклади, які свідчать, що для гарячокатаної сталі різних марок нормативним опором є бракований мінімум границі текучості згідно до відповідних державних стандартів. Так, для бетону – міцність на осьове стиснення і стиснення при згині або розтягненні, яка отримується на основі кубкової міцності (марка бетону), а також згідно відповідному державному стандарту; для кам'яної кладки – міцність стовпа кладки нормованих розмірів у залежності від марки каменю (цегли) і

розчину; для деревини – межа тривалого опору деревини, яка отримується на основі встановленого державним стандартом тимчасового опору.

Статистична обробка результатів випробувань опору матеріалів дала можливість побудувати для них достатньо обгрунтовані криві розподілу і знайти мінімальне значення опору матеріалів, який приймається на відстані трьох стандартів від центру гаусової кривої, якій добре відповідають криві розподілу опору матеріалів.

Нормативні опори не дорівнюють середньостатистичним значенням опорів (центру кривих розподілу), оскільки було визнано доцільним нормативні опори безпосередньо зв'язати з різноманітними вимогами прийомних випробувань матеріалів.

Нормативні опори для різних впливів (стиснення, розтяг, згин, зріз), а іноді і для споріднених матеріалів (наприклад, різних порід дерева) отримуються з основного нормативного опору, згідно з яким є масові дослідні дані згідно їх випробування (розтяг для сталі, стиснення для бетону і каменю і т.д.), шляхом помноження на перехідні коефіцієнти, обгрунтовані досвідом і теорією.

Відношення мінімального значення опору матеріалу до нормативного називається *коефіцієнтом однорідності*, який може розглядатися як характеристика мінливості властивостей даного матеріалу. Коефіцієнти однорідності різних матеріалів непорівнянні між собою, оскільки їх нормативні опори мають різну природу. Зазвичай у коефіцієнт однорідності уводяться і інші обставини роботи матеріалу в конструкції. Так, у коефіцієнт однорідності сталевих конструкцій уводиться вплив мінливості фактичних розмірів перетинів елементів конструкції у відповідності із встановленими допусками; у коефіцієнт однорідності дерев'яних конструкцій уводиться вплив розмірів конструкції (масштабний фактор), кам'яних – індивідуальність виконання кам'яної кладки, які залежать від навиків і кваліфікації будівельника.

У цьому випадку, коли компоненти коефіцієнта однорідності мають статистичну природу, поєднання їх також враховуються статистичним шляхом. Значить, коефіцієнт однорідності є складним. Помноження коефіцієнта однорідності на нормативний опір називається *розрахунковим опором*. Останній представляє собою найменш можливий опір матеріалу за час експлуатації споруди. Згідно розрахунковому опору підбираються перетини елементів конструкцій.

Особливості роботи різного роду конструкцій або їх елементів хараткризуються третім основним коефіцієнтом методики розрахунку за граничним станом – *коефіцієнтом умов роботи*. Цей коефіцієнт дуже різноманітний і може бути розбитий на декілька категорій. Перш за все необхідно відзначити коефіцієнт умов роботи матеріалу і елементів конструкцій при врахуванні втомлюваності, втрати стійкості і т.д. Далі коефіцієнти умов роботи з'єднань, особливо різноманітних в дерев'яних конструкціях, які характеризують роботу різного роду поєднань, в сталевих конструкціях – заклепки, зварювання і т.д. Потім коефіцієнти, які враховують особливі умови проведення робіт, наприклад зимову кладку в кам'яних конструкціях, індустріальне виготовлення елементів збірною залізобетону і т.д. Нарешті, коефіцієнти, які враховують різну значущість і капітальність споруд, наприклад, в залізничних мостах.

Дуже часто коефіцієнти умов роботи об'єднуються з коефіцієнтом однорідності, що спрощує розрахунки, хоча і збільшує кількість розрахункових опорів. Особливо повинно бути підкреслене значення коефіцієнтів умов роботи, які зв'язують роботу конструкції з умовами експлуатації. Покращення нагляду за спорудженням і експлуатацією може бути реалізоване у розрахунку за допомогою цих коефіцієнтів з отриманням відповідного економічного ефекту.

Розробка програми для вивчення ефекту дуже бажана. Особливо доцільне вироблення об'єднаної програми щодо вивчення мінливості факторів роботи конструкцій із-за принципового значення цих питань для



методу в цілому. Дуже важливими є також об'єднанні дослідження роботи конструкції і матеріалу у пластичній стадії, а також вивчення процесу втрати несучої здатності. Хоча таких досліджень досить багато, але вони розділені, і деякі, дуже важливі питання, наприклад, розвиток пластичних деформацій при складному завантаженні і напруженому стані і перехід до крихкого стану, теоретично і експериментально вивчені недостатньо. Також вимагають об'єданого рішення з точки зору рівномірності споруд питання про граничний розвиток пластичних деформацій і деформативних систем та нормуванні остаточної деформації. М.С. Стрілецький у свій час зазначав, що було б дуже доцільним, щоб Міжнародна Рада з будівництва зацікавилася даними питаннями.

### **3.3 Історично-науковий напрям у творчості М.С. Стрілецького**

Знайомство з науковою спадщиною М.С. Стрілецького переконує нас в тому, що він не тільки визначний інженер-мостобудівник і будівельний механік, а й історик науки і техніки. Завдяки працям М.С. Стрілецького та істориків залізничного транспорту його покоління, а також його учнів і послідовників, історія залізничного мостобудування зайняла рівноправне місце в ряду технічних дисциплін транспортного напрямку. Історичний аналіз став засобом, з допомогою якого можна правильно оцінити минуле, орієнтуватися в сьогоденні і спрогнозувати майбутнє. М.С. Стрілецького вважають непересічним для свого часу типом вчених, які пронесли через все своє життя ідеали новітньої техніки. І ці ідеали допомогли йому захищати технічну думку його часу, вони склали основу його оригінальної особистості. Тому він не тільки інженер-мостобудівник, але й знавець наукової спадщини: Г. П. Передерія [240], Є.О. Патона (241), В.Г. Шухова [242] та інших видатних інженерів і спеціалістів – мостобудівників, залізничників та гідротехніків. М.С. Стрілецький у серії інших статей інформує наукову громадськість про досягнення як

вітчизняних, так і зарубіжних техніків. Він публікує також багато невеличких статей з різних питань транспорту, про міжнародні залізничні з'їзди, про викладання технічних дисциплін у вищих навчальних закладах тощо.

М.С. Стрілецький знавець історії спорудження підводних тунелів [243–244], історії розвитку мостів, що розкривалися і портової справи в Росії [245–246], історії мостобудівної техніки за кордоном [247–248] тощо. Микола Станіславович ніколи не демонстрував своїх знань та ерудицію, але навколо нього завжди існувала аура людини найвищого рівня інтелекту, порядності та совісті. В його присутності затихали конфлікти й дріб'язкові інтриги, люди прагнули показати себе з найкращого боку. Особливо це проявлялося за його участі в роботі журналів: «Техника и экономика путей сообщения», «Вестник инженеров и техников», «Инженерный журнал», «Журнал Министерства путей сообщения», «Известиях собрания инженеров путей сообщения», «Записки Русского технического общества», «Строительная промышленность», «Технико-экономический вестник», «Железнодорожное дело», «Северная Азия», «Проект и стандарт», «Техника», «Строительство», «Известия АН СССР», «Вестник АН СССР», «Гидротехническое строительство» та ін.

Виходячи з того, що Микола Станіславович постійно займався науковою діяльністю, він чудово знав не тільки спеціальну технічну і, зокрема, залізничну, гідротехнічну та водного транспорту, а й історично-технічну літературу. Одним з перших історичних оглядів, написаних ним у 1925 році, була стаття «Залізничний міст за 100 років», надрукована в книзі «Сторіччя залізниць» [249]. У цій статті М.С. Стрілецький аналізує етапи будування залізничних мостів у світі за сто років. В журналі «Железнодорожное дело» Н.С. Стрелецкий друкує статтю «Залізничний з'їзд в Берліні» (1925) [250]. А в дуже популярному часописі того часу «Строительная промышленность» М.С. Стрілецький друкує історико-наукову статтю «Основне завдання теперішнього дня для вітчизняного мостобудування» (1927) [251]. У бюллетені «Дніпробуд» ми зустріли

фундаментальну статтю М.С. Стрілецького «Нові мостобудівні сталі підвищеної якості» (1928) [252].

Дані нариси продемонстрували основні якості молодого Стрілецького як історика науки: чудове знання предмету, вміння виділити головне в проблемі, бережливе відношення до фактів і чудовий літературний стиль. Поява даних публікацій не була випадковою. Починаючи з другої половини ХІХ ст. інтерес до історії залізничного транспорту, гідротехнічної науки та водного транспорту був дуже значним і будь-який видатний вчений обов'язково звертався до історії науки і техніки, вважаючи дану галузь знання тим інструментом, який дозволяє багато чого переоцінити і, зазвичай, прославити вітчизняну науку. М.С. Стрілецький, який стежив за тим, як розвивалася гідротехнічна наука, особливо залізничне мостобудування, аналізував становлення та функціонування портів, будівництво гідротехнічних споруд, додання водних перешкод, будівництво мостів. Знання ситуації в науці і техніці, гідротехніці та водному і залізничному транспорті, дозволило йому досконало познайомитися з дослідженнями корифеїв гідротехніки, залізничного та водного транспорту й гідно оцінити значення провідних наукових центрів і наукових товариств в розвитку гідротехніки та водного і залізничного транспорту Російської імперії через біографії вчених – М.А. Белелюбського, М.М. Герсєванова, Г.П. Передерія, Є.О. Патона, В.Г. Шухова та ін. Завдяки цьому його праці й залишилися єдиними у своєму роді довідниково-енциклопедичними посібниками з історії гідротехніки, водного та залізничного транспорту. Ці та інші історично-наукові праці остаточно визначили стиль М.С. Стрілецького як історика науки і техніки.

М.С. Стрілецький вбачав і інший шлях висвітлення здобутків гідротехніків та спеціалістів з водного та залізничного транспорту – коротка характеристика етапів розвитку окремих напрямків розвитку науки і техніки. Власне за цим принципом побудував М.С. Стрілецький свої історичні нариси: «Науково-дослідна робота ЦНДШС» (1934) [253], «До питання

обрання оптимального типу військових дерев'яних мостів» (1934) [254], «Шляхи розвитку науково-дослідної роботи у будівництві» (1935) [255], «Про організацію наукового-дослідної роботи у будівництві» (1935) [256].

Своїм головним завданням він вбачав створення картини розвитку будівельної справи, будівництва та експлуатації мостових переходів, досліджень порожистої частини річок (Дніпра, Волги), гідротехніки взагалі, ілюструвати літопис проблем в цих структурах прикладами найважливіших відкриттів і узагальнень. Згідно переконань М.С. Стрілецького, цінність надбань історії науки і техніки зростає в тих випадках, коли протягом подій, що вивчаються, виявляються пояснювані з першого погляду періоди піднесення і депресій у будівництві. Простеживши за багатомісячною історією мостобудування і зробивши аналіз технічних удосконалень другої половини XIX ст., М.С. Стрілецький встановив, що всі ці шляхи ведуть до однієї мети – до розвитку цивілізації, розвитку інфраструктури міст і добробуту населення.

Аналіз праць з історії науки і техніки М.С. Стрілецького дозволяє нам зробити такий висновок – в галузі цієї науки вчений зосередив свої зусилля на вирішенні двох завдань. По-перше, відновити об'єктивну картину розвитку гідротехнічного знання, а по-друге, використати історико-науковий аналіз в інтересах захисту основ наукового методу в гідротехніці та водному транспорті й розвінчання та відхилення закорінених в технічній літературі міфів. В першу чергу це стосувалося проблем будівництва портів, портових споруд, каналів, маяків тощо. Обидва ці завдання він вирішував з честю, не поступаючись своїми переконаннями, вперто долаючи супротив, який в ті роки вже був дуже сильний. Чого варта його боротьба стосовно покращення судноплавства на великих ріках. Запропонований ним метод землечерпання з метою поглиблення фарватеру ріки не визнавався понад десять років.

Констатуючи важливість праць М.С. Стрілецького з історії залізничного мостобудування та будівельної механіки, мусимо зазначити, що така сторона його діяльності, як подвижництво на ниві історії техніки досі у науковій

літературі достатньою мірою ще не висвітлена. Відразу ж зазначимо, що праці М.С. Стрілецького з історії техніки є дуже своєрідними і за тематикою відрізняються від подібних праць інших видатних вчених-інженерів шляхів сполучення. Нам також відомо, що майже усі вчені-гідротехніки та інженери-залізничники на певному етапі своєї наукової діяльності, зверталися до історичних узагальнень і мають у своєму доробку праці з історії, або своєї конкретної науки, або тільки її розділів, або якихось загальних питань будівельної механіки та техніки транспорту. І це зрозуміло. Адже хто ж як не вони повинні робити висновки про певні етапи розвитку науки, застосовувати золоте правило історії – через минуле до сьогодення і в майбутнє.

Спадщина М.С. Стрілецького з історії науки і техніки дуже велика. Вона засвідчує тяжіння вченого до цієї галузі знань. І це видно з його праць, присвячених діяльності з'їздів водних та залізничних інженерів, конгресів, з'їздів, різних комісій. М.С. Стрілецький не пропускав жодного моменту лаконічно висвітлити в пресі, чи в науковій літературі роботу того чи іншого науково-практичного заходу. Аналіз цих його праць заслуговує на окреме спеціальне дослідження.

На особливу увагу заслуговує цикл історико-наукових досліджень про стан та діяльність Інституту інженерів шляхів сполучення у Санкт-Петербурзі. Освітнянській проблематиці Микола Станіславович присвятив біля десятка статей. Загалом, діяльність М.С. Стрілецького в галузі історії технічної освіти заслуговує на особливу увагу. Науковий аналіз становлення технічної освіти сьогодні набуває нового осмислення в умовах розбудови незалежної держави, сприяє формуванню історичної пам'яті. Місце технічної освіти у культурному просторі суспільства пояснюється постійним інтересом науковців і дослідників до проблеми формування, розвитку й удосконалення професійної технічної науки, форм та методів її удосконалення у контексті функціонування сучасних методів освіти.

М.С. Стрілецький багато уваги приділяв розвитку вітчизняної конструкторської думки: «Основні напрями розвитку радянської конструкторської думки в галузі сталевих конструкцій» (1948) [257], «Розвиток конструктивної форми сталевих споруд» (1948) [258], «Основні теорії компоновки сталевих конструкцій» (1949) [259].

За час роботи в радянські часи М.С. Стрілецький сприяв розвитку економіки країни. Він вніс багато нового в розробку питань охорони навколишнього середовища. Так у своїх статтях радянського періоду питання охорони природи під час будівництва гідротехнічних споруд поставлені М.С. Стрілецьким вперше.

Важливому етапу розвитку Всесоюзного наукового інженерно-технічного товариства сприяли статті М.С. Стрілецького «20 років роботи Всесоюзного наукового інженерно-технічного товариства (1931–1951 рр.)» (1951) [260], «Стан і основні напрямки подальшого розвитку науково-дослідних робіт в галузі будівельних конструкцій» (1951) [261]. В основі цих статей ми постійно бачимо рекомендації дорадчого характеру з метою розвитку окремих напрямів господарства країни, як-то залізничного транспорту, гідротехніки і водного транспорту, будівництва шосейних доріг і залізничних колій, різних гідротехнічних споруд, які сприяли вирішенню багатьох проблем на півночі та півдні Радянського Союзу означеного періоду.

З часом М.С. Стрілецький став не лише істориком вітчизняної науки і техніки, але й теоретиком, зокрема такого її плану, як теоретичні основи металобудівництва. Науковець обстоював свої ідеї, погляди та переконання як на шпальтах бібліотечно-бібліографічної та книгознавчої періодики, так і на сторінках різних технічних журналів та збірників наукових праць, що виходили в Радянському Союзі: «Основні досягнення радянської школи в галузі сталевих конструкцій і її завдання» (1951) [262], «Завдання будівельної науки в галузі сталевих конструкцій» (1952) [263], «Деякі завдання будівельної науки» (1952) [263]. Вчений опублікував низку статей, рецензій,

заміток, бібліографічних матеріалів у майже 20 виданнях протягом радянського періоду (1918–1967 рр.) Варто відзначити, що в даному аспекті найпродуктивнішими для М.С. Стрілецького була перша третина ХХ століття.

Відомо, що значна частина інженерів і професорів викладацького складу Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення була віддана справі розвитку технічного прогресу. Найбільш яскравим представником творчої дружби був видатний вчений та інженер Володимир Григорович Шухов у галузі будівельної механіки і мостобудування, організатор першої в царській Росії лабораторії з вивчення структури і властивостей будівельних матеріалів [264]. В архівних даних ми зустріли переписку між М.С. Стрілецьким і В.Г. Шуховим, з якої видно, що останній всіляко допомагав М.С. Стрілецькому в плані розробки нових конструкцій залізничних остів, різних гідротехнічних споруд, рекомендував з підбором будівельних матеріалів для зміцнення портових споруд.

Не менш важливу допомогу надавав М.С. Стрілецькому і Герой Соціалістичної праці Євген Оскарович Патон – перший вітчизняний теоретик в галузі зварних споруд, особливо мостів [265].

Значний вплив на формування гідротехнічної грамотності М.С. Стрілецького мала його праця на кафедрі «Мости» Московського інституту інженерів залізничного транспорту, якою керував видатний вітчизняний мостобудівник Лавр Дмитрович Проскураков (2019) [266]. Від Лавра Дмитровича М.С. Стрілецький отримав багато практичних порад і критичних зауважень. Л.Д. Проскураков користувався великим авторитетом у гідротехнічних колах і співпраця М.С. Стрілецького з ним, відіграла особливу роль у формуванні його як мостобудівника, гідротехніка, будівельного механіка [267].

М.С. Стрілецького цікавили дуже різні питання розвитку науки і техніки. Серед таких питань особливе місце займала робота з розвитку санітарної техніки в Росії і пізніше в СРСР [268]. Найбільше його цікавила

практична сторона даного питання. Він складав проекти і керував проектною роботою інших інженерів з водопостачання і каналізації міст, залізничних станцій, підприємств, давав консультації з цих питань, був експертом стосовно санітарно-технічних пристроїв, попугував знання з цієї сфери розвитку цивілізації. Все перелічене було надзвичайно актуальним – санітарний стан міст Російської імперії на початку ХХ ст. був, м'яко кажучи, не дуже приємним. Навіть у Петербурзі, столиці Російської імперії, було погано налагоджено водопостачання, а каналізація була відсутня зовсім. Розмови про будівництво каналізаційних споруд до М.С. Стрілецького тривали майже 40 років, без будь-якого практичного ефекту. Для рішення даної проблеми створювалися різні комісії. Розроблялися різні проекти, але жоден з них не отримав підтримки від держави. І коли у 1908 р. в Росії з'явилася епідемія холери, урядові кола не тільки дуже налякалися, вони були змушені вживати низку санітарно-технічних заходів щодо захисту великих населених пунктів країни. Звичайно, у розробці цих заходів М.С. Стрілецький брав активну участь.

Під час другої світової війни М.С. Стрілецький брав активну участь у будівництві та покращуванні залізниць, залізничних і дорожніх мостів, створенні водних перешкод на коліях можливого пересування ворожих військ, будівництві різних споруд для потреб армії (будував казарми, бані тощо). Цей список заходів, якими займався М.С. Стрілецький, можна було б продовжити. І всюди він використовував і пропагував свої знання в галузі будівельної механіки і залізничного транспорту. Особливо слід відзначити діяльність М.С. Стрілецького у проведенні підготовчих заходів з дротяних загороджень позицій радянських військ на підступах до Москви. Його внесок в оборону своєї Вітчизни був дуже вагомий.

На схилі своїх літ М.С. Стрілецький опублікував короткий історичний нарис «Розвиток металевих конструкцій в Росії» (1962) [268]. Цією працею вчений та інженер М.С. Стрілецький якби робить підсумок і своєї наукової та



інженерної діяльності у сфері металобудівництва (будівництва залізничних мостів і будівельної механіки).

### **Висновки до 3-го розділу**

1. Наукова та інженерна діяльність М.С. Стрілецького ще при його житті отримала заслужене визнання. Його участь в розвитку вчення про металеві споруди, зокрема, діяльність в розбудові науки про залізничні мости, розробка різних будівельних конструкцій цивільного та промислового значення, не пройшли непоміченими сучаниками. Його ідеї, концепції та методи розрахунку різних технічних та технологічних операцій потрапили в довідники і згодом почали викладатися в навчальних посібниках. У 30-х роках учені та інженери-мостовики запропонували класифікацію вантажопідйомності прогонових споруд і методики, які дозволяли отримати об'єктивну оцінку здатності несучих конструкцій, і виявити наявні в них запаси міцності. Це дало можливість уникнути заміни понад 600 прогонових споруд і тим самим заощадити понад 300 тис. т металу і близько 400 млн. рублів.

2. Вчений-інженер постійно стверджував, що економічність конструкцій є основною вимогою у будь-якому проектуванні. Тому розгляд цього питання був і є особливо актуальним. У своїх працях Микола Станіславович розглядав не всю проблему економічності конструкцій, а тільки питання методики (вірніше сказати, апарату з'ясування економічності). І не для усіх конструкцій, а тільки для конструкцій промислових будівель.

2. М.С. Стрілецький неодноразово виступав на міжнародних наукових форумах із захистом пріоритету вітчизняної науки й техніки, залізничного та водного транспорту. Вчений сповідував розвиток інженерної, особливо залізничної освіти. Праці М.С. Стрілецького були не тільки першими вітчизняними оригінальними працями стосовно залізничного мостобудування та будівельної механіки в галузі транспорту, але і мали принципово новаторське значення.

3. М.С. Стрілецький наголошує, що тип перетину водних перешкод залежить від місця його розташування. Однак, для широких перетинів, інколи унікальних, географічні умови мають менше значення з точки зору вибору принципового рішення, ніж для інших видів перетинів. Дуже суттєвим є послідовні зміни типу перетину при підвищенні вантажонапруженості залізниці. Можна із впевненістю сказати, що на широких перетинах спочатку повинна бути переправа як для автомобільної дороги, так і для залізниці, не дивлячись на меншу раціональність переправи для останньої. Наступним етапом розвитку споруд для залізниці повинен бути постійний міст на жорстких опорах. Крайнє різке підсилення слід розглядати як усунення основної причини, через яку широкі водотоки, на яких тривалий час зберігаються переправи, дуже різко перешкоджають розвитку залізничної мережі. Перехід на більш дешеві типи мостових переходів, у вигляді низьких мостів з розвідними прогонами, не є доцільним через малий економічний ефект і суттєві утруднення для подальшого підвищення пропускної здатності залізниць. Основна увага повинна бути звернута на полегшення опор.

4. М.С. Стрілецького вважають непересічним для свого часу типом вчених, які пронесли через все своє життя ідеали новітньої техніки. І ці ідеали допомогли йому захищати технічну думку його часу, вони склали основу його оригінальної особистості. Він не тільки інженер-мостобудівник, але й знарок наукової спадщини: Г. П. Передерія, Є.О. Патона, В.Г. Шухова та інших видатних інженерів і спеціалістів – мостобудівників, залізничників та гідротехніків. М.С. Стрілецький у серії інших статей інформує наукову громадськість про досягнення як вітчизняних, так і зарубіжних техніків. Він публікує також багато невеличких статей з різних питань транспорту, про міжнародні залізничні з'їзди, про викладання технічних дисциплін у вищих навчальних закладах тощо.

5. Досвід педагогічної роботи привів С.М. Стрілецького до розуміння необхідності вироблення у студентів навичок творчо оволодівати наукою та

вміння самостійно працювати, як важливої умови їх теоретичної і практичної підготовки до майбутньої спеціальності. На його думку, самостійна робота забезпечує міцне, глибоке і свідоме засвоєння науки; надає змогу творчо застосовувати отримані наукові знання на практиці; виховує ініціативу, організованість, наполегливість, упевненість у своїх силах, самостійність суджень; розвиває увагу та інтерес до науки, виховує студента. Успіх самостійної роботи залежить від уміння раціонально планувати і розподіляти свій час; оволодіння навичками гігієни та культури розумової праці; обов'язкове засвоєння техніки ведення виписок, складання конспектів, тез.

6. Стрілецького мости в Україні потрапили в усі довідники та енциклопедичні видання. Так, 5 вересня 1928 року у Запоріжжі було споруджено арковий залізничний міст інженера М. С. Стрілецького через Дніпро. Керував будівництвом інженер Константинов. Прокладено його було трохи вгору по течії Дніпра від нинішнього мосту Преображенського. Перший міст був – триарковим, другий між Хортицею і Бабуркою – через Старий Дніпро – на одну арку (загальна довжина – 370 м, довжина аркового прогону – 224 м, арка мала висоту, що дозволяла пройти під мостом океанському судну). Обидва мости були двоярусними: по верхньому ярусу була прокладена залізниця, по нижньому пройшла автодорога з пішохідними доріжками. 6-го листопада 1931 р. почався залізничний рух через острів Хортицю та Дніпро.

## ВИСНОВКИ

1. В дисертації вперше здійснено історико-науковий аналіз наукового доробку в галузі залізничного мостобудування та будівельної механіки визначного вітчизняного вченого, інженера-залізничника, мостобудівника М.С. Стрілецького (1885–1957). Вивчення його наукового доробку, нових літературних джерел і матеріалів архівів Києва, Москви та Санкт-Петербурга дозволило комплексно представити особистість ученого, дати належну оцінку його наукових уподобань. Проведений нами аналіз джерельної бази дав можливість встановити, що у своїй сукупності зазначені в дисертації групи джерел складають багатий і різноманітний обсяг документального забезпечення досліджуваної проблеми. Їх комплексне використання дало можливість досягти мети дисертаційного дослідження – показати значення концептуальних засад духовної спадщини вченого в контексті розвитку будівельної механіки, залізничного мостобудування та металобудівництва.

2. Формували науковий світогляд М.В. Стрілецького видатні вчені та інженери Інституту інженерів шляхів сполучення у Санкт-Петербурзі: М.А. Белелюбський, Я.М. Гордеєнко, С.Д. Карейша, В.І. Курдюмов, Л.Ф. Ніколаї, Г.П. Передерій, Є.О. Патон, М.П. Петров, С.П. Тимошенко та ін. Ці прізвища говорять самі за себе. Власне завдяки цим вченим-педагогам та інженерам М.С. Стрілецький навчався успішно, ґрунтовно вивчив математику і усі предмети, які необхідні для плідної роботи у сфері мостобудування. Його попередники – С.В. Кербедз, Д.І. Журавський, Ф. Ясинський, як і його сучасники – М.А. Белелюбський, Л.Д. Проскураков, Є.О. Патон заклали основи будівельної механіки і транспортної вітчизняної науки, основи вітчизняної школи мостобудування. Уперше запропоновано періодизацію життя та діяльності М.С. Стрілецького, а саме ранній (петербурзький), московський, уральський (воєнний), ленінградський та

московський (останні роки життя) періоди його життя, а також його творчої спадщини.

3. М.С. Стрілецький відомий не тільки як професор, який створив свою «школу Стрілецького», він був також і талановитим інженером і будівничим мостів. В основу дослідження сталевих мостів ним було покладено експериментальний напрямок. М.С. Стрілецький вважав, що аналітичні традиції минулого, доповнені експериментальними методами, зробили їх науковими. Експериментальні дослідження в значній мірі були продиктовані необхідністю експлуатації слабких мостів, тільки-що відновлених після громадянської війни. А це і визначило особливе відношення дослідників до них. Експериментальні дослідження мостів дали багато нового. Наприклад, була доведена неефективність вільного опирання поперечних балок на пояси головних ферм – так звана «вільна проїзна частина», у свій час запропонована і впроваджена в практику мостобудування М.А. Белелюбським.

Експериментальному вивченню мостів М.С. Стрілецький піддав дві головні проблеми: 1) динамічну роботу мостової конструкції як перетворення отриманих нею динамічних імпульсів тимчасового навантаження, а також чітке розмежування динамічних впливів навантаження і динамічної роботи мосту; 2) статичну роботу прогонових споруд в основному як просторових мостових брусів і взаємозв'язку їх частин. Експериментальні роботи поєднувалися з теоретичними, піддавалися всебічному, часто колективному аналізу і обговоренню.

4. М.С. Стрілецький особливу увагу приділяв визначенню оптимальної конструкції прогонових споруд мостів. Він, фактично, продовжував давно встановлену традицію – вивчення ваги мосту як одного з основних «аргументів» його оптимальної форми (це в основному його наукові праці та праці В.К. Качуріна). Поряд з цим створювалися нові конструкції ферм із попередньо заданими властивостями. Цей напрямок М.С. Стрілецький назвав *«синтетичним підходом до конструктивної форми»*. Найбільш чітко

це проявилось у створенні учнем Стрілецького І.М. Рабіновичем теорії вантових ферм. Цю теорію розвинули і конструктивно оформили у свої працях М.С. Стрілецький та Є.І. Крильцов. Успішно застосовувалася дана теорія у будівництві аркових мостів з труб, заповнених бетоном, у спеціальних типах зварних мостів тощо.

М.С. Стрілецький особливу увагу приділяв дослідженням динамічної роботи мостових конструкцій. В цих працях він обґрунтував вплив конструктивного фактору на динамічну роботу мостів, встановив закони коливань мостових конструкцій та їх згасання, вплив стану споруди на роботу моста. Однією з основних наукових проблем, які вирішував М.С. Стрілецький у 20-30-х роках ХХ ст. було встановлення кореляції між законами вільних коливань прогонових споруд і станом їх з'єднань, на той час клепаних.

5. М.С. Стрілецький був щасливий своїми учнями. Він зумів створити так звану школу експериментальних досліджень конструкцій, до якої увійшли: І.М. Рабінович, Ю.О. Нілендер, М.М. Максимов, С.О. Ільясевич, Г.О. Ніколаєв, Є.Є. Гібшман, С.О. Бернштейн, К.К. Якобсон та ін. За період з 1920 по 1930 рр. М.С. Стрілецький опублікував понад 20 наукових праць, присвячених мостобудівній тематиці. Слід відзначити такі його фундаментальні праці: «Робота металевих мостів під тимчасовим навантаженням» (1923), «До питання про природу динамічного коефіцієнта і додаткових напруг» (1925), «До питання про втомлюваність у мостах» (1925), «Про методику динамічних досліджень мостів» (1927), «Значення динамічних досліджень мостів під звичайну дорогу» (1929), «До питання про роботу заклепочних з'єднань» (1930).

6. Безперечно, сьогодні ми вдячні М.С. Стрілецькому за такі найважливіші його дії: за творче відношення до мостової справи, за встановлення примату конструктивної форми в процесі створення мосту, за впровадження залізобетонного і кам'яного мостобудування, за ініціативні приклади, які демонструють його піонерську діяльність (особливо при

зварюванні мостів), за яскравий приклад людини-борця, яка стійко висловлювала і проводила в життя свої думки. В цих проектах жива думка б'є ключем, пропоновані рішення відкривають шлях для розвитку нових мостових конструкцій. Внесок М.С. Стрілецького у справу проектування і будівництва залізничних залізобетонних мостів в колишньому СРСР настільки значний, що дає підставу віднести його до числа найбільш видатних представників вітчизняної будівельної техніки.

7. З 1930 р. М.С. Стрілецький займався питаннями металевих промислових конструкцій. Оригінальні рішення завдань будівельної механіки були наведені М.С. Стрілецьким у таких його наукових працях: «До питання про оптимальні співвідношення промислових конструкціях» (1932); «Основні завдання зварювання у металоконструкціях» (1932); «Основи законів ваги і економії металу у промислових конструкціях» (1933); «Нові ідеї і можливості в металевих конструкціях» (1934). У цих працях М.С. Стрілецький встановив вагові закономірності, які існують у сталевих конструкціях промислових будівель, і накреслив шляхи розвитку металевих конструкцій і варіантність їх конструктивної форми, які використовуються при проектуванні промислових об'єктів та їх будівництві.

8. На перших етапах своєї діяльності, М.С. Стрілецький як послідовник і продовжувач розвитку вітчизняної школи мостобудівників, в подальшому багато зробив для розвитку будівельної науки і вищої будівельної освіти. Він перше застосував статистичні методи в розрахунку конструкцій, досліджував роботу статично невизначених систем за границею пружності, здійснив теоретичні дослідження і узагальнив їх дані в галузі розвитку конструктивної форми. За його безпосереднього керівництва і впливу експериментального вивчення дійсної роботи металевих конструкцій стало одним з головних методів удосконалення конструктивної форми і розрахунків. М.С. Стрілецький був одним з ініціаторів переходу від розрахунку за допусковими

навантаженнями до розрахунку за граничними станами і зробив великий внесок в розробку цього прогресивного методу.

На схилі літ наукова діяльність М.С. Стрілецького була спрямована на вирішення проблем, які мали винятково важливе народногосподарське значення: удосконалення методики розрахунку споруд за граничним станом; питання економії сталі в конструкціях; робота матеріалу і елементів сталевих конструкцій; теорія типізації споруд; історія розвитку будівельних конструкцій; економіка сталевих конструкцій; аналіз конструктивної форми сталевих конструкцій.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зензинов Н.А. Талант – любовь к делу (о Н.С. Стрелецком). Н.А. Зензинов, С.А. Рыжак. Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта: изд-е 2-е, перер. и доп. Москва: Транспорт, 1990. С. 359–376.
2. Бельский Г.Е. Проектирование элементов стальных конструкций с требуемым уровнем надежности. *Металлические конструкции. Работы школы проф. Н.С. Стрелецкого*. Москва: МГСУ, 1995. С. 56–61.
3. Мелуа А.И. Стрелецкий Николай Станиславович: 1885–1967. Мелуа А.И. Инженеры Санкт-Петербурга: энциклопедия. Санкт-Петербург; Москва. 1996. С. 543–544; портр.
4. Трофимов В.И. Николай Станиславович Стрелецкий. *Архитектура и строительство Москвы*. 2002. № 1. С. 16–17; портр.
5. Аверина В.С. Металлических дел мастер. Краткий обзор научно-педагогической и инженерной деятельности Н.С. Стрелецкого (1885–1967). *Проблемы культурного наследия в области инженерной деятельности*: сб. ст. Москва, 2007. Вып. 4. С. 106–122.
6. Видные ученые МИИТа: Историческая серия очерков. Москва. 2002. Вып. 1. 320 с.
7. МИИТ на рубеже веков / Под общ. ред. д.т.н., проф. Б.А. Левина. Москва. 2002. 640 с.
8. Николай Станиславович Стрелецкий. Выдающиеся выпускники и деятели Петербургского государственного университета путей сообщения. Санкт-Петербург, 2009. С. 272–273.
9. Волчкевич И.Л. Очерки истории Московского высшего технического училища. Москва: Изд-во МГТУ им. Н.С. Баумана, 2016. 326 с.
10. Підкошаная О.М. Роль університетів у розвитку науки, освіти та техніки у ХІХ ст. Восьмі наукові читання, присвячені життю та діяльності Олександра Парфенійовича Бородіна. м. Київ, 14 жовтня 2012 р. Київ, 2012. С. 57–60.

11. Підкошаная О.М. Микола Станіславович Стрілецький (1885–1967) – видатний вітчизняний залізничник. Збірник тез науково-практичної конференції «Розвиток науки і техніки на залізничному транспорті», м. Київ, 15 квітня 2015 р. Київ, 2015. С. 119–121.

12. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький (1885–1967) – інженер шляхів сполучення, вчений в галузі мостобудування і будівельної механіки. *Двадцята Всеукраїнська наукова конференція молодих істориків науки, техніки і освіти та спеціалістів за темою: «Наука України як фактор національної безпеки»*, м. Київ, 17 квітня 2015 р. Київ, 2015. С. 134–136.

13. Підкошаная О.М. Микола Станіславович Стрілецький (1885–1967): штрихи до портрета. *Дванадцяті наукові читання, присвячені життю та діяльності Олександра Парфенійовича Бородіна*, м. Київ, 17 листопада 2016 р.: Мат. доповідей. Київ, 2016. С. 20–22.

14. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький (1885–1967) – фахівець у сфері будівельних конструкцій та мостобудування. *Історія науки і техніки: Зб. наук. праць (ДЕТУТ)*. 2017. Вип. 10. С. 65–72.

15. Підкошаная О.М. Професор М.С. Стрілецький про методи розрахунку конструкцій і споруд відповідно до граничних станів та основні напрямки його розвитку. *Емінак (Миколаїв)*. 2017. Т. 1, № 3. С. 113–117.

16. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький про можливі рішення транспортних перетинів широких водойм. *Історія науки і біографістика*: 2017. №3. Режим доступу до журн.: [www/ndud.ua/e-journ/SNBS/2017-3/17.pdf](http://www.ndud.ua/e-journ/SNBS/2017-3/17.pdf).

17. Підкошаная О.М. Науково-організаційна та педагогічна діяльність видатного інженера-будівельника М.С. Стрілецького. *Питання історії науки і техніки*. 2017. №3. С. 28–33.

18. Підкошаная О.М. Внесок М.С. Стрілецького у розвиток проектування та дослідження металевих конструкцій. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2017. №11 [241]. С. 70–76.

19. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький (1885–1967) як засновник школи металобудівництва. *Історія освіти, науки і техніки в Україні: Мат. XII Міжнародної конференції молодих учених та спеціалістів*, м. Київ, 19 травня 2017 р. Київ, 2017. С. 332–334.

20. Підкошаная О.М. Професор М.С. Стрілецький про економічність у проектуванні конструкцій. *Матеріали 16-ї Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання історії науки і техніки»*, м. Київ, 5–7 жовтня 2017 року. Київ, 2017. С. 250–253.

21. Підкошаная О.М. Аналіз наукових праць М.С. Стрілецького та учнів його науково-технічної школи у проектування та спорудження мостів. *Питання історії науки і техніки*. 2018. № 4. С. 40–48.

22. Підкошаная О.М. Внесок професора Миколи Станіславовича Стрілецького (1885–1967) у мостобудування. *Історія освіти, науки і техніки в Україні*. Мат XIII Всеукраїнської конференції молодих вчених та спеціалістів. м. Київ, 18 травня 2018 р. Київ. 2018. С. 276–277.

23. Стрелецкий Н.С. Стальные конструкции покрытий одноэтажных промышленных зданий. Москва: Рипол Классик, 2013. 390 с.

24. Стрелецкий Н.С. Способы расчета безраскосных балок с параллельными поясами и узловой нагрузкой. Сборник трудов Института инженеров путей сообщения. 1913. Вып. 84. 144 с.

25. Обзор деятельности МПС за десятилетие 1895–1904 гг. Санкт-Петербург, 1906. 470 с.

26. Рерберг И. Министерство путей сообщения и железнодорожное дело. Труды Высочайше учрежденной Особой Высшей Комиссии для всестороннего исследования железнодорожного дела в России. Санкт-Петербург, 1909.

27. Исторический очерк развития Организации Ведомства путей сообщения. Санкт-Петербург, 1910. 115 с.

28. Головачев А.А. История железнодорожного дела в России. Санкт-Петербург, 1881. 406 с.

29. Карейша С.Д. Н.А. Белелюбский как представитель русского инженерного искусства за границей. *Известия собрания инженеров путей сообщения*. 1917. № 6. С. 27–30.

30. Филиппов Н.Г. Научно-технические общества России (1866–1917): Уч. пособие / Отв. ред. А.А. Кузин; Моск. гос. ист.-арх. ин-т. Москва, 1976. 214 с.

31. Стрелецкий Н.С. Развитие металлических строительных конструкций в России (краткий исторический очерк). *Труды Моск. инж.-строит. ин-та*. 1962. № 18.

32. Брокгауз Ф.А. (1772–1823); немецкий издатель. *Мировая история. Иллюстрированный биографический словарь. Современная версия* / Брокгауз Фридрих Арнольд, Ефрон Илья Абрамович. Москва: Эксмо, 2008. 864 с.

33. Стрелецкий Николай Станиславович. *Новый энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона*. Санкт-Петербург: Брокгауз-Ефрон, 1890–1907. (Биографии: Россия).

34. Житков С.М. *Проекты соединения водных путей России*. Санкт-Петербург, 1908. 87 с.

35. Пузыревский Н.П. Водные и железнодорожные пути сообщения в освещении статистических данных. *Пути сообщения России*. 1909. №5–6. С. 466.

36. Ларионов А.М. *История института инженеров путей сообщения за первое столетие его существования: 1810–1910 гг.* Тифлис, 1910. 409 с.

37. Стрелецкий Н.С. *Сведения о мостах на водных путях Российской империи*. Санкт-Петербург, 1913. 321 с.

38. Стрелецкий Н.С. *Исторический очерк производства работ по сооружению подводных туннелей*. Москва: Тип-фия А.Н. Мамонтова, 1915. 136 с.

39. Стрелецкий Н.С. *Новейшие раскрывающиеся мосты*. *Вестник инженеров и техников*. 1915. Т.1. № 23–24. С. 1089–1100.

40. Стрелецкий Н.С. К эскизным проектам городского и железнодорожного мостов через р. Оку в Нижнем Новгороде. Москва, 1915.
41. Экспериментальный институт путей сообщения. *Бюллетень*. Вып. 1. Москва, 1918. С. 27–29.
42. Стрелецкий Николай Станиславович. Краткая энциклопедия железнодорожного дела. Петроград, 1923. С. 464.
43. Стрелецкий Н.С. Наука в России: Справочник. Москва, 1923. С.146.
44. Стрелецкий Н.С. Железнодорожный мост за 100 лет. *Столетие железных дорог*. Москва: Транспечать НКПС, 1925. С. 196–218.
45. Стрелецкий Н.С. Опытная проверка работы элементов мостовых конструкций. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1925. №4. С. 162–189.
46. Стрелецкий Н.С. К вопросу об усталости в мостах. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1925. № 5.
47. Стрелецкий Н.С. Законы изменения веса металлических мостов. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1926. № 7. С. 110.
48. Стрелецкий Н.С. Проблема вантовых мостов в СССР. *Сборник трудов Ин-та инженерных исследований ЦНИУ НКПС*. 1930. № 30. С. 110.
49. Николай Станиславович Стрелецкий. К 60-летию со дня рождения и 35-летию инженерной, научно-педагогической и общественной деятельности Москва: Госиздат строит. лит-ры, 1946. 20 с.
50. Ильясевич С.А. Ученый, инженер и педагог. Там само. С. 10–15.
51. Евграфов Г. Русские мостовики. *Железнодорожный транспорт*. 1944. № 10–11. С. 79–85.
52. Никифоров С.Н. Участие русских ученых XIX в. в разработке основных положений сопротивления материалов. *Вестн. Моск. ун-та*. 1948. № 10. С. 75–80.
53. Гибшман Е.Е. Металлические мосты на автомобильных дорогах. Москва; Ленинград, 1948. 303 с.

54. Рабинович И.М. Курс строительной механики стержневых систем. Ч. 1. Статически определимые системы. Москва; Ленинград, 1950. 338 с.
55. Архив Российской Академии наук. Ф. 621. Оп. 2. Ед. хр. 3. – Н.С. Стрелецкий: Жизнеописание. 1950. Л. 1–4.
56. Архив Российской Академии наук. Ф. 621. Оп. 1. Ед. хр. 229. – Доклад Н.С. Стрелецкого на торжественном заседании по поводу юбилея Г.П. Передерия. – 10 октября, 1950.
57. Николай Станиславович Стрелецкий (1885–1967). Русские архитекторы и строители: Аннот. указ. литературы. Москва, 1952. С. ?????
58. К 70-летию проф. Н.С. Стрелецкого [Специалист в области металлических конструкций и мостостроения]. *Строительная промышленность*. 1956. №1. С. 31–32.
59. Нилендер Ю.А. Николай Станиславович Стрелецкий [Специалист в области металлических конструкций и мостостроения] (К 70-летию со дня рождения). *Известия Акад. наук СССР. Отд-ние техн. наук*. 1956. № 2. С.145–147
60. Ученые и изобретатели железнодорожного транспорта. Москва, 1959. 228 с.
61. Николай Станиславович Стрелецкий // Биографический словарь деятелей естествознания и техники. Москва: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 2.
62. Ленинградский ордена Ленина Институт инженеров железнодорожного транспорта имени В.Н. Образцова: 1809–1959. Москва: Изд-во МПС, 1960. 387 с.
63. Беленя Е.И., Лессинг Е.Н., Муханов К.К. Стрелецкий и советская школа проектирования и исследования металлических конструкций. Металлические конструкции. Москва: Гос. научно-техн. изд-во литературы по горному делу. 1962. С. 7–10.
64. Стрелецкий Николай Станиславович. Энциклопедический словарь. В 2-х томах. Москва, 1964. Т. 2. С. 258.

65. Николай Станиславович Стрелецкий [Специалист в области металл. конструкций и мостостроения] (К 75-летию со дня рождения и 50-летию научн., инж. и пед. деятельности). *Известия высших учеб. заведений: Строительство и архитектура*. 1964. № 5. С. 197–202.

66. Захаров В.В. Ученый, инженер, педагог [Н.С. Стрелецкий, специалист в области металлических конструкций и мостостроения] (К 70-летию со дня рождения и 40-летию педагогической деятельности). *Транспортное строительство*. 1965. № 10. С. 30.

67. Кикин А.И., Шелест Г.А. Основатель советской школы металлистов-строителей (К 80-летию со дня рождения проф. Н.С. Стрелецкого). *Изв. Высш. учеб. заведений: Строительство и архитектура*. 1965. № 10. С. 162–165.

68. К 80-летию Николая Станиславовича Стрелецкого [Специалист в области металл. конструкций и мостостроения]. *Пром. строительство*. 1965. № 10. С. 45–46, портр.

69. Люди русской науки: Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники. Москва : Наука. Техника. 1965. 783 с.

70. К 80-летию Н.С. Стрелецкого [Специалист в области металлических конструкций и мостостроения]. *Строительная механика и расчет сооружений*. 1966. №2. С. 49–50.

71. Н.С. Стрелецкий [Специалист в области строительных конструкций: Некролог]. *Изв. Высш. учеб. заведений: Строительство и архитектура*. 1967. № 3. С. 165–166.

72. Николай Станиславович Стрелецкий [Специалист в области мостостроения: 1885–1967]: Некролог. *Строительная механика и расчет сооружений*. 1967. № 3. С. 47, портр.

73. Николай Станиславович Стрелецкий [Специалист в области металлических конструкций и мостостроения]. (К присуждению звания Героя Социалистического Труда). *Бетон и железобетон*. 1966. № 5. С. 30.

74. Ильясевич С.А. Н.С. Стрелецкий и развитие металлических конструкций в СССР. Металлические конструкции. Москва: Стройиздат, 1966. С. 5–13.
75. Никитин М.К. Выдающиеся ученые в области мостостроения. *Наука и техника: Вопросы истории и теории*. Ленинград, 1973. Вып. 8. Ч.2. С. 199–203.
76. Стрелецкий Николай Станиславович. *Большая советская энциклопедия*. Москва, 1975. Т. 21. С.
77. Стрелецкий М.С. Українська радянська енциклопедія. Київ, 1978.
78. Московское высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана: 1830–1980. Москва, 1980. 186 с.
79. Зензинов Н.А. Ректор МВТУ. Гудок. 1980. 13 янв.
80. Зензинов Н.А. Выдающийся ученый. *Путь и путевое хозяйство*. 1983. № 2. С. 43–44.
81. Зензинов Н.А. Н.С. Стрелецкий – основоположник советской школы металлостроительства. Москва: Знание, 1984. 48 с. (Брошюра серии общ-ва «Знание»).
82. Развитие металлических конструкций. Работы школы Н.С. Стрелецкого / В.В. Кузнецов, Е.И. Беленя, Н.Н. Стрелецкий и др. Под ред. В.В. Кузнецова. Москва: Стройиздат, 1987. 576 с.
83. Зензинов Н.А. Талант – любовь к делу (о Н.С. Стрелецком). Н.А. Зензинов, С.А. Рыжак. Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва: Транспорт, 1990. С. 359–376.
84. Стрелецкий Н.С. Большой энциклопедический словарь. В 2-х томах. Москва, 1991. Т. 2. С. 211.
85. Стрелецкий Николай Станиславович. *Железнодорожный транспорт: Энциклопедия* / гл. ред Конарев. Москва, 1994. С. 554.
86. Ларин В.К. Из истории транспортных учебных заведений. *Железнодорожный транспорт*. 1996. № 4. С. 68–70.



87. Зензинов Н. Московскому институту инженеров транспорта – 100 лет. *Метро*. 1996. № 4–5. С. 8–13.
88. Шульга В.Я. МИИТу – 100 лет. *Путь и путевое хозяйство*. 1996. № 9. С. 23–25.
89. Беляев Е.Л. Сеть научных учреждений и вузов Москвы: предпосылки формирования, динамика структуры. Москва научная – 1997. Москва, 1997. С. 21–58.
90. История железнодорожного транспорта России и Советского Союза. Санкт-Петербург; Москва, 1997. Т 23. 1917–1945. 415 с.
91. Касаткин Г.С. Выдающиеся архитекторы транспортного строительства. *Железнодорожный транспорт*. 1997. № 8. С. 14–15.
92. Мелуа А.И. Очерк истории инженерного дела Санкт-Петербурга. Инженеры Санкт-Петербурга. Санкт-Петербург; Москва, 1996. С. 13–62; 1997. С. 17–66.
93. Мосты: История, дискуссии, новые решения, опыт: Юбил. сб. каф. «Мосты». Москва, 1997. 251 с.
94. Мосты не только для переправы. *Наука и жизнь*, 1998. № 6. С. 89–90.
95. Бахтин С.А., Овчинников И.Г., Инамов Р.Р. Висячие и вантовые мосты. Проектирование, расчет, особенности конструирования. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1999. 255 с.
96. *Большая энциклопедия транспорта*. В 8-ми т. Том 4. Железнодорожный транспорт. 2003. 1039 с.
97. Ефимов П.П. Архитектура мостов. Москва, 2003. 228 с.
98. Вакуленко І.О. Втома металевих матеріалів в конструкціях рухомого складу: Навч. посібник. Дніпропетровськ: Вид-во ДНІЗТ, 2011. 154 с.
99. Картопольцев В.М. Проектирование металлических мостов. Москва, 2012. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 155 с.
100. Эдвард Денисон, Йан Стюарт. Как читать мосты. Москва: РИПОЛ классик, 2012. 797 с.

101. Аверина В.С. Металлических дел мастер. Краткий обзор научно-педагогической и инженерной деятельности Н.С. Стрелецкого (1885–1967). *Проблемы культурного наследия в области инженерной деятельности: Сб.ст.* Москва, 2007. Вып. 4. С. 106–122.
102. Зензинов Н.А. Выдающийся ученый. *Путь и путевое хозяйство.* 1983. №2. С. 43–44.
103. Ленинградский ордена Ленина институт инженеров железнодорожного транспорта имени академика В.Н. Образцова: 1809–1959 гг. Москва: Трансжелдориздат, 1960. 388 с.
104. Стрелецкий Н.С. Исторический очерк производства работ по сооружению подводных туннелей. Москва, 1915. 136 с.
105. Московское высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана: 1830–1980. Москва: Высшая школа, 1980.
106. Стрелецкий Н.С. Разводные мосты. Основы проектирования и расчета. Москва: Гос. Техн. изд-во, 1923
107. Развитие науки и техники на железнодорожном транспорте: ЦНИИ МПС пятьдесят лет. Москва: Транспорт, 1968.
108. Аверина В.С. Металлических дел мастер. Краткий обзор научно-педагогической и инженерной деятельности Н.С. Стрелецкого (1885–1967). *Проблемы культурного наследия в области инженерной деятельности: Сб.ст.* Москва, 2007. Вып. 4. С. 106–122.
109. Стрелецкий Н.С. Советский период развития русской конструкторской мысли в области стальных мостов и строительных конструкций. *Вестник инженеров и техников.* 1947. № 9. С. 348–351.
110. Патон Е.О. Восстановление мостов: Атлас ко 2-й части. Киев: Центр.Упр. жел-дор. Транспорт. НКПС, 1924. 305 с.
111. Патон Е.О. Дополнительные напряжения мостовых ферм от жесткости узлов и их практическое значение. Москва, 1930. 318 с.

112. Стрелецкий Н.С. Работа металлических мостов под временной нагрузкой. *Сборник трудов бюро мостовых исследований НТК НКПС*. 1923. № 3. С. 5–53.
113. Стрелецкий Н.С. О природе динамического коэффициента и дополнительных напряжений. *Сборник трудов бюро мостовых исследований НТК НКПС*. 1925. № 4. С. 5–18.
114. Стрелецкий Н.С. К вопросу об усталости в мостах. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1925. № 5.
115. Стрелецкий Н.С. О методике динамических исследований мостов. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1927. № 1. С.
116. Стрелецкий Н.С. Значение динамических исследований мостов под обыкновенную дорогу. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1929. № 23. С.
117. Стрелецкий Н.С. К вопросу о работе заклепочных соединений. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1930. № 29. С.
118. Стрелецкий Н.С. Железнодорожный мост за 100 лет. Столетие железных дорог. Москва: Транспечать НКПС, 1925. С. 196–218.
119. *Вестник путей сообщения*. 1918. № 14–15. С. 30.
120. Стрелецкий Н.С. Новые идеи и возможности в металлических промышленных конструкциях. Москва; Ленинград, 1934.
121. Стрелецкий Н.С. Новая методика расчета конструкций. Москва: Изд-во Моск. инж.-строит. ин-т, 1936.
122. Стрелецкий Н.С. Новые единые нормы на проектирование металлических конструкций. *Проект и стандарт*, 1936. № 10.
123. Стрелецкий Н.С. Принципиальные основы новой методики расчета сооружений, принятые при составлении «Урочного положения для строительства». *Вестник инженеров и техников*. 1949. № 4.
124. Стрелецкий Н.С. Проблема прочности в свете принципов методики расчета сооружений по предельным состояниям. *Труды Моск. инж.-строит. ин-та*. 1954. № 8.

125. Стрелецкий Н.С. Основная задача сегодняшнего дня русского мостостроения. *Строительная промышленность*. 1927. № 1. С.
126. Стрелецкий Н.С. О применении повышенной стали в мостостроении. *Строительная промышленность*. 1927. № 6–7. С.
127. Стрелецкий Н.С. Кремнистые стали в СССР и за границей. *Бюлл. Днепрострой*. 1928. № 6.
128. Стрелецкий Н.С. Законы изменения веса металлических мостов. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1926. № 7. С. 110 ???
129. Стрелецкий Н.С. Проблема вантовых мостов в СССР. *Сб. трудов ин-та инж. исследований ЦНИУ НКПС*. 1930. № 30. С.
130. Военно-инженерная краснознаменная академия им. В.В.Куйбышева: Краткий исторический очерк / под общ. ред проф. А.Д. Цирлина. Москва: Изд-во ВИА, 1966. 226 с.
131. Стрелецкий Н.С. Строительная наука. Строительство в СССР: 1917–1967. Москва: Стройиздат, 1967. С. 559–606.
132. Стрелецкий Н.С. К вопросу об оптимальных соотношениях промышленных конструкций. Москва, 1932.
133. Стрелецкий Н.С. Основные задачи сварки металлоконструкций. Сборник Оргаметалл. Москва, 1932.
134. Стрелецкий Н.С. Основы законов веса и экономии металла в промышленных конструкциях. *Исследование металлических конструкций*. Москва, 1932.
135. Стрелецкий Н.С. Задачи сегодняшнего дня в сварке металлических промышленных конструкций. *Строит. промышленность*. 1932. № 7.
136. Стрелецкий Н.С., Генинев Е.Н. Основы металлических конструкций. Москва; Ленинград, 1935.
137. Стрелецкий Н.С. Курс металлических конструкций. Ч.1. Основы металлических конструкций. Изд. 2-е, переработ. Москва; Ленинград: Гос. изд-во строит. лит-ры, 1940. 844 с.

138. Стрелецкий Н.С., Гениев А.Н., Балдин В.А. Курс металлических конструкций. Ч. 2. Конструкции промышленных и гражданских сооружений. Москва: Гос. изд-во строит. лит-ры, 1940. 488 с.

139. Стрелецкий Н.С. Курс металлических конструкций. Ч. 3. Металлические конструкции специальных сооружений. Москва: Гос. изд-во строит. лит-ры, 1944. 499 с.

140. Стальные конструкции. Москва: Гос. изд-во строит. лит-ры, 1948. 599 с.

141. Стрелецкий Н.С. Развитие инженерно-строительной науки за 1917–1957 гг.: Строительство в СССР: 1917–1957. Москва: Стройиздат, 1958. С. 651-672.

142. Стрелецкий Н.С. К вопросу о возможности повышения допускаемых напряжений. *Строит. промышленность*, 1942. № 2–3.

143. Стрелецкий Н.С. Возможности повышения допускаемых напряжений в металлических конструкциях в зависимости от величины постоянной нагрузки. *Строит. промышленность*. 1943. № 3.

144. Стрелецкий Н.С. К вопросу возможности повышения допускаемых напряжений в стальных пролетных строениях мостов. *Труды секции научных проблем транспорта АН СССР*. Москва, 1944.

145. Стрелецкий Н.С., Губин С.М. Основные этапы развития строительных конструкций за 30 лет: Металлические конструкции. *Строительная промышленность*. 1947. № 11. С. 13–17.

146. Стрелецкий Н.С. Ближайшие задачи в области восстановления стальных конструкций. *Вестник инженеров и техников*. 1946. № 1.

147. Зензинов Н.А. Н.С. Стрелецкий – основоположник советской школы металлостроительства. Москва: Знание. 1984. № 10. 54 с. – (серия Строительство и архитектура).

148. Николай Станиславович Стрелецкий: К 60-летию со дня рождения и 35-летию инженерной, научно-педагогической и общественной деятельности. Москва: Госиздат строит. лит-ры, 1946. 20 с.

149. Выдающийся ученый, инженер, педагог (К 100-летию со дня рождения Н.С. Стрелецкого). *Строительство и архитектура Москвы*. 1986. № 2. С. 22.
150. Аверина В.С. Металлических дел мастер. Краткий обзор научно-педагогической и инженерной деятельности Н.С. Стрелецкого (1885–1967). *Проблемы культурного наследия в области инженерной деятельности*: Сб. ст. Москва, 2007. Вып. 4. С. 106–122.
151. Макаренко Антін. Енциклопедія українознавства. Т. 4. Перевидання в Україні. Львів, 1994. С. 1436. Словникова частина.
152. Стрелецкий Н.С. Пути развития научно-исследовательской работы в строительстве. *Строительная промышленность*. 1935. № 9. С. 3–12.
153. Стрелецкий Н.С. Об организации научно-исследовательской работы в строительстве. *Строит. промышленность*. 1935. № 10. С. 16–19.
154. Стрелецкий Н.С. Основные задачи научно-исследовательской работы в строительстве. *Вестник инженеров и техников*. 1946. № 8. С. 24–27.
155. Зензинов Н.А. Выдающийся ученый. *Путь и путевое хозяйство*. 1983. №2. С. 43–44.
156. Инженерный подвиг Мисийцев: По материалам архива музея МГСУ. Москва: МГСУ, 2010. 28 с.
157. Гибшман Е.Е. Проектирование металлических мостов. Москва: Транспорт, 1969. 416 с.
158. Саламахин П.М. Мосты и сооружения на дорогах. Москва: Транспорт, 1991. 344 с.
159. Алексеев В.В. Железнодорожные и автодорожные мосты. Москва, 1994. 220 с.
160. Кикин А.И., Шелест Г.А. Основатель советской школы металлистов-строителей (К 80-летию со дня рождения проф. Н.С.

Стрелецкого). *Изв. Высш. учеб. заведений: Строительство и архитектура*. 1965. № 10. С. 162–165.

161. К 80-летию Николая Станиславовича Стрелецкого [Специалист в области металл. конструкций и мостостроения]. *Пром. строительство*. 1965. № 10. С. 45–46, портр.

162. Кручинкин А.В. Развитие металлического мостостроения в России. *Труды ЦНИИС*. Москва, 2003. Вып. 215. 116 с.

163. Ильясевич С.А. Металлические коробчатые мосты. Москва: Транспорт, 1970. 280 с.

164. Баренбойм И.Ю. Индустриальное строение мостов. *Будівельник*. Київ, 1978. 208 с.

165. Протасов Г. Металлические мосты. Москва: Транспорт, 1973. 352 с.

166. Волков П., Поліванов Н. Вибір схеми мостів Дніпробуду з високосортної сталі у зв'язку з пропозиціями іноземних фірм. *Дніпробуд. Бюлетень державного дніпровського будівництва*. Москва, 1929. № 3 (9). С. 12–42.

167. Єфремов В., Сабуров П. Споруда залізничної лінії Канцерівка 2-а – Шлюзова та мосту через річку Старий Дніпро. *Дніпробуд. Бюлетень державного дніпровського будівництва*. Там само. С. 43–55.

168. Слюсарев Б. Піщані перемички, застосовані у відділі Мостового Переходу Дніпробуду. *Дніпробуд. Бюлетень державного дніпровського будівництва*. Там само. С. 75–80.

169. Константинов М. Досвід спорудження мостів. *Дніпрельстан*. Харків: *Шляхи індустріалізації*, 1930. № 33–34. С. 58–61.

170. Адельберг Л. І. Довоєнні мости через Старий та Новий Дніпро (мости інженера Константинова): Мости Запоріжжя. Запоріжжя: Тандем-У, 2005. 56 с.

171. Власов О. Ю. Мости через Новий та Старий Дніпро (споруди 1931 р.) // *Музейний вісник*. Запоріжжя: Друкарська дільниця Запорізького наукового товариства ім. Я.П. Новицького, 2001. № 1. С. 68–72.

172. Стрелецкий Николай Станиславович (1885–1967). *Железнодорожный транспорт: Энциклопедия* / гл. ред. И.С. Конарев. – Москва: БРЭ, 1994. С. 555.

173. Стрелецкий Н.С. К вопросу экономичности в проектировании конструкций. *Труды Моск. инж.–строит. ин-та*. 1962. № 43 (К 75-летию Н.С. Стрелецкого). С. 11–15.

174. Стрелецкий Николай Станиславович. *Железнодорожный транспорт: Энциклопедия* / гл. ред. Н.С. Конарев. Москва: БРЭ. 1994. С. 555.

175. Стрелецкий Н.С. Метод расчета конструкций зданий и сооружений по предельным состояниям, применяемым в СССР, и основные направления его развития. Н. С. Стрелецкий. *Избранные труды* / под ред. Е.И. Беленя. – Москва: Стройиздат, 1975. С. 242–256.

176. Баженов В.А. Будівельна механіка і теорія споруд. Нариси з історії. В.А. Баженов, Ю.В. Ворона, А.В. Пельмутер. Київ: Каравела, 2016. 428 с.

177. Стрелецкий Н. С. Конструкции пролётных строений мостов / Металлические конструкции. Специальный курс. Москва: Стройиздат, 1965. 366 с.

178. Стрелецкий Н.С. Общая характеристика возможных решений транспортных пересечений широких водотоков. Н.С. Стрелецкий. *Избр. труды* / под ред. Е.И Беленя. Москва: Стройиздат, 1975. С. 402–412.

179. Стрелецкий Н.С. Современное состояние и актуальность проблемы расчета строительных конструкций. Матер. 1-го конгресса международного совета по строительству и архитектуре. Москва, 1962. С. 55–72.

180. Стрелецкий Н.С. К вопросу конструктивной формы сварного моста. Сборник, посвященный 80-летию со дня рождения и 55-летию научной деятельности действительного члена АН УССР Е.О. Патона. Киев, 1951. С. 153–156.

181. Стрелецкий Н.С. Основные этапы развития металлических конструкций. *Строительная промышленность*. 1947. №11.



182. Стрелецкий Н.С. Основные достижения советской конструкторской школы в области стальных конструкций и ее задачи. *Труды совещания по стальным конструкциям*. Москва, 1951.

183. Стрелецкий Н.С. Архитектура металлических конструкций. *Академия архитектуры*. 1936. № 3.

184. Стрелецкий Н.С. К вопросу разрешения статически неопределимых систем при знакопеременной и попеременной нагрузке. *Известия АН СССР*. Отд. техн. наук, 1953. № 12.

185. Стрелецкий Н.С. Состояние и основные направления дальнейшего развития научно-исследовательских работ в области строительных конструкций. Тезисы докладов совещания АН СССР по направлениям научных исследований в строительстве. Москва, 1951.

186. Стрелецкий Н.С. Новые идеи и возможности в металлических промышленных конструкциях. Москва: Ленинград, 1934. С. 94.

187. Стрелецкий Н.С. К анализу общего коэффициента безопасности: Классификация направлений. *Проект и стандарт*. 1935. № 10.

188. Стрелецкий Н.С. Еще к вопросу анализа коэффициента безопасности сооружений. *Проект и стандарт*. 1936. № 3.

189. Стрелецкий Н.С. Стальные конструкции покрытий одноэтажных промышленных зданий. Москва: Рипол Классик, 2013. 380 с.

190. Стрелецкий Н.С., Губин С.М. Основные этапы развития строительных конструкций за 30 лет: Металлические конструкции. *Строительная промышленность*. 1947. № 11. С. 13–17.

191. Строительная наука (Строительство в СССР: 1917–1967). Москва: Стройиздат, 1967. С. 559–606.

192. Шухова Е. «Красота инженерных конструкций – требование самое законное». *Инженер*. 2000. № 9. С. 18–21.

193. Стрелецкий Н.С. Развитие инженерно-строительной науки за 1917–1957 гг. Строительство в СССР: 1917–1957 гг. Москва: Стройиздат, 1958. – С. 651–672.

194. Воронин М.И., Воронина М.М. Станислав Валерианович Кербедз: 1810–1899. Ленинград: Наука, 1982. 176 с.
195. Лопатто А.Э. Н.А. Белелюбский: Жизнь и творчество. Москва: Стройиздат, 1975. 154 с.
196. Салата Г.В. Лавр Дмитриевич Проскуряков (1858–1926 рр.): Моннгографія. Київ: Медінформ, 2018. 314 с.
197. Митинский А.Н. Феликс Станиславович Ясинский: К столетию со дня рождения. Москва: Гостехиздат, 1957. 219 с.
198. Шухова Е.М. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер России. Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 368 с.
199. Салата Г.В. І.П. Прокоф'єв – інженер шляхів сплучення, вчений в галузі механіки та мостобудування (до 140-річчя від дня народження). *Емінак: науковий щоквартальник (Миколаїв)*. 2017. №2 (18). Т. 2. С. 119–124.
200. Підкошаная О.М. М.С. Стрілецький (1885–1967) – фахівець у сфері будівельних конструкцій та мостобудування. *Історія науки і техніки: Зб. наук. праць (ДЕТУТ)*. 2017. Вип. 10. С. 65–72.
201. Салата Г.В. Академік Євген Оскарівч Патон як представник науково-техгнічної школи професора Л.Д. Проскурякова. *Історія науки і біографістика: електрон. наук. фахове вид.* 2017. № 3. URL.: <http://inb.dnsgb.com.ua/2017-3/14/pdf>
202. Підкошаная О.М. Внесок професора Миколи Станіславовича Стрілецького (1885–1967) у мостобудування. *Історія освіти, науки і техніки в Україні*. Мат XIII Всеукраїнської конференції молодих вчених та спеціалістів. м. Київ, 18 травня 2018 р. Київ. 2018. С. 276–277.
203. Стрелецкий Н.С. Способы расчета безраскосных балок с параллельными поясами и узловой нагрузкой. Петербург, 1913. 144 с.
204. Стрелецкий Н.С. Исторический очерк производства работ по сооружению подводных туннелей. Москва, 1915. 136 с.
205. Стрелецкий Н.С. К эскизным проектам городского и железнодорожного мостов через р. Оку в Нижнем Новгороде. Москва, 1915.

206. Стрелецкий Н.С. Новейшие раскрывающиеся мосты. *Вестник инженеров и техников*. 1915. Т. 1. №. 23–24. С. 1089–1100.
207. Стрелецкий Н.С. Основные течения новейшей мостостроительной мысли. *Технико–экономический вестник*. 1922. № 8.
208. Стрелецкий Н.С. Работа металлических мостов под временной нагрузкой. *Сборник трудов бюро мостовых исследований*. 1923. №3. С. 5–53.
209. Стрелецкий Н.С. К вопросу о нарах продольного игшиба. *Техника и экономика путей сообщения*. 1924. № 3–4.
210. Стрелецкий Н.С. Основы расчета статически неопределенных систем. *Строительная промышленность*. 1924. № 1.
211. Стрелецкий Н.С. К вопросу об усталости в мостах. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1925. № 5.
212. Стрелецкий Н.С. О методике динамических исследований мостов. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1927. № 14.
213. Стрелецкий Н.С. Значение динамических исследований мостов под обыкновенную дорогу. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1929. № 23.
214. Стрелецкий Н.С. О рациональных формах деревянных ферм больших пролетов. *Сборник трудов бюро мостовых исследований ВТК НКПС*. 1923. №1.
215. Стрелецкий Н.С. Основная задача сегодняшнего дня для русского мостостроения. *Строительная промышленность*. 1927. №1.
216. Стрелецкий Н.С. Кремнистые стали в СССР и за границей. *Бюлл. «Днепрострой»*. 1928. № 6.
217. Стрелецкий Н.С. Законы изменения веса металлических мостов. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1926. № 7.
218. Стрелецкий Н.С. Разводные мосты: Основы планировки и расчета. Москва: Гостехиздат. 1923. 308 с.

219. Стрелецкий Н.С. К вопросу об оптимальных соотношениях промышленных конструкций. Москва, 1932.
220. Стрелецкий Н.С. Основные задачи сварки металлоконструкций. *Сборник Оргметалла*. Москва, 1932.
221. Стрелецкий Н.С. Основы законов веса и экономии металла в промышленных конструкциях. *Исследования металлических конструкций*. – Москва, 1932.
222. Стрелецкий Н.С. Новые идеи и возможности в металлических промышленных конструкциях. Москва; Ленинград, 1934.
223. Стрелецкий Н.С. Новые нормы нагрузок и напряжений. *Техника и экономика путей сообщения*. 1921 №10.
224. Стрелецкий Н.С. К вопросу о нормах продольного изгиба. *Техника и экономика путей сообщения*. 1924. № 3–4.
225. Стрелецкий Н.С. Ближайшие задачи в области восстановления стальных конструкций. *Вестник инженеров и техников*. 1946. №1.
226. Стрелецкий Н.С. К вопросу разрушения изгибаемых статически неопределимых систем. *Известия АН СССР. Отд. техн. наук*. 1953. № 12.
227. Стрелецкий Н.С. К вопросу о коэффициентах формулы напряжений. *Сборник трудов бюро инж. исследований НТК НКПС*. 1926. № 10. С. 9–28.
228. Стрелецкий Н.С. Новая методика расчета конструкций. Москва: Изд-во Моск. инж.-строит. ин-та, 1936.
229. Стрелецкий Н.С. К вопросу о структуре коэффициентов запаса. *Труды Моск. инж. строит. ин-та*. 1947. № 5. *Инженерные конструкции*. С. 3–25.
230. Стрелецкий Н.С. Принципиальные основы новой методики расчета методики сооружений, принятые при составлении «Урочного положения для строительства». *Вестник инженеров и техников*. 1949. № 1.

231. Стрелецкий Н.С. Опытная проверка работы элементов мостовых конструкций. *Сборник трудов бюро инженерных исследований НТК НКПС*. 1925. № 4. С.162–189.

232. Стрелецкий Н.С. Метод расчета конструкций зданий и сооружений по предельным состояниям, применяемым в СССР, и основные направления его развития // Н.С. Стрелецкий. Избранные труды / Под ред. Е.И. Беленя. – Москва : Стройиздат, 1975. – С. 242–256.

233. Лопатто А. Артур Фердинандович Лолейт: К истории отечественного железобетона. Москва: Стройиздат, 1969. 104 с.

234. Артур Фердинандович Лолейт: Русские архитекторы и строители. Москва, 1952. С. 125–130.

235. Гвоздев А.А. А.Ф. Лолейт. *Строитель*. 1933. № 12. С. 5–6.

236. Михайлов К.В. Алексей Алексеевич Гвоздев. Москва: НИИЖБ, 1997. 73 с.

237. Эстрин Сергей. Выдающемуся ученому-строителю А.А. Гвоздеву – 110 лет. *Весь бетон*. 2008. 8 октября.

238. Хоциалов Н.Ф. Запасы прочности. *Строительная промышленность*. 1929. № 10. С. 840–844.

239. Баженов В.А. Будівельна механіка і теорія споруд. Нариси з історії – Київ: Каравела, 2016. 428 с.

240. Стрелецкий Н.С. Новатор отечественного мостостроения – акад. Г.П. Передерий: К 80-летию со дня рождения. *Изв. АН СССР, Отд. техн. наук*. 1951. № 12. С. 1849–1852.

241. Стрелецкий Н.С. К вопросу конструктивной формы сварного моста. Сборник, посвященный 80-летию со дня рождения Героя Социалистического Труда, действительного члена АН УССР Е.О. Патона. Киев, 1951. С. 153–156.

242. Стрелецкий Н.С. Выдающийся русский инженер: К 100-летию со дня рождения В.Г. Шухова. *Комсомольская правда*. 1953. 27 августа.

243. Стрелецкий Н.С. Исторический очерк развития подводных туннелей. Москва, 1914. ???????

244. Стрелецкий Н.С. Исторический очерк производства работ по сооружению подводных туннелей. Москва, 1915. 136 с.

245. Стрелецкий Н.С. Новейшие раскрывающиеся мосты. *Вестник инженеров и техников*. 1915. Т. 1, № 23–24. С. 1039–1100.

246. Стрелецкий Н.С. Исследование моста через р. Волхов. Москва, 1920.

247. Стрелецкий Н.С. Новости мостостроительной заграничной техники. Москва, 1922.

248. Стрелецкий Н.С. Основные течения новейшей европейской мостостроительной мысли. *Технико-экономический вестник*. 1922. № 8.

249. Стрелецкий Н.С. Железнодорожный мост за 100 лет. Столетие железных дорог. Москва: Транспечать НКПС. 1925. С. 196–218.

250. Стрелецкий Н.С. Железнодорожный съезд в Берлине. *Железнодорожное дело*. 1925. № 6.

251. Стрелецкий Н.С. Основная задача сегодняшнего дня для отечественного мостостроения. *Строительная промышленность*. 1927. № 1.

252. Стрелецкий Н.С. Новые мостостроительные стали повышенного качества. *Бюлл. Днепрострой*. 1928. № 6.

253. Стрелецкий Н.С. Научно-исследовательская работа ЦНИПС. Обзор научно-исследовательской работы Центра научно-исследовательского института промышленных сооружений. Сборник статей. Москва: ОНТИ 1934.

254. Стрелецкий Н.С. К вопросу выбора оптимального типа военного деревянного моста. *Переправочно-мостовой сборник*. Москва: Изд-во ВИА РККА, 1934.

255. Стрелецкий Н.С. Пути развития научно-исследовательской работы в строительстве. *Строительная промышленность*. 1935. № 9.

256. Стрелецкий Н.С. Об организации научно-исследовательской работы в строительстве. *Строительная промышленность*. 1935. № 10.
257. Стрелецкий Н.С. Основные направления развития советской конструкторской мысли в области стальных конструкций. *Вестник инженеров и техников*. 1948. № 6.
258. Стрелецкий Н.С. Развитие конструктивной формы стальных сооружений. Москва, 1948. 115 с.
259. Стрелецкий Н.С. Основы компоновки стальных конструкций. Москва: Изд-во Моск. инж.-строит. ин-та. 1949.
260. Стрелецкий Н.С. 20 лет работы Всесоюзного научного инженерно-технического общества строителей (1931–1951). *Строительство*, 1951. № 11.
261. Стрелецкий Н.С. Состояние и основные направления дальнейшего развития научно-исследовательских работ в области строительных конструкций. Тезисы докладов Совещания АН СССР по направлению научных исследований в строительстве. Москва, 1951.
262. Стрелецкий Н.С. Основные достижения советской конструкторской школы в области стальных конструкций и ее задачи. *Труды совещания по стальным конструкциям*. Москва, 1951.
263. Стрелецкий Н.С. Задачи строительной науки в области стальных конструкций. *Вестник инженеров и техников*. 1952. № 1.
264. Стрелецкий Н.С. Выдающийся русский инженер: К 100-летию со дня рождения В.Г. Шухова. *Комсомольская правда*. 1953. 27 авг.
265. Стрелецкий Н.С. К вопросу конструктивной формы сварного моста. Сборник, посвященный 80-летию со дня рождения и 55-летию научной деятельности Героя Социалистического Труда, действительного члена АН УССР Е.О. Патона. Киев, 1951. С. 153–156.
266. Салата Г.В. Історико-науковий аналіз життя і діяльності Л.Д. Проскурякова (1858–1926 рр.) та його науково-технічної школи у контексті розвитку вітчизняного мостобудування та архітектури: Монографія. Київ: Медінформ, 2017. 212 с.

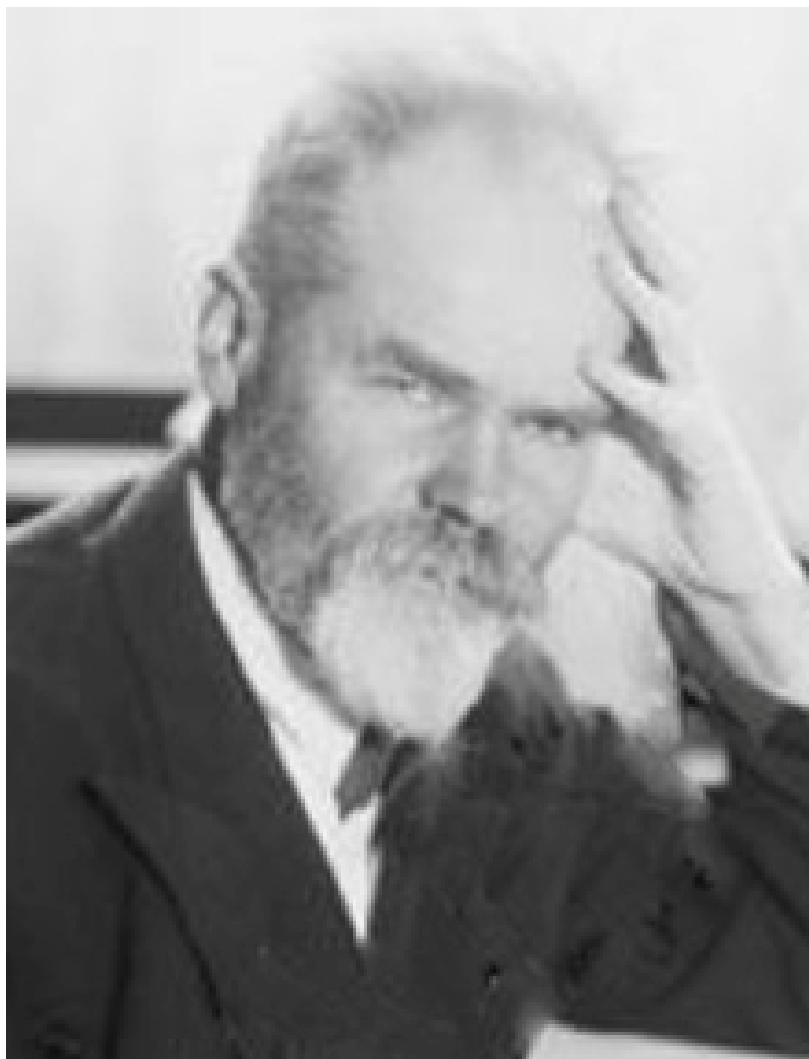
267. Салата Г.В. Лавр Дмитрович Проскуряков (1858–1926 рр.): Монографія. Київ: Медінформ, 2018. 314 с.

268. Стрелецкий Н.С. Развитие металлических конструкций в России (краткий исторический очерк). *Труды Моск. инж.-строит. ин-та*. 1962. № 18



# ДОДАТКИ

## Додаток А



**М.С. Стрілецький**  
**(1885-1967)**

## Додаток Б



**Інститут інженерів шляхів сполучення імператора  
Олександра І у м. Санкт-Петербург**



**Сучасний вигляд Університету шляхів сполучення у  
Санкт-Петербурзі**

## Додаток В

### Видатні викладачі М.С. Стрілецького



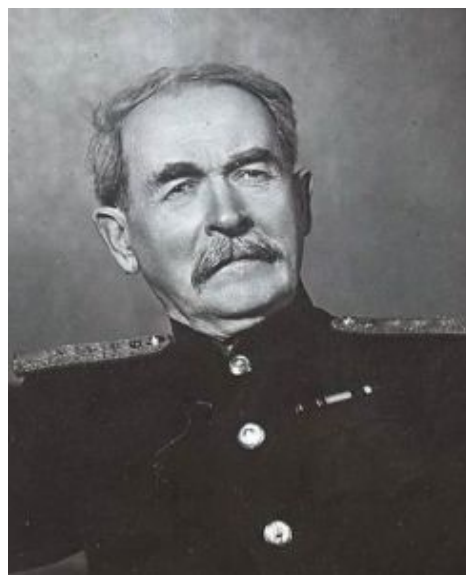
**С.Д. Карейша**



**М.А. Белелюбський**



**Є. О. Патон**



**Г. П. Передерій**

## Додаток Д



**ЛАВР ДМИТРОВИЧ ПРОСКУРЯКОВ**  
**(1858–1926)**

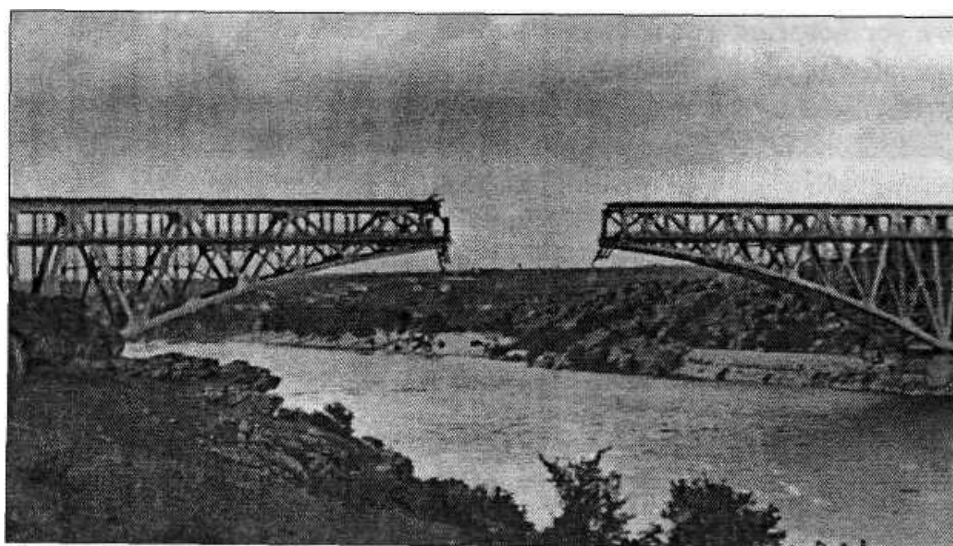


**Міст Л. Д. Проскурякова через р. Єнісей**

## Додаток Е

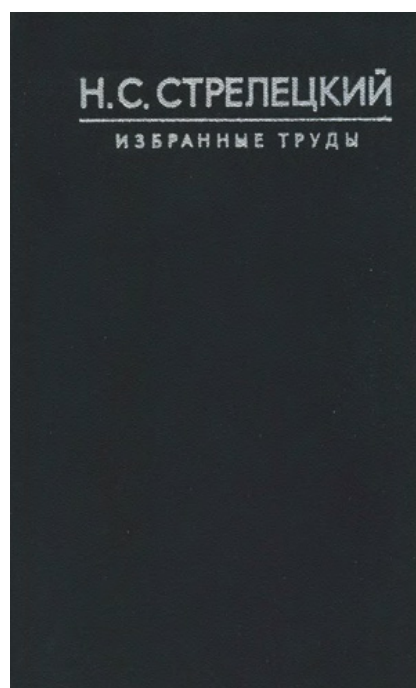
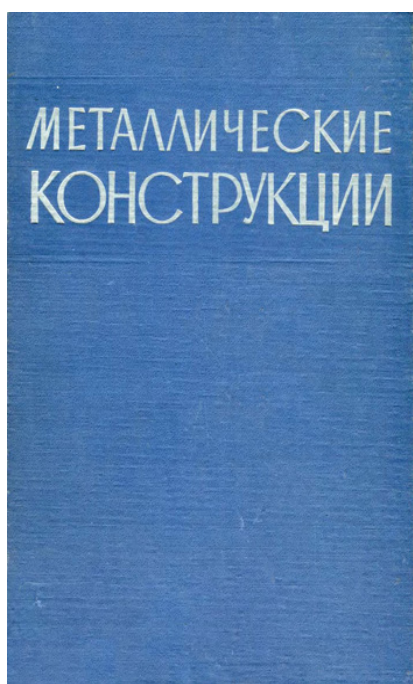


**Кічкаський міст М. С. Стрілецького**



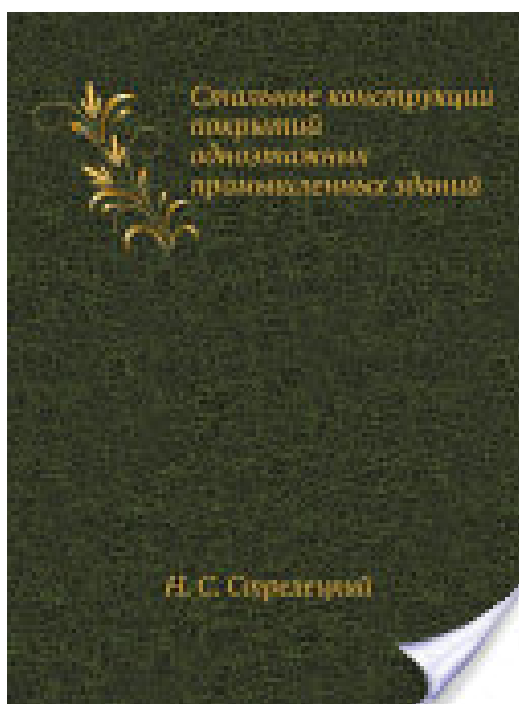
**Зруйнований міст під час другої світової  
війни**

## Додаток Ж

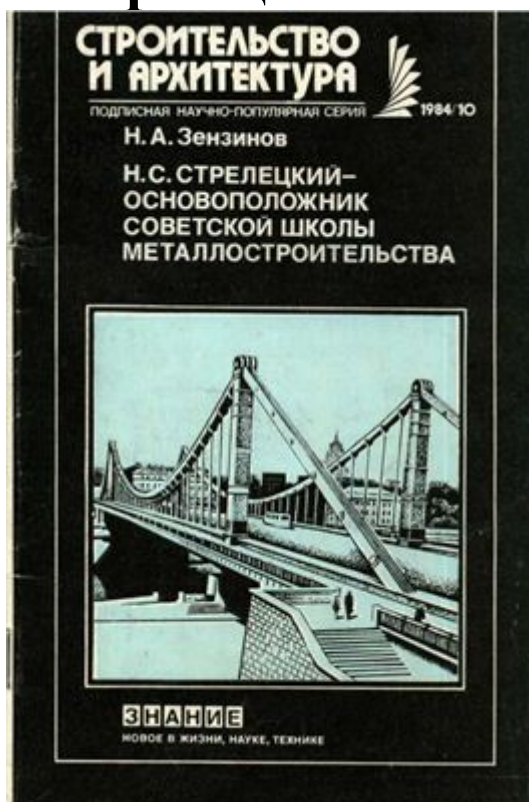


## Праці М. С. Стрілецького

## Додаток К



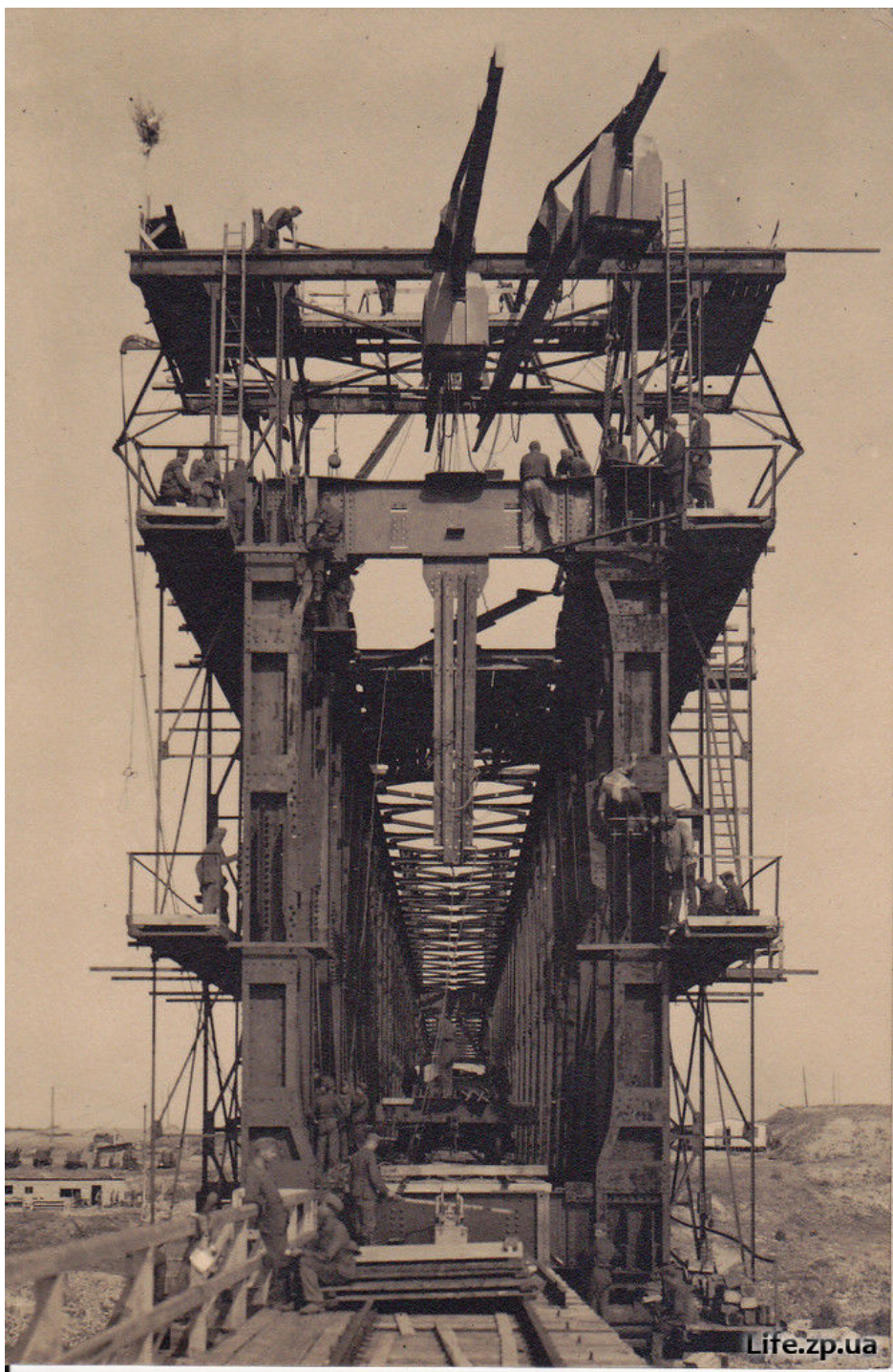
## Сучасне перевидання праці М. С. Стрілецького



## Брошура про М. С. Стрілецького



## Додаток Л



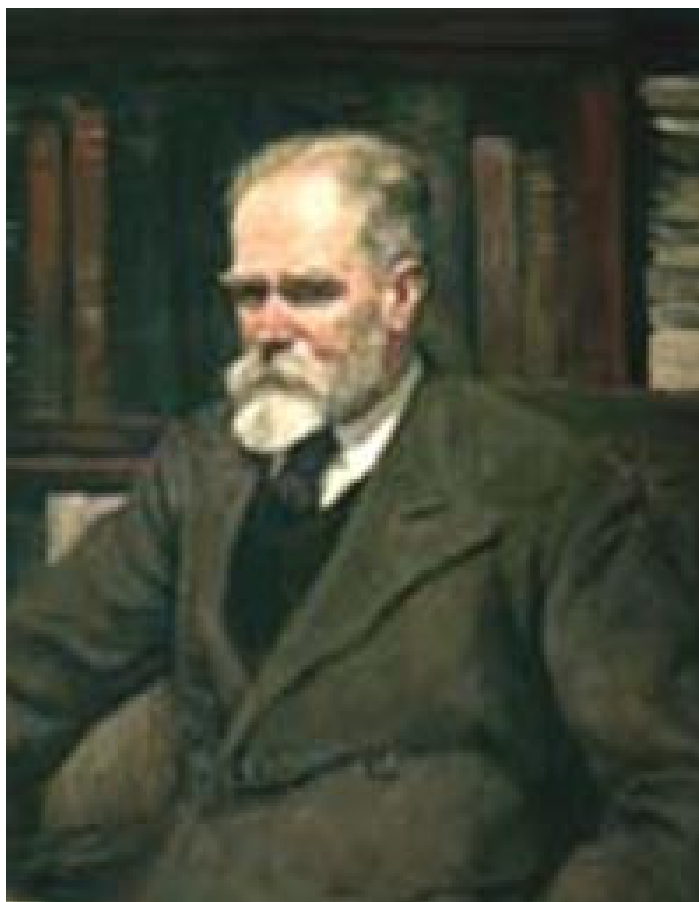
**Міст М. С. Стрілецького біля м. Запоріжжя**

## Додаток М



**Кічкаський міст, відбудований німцями під час другої світової війни**

## Додаток Н



**М.С. Стрілецький (1956 р.)**

## Додаток П



Могила М.С. Стрілецького

