

АВТОРСКИЙ ОБЗОР

нового издания (2022 года)

(Гелимсон Лев Григорьевич. Напряжённо-деформированное состояние и прочность светопрозрачных элементов иллюминаторов: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук: 01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры. Мюнхен: Издательство Всемирной Академии наук «Коллегиум», 1986, 1987, 2022. 248 с.) первоначального расширенного варианта (1986 года), далее примерно вдвое сокращённого для соответствия объёма общепринятому для кандидатских диссертаций по разделу «Физико-математические науки» Классификатора Высшей Аттестационной Комиссии до варианта (1987 года) для успешной защиты 19 июня 1987 года на заседании Специализированного учёного совета Д 016.33.01 при Институте проблем прочности Академии Наук Украины (председатель Совета и заседания – основатель и бессменный директор Института, бывший первый вице-президент Академии Наук Украины, академик Академии Наук Украины, доктор технических наук, профессор Георгий Степанович ПИСАРЕНКО)

Аннотация. Созданы и развиты основоположения математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем принципиально новых общих теорий и методов как теоретического фундамента для разработки теорий (с открытием и обоснованием систем принципиально новых явлений и законов) и простых замкнутых общих аналитических методов рациональных комплексных инженерных исследования, проектирования и управления системами напряжённо-деформированных состояний, прочности и оптических свойств именно существенно трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов, при осесимметричном изгибе высокими давлениями. УДК 539.3, 539.4, 539.5.

Ключевые слова: математика, метрология, механика деформируемого твёрдого тела, теория упругости, функция напряжений Лява, существенно трёхмерное цилиндрическое тело, теория прочности, обобщение критерия наибольших сдвиговых напряжений и критерия удельной энергии формоизменения, разрушение, оптика, расфокусировка, формула Ламе.

Ph. D. & Dr. Sc. Lev Grigorevic Gelimson (Director, Academic Institute for Creating Universal Sciences, Munich, Germany). STRESS-STRAIN STATE AND STRENGTH OF LIGHT-TRANSPARENT PORTHOLE ELEMENTS: Ph. D. Dissertation in Engineering: 01.02.06 “Dynamics, strength of machines, instruments and apparatuses” in Engineering in the section “Physical and Mathematical Sciences” by the Highest Attestation Commission Classifier

Abstract. The fundamentals of the mathematical, metrological, optical-mechanical and strength systems of principally new general theories and methods have been created and developed as a theoretical foundation for creating theories (with the discovery and justification of systems of fundamentally new phenomena and laws) and simple closed general analytical methods of rational integrated engineering investigation, design and control of the systems of the stress-strain states, strength and optical properties of essentially three-dimensional cylindrical bodies, in particular transparent elements, by axisymmetric bending under high pressures.

Keywords: mathematics, metrology, solid mechanics, elasticity theory, Love stress function, essentially three-dimensional cylindrical body, strength theory, generalization of the maximum shear stress criterion and of the maximum distortion energy criterion, fracture, optics, defocusing, Lamé formula. UDC 539.3, 539.4, 539.5

Актуальность данной кандидатской диссертации для динамики и прочности машин, приборов и аппаратуры применительно к технике высоких давлений и смежным областям. Фотокинотелевизионная съёмка из подводных аппаратов с иллюминаторами для высоких давлений со светопрозрачными элементами из органического или неорганического стекла и

гидрообъективами для снижения оптических искажений изображений подводных объектов при переходах световых лучей через границы раздела сред с различными показателями преломления эффективна для поиска и разведки полезных ископаемых в Мировом океане. Прогибы оптических поверхностей светопрозрачных элементов под действием высоких давлений океанских глубин более чем на порядок превышают значения, влиянием которых на качество изображения можно было бы пренебречь. Из теории оптических систем известно, что зависимости между оптическими искажениями и конструктивными параметрами элементов системы должны быть выражены непременно аналитически. Но аналитические методы теории пластин и теории плит не учитывают большой относительной толщины светопрозрачных элементов. Подобны и проблемы проектирования иллюминаторов в химической промышленности, в физико-химических экспериментах и в других отраслях техники высоких давлений. Поэтому актуально создание простых замкнутых аналитических методов расчёта напряжённо-деформированных состояний светопрозрачных элементов как существенно трёхмерных тел и учёта влияния этих состояний на прочность и оптические свойства иллюминаторов для высоких давлений. Тем более необходимо и полезно создание математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем принципиально новых основополагающих общих теорий и методов как теоретического фундамента для разработки теорий и простых замкнутых общих аналитических методов рациональных комплексных инженерных исследования, проектирования и управления системами напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, прочности и оптических свойств осесимметрично изгибаемых высокими давлениями существенно трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов, для испытания (тестирования) численных методов и для совершенствования экспериментальных методов исследования напряжённо-деформированных состояний пространственных тел.

Эта кандидатская диссертация обобщает результаты научно-исследовательских работ, выполненных во ВНИИкомпрессормаш (1974–1981 гг., причём в лаборатории прочности конструкций, работающих под давлением, среди других использовался гидрокомпрессор на давления до 1600 МПа, что примерно в 15 раз превышает давление на дне Марианской впадины, глубочайшей в Мировом океане) и в Сумском филиале Харьковского политехнического института им. В. И. Ленина (1981–1987 гг.) единолично автором (теоретические исследования с тринадцатилетним безаварийным опытом собственных аналитических методов расчёта на прочность многих сотен конструкций в технике высоких давлений и обработка экспериментальных данных) и при его личном участии (замысел и осуществление экспериментальных исследований) в качестве ответственного исполнителя хозяйственных и госбюджетных тем, в том числе темы 1.10.2.11-63 «Исследование прочности конструкций из силикатных материалов при внешнем гидростатическом давлении» Института проблем прочности АН УССР, утверждённой Постановлением № 474 Президиума АН Украины от 27.12.1985 г., и включённой в Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 11.12.1982 г. хозяйственной темы 06.05.03.81-85 «Экспериментально-теоретические исследования, разработка и изготовление глубоководных боксов и стендов высокого давления для оптико-механических испытаний» Сумского филиала Харьковского политехнического института им. В. И. Ленина и НИПИокеангеофизика ПО «Южморгеология» (г. Геленджик), номер государственной регистрации 0181.3005099, инвентарный номер ВНИИцентр 0286.0001034, в рамках целевой комплексной программы ГКНТ 074.01 «Мировой океан» и утверждённого АН УССР научного направления Сумского филиала Харьковского политехнического института им. В. И. Ленина «Оптико-механические проблемы в современной глубоководной технике».

Цель настоящей кандидатской диссертации – создание, основоположение и полезное идейное развитие математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем принципиально новых общих теорий и методов как теоретического фундамента теорий и

простых замкнутых общих аналитических методов рациональных комплексных инженерных исследования, проектирования и управления системами напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, прочности и оптики осесимметрично изгибаемых высокими давлениями существенно трёхмерных цилиндрических тел (светопрозрачных элементов), в частности при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при периферическом противодавлении с возможным боковым давлением.

Основные задачи данной кандидатской диссертации, вытекающие из этой цели:

1. Создание математической системы принципиально новых общих теорий и методов. Это в том числе

1.1) теория общих математических задач как множеств функциональных отношений (в частности уравнений и/или неравенств) с известными операторами над искомыми функциями известных аргументов;

1.2) теория собственной совокупности видов (классов), в том числе собственного вида (класса), функций для множества операторов с глубокими обобщениями неподвижной точки отображения и собственной функции для оператора;

1.3) использующий линейную независимость степенных функций, в частности для обобщения полиномиальных методов, общий (полу)степенной метод с решениями в (полу)степенных рядах, в том числе общего решения бигармонического уравнения в классах (полу)степенных рядов как собственных классов функций для принимающего значения в тех же классах оператора этого уравнения с глубокими и очень полезными обобщениями неподвижной точки отображения и собственной функции для оператора, так что образ не обязан быть равным и даже пропорциональным прообразу, в частности применительно к осесимметричной функции напряжений Лява и к общему (полу)степенному аналитическому методу макроэлементов для именно существенно трёхмерных тел;

1.4) теория именно дополнительного альтернативного возведения в степень (минус-остепенения) умножением функции знака основания на степень модуля основания с лишь итоговым учётом отрицательности основания для обобщений степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания, в частности для начальных, центральных и смещённых моментов любых нецелых порядков и для обобщений общего (полу)степенного метода.

2. Создание метрологической системы принципиально новых общих теорий и методов. Среди них общие теории и методы наилучших аналитических приближений к дискретным экспериментальным данным с их разбросом при опоре именно на лучшие из них и при взвешенном учёте непременно всех данных без исключения выбросов, в частности применительно к совершенствованию методов экспериментальных исследований напряжённо-деформированных состояний и прочности при высоких давлениях. В том числе:

2.1) общая теория анализа приемлемости методов обработки данных с открытыми и доказанными принципиальными изъянами абсолютной и относительной погрешностей и якобы незаменимого классического метода наименьших квадратов Гаусса и Лежандра, причём вне крайне узких областей приемлемости (пригодности) возможны нелогичность, неоднозначность, неопределённость, неинвариантность, даже извращения действительности;

2.2) общие теории произвольных неточных псевдорешений, их наилучших квазирешений и всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость, с оценкой их и меры несовместности противоречивых предметов, в частности переопределённых систем уравнений, в том числе в задаче обработки данных, и с общими методами аналитического приближения к квазирешению, обобщающему точное решение, могущее не существовать или невозможное в противоречивой задаче;

2.3) теория и общие методы нормального взвешивания данных с разбросом безотносительно нормальности распределения данных для опоры именно на лучшие из них при учёте непременно всех данных без исключения выбросов и при возможности именно правильного использования формул аналитически простейшего метода наименьших квадратов с его

нелогичными произвольным выбрасыванием наихудших данных и действительной опорой на самые худшие из сохраняемых данных ввиду ничтожности вклада наилучших данных в сумму квадратов отклонений, минимизируемую этим методом.

3. Создание оптико-механической системы принципиально новых общих теорий и методов. Среди них –

3.1) общий (полу)степенной аналитический метод макроэлементов для впервые решаемых нетривиальных задач механики, прочности и оптики нагруженных именно существенно трёхмерных тел;

3.2) теория многовариантности минимизации невязок сопряжения аналитических решений для макроэлементов разбиения существенно трёхмерного тела между собой и с граничными условиями его нагружения, осуществляемой среднеквадратичным, обеспечивающим минимакс модуля и коллокационным методами;

3.3) теория и аналитические методы устранения минимизированных невязок сопряжения аналитических решений для макроэлементов разбиения существенно трёхмерного тела между собой и с граничными условиями его нагружения;

3.4) теории осесимметричного изгиба равномерным давлением на одно основание сплошного и кольцевого существенно трёхмерных цилиндрических тел при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при периферическом противодавлении;

3.5) теория влияния осесимметричного изгиба равномерными давлениями на полностью нагруженное основание и на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, на его оптические свойства.

4. Создание прочностной системы принципиально новых общих теорий и методов. Это в т. ч.

4.1) общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и критериев прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений, в частности деформированием и/или движением (смещением и/или вращением) предельной поверхности, на случай анизотропии и/или различных сопротивлений материала растяжению и сжатию;

4.2) общий метод обобщения критериев предельных состояний и прочности добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции;

4.3) обобщение для любого изотропного материала, именно различно сопротивляющегося растяжению и сжатию, третьей теории прочности (критерия наибольших сдвиговых напряжений) Кулона–Треска и четвёртой теории прочности (критерия удельной энергии формоизменения, или критерия октаэдрических сдвиговых напряжений) Максвелла–Губера–фон-Мизеса–Генки, приемлемых только для изотропного материала, непременно одинаково сопротивляющегося растяжению и сжатию, в том числе применительно к предельной поверхности органического стекла;

4.4) необходимое для определения опаснейшей точки преобразование первой теории прочности (критерия наибольших нормальных напряжений) да-Винчи–Галилея–Лейбница–Ламе к виду с равносильным (эквивалентным) и с единым предельным напряжениями;

4.5) именно общее решение задачи прочности существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, под равномерными давлениями на одно основание, на кольцевую периферическую часть другого основания и на боковую поверхность;

4.6) метод именно общего определения такого переходного значения отношения давления на боковую поверхность существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность к давлению на полностью нагруженное основание, что при превышении этого переходного значения место наибольшего равносильного (эквивалентного) напряжения в теле скачком переходит из центра на край не нагруженной центральной части частично нагруженного основания, соответственно принципиально изменяется характер разрушения, так что вместо

радиального растрескивания всего тела из неорганического стекла происходят скалывание сегмента у не нагруженной центральной части частично нагруженного основания и последующее растрескивание этого сегмента;

4.7) метод именно общего определения такого наилучшего значения отношения давления на боковую поверхность существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность к давлению на полностью нагруженное основание, что при этом наилучшем значении достигаются минимум равносильного (эквивалентного) напряжения в теле и наибольшее разрушающее давление на полностью нагруженное основание;

4.8) методология построения простых замкнутых именно общих аналитических методов решения задач механики и прочности для существенно трёхмерных осесимметричных упругих тел;

4.9) методология построения простых замкнутых аналитических методов решения именно типов задач механики и прочности для существенно трёхмерных осесимметричных упругих тел;

4.10) методология построения именно замкнутого аналитического решения каждой реальной задачи механики и прочности, сочетающего инженерную точность с простотой, соответствующей мере сложности граничных условий задачи;

4.11) методология функционально допустимого и технологически осуществимого рационального управления прочностью и другими характеристиками каждой реальной конструкции.

5. Создание методологии открытия и обоснования механической, прочностной и оптической систем принципиально новых явлений и законов напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, оптики, прочности и разрушения именно существенно трёхмерных тел, а также системы принципиально новых всеобщих явлений и законов приложением созданных математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем общих теорий и методов к впервые замкнуто аналитически решаемым нетривиальным задачам механики, прочности и оптики именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность с открытием, обоснованием и обобщением системы принципиально новых явлений и законов деформирования, оптики и разрушения такого тела и с уточнением, развитием, обобщением и полезным дополнением классических и других известных аналитических методов определения напряжённо-деформированного состояния такого тела из пластичного или хрупкого конструкционного материала при высоких давлениях.

6. Создание методологии проверки пригодности математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем созданных общих теорий и методов – внутренней проверки их многовариантностью с возможностью самопроверяемости и взаимной проверяемости и внешней проверки путём аналитических и численных сопоставлений полученных формул и численных результатов с формулами и численными результатами классических и других известных аналитических решений, численными и приемлемо обработанными экспериментальными данными.

7. Создание теории рационального комплексного управления напряжённо-деформированным состоянием, прочностью и оптическими свойствами именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность тела.

8. Создание и внедрение принципиально новых методов рационального комплексного проектирования (с учётом открытых явлений и законов) и эффективных конструкций

иллюминаторов для высокого давления, в том числе защищённых авторскими свидетельствами на изобретения.

Главные выдвинутые и осуществлённые идеи настоящей кандидатской диссертации:

1. Математическая система принципиально новых общих идей. Это в том числе

1.1) идея общих математических задач как множеств функциональных отношений (в частности уравнений и/или неравенств) с известными операторами над искомыми функциями известных аргументов;

1.2) идея собственной совокупности видов (классов), в том числе собственного вида (класса), функций для множества операторов с глубокими обобщениями неподвижной точки отображения и собственной функции для оператора;

1.3) идеи использования линейной независимости степенных функций, в частности для обобщения полиномиальных методов общим (полу)степенным методом с решениями в (полу)степенных рядах, в том числе общего (полу)степенного решения бигармонического уравнения в классах (полу)степенных рядов как собственных классов функций для принимающего значения в тех же классах оператора этого уравнения с глубокими и очень полезными обобщениями неподвижной точки отображения и собственной функции для оператора, так что образ не обязан быть равным и даже пропорциональным прообразу, в частности применительно к функциям напряжений и к общему (полу)степенному аналитическому методу макроэлементов для именно существенно трёхмерных тел;

1.4) идея именно дополнительного альтернативного возведения в степень (минус-остепенения) умножением функции знака основания на степень модуля основания с лишь итоговым учётом отрицательности основания для обобщений степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания, в частности для начальных, центральных и смещённых моментов любых нецелых порядков и для обобщений общего (полу)степенного метода.

2. Метрологическая система принципиально новых общих идей. Среди них – идеи общих теорий и методов наилучших аналитических приближений к дискретным экспериментальным данным с их разбросом при опоре именно на лучшие из них и при взвешенном учёте непременно всех данных без исключения выбросов, в частности применительно к совершенствованию методов экспериментальных исследований напряжённо-деформированных состояний и прочности при высоких давлениях. Это в том числе

2.1) идеи анализа приемлемости, логичности, однозначности, определённости, инвариантности и соответствия действительности таких классических методов обработки данных, как абсолютная и относительная погрешности и метод наименьших квадратов Гаусса и Лежандра;

2.2) идеи произвольных неточных псевдорешений, их наилучших квазирешений и всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость, с оценкой их и меры несовместности противоречивых предметов, в частности переопределённых систем уравнений, в том числе в задаче обработки данных, и с общими методами аналитического приближения к квазирешению, обобщающему точное решение, могущее не существовать или невозможное в противоречивой задаче;

2.3) идея нормального взвешивания данных с разбросом безотносительно нормальности распределения данных для опоры именно на лучшие из них при учёте непременно всех данных без исключения выбросов и при возможности именно правильного использования формул аналитически простейшего метода наименьших квадратов с его нелогичными произвольным выбрасыванием наихудших данных и действительной опорой на самые худшие из сохраняемых данных ввиду ничтожности вклада наилучших данных в сумму квадратов отклонений, минимизируемую этим методом.

3. Оптико-механическая система принципиально новых общих идей. Среди них –

3.1) идея приложения общего (полу)степенного метода к созданию общего (полу)степенного аналитического метода макроэлементов для впервые решаемых нетривиальных задач механики, прочности и оптики нагруженных именно существенно трёхмерных тел;

3.2) идея многовариантности минимизации невязок сопряжения аналитических решений для макроэлементов разбиения существенно трёхмерного тела между собой и с граничными условиями его нагружения, осуществляемой среднеквадратичным, обеспечивающим минимакс модуля и коллокационным методами;

3.3) идея устранения минимизированных невязок сопряжения аналитических решений для макроэлементов разбиения существенно трёхмерного тела между собой и с граничными условиями его нагружения;

3.4) идеи осуществимого плоско точного (на плоских основаниях) неплоско приближённого (на цилиндрических поверхностях) выполнения граничных условий при осесимметричном изгибе равномерным давлением на одно основание сплошного и кольцевого существенно трёхмерных цилиндрических тел при различных условиях уравнивания;

3.5) идея дополнения стрелы прогиба как интегральной характеристики жёсткости искривлением как локальной характеристикой оптики и прочности;

3.6) идея кратного снижения максимума рабочей расфокусировки изображений подводных объектов, единственно существенной при осесимметричном изгибе равномерными давлениями на полностью нагруженное основание и на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, такой предварительной расфокусировкой оптической системы, которая противоположна средней рабочей продольной расфокусировке.

4. Прочностная система принципиально новых общих идей. Это в том числе

4.1) идеи обобщения критериев предельных состояний и прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений, в частности деформированием и/или движением (смещением и/или вращением) предельной поверхности, на случай анизотропии и/или различных сопротивлений материала растяжению и сжатию;

4.2) идея обобщения критериев предельных состояний и критериев прочности добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции;

4.3) идеи обобщения для любого изотропного материала, именно различно сопротивляющегося растяжению и сжатию, третьей теории прочности (критерия наибольших сдвиговых напряжений) Кулона–Треска и четвёртой теории прочности (критерия удельной энергии формоизменения, или критерия октаэдрических сдвиговых напряжений) Максвелла–Губера–фон-Мизеса–Генки, приемлемых только для изотропного материала, непременно одинаково сопротивляющегося растяжению и сжатию, в том числе применительно к предельной поверхности органического стекла;

4.4) идея необходимого для определения опаснейшей точки преобразования первой теории прочности (критерия наибольших нормальных напряжений) да-Винчи–Галилея–Лейбница–Ламе к виду с равносильным (эквивалентным) и с единым предельным напряжениями;

4.5) идея именно общего решения задачи прочности существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, под равномерными давлениями на одно основание, на кольцевую периферическую часть другого основания и на боковую поверхность;

4.6) идея именно общего метода определения такого переходного значения отношения давления на боковую поверхность существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность к давлению на полностью нагруженное основание, что при превышении этого переходного значения место наибольшего равносильного (эквивалентного) напряжения в теле скачком переходит из центра на край не нагруженной центральной части частично нагруженного основания, соответственно принципиально изменяется характер разрушения, так что вместо

радиального растрескивания всего тела из неорганического стекла происходят скалывание сегмента у не нагруженной центральной части частично нагруженного основания и последующее растрескивание этого сегмента;

4.7) идея именно общего метода определения такого наилучшего значения отношения давления на боковую поверхность существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность к давлению на полностью нагруженное основание, что при этом наилучшем значении достигаются минимакс равносильного (эквивалентного) напряжения в теле и наибольшее разрушающее давление на полностью нагруженное основание;

4.8) идея существования именно общих аналитических методов решения задач механики и прочности для существенно трёхмерных осесимметричных упругих тел;

4.9) идея существования аналитических методов решения именно типов задач механики и прочности для существенно трёхмерных осесимметричных упругих тел;

4.10) идея существования аналитического решения каждой реальной задачи механики и прочности, сочетающего инженерную точность с простотой, соответствующей мере сложности граничных условий задачи;

4.11) идея существования функционально допустимого и технологически осуществимого рационального управления прочностью и другими характеристиками каждой реальной конструкции.

5. Идеи существования механической, прочностной и оптической систем принципиально новых явлений и законов напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, оптики, прочности и разрушения именно существенно трёхмерных тел и системы принципиально новых всеобщих явлений и законов, а также идеи оценивания, уточнения, развития, обобщения и полезного дополнения классических и других известных аналитических методов.

6. Идея именно систематичности проверки пригодности математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем созданных общих теорий и методов – внутренней проверки их многовариантностью с возможностью самопроверяемости и взаимной проверяемости и внешней проверки путём аналитических и численных сопоставлений полученных формул и численных результатов с формулами и численными результатами классических и других известных аналитических решений, численными и приемлемо обработанными экспериментальными данными.

7. Идея практической независимости оптических свойств от важнейшего для прочности давления на боковую поверхность осесимметрично изгибаемого равномерными давлениями на полностью нагруженное основание и на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, для простоты осуществимости рационального управления напряжённо-деформированным состоянием, прочностью и оптическими свойствами такого тела.

8. Идеи устранения силовых контактов и растягивающих напряжений осесимметрично изгибаемого равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента из неорганического стекла, для создания и внедрения принципиально новых методов рационального комплексного проектирования (с учётом открытых явлений и законов) и эффективных конструкций иллюминаторов для высокого давления.

Научная новизна настоящей кандидатской диссертации состоит в следующем:

созданы и развиты математическая, метрологическая, оптико-механическая и прочностная системы принципиально новых основополагающих общих теорий и методов как

теоретический фундамент для создания теорий (с открытием и обоснованием систем принципиально новых явлений и законов) и простых замкнутых общих аналитических методов рациональных комплексных инженерных исследования, проектирования и управления системами напряжённно-деформированных состояний, жёсткости, прочности и оптических свойств осесимметрично изгибаемых высокими давлениями именно существенно трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов, в том числе под равномерными давлениями на одно основание, на кольцевую периферическую часть другого основания и на боковую поверхность;

создана теория общих математических задач как множеств функциональных отношений (например функциональных уравнений или неравенств) между известными операторами над искомыми функциями известных аргументов;

создана теория собственной совокупности видов (классов), в частности собственного вида (класса), функций для множества операторов (обобщение собственной функции оператора);

создан общий (полу)степенной метод, впервые давший и для функций напряжений общее решение бигармонического уравнения в (полу)степенных рядах как собственных классах функций для оператора этого уравнения, и открыто явление ограничения не только снизу, но и сверху степени функции напряжений граничными условиями задачи;

введено альтернативное возведение в степень (минус-остепенение) умножением функции направления (знака) основания на степень модуля основания с лишь итоговым учётом отрицательности основания для обобщений степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания, в частности для начальных, центральных и смещённых моментов любых нецелых порядков и для обобщений общего (полу)степенного метода;

созданы общие теории неточных псевдорешений, их наилучших квазирешений, всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость, с оценкой их и меры несовместности противоречивой задачи и с общими методами аналитического приближения к квазирешению, обобщающему точное решение, могущее не существовать или невозможное в противоречивой задаче, в т. ч. в задаче обработки данных;

созданы общие теории и методы наилучших аналитических приближений к дискретным экспериментальным данным с их разбросом при опоре на лучшие из них и взвешенном учёте всех данных без исключения выбросов, в том числе для методов экспериментальных исследований напряжённно-деформированных состояний и прочности конструкций при высоких давлениях, в частности: общая теория анализа приемлемости методов обработки данных (доказаны крайняя узость областей пригодности абсолютной и относительной погрешностей и метода наименьших квадратов, их принципиальные изъяны и пороки вплоть до нелогичности, неопределённости, неинвариантности, двусмысленности, субъективизма исключения выбросов, опоры на худшие сохраняемые данные ввиду ничтожности вклада наилучших данных в сумму квадратов отклонений, минимизируемую этим методом, и даже извращений действительности); теория и общие методы нормального взвешивания всех данных безотносительно нормальности их распределения для опоры непременно на лучшие из них при учёте всех данных без исключения выбросов и при правильном использовании формул аналитически простейшего классического метода наименьших квадратов;

создан общий (полу)степенной аналитический метод макроэлементов для впервые решаемых нетривиальных задач механики, прочности и оптики именно существенно трёхмерных тел;

созданы теории и аналитические методы среднеквадратичной, обеспечивающей минимум модуля и коллокационной минимизации и устранения минимизированных невязок сопряжения аналитических решений для макроэлементов разбиения существенно трёхмерного тела между собой и с граничными условиями его нагружения;

созданы общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений и добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции на случай

анизотропии и/или различных сопротивлений материала растяжению и сжатию и выдвинуты обобщения третьей и четвёртой теорий прочности для любого изотропного материала; созданы теории и аналитические методы решения задач о напряжённо-деформированном состоянии при осесимметричном изгибе линейно упругого трёхмерного сплошного цилиндрического тела равномерным давлением на одно основание с возможным равномерным давлением на боковую поверхность при жёстком закреплении боковой поверхности, свободном опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при равномерном противодействии на кольцевую периферическую часть другого основания со свободной круглой центральной частью;

создана теория влияния осесимметричного изгиба равномерными давлениями на полностью нагруженное основание и на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания со свободной круглой центральной частью существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в том числе светопрозрачного элемента, на его оптические свойства;

создана теория с методом и алгоритмом комплексной оптимизации системы механических, прочностных и оптических свойств существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в том числе светопрозрачного элемента иллюминатора для высоких давлений;

открыты и обоснованы системы принципиально новых явлений и законов деформирования и оптики, прочности и разрушения именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в том числе светопрозрачного элемента иллюминатора для высоких давлений, при осесимметричном изгибе равномерными давлениями с возможным боковым давлением и всеобщих явлений и законов;

обобщены и значительно уточнены общим (полу)степенным методом расчёты именно существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений, по сравнению с расчётами по теории пластин и по теории плит;

обоснована достоверность созданных общих теорий и аналитических методов исследований напряжённо-деформированных состояний, жёсткости и оптики, прочности и разрушения трёхмерных сплошных цилиндрических тел аналитическим и численным сопоставлением с известными аналитическими методами и сравнением результатов использования созданных и классических и других известных аналитических, численных и экспериментальных методов; предложены и обоснованы новые рациональные конструкции иллюминаторов для высоких давлений, в том числе защищённые авторскими свидетельствами на изобретения.

В этом чрезвычайно полезном расширенном варианте данной кандидатской диссертации дополнительно представлено следующее принципиально новое и практически ценное.

Теории изгиба равномерным давлением на одно основание существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, закрепленного по краю либо опертого по краю или по окружности меньшего радиуса.

Однопараметрический метод устранения именно всех невязок сопряжения с собственным устранением невязки осевого перемещения.

Открыты и обоснованы новые явления и законы напряжённо-деформированного состояния трёхмерного сплошного цилиндрического тела при схеме нагружения с равномерными давлением на одно основание и периферическим повышенным противодействием:

явление и закон кратного (примерно в три-четыре раза) превышения кривизны в центре полностью нагруженного основания кривизной в центре частично нагруженного основания;

явление и закон необходимости дополнения стрелы прогиба (общей характеристики искривления при изгибе) кривизной (местной характеристикой искривления при изгибе);

явление и закон превышения на порядок модуля отрицательного вклада кривизны в центре полностью нагруженного основания положительным вкладом кривизны в центре частично нагруженного основания в продольную расфокусировку изображения подводного объекта;

явление и закон необходимости и существенности выделения и достаточно точного учёта знака и относительно малого модуля отрицательного вклада кривизны в центре полностью нагруженного основания в продольную расфокусировку изображения подводного объекта;

явление и закон необходимости и полезности промежуточного выхода (с возвращением) исследования за собственные пределы напряжённо-деформированного состояния;
явление и закон необходимости раздельного исследования влияний следствий напряжённо-деформированного состояния наряду с исследованием его итогового (суммарного) влияния. Дальнейшими обобщениями открыты и обоснованы такие всеобщие явления и законы:
всеобщие явление и закон целесообразности относительной малости модуля количественного величины и качественного знаком оценивающего различителя методов моделирования;
всеобщие явление и закон целесообразности промежуточного выхода (с возвращением) исследования за пределы первоначального предмета по закону отрицания отрицания;
всеобщие явление и закон необходимости и полезности раздельного исследования влияний частей и свойств целого на предмет исследования наряду с исследованием влияния целого.

Общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений, в частности деформированием и/или движением (смещением и/или вращением) предельной поверхности, на случай анизотропии и различных сопротивлений материала растяжению и сжатию созданы и для исследований прочности и разрушения органического стекла при сложном напряжённом состоянии.

Открыты нечёткость приближённости и системы изъянов абсолютной и относительной погрешностей и метода наименьших квадратов и создан итерационный общий метод наименьших нормально взвешенных степеней, в т. ч. квадратов, в т. ч. для исследований прочности и разрушения неорганического стекла при повторно-статическом нагружении.

Абсолютная погрешность формального (условного независимо от истинности, обозначается знаком вопроса, здесь после знака равенства) приравнивания недостаточна для выражения и оценивания качества приближения и не инвариантна, так как при равносильном умножении формального приравнивания на ненулевое число умножается на его абсолютную величину.

Относительная погрешность нелогична, определена лишь для двухэлементного формального приравнивания, для него двузначна (двусмысленна), вопреки замыслу может превышать единицу и быть бесконечной и вообще неопределённой.

Метод наименьших квадратов является простейшим и по существу единственным широко применяемым для решения переопределённых задач с количеством уравнений больше количества неизвестных, но имеет систему основополагающих принципиальных изъянов и пороков и крайне узкие области применимости и тем более приемлемости и пригодности:

- 1) непригоден при не совпадающих физических размерностях (единицах) решаемой задачи;
- 2) не инвариантен, меняет не проверяемый итог при равносильных преобразованиях задачи;
- 3) необоснованно полагается, как и математическая статистика, на абсолютную погрешность и аналитически простейшую вторую степень усреднения;
- 4) минимизирует сумму квадратов отклонений, в т. ч. разностей частей уравнений системы, с опорой на наихудшие данные с преимущественным вкладом, а не на наилучшие данные с их ничтожным вкладом в эту сумму, часто ведёт к неприемлемости, извращениям и парадоксам;
- 5) не предусматривает никакого улучшения получаемого не оцениваемого псевдорешения.

Дополнительно к верно используемой относительной погрешности введена как инвариантная мера неточности, верно обобщающей нечёткую приближённость, линейная, квадратичная и с максимумом всеобщая погрешность.

Псевдорешение методом наименьших квадратов – начальное приближение итерационного общего метода наименьших нормально взвешенных степеней, в том числе квадратов. Процесс продолжается до нужной точности почти постоянства последовательных приближений и характеристик условий минимизации для определения, обоснования и оценивания квазирешения с его всеобщей погрешностью как мерой несовместности переопределённой системы уравнений.

Обоснованность настоящей кандидатской диссертации обеспечивается опорой её теорий и методов на общепринятые допущения, теории и методы математики, метрологии, механики

деформируемого твёрдого тела (с теорией упругости, теорией пластин и теорией плит) и прочности, теорию оптических систем, сопоставлениями многовариантных формул и результатов между собой и с классическими и другими известными формулами, численными и экспериментальными данными.

Создание в настоящей кандидатской диссертации принципиально новых общих теорий и методов основывается на общепринятых общенаучных эмпирических и теоретических методах, а также на следующих всеобщих методах познания.

Логика с её законами и принципами используется повсеместно, в том числе закон тождества, закон противоречия, закон исключённого третьего и принцип достаточного основания.

Примерами применения закона противоречия и закона исключённого третьего являются доказательства ограниченности сверху степени бигармонической функции напряжений Лява методом от противоречащего.

Диалектика и её законы иллюстрируются новыми примерами их выражений.

Закон единства и борьбы противоположностей проявляется в алгебраическом суммировании слагаемых противоположных знаков, в частности в продольной расфокусировке изображений подводных объектов с противоположными знаками вкладов в неё искривлений первоначально плоскопараллельных оптических поверхностей именно существенно трёхмерного цилиндрического светопрозрачного элемента при его деформировании высоким давлением.

Более того, многовариантность однопараметрического и двухпараметрического методов устранения минимизированной невязки осевого перемещения и методов минимизации невязок сопряжения среднеквадратичной, минимаксами их модулей и коллокационной приводит к обобщению закона единства и борьбы противоположностей законом единства и полезной дополнительности различных предметов, которые только в частном случае могут составлять именно пару противоположностей и вовсе не обязаны бороться между собой, а могут полезно и даже гармонично дополнять друг друга, в данном случае обеспечивать самопроверяемость и взаимную проверяемость итогов и тем самым повышать их точность и надёжность.

Закон перехода количественных изменений в качественные изменения проявляется в доказательстве наличия переходного значения отношения давления на боковую поверхность именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность к давлению на полностью нагруженное основание по общему (полу)степенному методу.

Закон отрицания отрицания, то есть двойного отрицания, обобщается общим законом кратного отрицания и проявляется в выходе исследования напряжённо-деформированного состояния за пределы механики в оптику с возвращением, расширением предмета и углублением исследования изгиба посредством ещё и кривизн в центрах оснований именно существенно трёхмерного цилиндрического светопрозрачного элемента как местных характеристик изгиба в дополнение к стрелам прогиба этих оснований и их центральных частей как общим характеристикам изгиба.

Анализ и синтез (теории и опыта (практики) теоретизирования и испытания (экспериментирования); наличного, потребностей, личных и общественных интересов, условий, возможностей, способностей, желаний, целей и задач; предметов, ресурсов, средств,

методов и мерил (критериев); количественности и качественности; систематизации и иерархизации предметности и общности, углубления и возвышения; существенности, новизны, открытий и изобретений), обобщение и конкретизация, а также абстрагирование (отвлечение от несущественного и извлечение существенного) применяются во многих местах, в частности в приближениях, в т. ч. при создании общего (полу)степенного метода.

Сравнение, различение, выделение, сопоставление и уподобление применяются во многих местах, в частности формульно, таблично, графически и параллельностью расчётов при многовариантности методов, в том числе для доказательства достигнутого обобщения и чрезвычайно существенного уточнения соответствующих классических аналитических методов теории пластин и теории плит.

Дедукция (выведение) применяется во многих местах.

Научная индукция (наведение), по существу индуктивно-дедуктивный метод, используется для выяснения именно и только составляющих примерно три-четыре кратностей превышений стрел прогиба центральной части и всего полностью нагруженного основания и его кривизны в центре стрелами прогиба центральной части и всего частично нагруженного основания и его кривизной в центре соответственно именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность, тогда как сами превышения доказаны дедуктивно.

Из эмпирических научных методов экспериментальные методы используются для исследования прочности органического стекла и трещинообразования в неорганическом стекле, для прямого измерения прогибов и давления разрушения существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в т. ч. светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность, а также для изучения характера трещинообразования при разрушении такого тела.

К эмпирико-теоретическим научным методам следует отнести методы обработки данных. Обычно используются абсолютная и относительная погрешности и общепринятый считающийся практически незаменимым метод наименьших квадратов Гаусса и Лежандра. Доказано, что все они обладают целым рядом принципиальных недостатков вплоть до нелогичности, неопределённости, неинвариантности, двусмысленности, субъективизма исключения выбросов, опоры на самые худшие сохраняемые данные и даже извращений действительности.

Введена система безупречных общих методов обработки данных, в том числе всеобщая погрешность и общий метод наименьших нормально взвешенных степеней, в частности квадратов, с взвешиванием по чисто формально используемому нормальному распределению безотносительно осуществления нормальности.

Это позволяет полностью отказаться от субъективного изъятия выбросов, учитывать все данные без исключения, опираться непременно на самые лучшие данные и к тому же именно правильно использовать простейшие и удобнейшие формулы метода наименьших квадратов созданным итерационным методом наименьших нормально взвешенных квадратов.

Из теоретических научных методов применяются следующие.

Принципиальность заключается в неуклонном следовании общепринятым принципам объективности, систематичности, воспроизводимости и проверяемости.

Приближение как метод применяется при доказанной невозможности точного решения и осуществляется простейшим допустимым образом, дающим настолько простые и проверяемые формулы и вычисления по ним, что при такой именно содержательной формализации достигаются неременная опора на интуицию и её творческое развитие.

Метод мысленного эксперимента осуществляется формульными и вычислительными испытаниями по аналитическим и численным методам.

Аналитические методы используются:

при создании общих теорий и методов и при решениях задач математики, метрологии, механики и прочности, в том числе при создании общих методов определения перемещений и напряжений и решения задач прочности именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность;

при открытии и обосновании систем принципиально новых явлений и законов деформирования, оптики, прочности и разрушения такого тела, в частности при определении мест наибольшего равносильного (эквивалентного) напряжения, вероятного направления образующей первой трещины в начальный момент её развития, переходного (для опаснейшей точки) и наилучшего значений относительного давления на боковую поверхность такого тела, величины разрушающего давления;

при комплексной оптимизации основных рабочих характеристик такого тела с определением продольных расфокусировок оптической системы для высоких давлений и обоснованием его рациональных образцов;

при совершенствовании методов экспериментальных исследований напряжённо-деформированного состояния и прочности такого тела при высоких давлениях и для определения погрешностей сопоставления расчётных и экспериментальных данных.

Численные методы применяются при анализе напряжённо-деформированного состояния именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность, а также при определении основных оптических искажений, обусловливаемых деформированием такого светопрозрачного элемента при высоких давлениях.

В качестве средств выполнения исследований выбраны:

для теоретических исследований – вычислительная техника (микрокалькуляторы и ЭВМ с программным обеспечением);

для экспериментальных исследований – стендовое оборудование, включающее средства создания высокого давления (насосы и компрессоры), испытательные камеры с гермовводами, соединительную и регулирующую арматуру, контрольно-измерительную аппаратуру (манометры, индикаторы), пульты дистанционного управления, а также исследуемые объекты, инструменты, съёмочная аппаратура и защитные сооружения (боксы).

Достоверность полученных экспериментальных данных обеспечивается применением современного оборудования и измерительной техники, анализом точности измерений, приемлемой математической обработкой, достижением согласованности результатов, а также сопоставлением полученных экспериментальных данных с другими данными.

Практическая ценность данной кандидатской диссертации состоит в создании теоретического фундамента для разработки теорий рациональных комплексных проектирования и управления системой указанных свойств по инженерным методам расчёта напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, прочности и оптики именно существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений, при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при периферическом противодавлении.

Для экспериментальных исследований полезны общие теории и методы обработки данных.

Все формулы созданных общего (полу)степенного метода и теорий деформирования, жёсткости и оптики, прочности и разрушения таких тел доведены до уровня практического использования и в принципе не требуют применения ЭВМ.

Предложены и обоснованы пути существенного повышения прочностных и оптических характеристик иллюминаторов высокого давления, разработаны рекомендации по их проектированию и изобретён целый ряд их конструкций с авторскими свидетельствами.

Результаты данной кандидатской диссертации внедрены в Научно-исследовательском и проектно институте геофизических методов разведки океана ПО «Южморгеология» (г. Геленджик) и в Ленинградском институте точной механики и оптики и позволили усовершенствовать проектирование и расчёт подводных оптических систем, повысить качество изображения подводных объектов, увеличить достоверность получаемой информации и сократить время на проведение работ по дешифрированию экспонированного фотоматериала с первичным годовым экономическим эффектом 28 тыс. руб. в 1986 г.

Предмет защиты настоящей кандидатской диссертации

1. Созданная математическая система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, среди них общие теории
общих математических задач;

замкнутых собственных совокупностей классов функций для множеств операторов с общими решениями бигармонического уравнения в (полу)степенных рядах как собственных классах функций;

общий (полу)степенной метод решения множеств функциональных уравнений;

именно дополнительное альтернативное возведение в степень (минус-остепенение) с обобщением степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания, в том числе для начальных, центральных и смещённых моментов любых нецелых порядков и для обобщений общего (полу)степенного метода.

2. Созданная метрологическая система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, среди них

общая теория анализа приемлемости методов обработки данных (с доказанными изъянами абсолютной и относительной погрешностей и метода наименьших квадратов);

общие теории неточных псевдорешений, их наилучших квазирешений и всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость;

общая теория наилучших аналитических приближений к дискретным экспериментальным данным с их разбросом при непрременной опоре на лучшие из них и при нормально взвешенном учёте всех данных безотносительно нормальности их распределения и без исключения выбросов, в том числе общий метод наименьших нормально взвешенных степеней, в частности квадратов с именно правильным использованием простейших и удобнейших формул лишь условно пригодного метода наименьших квадратов.

3. Созданная оптико-механическая система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, среди них:

общий (полу)степенной аналитический метод макроэлементов для впервые решаемых именно нетривиальных трёхмерных задач механики, прочности и оптики;

теории минимизации и устранения невязок сопряжения решений для макроэлементов разбиения тела между собой и с граничными условиями;

теории осесимметричного изгиба равномерным давлением трёхмерного цилиндрического тела при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при повышенном равномерном периферическом противодавлении;

теория влияния этого изгиба на оптические свойства именно существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений.

4. Созданная прочностная система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, среди них:

общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и прочности, в том числе третьей и четвёртой теорий прочности, линейно-функциональным преобразованием главных напряжений, в частности деформированием и/или движением (смещением и/или вращением) критериальной предельной поверхности, и добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции на случай анизотропии и/или различных сопротивлений материала растяжению и сжатию;

необходимое для определения опаснейшей точки преобразование первой теории прочности (критерия наибольших нормальных напряжений) да-Винчи–Галилея–Лейбница–Ламе к виду с равносильным (эквивалентным) и с единым предельным напряжениями;

общее решение задачи прочности именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при осесимметричном изгибе под равномерными давлениями на полностью нагруженное основание, на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания и на боковую поверхность;

методы определения переходного (для опаснейшей точки) и наилучшего значений отношения давления на боковую поверхность к давлению на полностью нагруженное основание именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента.

5. Система разработанных (приложением созданных математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем общих теорий и методов) принципиально новых общих аналитических методов расчёта напряжённо-деформированных состояний, прочности и оптики именно существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов, с установлением приемлемости этих методов аналитическими и численными сопоставлениями полученных формул и результатов с классическими и другими известными аналитическими решениями, численными и экспериментальными данными.

6. Система впервые решённых именно нетривиальных задач механики, прочности и оптики существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов, из пластичных и хрупких материалов с открытием и обоснованием систем принципиально новых явлений и законов деформирования, оптики и разрушения таких тел.

7. Созданная теория рациональных комплексных проектирования и управления напряжённо-деформированными состояниями, прочностью и оптикой именно существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений, с методами и алгоритмом комплексной оптимизации систем этих ключевых свойств таких тел.

8. Новые эффективные конструкции иллюминаторов для высоких давлений с трёхмерными светопрозрачными элементами, защищённые авторскими свидетельствами на изобретения.

Апробация данной кандидатской диссертации вполне достаточна.

Основные результаты исследований, обобщённых настоящей кандидатской диссертацией, докладывались и обсуждались на 12 Всесоюзных и региональных научно-технических конференциях, в том числе на IV Всесоюзной конференции по оптимальному управлению в механических системах (Москва, 1982), на IV Всесоюзной конференции «Проблемы научных исследований в области изучения и освоения Мирового океана» (Владивосток, 1983), на IX Дальневосточной научно-технической конференции по повреждениям и эксплуатационной надёжности судовых конструкций (Владивосток, 1984), на Всесоюзной конференции «Теоретическая и прикладная оптика» (Ленинград, 1984), на Всесоюзном совещании по техническим средствам и методам изучения океанов и морей (Геленджик, 1985), на V Всесоюзной конференции «Технические средства изучения и освоения океана» (Ленинград, 1985).

Полностью докладывалась и обсуждалась данная кандидатская диссертация на научном семинаре при кафедре строительной механики Одесского инженерно-строительного института, научном семинаре отдела колебаний и разрушения Института проблем прочности АН Украины (председатель семинара – председатель Специализированного учёного совета Д

016.33.01, основатель и бессменный директор Института, бывший первый вице-президент Академии Наук Украины, академик Академии Наук Украины, доктор технических наук, профессор Георгий Степанович Писаренко), кустовом тематическом семинаре № 2 «Напряжённо-деформированное состояние и расчёт на прочность» Института проблем прочности АН Украины (председатель семинара – академик Академии Наук Украины, доктор технических наук, профессор Анатолий Алексеевич Лебедев). Ведущая организация – Ленинградский институт точной механики и оптики (заведующий кафедрой теории оптических приборов, доктор технических наук, профессор, лауреат Ленинской премии, лауреат четырёх Государственных (Сталинских) премий СССР, лауреат Международной премии Французской Академии наук им. Э. Лосседа Михаил Михайлович Русинов; доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР Пётр Дмитриевич Иванов).

Основное содержание настоящей кандидатской диссертации опубликовано в 43 научных трудах (научная монография, 8 научных статей, 34 тезиса докладов). Кроме того, её разработки защищены 16 авторскими свидетельствами на изобретения.

Настоящая кандидатская диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных научных трудов со ссылками в тексте (200 наименований) и приложений (документов о внедрении).

Настоящая кандидатская диссертация является законченным многоплановым исследованием, охватывающим все основные стадии решения задач прочности – определение напряжённо-деформированных состояний, их сопоставления между собой и с соответствующими предельными состояниями, а также рациональное управление выбором исходных данных в целях оптимизации конструкций на стадиях их проектирования. На иллюминаторы для высоких давлений ориентированы приложения данной кандидатской диссертации, а сами созданные общие теории и методы относятся к задачам прочности в целом. В ряде случаев достигнутые обобщения имеют даже более широкое значение, – это прежде всего относится к методам решения систем функциональных уравнений и определения погрешностей аналитических решений. Работа развивает и завершает ряд известных подходов и позволяет получать простые аналитические решения задач для пространственных тел. Созданные общие теории и методы являются полезным дополнением к известным теориям и методам. Работа открывает значительные перспективы дальнейших обобщений и достаточно широких приложений.

В целом по актуальности, научной новизне, достоверности и практической ценности настоящую кандидатскую диссертацию можно квалифицировать как новое крупное достижение в развитии перспективного научного направления в динамике, прочности машин, приборов и аппаратуры. Кроме того, в данной кандидатской диссертации изложены научно обоснованные технические решения актуальных задач рационального проектирования иллюминаторов для высокого давления, внедрение которых позволяет обеспечить существенное повышение их жёсткости, прочности и оптических свойств и тем самым вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса. Работа значительно превышает современные требования к кандидатским диссертациям, что и указано научным семинаром отдела колебаний и разрушения Института проблем прочности АН Украины и председателем семинара – председателем Специализированного учёного совета Д 016.33.01, основателем и бессменным директором Института, бывшим первым вице-президентом Академии Наук Украины, академиком Академии Наук Украины, доктором технических наук, профессором Георгием Степановичем Писаренко.

Диссертант Лев Григорьевич Гелимсон,
впоследствии доктор технических наук

по специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» в разделе
«Физико-математические науки» по Классификатору Высшей Аттестационной Комиссии