

**МЕХАНИКА  
ТВЕРДОГО ТЕЛА**  
**№ 1 • 2001**

**Семинар при Научном совете РАН по механике систем  
и Научном совете РАН по проблемам  
управления движением и навигации  
под руководством А.Ю. Ишлинского, Д.М. Климова**

17.01.2000 (499-е заседание). **В.Н. Шабалин, С.Н. Шатохина** (Москва). *Методические подходы к исследованию аутоволновой самоорганизации биологических жидкостей.*

Изложен подход к определению присутствия патологии в организме по результатам анализа фации (пленки высущенной капли сыворотки крови или другой биожидкости, взятой из этого организма). Показано, что фация имеет сложную волновую структуру, по характеру которой можно вынести суждение о патологии.

Предложена методика получения дополнительной информации в результате анализа процессов, происходящих при дегидратации капли биожидкости. Видеозапись процессов, происходящих в капле, показывает, что испарение воды с ее поверхности сопровождается множественными волновыми процессами внутри капли. Причем эти процессы в биожидкости, взятой у здорового организма, и при патологии развиваются по-разному. Эти явления объясняются наличием аутоволновых процессов в микробъектах живой материи.

24.01.2000 (500-е заседание). **Ф.Л. Черноусько** (Москва). *Движение многозвенных механизмов по горизонтальной плоскости, или как движутся змеи.*

Рассматриваются управляемые движения плоских многозвенников на горизонтальной плоскости. Между многозвенником и плоскостью действуют силы сухого трения, подчиняющиеся закону Кулона. Многозвенник управляет посредством внутренних моментов, приложенных к шарнирам, соединяющим соседние звенья. Построены способы управления, обеспечивающие движение многозвенника как целого в заданном направлении. Найденные формы движения могут служить моделью перемещения змей и некоторых других животных, а также могут быть использованы при создании ползающих роботов.

7.02.2000 (501-е заседание). **В.Ф. Журавлев** (Москва). *Об одной модели динамического поведения змей.*

Изучение моделей движения живых существ представляет большой интерес для робототехники. В докладе рассмотрен один из механизмов движения змей. Известные в литературе модели концентрируются вокруг двух основных идей. В соответствии с первой, основную роль в формировании движущей силы отводят силам сухого трения, и, если таких сил нет, то движение невозможно. Согласно второй идее движущая сила формируется в результате взаимодействия тела змеи с окружающими предметами. Предлагаемая в докладе модель относится ко второму из указанных направлений, однако, в отличие от известных результатов, тело змеи не моделируется абсолютно гибкой нитью с распределенным вдоль нее управляющим моментом, а упругим стержнем с управляемой нейтральной линией. Найден оптимальный закон управления, обеспечивающий при фиксированной тяговой силе минимум расходуемых для ее создания усилий.

21.02.2000 (502-е заседание). А.Г. Петров (Москва). *Интегрирование уравнений длинных волн в форме Дроздовой – Куликовского.*

Рассматриваются уравнения длинных нелинейных волн в каналах произвольного поперечного сечения с учетом поперечного ускорения частиц жидкости (приближение Буссинеска). Уравнения берутся в виде уравнений мелкой воды, в которых давление выражено через вариационную производную от кинетической энергии поперечного тонкого слоя жидкости. Показывается, что в самом общем случае стационарных движений эти уравнения имеют три первых интеграла с тремя произвольными постоянными. Уравнения и интегралы обобщаются на случаи движения жидкости в слое с поверхностным натяжением или упругой пленки, а также для истечения жидких струй из щели или круглого отверстия с учетом поверхностного натяжения. Получены точные решения уравнений для уединенных гравитационных волн в треугольном канале и для уединенных капиллярно-гравитационных волн в жидкости постоянной глубины. Найден новый класс разрывных решений. Решения выражаются через элементарные функции.

28.02.2000 (503-е заседание, совместное с заседанием семинара "Механика невесомости и гравитационно-чувствительные системы" под руководством В.И. Полежаева и В.В. Сазонова). В.В. Поляков (Москва). *Медико-биологические аспекты длительных космических полетов.*

В докладе дана оценка возможных способов и современных методов сохранения здоровья и высокой работоспособности человека, совершающего длительный (более 1 года) орбитальный космический полет. Обсуждаются наиболее характерные признаки отклонений в функционировании основных органов и систем организма человека в различные периоды адаптации к условиям микрогравитации: острый период (старт и первые сутки полета), хронический (длительное время работы на орбитальной станции "Мир") и завершающий (спуск и приземление). Приводятся данные исследований важнейших функций и систем организма человека: сердечно-сосудистой системы, кроветворной системы, опорно-двигательного аппарата, обмена веществ и общего психофизиологического состояния человека. На основе результатов проведенных исследований предложен комплекс мер и выданы рекомендации по стабилизации функций организма космонавта в длительных полетах, оптимизации режима труда и отдыха, сохранению высокой работоспособности в этот период.

6.03.2000 (504-е заседание). Е.Л. Гусев (Якутск). *Математические методы оптимального проектирования конструкций, находящихся под волновым воздействием.*

Исследуется проблема создания композиционных конструкций, реализующих предельные возможности по управлению энергетикой волновых процессов различной физической природы (электромагнитных, акустических, температурных, упругих). Решение данной проблемы связано с разработкой эффективных методов поиска экстремума в сложных многоэкстремальных задачах, к которым приводят задачи оптимизации неоднородных структур.

Установлено существование универсальных качественных закономерностей, которыми обладают такие структуры. Для достаточно широкого класса волновых задач показано, что взаимосвязь параметров в этих структурах обладает свойством внутренней симметрии. Рассмотрены задачи оптимального проектирования при одновременном воздействии нескольких типов волн.

**10.04.2000 (505-е заседание). Г.И. Нестеренко (Жуковский). Ресурс и живучесть конструкций самолетов.**

Изложены основные результаты комплексных исследований по ресурсу и живучести самолетных конструкций. Эти исследования включают: обеспечение ресурса конструкций современных отечественных конкурентоспособных самолетов; разработку критериев проектирования конструкций на живучесть; создание методик расчета скорости роста трещин и остаточной прочности конструкций самолетов на основе линейной механики разрушения.

Изучены вопросы усталости и скорости роста трещин при случайных спектрах нагружения. Проведены расчеты допускаемых напряжений по условиям живучести и предложены специальные мероприятия для ее повышения. Разработаны требования к характеристикам трещиностойкости конструкционных материалов. Создана методика сертификационных испытаний на живучесть, сформулированы требования к периодическому дефектоскопическому контролю конструкций в эксплуатации.

Изучена живучесть и деградация характеристик трещиностойкости и сопротивления усталости длительно эксплуатируемых (стареющих) самолетов. Проведены исследования остаточной прочности конструкции с многоочаговыми трещинами, а также конструкций с коррозионными повреждениями. Приводится сравнение ресурсов отечественных и зарубежных самолетов.

**17.04.2000 (506-е заседание). Ю.А. Литманович (Санкт-Петербург). Новые классы алгоритмов бесплатменных инерциальных навигационных систем с кратными интегралами от измеряемых параметров.**

Рассматриваются задачи определения параметров углового и поступательного движения твердого тела путем интегрирования кинематических и навигационных уравнений движения в предположении, что инерциальная информация доступна в виде приращений кратных интегралов от угловой скорости и кажущегося ускорения тела в проекциях на оси связанного с ним базиса. Предложены два новых подхода к синтезу численных алгоритмов обеих задач – "сглаживающий" и "инвариантный", для каждого из которых изложена методика синтеза алгоритмов, получены примеры алгоритмов и выражения для их погрешностей. Рассмотрена также задача интегрирования скорости в инерциальном базисе, и получен точный дискретный алгоритм, который может быть реализован при наличии инерциальной информации в указанном виде. Приведены результаты численного моделирования соответствующих традиционных и новых алгоритмов при наличии в показаниях инерциальных измерителей высокочастотных составляющих, обуславливающих возникновение систематических погрешностей.

**24.04.2000 (507-е заседание). О.С. Сироткин (Москва). Интегральные макротехнологии в машиностроении.**

**5.06.2000 (508-е заседание). Г.А. Тирский (Москва). Аэрометробаллистика дробящихся и взрывающихся метеороидов.**

Изложена постановка задачи о движении единого тела переменной массы (метеороида) в неизотермической атмосфере и получено ее решение в аналитическом виде. При этом скорость и масса метеороида получены как функции от впервые введенной независимой переменной – переменной взаимодействия, равной отношению замеченной поперечным сечением метеороида массе газа, умноженной на коэффициент сопротивления, к массе метеороида.

Найдены экстремальные значения перегрузки, скоростного напора, погонного (на единицу пути) изменения массы, площади миделя, кинетической энергии метеороида на траектории. Получено в конечном виде решение задачи о движении прогрессивно дробящегося от перегрузки тела с учетом зависимости предела прочности на разрушение от размеров фрагментов.

Изучены условия образования метеоритных дождей, когда на поверхность планеты выпадают от нескольких до десятков и сотен тысяч кусков (метеоритов) раздробленного аэродинамическими силами метеороида. Выведено условие взрыва метеороида с образованием частиц размером до  $0.1 - 0.2$  мм, не образующих кратеров при выпадении на поверхность планеты.

13.11.2000 (509-е заседание). **Л.Д. Акуленко, Л.И. Коровина, С.В. Нестеров** (Москва). Радиальные колебания полого вихря.

В полной нелинейной постановке исследуется задача о радиальных колебаниях полого вихря, обладающего постоянной циркуляцией. Построена математическая модель, проведено аналитическое и численное интегрирование уравнений движения, определены характеристики колебания в линейном приближении. С помощью математического моделирования установлено, что в общем случае колебания сильно несимметричны, но обладают явно выраженной изохронностью.

20.11. 2000 (510-е заседание). **В.В. Смолянинов** (Москва). Классификация типов плавания рыб.

Экспериментально зарегистрированы изгибные волны вдоль тела водных организмов при их плавании. При этом амплитуда колебаний корпуса рыбы растет от головы к хвосту, т.е. форма бегущей изгибной волны имеет "клинообразный" характер.

Зав. редакцией В.М. Кутырева

Технический редактор Т.В. Скворцова

Сдано в набор 05.11.2000      Подписано к печати 19.01.2001      Формат бумаги 70 × 100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Офсетная печать      Усл. печ. л. 16,9      Усл. кр.-отт. 5,7 тыс.      Уч.-изд. л. 20,1      Бум. л. 6,5  
Тираж 336 экз.      Зак. 4315

Свидетельство о регистрации № 0110261 от 08.02.93 г.  
в Министерстве печати и информации Российской Федерации  
Учредители: Российская академия наук, Отделение проблем машиностроения,  
механики и процессов управления,  
Общество с ограниченной ответственностью "Журналы по механике"

Адрес издателя: 117997, Москва, Профсоюзная ул., 90  
Адрес редакции: 117526 Москва, проспект Вернадского, д. 101. Тел. 434-35-38  
Отпечатано в ППП "Типография "Наука". 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер. 6