

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.380.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.04.2024 № 08

О присуждении Семенову Алексею Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Прочность и устойчивость подкрепленных ортотропных оболочечных конструкций в задачах статики и динамики» по специальности 2.1.9. Строительная механика принята к защите 12 января 2024 г. (протокол заседания № 1) диссертационным советом 24.2.380.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 ноября 2012 года № 714/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.02.2014 года №55/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.03.2014 года №126/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.05.2016 года №590/нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2017 года №1246/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.01.2019 года №37/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.01.2022 года №86/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 22.06.2023 года №1326/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.09.2023 года №1845/нк.

Соискатель Семенов Алексей Александрович, «03» сентября 1989 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Геометрически нелинейная математическая модель расчета прочности и устойчивости ортотропных оболочечных конструкций» защитил в 2014 году в диссертационном совете, созданном на базе ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

В 2018 году присвоено учёное звание доцента по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (Серия ЗДЦ № 017343 от 05.09.2018 г. №140/нк-2).

Работает с 2011 г. по настоящее время в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, с 2023 г. – в должности доцента кафедры информационных систем и технологий.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на кафедре информационных систем и технологий.

Научный консультант – доктор технических наук Карпов Владимир Васильевич, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра информационных систем и технологий, профессор-консультант.

Официальные оппоненты:

Галишникова Вера Владимировна, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), проректор;

Каюмов Рашит Абдулхакович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра «Механика», профессор;

Петров Владилен Васильевич, доктор технических наук, профессор, академик РААСН, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический

университет имени Гагарина Ю.А.», кафедра «Строительные материалы, конструкции и технологии», профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Видюшенковым Сергеем Александровичем (кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Механика и прочность материалов и конструкций») и Голоскоковым Дмитрием Петровичем (доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций»), указала, что диссертация Семенова А.А. на тему «Прочность и устойчивость подкрепленных ортотропных оболочечных конструкций в задачах статики и динамики» подготовлена автором самостоятельно, обладает структурностью изложения материала, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Основные научные результаты диссертации в достаточном количестве опубликованы в отечественных и международных рецензируемых научных изданиях. Соискатель корректно ссылается на авторов и источники использованных материалов. Результаты научных работ, выполненных автором, соответствующим образом отмечены в диссертации. Таким образом, диссертация Семенова Алексея Александровича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, и соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, предъявляемым к докторским диссертациям, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.9. Строительная механика (технические науки).

Соискатель имеет 129 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 85 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликована 41 работа.

Работы, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях, перечень которых размещен на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии:

1. Шаранин, В. Ю. Алгоритм быстрого численного интегрирования в задачах устойчивости оболочечных конструкций / В. Ю. Шаранин, А. А. Семенов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 2(44). – С. 133–140. (авторский вклад 50 %).

2. Семенов, А. А. Устойчивость цилиндрических панелей, подкрепленных ортогональной сеткой ребер / А. А. Семенов, Л. П. Москаленко, В. В. Карпов, М. В. Сухотерин // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 6(83). – С. 117–125. (авторский вклад 25 %).

3. Алаева, Д. Р. Методика исследования докритического и закритического деформирования оболочек при шарнирно-подвижном закреплении контура / Д. Р. Алаева, А. А. Семенов, В. В. Карпов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 2(32). – С. 49–53. (авторский вклад 33 %).

4. Ситникова, И. С. Напряженно-деформированное состояние купола при двух вариантах учета ветровой нагрузки / И. С. Ситникова, А. А. Семенов // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 6(65). – С. 79–89. (авторский вклад 50 %).

5. Семенов, А. А. Методика исследования устойчивости пологих ортотропных оболочек двойкой кривизны при динамическом нагружении / А. А. Семенов // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2017. – Т. 13. – № 2. – С. 145–153. (авторский вклад 100 %).

6. Семенов, А. А. Эффективность использования безразмерных параметров при расчете прочности и устойчивости подкрепленных пологих оболочек / А. А. Семенов, А. Н. Панин // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2015. – № 3. – С. 73–76. (авторский вклад 50 %).

7. Панин, А. Н. Исследование прочности пологих оболочек из бетона на основе различных критериев прочности / А. Н. Панин, А. А. Семенов // Строительная механика и расчет сооружений. – 2015. – № 3(260). – С. 17–23. (авторский вклад 50 %).

8. Карпов, В. В. Критерии прочности для тонкостенных ортотропных оболочек. Ч. 2: Расчеты и анализ / В. В. Карпов, А. А. Семенов // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 1(48). – С. 60–70. (авторский вклад 50 %).

9. Игнатъев, О. В. Эффективность применения современных ортотропных материалов при проектировании панелей конических оболочек / О. В. Игнатъев, А. Н. Панин, А. А. Семенов // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2015. – № 11–1. – С. 44–52. (авторский вклад 33 %).

10. Баранова, Д. А. Компьютерное моделирование местных и общих форм потери устойчивости тонкостенных оболочек / Д. А. Баранова, В. В. Карпов, А. А. Семенов // Вычислительная механика сплошных сред. – 2015. – Т. 8. – № 3. – С. 229–244. (авторский вклад 33 %).

Работы, опубликованные в изданиях, индексируемых международной базой данных научного цитирования Web of Science / Scopus:

11. Semenov, A. Method of strength analysis for doubly-curved stiffened orthotropic shells by various strength theories / A. Semenov // FME Transactions. – 2023. – Т. 51. – № 2. – С. 211–220. (авторский вклад 100 %).

12. Згода, Ю. Н. Высокопроизводительный расчет тонкостенных оболочечных конструкций с использованием параллельных вычислений и графических ускорителей / Ю. Н. Згода, А. А. Семенов // Вычислительные технологии. – 2022. – № 6. – С. 45–57. (авторский вклад 50 %).

13. Semenov, A. Buckling of Shallow Shells of Double Curvature Stiffened by Ribs from the Outside / A. Semenov // Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics. – 2022. – Т. 16. – № 1. – С. 54–64. (авторский вклад 100 %).

14. Семенов, А. А. Уточненный дискретный метод расчета подкрепленных ортотропных оболочек / А. А. Семенов // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2022. – № 4. – С. 90–102. (авторский вклад 100 %).

15. Semenov, A. Strength of Steel Shell Cylindrical Panels Reinforced with an Orthogonal Grid of Stiffeners / A. Semenov // Journal of Applied and

Computational Mechanics. – 2022. – Vol. 8. – No. 2. – P. 723–732. (авторский вклад 100 %).

16. Semenov, A. Nonlinear Mathematical Model for Dynamic Buckling of Stiffened Orthotropic Shell Panels / A. Semenov // International Journal of Structural Stability and Dynamics. – 2022. – P. 2250191. (авторский вклад 100 %).

17. Semenov, A. Mathematical Modeling in Shell Structure Analysis Tasks / A. Semenov // International Journal for Engineering Modelling. – 2022. – Vol. 35. – No. 1. – P. 43–55. (авторский вклад 100 %).

18. Semenov, A. Dynamic Buckling of Stiffened Shell Structures with Transverse Shears under Linearly Increasing Load / A. Semenov // Journal of Applied and Computational Mechanics. – 2022. – Vol. 8. – No. 4. – P. 1343–1357. (авторский вклад 100 %).

19. Semenov, A. Buckling of Shell Panels Made of Fiberglass and Reinforced with an Orthogonal Grid of Stiffeners / A. Semenov // Journal of Applied and Computational Mechanics. – 2021. – Vol. 7. – No. 3. – P. 1856–1861. (авторский вклад 100 %).

20. Karpov, V. V. Structural anisotropy method for shells with orthogonal stiffeners / V. V. Karpov, A. A. Semenov // Structures. – 2021. – Vol. 34. – P. 3206–3221. (авторский вклад 50 %).

21. Бакусов, П. А. Анализ устойчивости вычислительного алгоритма к изменению геометрических параметров цилиндрических оболочечных конструкций / П. А. Бакусов, А. А. Семенов // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2021. – № 1. – С. 12–21. (авторский вклад 50 %).

22. Semenov, A. Visualization of the Stress-Strain State of Shell Structures Using Virtual and Augmented Reality Technologies / A. Semenov, I. Zgoda // CEUR Workshop Proceedings. – 2020. – Vol. 2744. – P. 13, 1–12. (авторский вклад 50 %).

23. Semenov, A. A. Stress-strain state interactive visualization of the parametrically-defined thin-shell structures with the use of AR and VR technologies / A. A. Semenov, Iu. N. Zgoda // Научная визуализация. – 2020. – Vol. 12. – No. 4. – P. 108–122. (авторский вклад 50 %).

24. Petrov, D. Buckling of cylindrical shell panels in ANSYS / D. Petrov, A. Semenov // AIP Conference Proceedings. – 2020. – Vol. 2315. – P. 020032. (авторский вклад 50 %).

25. Maslennikov, N. Study of Deformation of Structural Elements as Result of Concrete Creep / N. Maslennikov, A. Panin, A. Semenov, V. Kharlab // Advances in Intelligent Systems and Computing. – Cham: Springer International Publishing, 2020. – Vol. 1116. – P. 453–461. (авторский вклад 25 %).

26. Karpov, V. Computer Modeling of the Creep Process in Stiffened Shells / V. Karpov, A. Semenov // Advances in Intelligent Systems and Computing. – Cham: Springer International Publishing, 2020. – Vol. 982. – P. 48–58. (авторский вклад 50 %).

27. Karpov, V. V. Refined model of stiffened shells / V. V. Karpov, A. A. Semenov // International Journal of Solids and Structures. – 2020. – Vol. 199. – P. 43–56. (авторский вклад 50 %).

28. Лапина, Е. О. Исследование прочности и устойчивости ортотропных конических оболочек и конических панелей / Е. О. Лапина, А. А. Семенов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. – 2020. – Т. 20. – № 1. – С. 79–92. (авторский вклад 50 %).

29. Semenov, A. Mathematical model of deformation of orthotropic shell structures under dynamic loading with transverse shears / A. Semenov // Computers & Structures. – 2019. – Vol. 221. – P. 65–73. (авторский вклад 100 %).

30. Panin, A. Nonlinear Deformations of Stiffened Reinforced Concrete Shells / A. Panin, A. Semenov // Key Engineering Materials. – 2019. – Vol. 828. – P. 180–193. (авторский вклад 50 %).

31. Karpov, V. V. Basic relationships between statics and dynamics in reinforced shell roofs of underground and aboveground structures and methods of their calculation / V. V. Karpov, A. A. Semenov // Geotechnics Fundamentals and Applications in Construction: New Materials, Structures, Technologies and Calculations. – London: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019. – P. 114–119. (авторский вклад 50 %).

32. Семенов, А. А. Метод непрерывного продолжения решения по наилучшему параметру при расчете оболочечных конструкций / А. А. Семенов, С. С. Леонов // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. – 2019. – Т. 161. – № 2. – С. 230–249. (авторский вклад 50 %).

33. Semenov, A. Dynamic buckling of stiffened orthotropic shell structures / A. Semenov // Magazine of Civil Engineering. – 2018. – No. 6(82). – P. 3–11. – DOI: 10.18720/MCE.82.1. (авторский вклад 100 %).

34. Karpov, V. V. Mixed-Form Equations for Stiffened Orthotropic Shells of Arbitrary Canonical Shape with Static Loading / V. V. Karpov, A. A. Semenov // Journal of Mechanics. – 2018. – Vol. 34. – No. 4. – P. 469–474. (авторский вклад 50 %).

35. Каменев, И. В. Устойчивость пологих ортотропных оболочек двоякой кривизны при шарнирно-подвижном закреплении контура / И. В. Каменев, А. А. Семенов // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2018. – No. 2. – P. 32–43. (авторский вклад 50 %).

36. Semenov, A. A. Strength of orthotropic cylindrical panels with account for geometric nonlinearity / A. A. Semenov // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. – 2017. – Vol. 58. – No. 3. – P. 511–516. (авторский вклад 100 %).

37. Semenov, A. A. Stability of cylindrical shell panels of modern materials under dynamic loading / A. A. Semenov // AIP Conference Proceedings. – 2017. – Vol. 1915. – P. 030025. (авторский вклад 100 %).

38. Karpov, V. Calculation of Reliability of Hangars for Parking and Maintenance of Vehicles / V. Karpov, A. Panin, A. Semenov // Transportation Research Procedia. – 2017. – Vol. 20. – P. 261–266. (авторский вклад 33 %).

39. Karpov, V. V. Numerical methods for calculating the strength and stability of stiffened orthotropic shells / V. V. Karpov, A. A. Semenov // Materials Physics and Mechanics. – 2017. – Vol. 31. – No. 1–2. – P. 16–19. (авторский вклад 50 %).

40. Karpov, V. V. Mathematical models and algorithms for studying strength and stability of shell structures / V. V. Karpov, A. A. Semenov // Journal

of Applied and Industrial Mathematics. – 2017. – Vol. 11. – No. 1. – P. 70–81.

(авторский вклад 50 %).

41. Karpov, V. V. The stress-strain state of ribbed shell structures / V. V. Karpov, O. V. Ignat'ev, A. A. Semenov // Magazine of Civil Engineering. – 2017. – No. 6(74). – P. 147–160. (авторский вклад 33 %).

42. Бакусов, П. А. Устойчивость сегментов тороидальных оболочек при изменении угла отклонения от вертикальной оси / П. А. Бакусов, А. А. Семенов // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2017. – № 3. – С. 17–36. (авторский вклад 50 %).

43. Semenov, A. A. Models of Deformation of Stiffened Orthotropic Shells under Dynamic Loading / A. A. Semenov // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics. – 2016. – Vol. 9. – No. 4. – P. 485–497. (авторский вклад 100 %).

44. Semenov, A. A. Strength and stability of geometrically nonlinear orthotropic shell structures / A. A. Semenov // Thin-Walled Structures. – 2016. – Vol. 106. – P. 428–436. (авторский вклад 100 %).

45. Karpov, V. Comprehensive study of the strength and stability of shallow shells made of fiberglass / V. Karpov, A. Semenov // AIP Conference Proceedings. – 2016. – Vol. 1785. – P. 040022. (авторский вклад 50 %).

46. Каменев, И. В. Обоснование использования метода конструктивной анизотропии при расчете пологих оболочек двойной кривизны, ослабленных вырезами / И. В. Каменев, А. А. Семенов // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2016. – № 2. – С. 54–68. (авторский вклад 50 %).

47. Карпов, В. В. Безразмерные параметры в теории подкрепленных оболочек / В. В. Карпов, А. А. Семенов // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2015. – № 3. – С. 74–94. (авторский вклад 50 %).

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

48. DynShell: dynamic buckling and nonlinear vibrations of orthotropic shells / А. А. Семенов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017662611, РФ от 13.11.2017 г. (авторский вклад 100 %).

49. PerfShell: calculations of perforated shells / И. В. Каменев, А. А. Семенов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016616152, РФ от 20.07.2016 г. (авторский вклад 50 %).

50. DimShell: dimensionless calculations of orthotropic shells / В. В. Карпов, А. А. Семенов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015661781, РФ от 09.11.2015 г. (авторский вклад 50 %).

Работы, опубликованные в других изданиях:

51. Мишуренко, Н. А. Перспективы развития компьютерного моделирования и расчета тонкостенных оболочечных конструкций / Н. А. Мишуренко, А. А. Семенов // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2022: сборник докладов Третьей национальной научной конференции. – М.: НИУ МГСУ, 2023. – С. 59–63. (авторский вклад 50%).

52. Згода, Ю. Н. Веб-приложение компьютерного моделирования тонкостенных оболочек как элемент образовательного процесса / Ю. Н. Згода, А. А. Семенов // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: материалы V Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрГАХУ, 2022. – С. 28. (авторский вклад 50%).

53. Семенов, А. А. Исследование тонкостенных строительных конструкций средствами компьютерного моделирования / А. А. Семенов // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: материалы V Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрГАХУ, 2022. – С. 52. (авторский вклад 100%).

54. Семенов, А. А. Компьютерное моделирование деформирования цилиндрических панелей, подкрепленных ребрами жесткости / А. А. Семенов // XIV Санкт-Петербургский конгресс «Профессиональное образование, наука и инновации в XXI веке» (30 ноября – 1 декабря 2022 г.): Сборник материалов. – СПб.: ООО «ЭкспоФорум-Интернэшнл», 2022. – С. 195–199. (авторский вклад 100%).

55. Ефимова, Ю. А. Напряженно-деформированное состояние замкнутой цилиндрической оболочки при воздействии внутреннего давления / Ю. А. Ефимова, А. А. Семенов // Актуальные проблемы информационно-телекоммуникационных технологий и математического моделирования в современной науке и промышленности: Материалы I Междунар. научно-практ. конф. молодых учёных. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 155–157. (авторский вклад 50%).

56. Згода, Ю. Н. Автоматизированное моделирование оболочечных конструкций в Autodesk Revit с использованием Dynamo / Ю. Н. Згода, А. А. Семенов // Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве: материалы IV Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УрГАХУ, 2021. – С. 40. (авторский вклад 50%).

57. Згода, Ю. Н. Анализ производительности библиотек символьной математики для Python / Ю. Н. Згода, А. А. Семенов // Цифровизация и кибербезопасность: современная теория и практика. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2021. – С. 89–92. (авторский вклад 50%).

58. Макарова, Д. А. Сравнительный анализ расчета металлической и полимерной канализационных емкостей / Д. А. Макарова, А. А. Семенов // Геометрическое и компьютерное моделирование в подготовке специалистов для цифровой экономики: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию СГТУ. – Саратов: СГТУ, 2020. – С. 97–104. (авторский вклад 50%).

59. Petrov, D. S. Buckling of shell roof structures under different loads / D. S. Petrov, A. A. Semenov, A. Yu. Salnikov // Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage / eds. S. Sementsov, A. Leontyev, S. Huerta, I. M. Pidal de Navascués. – CRC Press, Taylor & Francis Group, 2020. – P. 213–218. (авторский вклад 33%).

60. Петров, Д. С. Моделирование процесса потери устойчивости для цилиндрических оболочечных конструкций / Д. С. Петров, А. А. Семенов // XIV Международная конференция «Механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций»: сб. материалов. – Екатеринбург: ИМАШ УрО РАН, 2020. – С. 48–49. (авторский вклад 50%).

61. Семенов, А. А. Устойчивость подкрепленных оболочек и панелей при динамическом нагружении / А. А. Семенов // Материалы XXVI Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. – М.: ООО «ТРП», 2020. – Т. 1. – С. 202–203. (авторский вклад 100%).

62. Семенов, А. А. Математическое моделирование в задачах расчета оболочечных конструкций / А. А. Семенов // Современные методы теории краевых задач: материалы Международной конференции: Воронежская весенняя математическая школа «Понтрягинские чтения – XXX». – Воронеж: ВГУ, 2019. – С. 251. (авторский вклад 100%).

63. Лапина, Е. О. Исследование устойчивости конической панели / Е. О. Лапина, А. А. Семенов // Актуальные проблемы строительства: материалы 71-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в 3-х ч. – СПб.: СПбГАСУ, 2018. – Т. 1. – С. 210–215. (авторский вклад 50%).

64. Семенов, А. А. Анализ прочности оболочечных конструкций из современных материалов в соответствии с различными критериями прочности / А. А. Семенов // Diagnostics, Resource and Mechanics of Materials and Structures. – 2018. – № 1. – С. 16–33. (авторский вклад 100%).

65. Семенов, А. А. Анализ устойчивости цилиндрических панелей при динамическом нагружении с учетом ортотропии материала / А. А. Семенов // Двадцать третья Санкт-Петербургская Ассамблея молодых ученых и специалистов: Сборник тезисов. – СПб.: Изд-во СПбГУПТД, 2018. – С. 85. (авторский вклад 100%).

66. Семенов, А. А. Потеря устойчивости оболочечными конструкциями при действии нагрузки, линейно зависящей от времени / А. А. Семенов // Материалы XXIV Международного симпозиума

«Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» имени А.Г. Горшкова. – М.: ООО «ТР-принт», 2018. – Т. 1. – С. 200–202. (авторский вклад 100%).

67. Семенов, А. А. Расчет оболочечных конструкций и распараллеливание процессов вычислений / А. А. Семенов // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур: Материалы Двенадцатой конференции с международным участием. – Томск: ТГУ, 2018. – С. 10–11. (авторский вклад 100%).

68. Семенов, А. А. Формирование соотношений математической модели деформирования многослойных оболочек / А. А. Семенов // Архитектура – Строительство – Транспорт: Материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. – СПб.: СПбГАСУ, 2018. – Т. 1. – С. 19–23. (авторский вклад 100%).

69. Semenov, A. A. Stability of orthotropic shell structures reinforced by stiffeners under dynamic loading / A. A. Semenov // Mathematical and Computer Simulation in Mechanics of Solids and Structures – MCM 2017. Book of Abstracts. – VVM Publishing Ltd, 2017. – P. 191–192. (авторский вклад 100%).

70. Бакусов, П. А. Устойчивость панели тороидальной оболочки, наклоненной относительно вертикальной оси / П. А. Бакусов, А. А. Семенов // Актуальные проблемы строительства: материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч. – СПб.: СПбГАСУ, 2017. – Т. 1. – С. 27–31. (авторский вклад 50%).

71. Семенов, А. А. Анализ напряженно-деформированного состояния и прочности ортотропных оболочечных конструкций, точечно закрепленных по контуру / А. А. Семенов // Двадцать вторая Санкт-Петербургская Ассамблея молодых ученых и специалистов: Сборник тезисов. – СПб.: Изд-во СПбГУПТД, 2017. – С. 78. (авторский вклад 100%).

72. Семенов, А. А. Анализ свободных нелинейных колебаний пологой ортотропной оболочки двойкой кривизны при действии внешней равномерно распределенной динамической нагрузки / А. А. Семенов //

Архитектура – Строительство – Транспорт: Материалы 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. – СПб.: СПбГАСУ, 2017. – Т. 1. – С. 9–15. (авторский вклад 100%).

73. Семенов, А. А. Компьютерное моделирование в задачах устойчивости ортотропных оболочек при динамическом нагружении / А. А. Семенов // X Международная конференция «Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте». – СПб.: ПГУПС, 2017. – С. 92–94. (авторский вклад 100%).

74. Семенов, А. А. Устойчивость оболочечных конструкций из современных материалов при динамическом нагружении / А. А. Семенов // XI Международная конференция «Механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций»: сборник материалов. – Екатеринбург: ИМАШ УрО РАН, 2017. – С. 55–56. (авторский вклад 100%).

75. Каменев, И. В. Устойчивость пологой оболочечной конструкции, ослабленной часто расположенными вырезами / И. В. Каменев, А. А. Семенов // Актуальные проблемы строительства: материалы 69-й научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства»: в 3-х ч. – СПб.: СПбГАСУ, 2016. – Т. 1. – С. 242–246. (авторский вклад 50%).

76. Карпов, В. В. Комплексное исследование прочности и устойчивости пологих оболочек из стеклопластика / В. В. Карпов, А. А. Семенов // X Международная конференция «Механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций»: сборник материалов. – Екатеринбург: ИМАШ УрО РАН, 2016. – С. 191–192. (авторский вклад 50%).

77. Карпов, В. В. Методика анализа прочности и устойчивости оболочек покрытия ангаров для транспортных средств / В. В. Карпов, А. Н. Панин, А. А. Семенов // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сборник трудов участников двенадцатой междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: СПбГАСУ, 2016. – С. 703–711. (авторский вклад 33%).

78. Семенов, А. А. Анализ влияния расположения ребер жесткости относительно срединной поверхности на прочность и устойчивость панелей ортотропных цилиндрических оболочек / А. А. Семенов // Двадцать первая Санкт-Петербургская Ассамблея молодых ученых и специалистов: Сборник тезисов. – СПб.: Изд-во СПбГУПТД, 2016. – С. 76. (авторский вклад 100%).

79. Семенов, А. А. Модель деформирования тонкостенных оболочек при динамическом механическом воздействии / А. А. Семенов // Тезисы докладов IV Международного научного семинара «Динамическое деформирование и контактное взаимодействие тонкостенных конструкций при воздействии полей различной физической природы». – М.: ООО «ТР-принт», 2016. – С. 137–138. (авторский вклад 100%).

80. Семенов, А. А. Прочность и устойчивость подкрепленных пологих оболочек из стеклопластика / А. А. Семенов // Архитектура – Строительство – Транспорт: Материалы 72-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. – СПб.: СПбГАСУ, 2016. – Т. 1. – С. 27–30. (авторский вклад 100%).

81. Карпов, В. В. Модель деформирования тонкостенных оболочек при температурном и механическом воздействии / В. В. Карпов, Т. В. Рябикова, А. А. Семенов // Тезисы докладов III Международного научного семинара «Динамическое деформирование и контактное взаимодействие тонкостенных конструкций при воздействии полей различной физической природы». – М.: ООО «ТР-принт», 2015. – С. 67–69. (авторский вклад 33%).

82. Карпов, В. В. Численные методы расчета прочности и устойчивости подкрепленных ортотропных оболочек / В. В. Карпов, А. А. Семенов // Материалы XXVI Международной конференции «Математическое и компьютерное моделирование в механике деформируемых сред и конструкций». – СПб.: ИД «ФАРМиндекс», 2015. – С. 308–309. (авторский вклад 50%).

83. Семенов, А. А. Анализ поведения ортотропной полой оболочки двойной кривизны при действии равномерно-распределенной поперечной

нагрузки / А. А. Семенов // Архитектура – Строительство – Транспорт: Материалы 71-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. – СПб.: СПбГАСУ, 2015. – Т. 1. – С. 45–51. (авторский вклад 100%).

84. Семенов, А. А. Исследование устойчивости и прочности гладких и подкрепленных пологих оболочечных конструкций / А. А. Семенов // Двадцатая Санкт-Петербургская Ассамблея молодых ученых и специалистов: Сборник тезисов. – СПб.: Изд-во СПбГУПТД, 2015. – С. 80. (авторский вклад 100%).

85. Задумкин, Л. В. Обоснование использования метода конструктивной анизотропии при расчете прочности перфорированных пологих оболочек / Л. В. Задумкин, И. В. Каменев, А. А. Семенов // Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: межвуз. темат. сб. тр. под ред. Б. Г. Вагера. – СПб.: СПбГАСУ, 2015. – Т. 21. – С. 37–52. (авторский вклад 33%).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Научно-исследовательский институт механики МГУ имени М.В. Ломоносова, ведущий научный сотрудник лаборатории динамических испытаний, доктор физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела, снс/доцент **Пшеничнов Сергей Геннадиевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В автореферате представлены критические нагрузки для статического нагружения, однако не описан критерий, по которому они определялись.

– На стр. 19 сказано про адаптивный выбор сетки, но не указан способ его реализации.

2. Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, профессор кафедры «Строительная механика, геотехника и строительные конструкции», доктор физико-математических наук, профессор **Старовойтов Эдуард Иванович**; заведующий кафедрой «Строительная

механика, геотехника и строительные конструкции», доктор физико-математических наук, профессор **Леоненко Денис Владимирович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– При изучении развития областей «... невыполнения условий прочности...» НДС внутри областей не исследовалось и его влияние на их рост не учитывалось.

– В работе исследовались элементы строительных конструкций в рамках геометрической нелинейности, хотелось бы посоветовать, чтобы автор в дальнейшем учел и физическую нелинейность материалов.

3. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», профессор кафедры строительной механики, доктор технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика, доцент **Соколов Владимир Григорьевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В Таблице 3 автореферата приведены параметры различных материалов, но не указано, откуда были получены эти данные.

– Позволяют ли описанные модели учета ребер исследовать оболочки с ребрами других сечений, не только прямоугольных? В автореферате об этом не сказано.

4. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», профессор кафедры «Мехатроника и теоретическая механика», доктор физико-математических наук по специальности 05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях, профессор **Кузнецов Евгений Борисович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

– Из автореферата неясно, что понимается под критической нагрузкой при динамическом нагружении конструкций. Как она связана с выпучиванием и прощелкиванием оболочек.

5. АО «СиСофт Девелопмент», г. Москва, директор проектов по работе с учебными заведениями, доктор технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика, профессор **Егорычев Олег Олегович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– На странице 29 автореферата при сравнении значений нагрузок присутствует аббревиатура МПРНП, смысл которой не ясен.

– На некоторых рисунках (рис. 5, рис. 9) числовые значения очень мелкие, что затрудняет оценку результатов.

– Помимо сравнения с результатами экспериментов автору следовало бы выполнить сравнение с программными комплексами, использующими в своей основе МКЭ.

6. ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва, доцент кафедры технологий строительства и конструкционных материалов инженерной академии, кандидат технических наук по специальности 05.23.17 – Строительная механика, доцент **Рынковская Марина Игоревна**; профессор кафедры технологий строительства и конструкционных материалов инженерной академии, доктор технических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела, профессор **Зверьев Евгений Михайлович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В строительной механике оболочек принято обозначать Декартову систему координат через x, y, z , а криволинейные координатные линии обозначать буквами греческого алфавита. На рисунке 1 на пологой оболочке двойкой кривизны показаны криволинейные координатные линии с обозначениями x, y , а на цилиндрической, конической и сферической оболочках на том же рисунке y – это угол. При этом в пояснении к формуле (1) указано, что «где $U = U(x, y)$, $V = V(x, y)$, $W = W(x, y)$ – перемещения точек срединной поверхности вдоль осей x, y, z », что вызывает определенное непонимание.

– На рисунке 1 для пологой оболочки двойкой кривизны радиусы координатных линий $R1$ и $R2$ показаны неправильно, так как радиусы строятся на пересечении нормали к поверхности.

– Из автореферата не очень понятно, какой именно конус рассматривается в работе. Если круговой, то система координат будет

ортогональной; если эллиптический, то система координат не будет в линиях кривизн. Предположительно, рассматривается круговой конус, тогда было бы желательно так и указать в автореферате.

– Правильно ли я понимаю, что рассматривается круговая цилиндрическая оболочка? Уточнение «круговая» нигде не упоминается в автореферате.

– В Таблице 2 представлены параметры Ляме для 4-х видов оболочек. Для пологой оболочки A и B равны 1, для остальных оболочек – нет. Означает ли это, что в работе рассматривается 1 пологая оболочка и 3 обычных (непологие)?

– В исследовании рассматривается пологая оболочка двойкой кривизны, параметры Ляме которой равны 1, и дальнейшее решение строится на основе теории пологих оболочек, которая является приближенной. Зачем рассматривать задачу с учетом геометрической нелинейности, если в основу расчета положена приближенная теория пологих оболочек? Было бы интересно, если бы пологую оболочку рассмотрели с учетом геометрической нелинейности, но без упрощений теории пологих оболочек, и сравнили результаты для той же оболочки, но с учетом упрощений теории пологих оболочек.

– На странице 8 автореферата в пункте 10 при перечислении новизны исследований, а также на странице 9 при описании методологии и методов исследования присутствует аббревиатура ОДУ без предварительной расшифровки.

– В работе рассматриваются наиболее типовые виды тонкостенных оболочек: цилиндрическая, коническая, сферическая и оболочка двойкой кривизны, однако, было бы интересно оценить возможности применения предложенных математических моделей и методик расчета к оболочкам более сложной геометрии, например: геликоидам, гипарам, зонтичным оболочкам, достаточно часто встречающимся в проектировании сооружений.

7. ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Московская область, г. о. Ленинский, п. Развилка, главный научный сотрудник Лаборатории научно-методического и нормативного обеспечения проектирования газопроводов, корпоративного

научно-технического центра управления техническим состоянием и целостностью производственных объектов, доктор технических наук по специальности 05.23.17 (2.1.9) – Строительная механика **Черний Владимир Петрович**; заместитель начальника КНТЦ технологий строительства, эксплуатации и ремонта, кандидат технических наук по специальности 05.23.17 (2.1.9) – Строительная механика, доцент **Разов Игорь Олегович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– Большинство расчетных примеров, которые выбрал автор, применимы как покрытия строительных сооружений. Однако для нефтегазовой отрасли большой интерес имеют задачи с внутренним давлением на оболочку. Применимы ли модели и алгоритмы автора для подобных задач?

– В автореферате для расчетных примеров указаны способы закрепления контура, однако не показаны соответствующие краевые условия. Их следовало бы указать.

8. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», доцент кафедры строительной механики корабля, кандидат технических наук по специальности 05.08.02 – Строительная механика корабля **Миронов Михаил Юрьевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– В тексте автореферата, в разделе анализа разработанности вопроса о прочности и устойчивости подкрепленных тонкостенных оболочек не упоминаются фундаментальные работы С.П. Тимошенко, Р. Мизеса, П.Ф. Папковича, В.А. Постнова, посвященные устойчивости цилиндрических оболочек и гипотезам осредненного сдвига и инерции вращения в них;

– В автореферате не обнаружен ответ на вопрос: если вести речь о предельных нагрузках с учетом текучести материала, то где и как в предлагаемых подходах, претендующих на универсальность, возможен учет пластичности?

– Желательны обобщенные выражения в соответствии с текстом автореферата и заявляемыми в нем положениями: выражения для энергий (7)-(8) приведены только для прямоугольной в плане оболочки (желательно

было бы приводить их в обобщенной СК), обезразмеривание (9) приведено только для конической оболочки и т.п.;

– Далеко не всегда постоянное равномерное давление является проектной нагрузкой;

– Автор отмечает разницу эффективности ребра с вогнутой стороны и с выпуклой стороны при сохранении нагружения только с выпуклой стороны, что вполне объяснимо и по балочной теории;

– В автореферате отсутствует информация о верификации авторских расчетов, линейных и нелинейных, с помощью МКЭ. При этом, как представляется, в нелинейном подходе МКЭ даст одну из «реалистичных» равновесных кривых без двойных значений (в координатах «нагрузка-перемещение»), метод «длины дуги» в современных МКЭ-пакетах - реализован;

– Автор не приводит в автореферате решений на базе Эйлера подхода, при этом работа с собственными значениями и формами – хорошая основа для оценки устойчивости; то же самое касается и динамических решений;

– В динамических нестационарных расчетах имеет смысл указывать, медленные это или быстрые процессы, учитывать диссипацию – это также в реферате не отражено.

– Необходимо, в связи со специальностью, отражать в автореферате примеры сведения реальных строительных конструкций к расчетным моделям диссертации.

– При исследовании работы критериев прочности: а) следует вести не только качественный сравнительный анализ, но и сравнивать с экспериментами, нужна демонстрация реальных областей разрушений, б) следует увязывать «проходящие» по различным критериям оболочки с проектными параметрами;

– Желательно в рамках предложенного подхода наметить пути рассмотрения не только пологих оболочек, но и существенно искривленных и замкнутых;

– Желателен учет не только линейно растущей во времени однокомпонентной нагрузки («простого нагружения»), а и существенно нестационарной и разнокомпонентной;

– Крайне желательно исследование оболочек с конструктивными и технологическими неправильностями и нерегулярными подкреплениями и ослаблениями.

9. ФГУП «Крыловский государственный научный центр», г. Санкт-Петербург, начальник 32 лаборатории, кандидат технических наук **Тумашик Глеб Александрович**; начальник 3 отделения, кандидат технических наук **Шапошников Валерий Михайлович**; отзыв утвержден научным руководителем предприятия доктором технических наук профессором **Половинкиным Валерием Николаевичем**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

– Во многих областях промышленности для подкрепления оболочек применяются профилированные шпангоуты, имеющие непрямоугольные сечения. Имело бы смысл пояснить, какие из рассмотренных методов учета ребер жесткости, могут применяться в этом случае.

– Известно, что устойчивость оболочечных конструкций в значительной мере связана с наличием начальных отклонений от правильной формы и возможностью упруго-пластического поведения материала с ростом нагрузок. Эти вопросы остались вне рассмотрения автором.

10. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, профессор кафедры теоретической и прикладной механики, доктор физико-математических наук **Бауэр Светлана Михайловна**; профессор кафедры теоретической и прикладной механики, доктор физико-математических наук **Филиппов Сергей Борисович**.

Отзыв положительный, замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широким авторитетом в научном и педагогическом сообществах, в профильной предметной области выполненных ими работ, а также их компетентностью для определения и оценки научной и практической ценности рассматриваемой диссертации, спецификой и

актуальностью их основных общеизвестных работ, опубликованных в научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые математические модели деформирования тонкостенных оболочек, подкрепленных ребрами жесткости, вычислительные алгоритмы для решения задач статики и динамики на основе численных методов, программное обеспечение для определения безопасных режимов работы элементов строительных конструкций;

предложен комплексный подход к решению задач прочности, устойчивости и закритического поведения оболочечных конструкций, анализу их нелинейного деформирования при статическом или динамическом нагружении, позволяющий в совокупности учитывать, в том числе, такие важные факторы, как геометрическую нелинейность, ортотропию материала, поперечные сдвиги, наличие ребер жесткости, инерцию вращения;

доказана гипотеза о том, что предложенный уточненный дискретный метод учета жесткостных характеристик ребер позволяет получать более точные значения критических нагрузок потери устойчивости.

введено понятие областей невыполнения условий прочности при исследовании закритического состояния оболочечной конструкции.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана важность комплексного учета таких факторов, как геометрическая нелинейность, поперечные сдвиги, ортотропия материала, сдвиговая и крутильная жесткость ребер при исследовании устойчивости и прочности подкрепленных ребрами жесткости оболочечных конструкций;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих численных методов, в том числе метод Ритца, метод Л. В. Канторовича, метод продолжения решения по наилучшему параметру, метод Розенброка и др.;

изложены идеи известных методов учета ребер жесткости (ввод ребер при контакте с обшивкой «по линии», «по полосе», при «размазывании» жесткости ребер), и на основе их анализа предложены новые методы

(уточненный дискретный метод, метод конструктивной анизотропии для конструкций из ортотропных материалов);

раскрыта неточность использованных ранее методов учета ребер жесткости; **изучено** влияние выбора варианта расположения ребер жесткости (в одном или в двух направлениях, с внутренней или с внешней стороны оболочки), их количества на значения критических нагрузок потери устойчивости;

проведена модернизация метода конструктивной анизотропии для возможности расчета оболочек из ортотропных материалов; программного обеспечения, разработанного ранее автором для обеспечения возможности расчета более широкого спектра задач при исследовании оболочечных строительных конструкций зданий и сооружений.

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

разработаны и внедрены теоретические и практические рекомендации по исследованию напряженно-деформированного состояния, прочности и устойчивости подкрепленных ребрами жесткости оболочек и рекомендации по выбору рационального подкрепления большепролетных элементов конструкций ребрами жесткости (подтверждается актом о внедрении);

определены пределы применимости метода конструктивной анизотропии для оболочек, часто подкрепленных ребрами жесткости;

создана комплексная методика исследования прочности и устойчивости подкрепленных оболочек;

представлены подробные математические соотношения для дальнейшего исследования оболочечных конструкций; теоретические модели деформирования в виде функционалов для задач статики и динамики, а также программное обеспечение расчетов прочности и устойчивости.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ автором использован метод вычислительного эксперимента, для чего используется среда аналитических вычислений Maple, в которой выполнена программная реализация математических моделей и алгоритмов расчета;

теория согласуется с известными экспериментальными данными по теме диссертации и решениями тестовых задач;

идея базируется на анализе практики расчета оболочек покрытий большепролетных строительных сооружений;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее другими авторами для тестовых задач;

установлено качественное и количественное совпадение решений тестовых задач, полученное автором и другими авторами;

использованы общепринятые аналитические и численные методы, современные программные средства математических вычислений (Maple).

Личный вклад соискателя состоит в: формулировании темы и выборе направления исследований; сборе, систематизации и анализе научных источников по теме исследования; разработке математических моделей; алгоритмизации и программировании предложенного подхода; постановке и проведении вычислительных экспериментов; обработке и интерпретации полученных данных; апробации результатов и подготовке публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Вот давайте посмотрим на кинетическую энергию ребер. Вот у вас опять множитель при поворотах один и тот же. Это значит, что у вас в обоих направлениях один и тот же момент инерции. Почему так? Третье слагаемое. Там множитель один и тот же для обоих поворотов. Значит, у Вас шаровой тензор инерции.

2. Что меняется в Ваших уравнениях, как они чувствуют, с какой стороны расположены ребра? Внутри или снаружи? Как это в уравнениях отражается? Потому что это столбчатые функции, они одинаковые.

3. Слайд 31. Там вы рассказываете о продолжении по наилучшему параметру. А что здесь вот, из этого слайда, из того, что вы говорили, непонятно, что же вы предложили нового? У вас там утверждается, что вы тоже здесь что-то уточнили. Непонятно, что. То есть в основополагающих работах Шалашилина и Кузнецова этого не было?

4. После применения метода Канторовича у вас получается обыкновенное дифференциальное уравнение по времени. Как вы его решаете, каким методом?

5. Вы выбрали около десятка критериев прочности. Какой бы вы рекомендовали для оболочечной конструкции, наиболее эффективный?

Соискатель Семенов А. А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Там вот этот множитель S_p – это функция, которая включает в себя единичные столбчатые функции, а они в свою очередь имеют разные значения в зависимости от того, какие ребра в каком направлении.

2. За счет переменной S . Если у нас S берется со знаком минус, то, соответственно, это статический момент, и он тогда характеризует ребра, которые рассматриваются с внешней стороны. Если переменная S берется со знаком плюс, то это тогда ребра с внутренней стороны.

3. Во-первых, применен метод к рассматриваемому здесь классу задач, детально все описано, описана методика, и предложен адаптивный выбор шага. Методика определения этого шага, которая позволяет кривую проходить оптимальным образом, то есть наиболее эффективно, обеспечивая и требуемую точность, и в то же время скорость решения. Там скорее описан метод с точки зрения математики очень подробно и детально. Но именно его применение к нашим математическим моделям, задачам, особенно еще с учетом ортотропии, то есть для этого класса задач метод был в общем-то адаптирован и реализован, опять же, апробирован, то есть показано, что его можно использовать, что он дает значения, соответствующие сравнению с экспериментом, и описано детально, как варьировать параметры точности, и адаптивного выбора шага, чтобы получить требуемые значения.

4. Используется метод Розенброка. Метод фактически очень хорошо применим для жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод реализован в среде аналитических вычислений Maple, он туда встроен, то есть он там представляется как вариант для систем, где есть проблемы с устойчивостью. И были проанализированы другие методы, которые в общем-то или же не давали требуемого решения за приемлемое

время, или же в принципе не позволяли решить систему вблизи критических нагрузок, когда система становится жесткой.

5. Как ни странно, критерий максимальных напряжений, он дает более полную информацию, то есть он показывает еще и компоненту напряжений, по которой происходит нарушение условий прочности. В то же время, есть конечно и более сложные критерии, то есть вот, например, критерий Гольденблата – Копнова, очень эффективный, очень хорошо соответствующий и верифицированный годами, но там, например, надо знать дополнительные характеристики материала, которые при испытаниях очень сложно выявляются, и данных, например для многих материалов по этим характеристикам просто нет. Также, конечно, критерий Цая – Ву, который тоже достаточно часто применим, и во многих программных комплексах он встроен, тоже в общем-то дает очень хорошие на мой взгляд соответствующие действительности результаты.

На заседании 16.04.2024 диссертационный совет принял решение – за разработку теоретических положений в области теории и методов расчета тонкостенных ортотропных оболочечных конструкций, подкрепленных ребрами жесткости, при статическом или динамическом нагружении, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, присудить Семенову А. А. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.1.9. Строительная механика, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Черных Александр Григорьевич

Попов Владимир Мирович

16.04.2024