

**Заключение диссертационного совета Д 01.016.03 на базе
Государственного образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«Донецкий национальный университет»
по диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета Д 01.016.03 от «21» декабря 2018 г. № 27

О ПРИСУЖДЕНИИ

**Царенко Сергею Николаевичу
ученой степени доктора физико-математических наук.**

Диссертация «Численно-аналитические исследования динамики и устойчивости неклассических моделей упругих стержневых конструкций» по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела принята к защите «17» сентября 2018 г., протокол № 17 диссертационным советом Д 01.016.03 на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет», 283001, г. Донецк, ул. Университетская 24 (приказ МОН ДНР о создании диссертационного совета № 117 от 8.02.2016 г., с изменениями согласно Приказу МОН ДНР № 442 от 25.04.2017 г.).

Соискатель – Царенко Сергей Николаевич, 1981 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Обоснование параметров стальной крепи при бурении шахтных вертикальных стволов» защитил в 2008 году в диссертационном совете Д 08.080.04 при Национальном горном университете Министерства образования и науки Украины (г. Днепропетровск).

Царенко С.Н. работает в должности заведующего кафедрой сопротивления материалов им. Ф.Л. Шевченко Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк.

Диссертация выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет» на кафедре сопротивления материалов им. Ф.Л. Шевченко, г. Донецк.

Научный консультант – Улитин Геннадий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, заведующий кафедрой высшей математики.

Официальные оппоненты:

1. Шалдырван Валерий Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет», г. Донецк, профессор кафедры математической физики;

2. Илюхин Александр Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор, Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», г. Таганрог, профессор кафедры математики;

3. Югов Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, заведующий кафедрой технологии и организации строительства;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Российская открытая академия транспорта

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном на основании обсуждения и одобрения на заседании кафедры «Здания и сооружения на транспорте» 13 ноября 2018 года, протокол № 3, заведующим кафедрой к.т.н., доцентом Чистым Юрием Антоновичем, утвержденном 16 ноября 2018 года директором Российской открытой академии транспорта «Российского университета транспорта (МИИТ)» д.т.н., профессором Апатцевым Владимиром Ивановичем, указала, что диссертация Царенко С.Н. представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему. Полученные диссертантом новые научные результаты имеют существенное значение для фундаментальной науки механики упругих деформируемых систем и практики расчета и конструирования стержневых конструкций различного назначения. Выводы и рекомендации, приведенные автором, достаточно обоснованы. Область исследования и научные результаты диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела. Диссертационная работа «Численно-аналитические исследования динамики и устойчивости неклассических моделей упругих стержневых конструкций» отвечает требованиям п. 2.1 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Царенко Сергей Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 29 научных работах общим объемом 36.33 п.л., (лично автором – 10.1 п.л.), 11 работ относятся к специализированным изданиям перечня ВАК ДНР, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела, в том числе 6

публикаций включены в Международные наукометрические базы (Web of Science, Scopus, zbMATH, Index Copernicus, Directory of Open Access Journals).

Наиболее значимые работы по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК ДНР:

1. Улитин Г.М. Устойчивость упругого весомого стержня переменной изгибной жесткости, моделирующего конструкции башенного типа / Г.М. Улитин, **С.Н. Царенко** // Строительная механика и расчет сооружений. – 2015. – №6. – С. 36-40 (Включен в РИНЦ).

2. Улитин Г.М. Поперечные колебания упругого стержня переменного сечения, моделирующего конструкции несущих опор / Г.М. Улитин, **С.Н. Царенко** // Труды ГУ ИПММ. – 2016. – Т.30. – С. 140–146.

3. Улитин Г.М. Продольно-поперечный изгиб и устойчивость весомай стержневой системы / Г.М. Улитин, **С.Н. Царенко** // Строительная механика и расчет сооружений. – 2017. – №2. – С. 18–23 (Включен в РИНЦ).

4. **Царенко С.Н.** Динамика изгибных колебаний конструкций с осевой неоднородностью геометрических характеристик // Строительная механика и расчет сооружений. – 2018. – № 3. – С. 48–54 (Включен в РИНЦ).

5. **Царенко С.Н.** Динамика изгибных колебаний предварительно нагруженных стержней с квадратичной неоднородностью изгибной жесткости // Вестник ДонНУ. Сер. А: Естественные науки. – 2018. - № 2. – С. 54-61 (Включен в РИНЦ).

6. Улітін Г.М. Удар кінчного стрижня об жорстку перешкоду / Г.М. Улітін, **С.М. Царенко** // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2014. – Вип. 93. – С. 56-63 (Включен в Web of Science, Index Copernicus, Directory of Open Access Journals).

7. **Tsarenko S.** Investigation of strained deformed state of variable stiffness rod / S. Tsarenko, G. Ulitin // SpringerPlus. – 2014. – Vol. 3. No 1. P. 367. режим доступа: <http://www.springerplus.com/content/3/1/367> (Включено в Scopus).

8. Улитин Г.М. О продольных колебаниях упругих стержней переменного сечения / Г.М. Улитин, **С.Н. Царенко** // Прикладная механика. – 2015. – Т. 51. №1. – С. 123–129. **Тоже:** Ulitin G.M. Longitudinal Vibrations of Elastic Rods of Variable Cross-Section. / G.M. Ulitin, **S.N. Tsarenko** // Int. Appl. Mech. – 2015. – Vol. 51. No. 1. – P. 123-129 (Включен в Web of Science, Scopus).

9. Улитин Г.М. Изгибные колебания стержня с переменной жесткостью и распределенной массой / Г.М. Улитин, **С.Н. Царенко** // Прикладная математика и механика. – 2015. – Т. 79, вып. 6. – С. 817-823. **Тоже:** Ulitin G.M. Flexural vibrations of a rod of variable stiffness and distributed mass / G.M. Ulitin, **S.N. Tsarenko** // Journal of Applied Mathematics and Mechanics. – 2015. – V. 79, No 6. – P. 572–576 (Включен в РИНЦ, Web of Science, Scopus).

10. Улитин Г.М. Метод усреднения в задачах о продольном ударе стержней переменного сечения / Г.М. Улитин, **С.Н. Царенко** // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. – 2016. – Т. 8, вып. 1. – С. 43–48 (Включен в РИНЦ, zbMATH).

11. Stepanov R. Dynamics of Longitudinal Impact in the Variable Cross-Section Rods / R. Stepanov, D. Romenskyi, **S. Tsarenko** // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 317. – P. 012029 URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/317/1/012029> (Включено в Scopus).

На автореферат диссертации поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные.

Обзор поступивших отзывов и замечаний, содержащихся в них:

1. Отзыв Витренко Владимира Алексеевича, доктора технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», профессора, проректора по научной работе и инновационной деятельности, заведующего кафедрой «Технология машиностроения и инженерный консалтинг» Государственного

образовательного учреждения высшего профессионального образования Луганской Народной Республики «Луганский национальный университет имени Владимира Даля»; Солодовника Михаила Дмитриевича, кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела, доцента, доцента кафедры «Технология машиностроения и инженерный консалтинг» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Луганской Народной Республики «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».

Отзыв положительный, с замечаниями:

- в описании к уравнению (5) сказано: «знак минус соответствует действительному значению параметра v , а плюс – мнимому», изменение знака будет очевидным для квадрата мнимого числа, поэтому такое пояснение является излишним;

- в задачах исследования и научной новизне упоминается о крутильных колебаниях неоднородных стержней, однако, в тексте автореферата результаты по проблеме крутильных колебаний не представлены.

2. Отзыв Шамоты Виталия Павловича, доктора технических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы, профессора, заведующего кафедрой высшей математики и физики, ГОО ВПО «Донецкий институт железнодорожного транспорта».

Отзыв положительный, без замечаний.

3. Отзыв Алгазина Сергея Дмитриевича, доктора физико-математических наук, профессора, ведущего научного сотрудника ФГБУН «Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН».

Отзыв положительный, с замечаниями:

- в правой части уравнения (10) интеграл интенсивности распределенной нагрузки должен быть, по всей видимости, определенным по длине, учитывая наличие произвольной постоянной;

- в 11 пункте выводов сказано: «исследование показало, что после соударения не вся потенциальная энергия деформации стержня идет на восстановление кинетической; часть энергии остается, и после освобождения от связи вызывает собственные колебания упругого стержня» разве это не является общеизвестным фактом?

4. Отзыв Марапулец Юрия Валентиновича, доктора физико-математических наук, временно исполняющего обязанности директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт космических исследований и распространения радиоволн» Дальневосточного отделения Российской академии наук; Луковенковой Ольги Олеговны, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника лаборатории акустических исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт космических исследований и распространения радиоволн» Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Отзыв положительный, с замечаниями:

- наличие подрисовочных подписей существенно облегчило бы восприятие текста автореферата диссертации;
- на некоторых рисунках линии графиков слабо различимы или еле видны (например, на рисунке 2 верхняя горизонтальная штрихпунктирная линия еле видна, а сплошная и пунктирная линии графиков сливаются).

5. Отзыв Артюх Виктора Геннадиевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Гидравлика и прочность» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

Отзыв положительный, с замечаниями:

- С.16. «В разделе также выполнены исследования закономерностей для характеристик устойчивости весоных стержней со степенной неоднородностью физико-механических свойств в частных случаях их

загружения». Непонятно, о каких характеристиках идет речь и какие частные случаи рассмотрены.

- С.31. «В работе выполнено исследование влияния продольной нагрузки на значения динамических коэффициентов при изгибе конструкции, которое показало, что, в отличие от стержней однородной структуры, для которых такое влияние следует учитывать при величине нагрузки, близкой к критической, для неоднородного стержня оно будет существенным, даже если предельная сила будет в половину от критической». Не указаны значения этих динамических коэффициентов. Влияние продольной нагрузки невозможно оценить.

- С.32. «Исследование показало, что после соударения не вся потенциальная энергия деформации стержня идет на восстановление кинетической; часть энергии остается, и после освобождения от связи вызывает собственные колебания упругого стержня». Нет оценки. Неясно, какая часть энергии остается.

6. Отзыв Корнеева Сергея Васильевича, доктора технических наук по специальности 05.05.06 – горные машины, профессора, заведующего кафедрой горной электромеханики и оборудования ГОУ ВПО Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический университет»; Русановой Надежды Ивановны, кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика твердого тела, доцента, доцента кафедры радиофизики и электроники ГОУ ВПО Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический университет».

Отзыв положительный, с замечанием

- в положениях, выносимых на защиту, речь идет об инженерных методах расчета стержневых систем на устойчивость и динамические воздействия, разработанных на основе аналитических решений. Из автореферата не ясно, что собой представляют эти методы.

7. Отзыв Пюкке Георгия Александровича, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры систем управления ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет».

Отзыв положительный, с замечаниями:

- на графике рис. 2 (стр. 15) показана зависимость критического веса от параметра поперечного размера для консольной конструкции с квадратичным законом изменения изгибной жесткости. Сплошной линией показаны результаты, полученные из точного решения, пунктирной линией – по приближенной модели, при этом обе линии являются совпадающими. Не совсем ясно, что хотел этим графиком показать автор, если удовлетворительную точность приближенного расчета, то следовало бы продемонстрировать разницу между результатами расчета двух моделей;

- в работе имеют место одинаковые буквенные обозначения, используемые для разных физических величин, а также функций, например J – момент инерции площади сечения; J – функция Бесселя, что не является корректным.

8. Отзыв Горбачева Владимира Ивановича, доктора физико-математических наук, профессора, и.о. заведующего кафедрой механики композитов ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (МГУ)».

Отзыв положительный, с замечанием

- следует отметить, что в уравнениях, представленных в диссертации, переменными являются момент инерции и линейная плотность. На самом деле общие результаты, полученные автором, остаются справедливыми, если произведение $EJ(x)$ заменить на изгибную жесткость $W(x)=E(x)J(x)$. При этом стержень имеет переменные по длине площадь поперечного сечения, модуль Юнга и плотность материала.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области фундаментальных и научно-практических исследований по проблемам механики упругих

деформируемых систем, что подтверждается наличием соответствующих научных работ в указанном направлении исследований.

Диссертационный совет отмечает, что по своей направленности и содержанию диссертационная работа соответствует паспорту специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела, а именно, в части:

- разработки и исследования математических моделей деформирования тел и элементов конструкций с усложненными геометрическими и физико-механическими свойствами;
- разработки методов решения краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработаны методы анализа изгиба и устойчивости стержневых конструкций с произвольной степенной неоднородностью механических и геометрических свойств при действии распределенных и сосредоточенных нагрузок;
- на основе общей концепции метода Фурье разработаны частные специализированные методы расчета параметров динамического деформирования при продольных, крутильных и изгибных колебаниях стержневых конструкций со степенными законами осевой неоднородности физико-механических и геометрических свойств;
- выполнены численно-аналитические исследования модели поперечных колебаний предварительно нагруженных стержней с частными видами осевой неоднородности параметра изгибной жесткости;
- с применением разработанных методов получены и исследованы решения ряд краевых задач статики, динамики и устойчивости стержневых конструкций, представляющих прикладное значение.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что в ней:

- предложены и апробированы новые методы решения задач продольно-поперечного изгиба стержней со сложной конфигурацией действующих нагрузок с использованием функций Бесселя и Ломмеля;
- разработаны методы анализа моделей деформирования при изгибных, продольных и крутильных колебаниях стержней со степенной неоднородностью геометрических и физико-механических характеристик;
- разработан приближенный метод динамического расчета на продольные и крутильные колебания упругих стержней с произвольной осевой неоднородностью физико-механических свойств;
- получены новые решения задач теории изгибных колебаний предварительно загруженных упругих стержней с квадратичным законом изменения поперечной жесткости.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- полученные в работе результаты открывают возможность математического моделирования напряженно-деформированного состояния при статическом и динамическом нагружении реальных конструкций в машиностроении и строительстве, таких как валы сложной конфигурации, бойки и волноводы силовых импульсных систем, бурильные трубы и обсадные колоны, ракеты, буровые вышки, опоры линий электропередач, стойки ветрогенераторов, башни теле-радио связи, грануляционные башни предприятий по производству минеральных удобрений, высокие дымовые трубы и прочее;
- построенные в работе аналитические решения задач механики упругих стержней могут быть использованы для верификации результатов численных исследований с применением прикладных программных комплексов объектного и имитационного моделирования;
- на базе проведенных в диссертации теоретических исследований разработаны прикладные инженерные методы расчета стержневых систем на устойчивость и динамические воздействия;

- результаты, полученные в диссертации, использовались в конструкторских и технологических расчетах параметров стальных крепей и в разработке технических регламентов спуска обсадных колон на плаву;

- теоретические разработки диссертации позволяют совершенствовать учебный процесс при изложении вопросов динамики и устойчивости стержневых систем с распределенными и сосредоточенными параметрами в курсах по теории сопротивления материалов и прочности конструкций.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- использование корректно построенных в рамках положений классической теории упругости и механики деформируемого твердого тела математических моделей статического и динамического деформирования стержней; строгость постановок рассматриваемых задач и применяемых математических методов; применение апробированных методов решения задач математической физики; согласованность некоторых полученных в работе результатов с результатами, представленными в литературе и полученными на основе использования альтернативных методов исследования, включая экспериментальные.

Результаты диссертационной работы докладывались на многочисленных научных конференциях и семинарах, в том числе на Международных научно-практических конференциях «Вибрации в технике и технологиях» (Львов, 2011 г.; Полтава, 2012 г.; Львов, 2014 г.); Международных научно-технических конференциях «Динамика, надежность и долговечность механических и биомеханических систем» (Севастополь, 2012, 2014 гг.); XIII Всероссийской научно-практической конференции «Современная строительная наука и образование» (Москва, 2016 г.); XIV Международной научно-практической конференции «Развитие фундаментальных основ науки и образования в строительстве» (Москва, 2017 г.).

Личный вклад соискателя состоит в обосновании цели и задач диссертационного исследования; в реализации основных задач работы с

получением ее основных результатов, в том числе в разработке метода построения аналитических решений для дифференциальных уравнений модели продольно-поперечного изгиба невесомых стержней со степенным законом изменения изгибной жесткости от продольной координаты на основе введения получаемых с использованием рекуррентных соотношений обобщенных специальных функций, в случае действия распределенных нагрузок выражающихся через функции Ломмеля и их модифицированные представления; в разработке теоретического алгоритма определения критических сил для стержней с произвольной конфигурацией изгибной жесткости и распределенной нагрузки на основе аналитического решения уравнения изгиба в функциях Бесселя и Ломмеля и их модификациях; в разработке на базе концепции метода Фурье его специализированной версии для решения задач динамики продольных и крутильных колебаний стержней с осевой неоднородностью геометрических и механических свойств, что позволило исследовать влияние параметров стержней этого типа на величины собственных частот для основных видов граничных условий, получить для решения задач о вынужденных колебаниях и ударе выражение квадрата нормы собственных функций для произвольного вида граничных условий и решить цикл конкретных новых задач моделирования НДС стержней переменного сечения при продольном и крутильном ударе; в получении для инженерных расчетов эмпирических зависимостей критических нагрузок на основе аппроксимации результатов численных исследований математических моделей стержней с переменными вдоль осевой координаты характеристиками; в получении оценок влияния продольной силы на величины собственных частот изгибных колебаний для упругих стержней с квадратичным законом изменения изгибной жесткости, на основе нового аналитического решения уравнения колебаний, а также получении характеристик устойчивости стержней данного типа на основе динамического критерия для случаев «мертвой» и следящей нагрузки; в реализации прикладных исследований на базе рассматриваемых моделей.

На заседании от «21» декабря 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Царенко Сергею Николаевичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **16** человек, из них **10** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **22** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за **16**; против **0**; недействительных бюллетеней **0**.

Председатель диссертационного совета Д 01.016.03

доктор техн. наук, профессор

В.И. Сторожев

Ученый секретарь диссертационного совета Д 01.016.03

доктор техн. наук, профессор

В.К. Толстых

24.12.2018г.

