

УДК 531:530.145(075)

ББК 22.314я7

П509

Рецензент: С. С. Гаврюшин, д. т. н., профессор Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана.

Полищук Д. Ф.

Прикладная интеграционная механика: Курс лекций. — М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. — 280 с.

Прикладная интеграционная механика представляет новое направление в интеграции знания как единство математики, физики и прикладной философии для единого инженерного курса, включающего теоретическую механику, краткий курс сопротивления материалов, новый подход в механике машин, элементы механики сплошных сред, основанный на единой физике (колебания, прочность, устойчивость, удар).

Главное внимание в курсе лекций уделено методам творчества как в области статики, кинематики, динамики (теоретическая механика), так и в механике машин. Подробно анализируются парадоксы механики, показаны их истоки и методы их преодоления.

Впервые в курс лекций включены взаимосвязанные нелинейные задачи механики и их реализация в проектировании механизмов. Компактному изложению курса способствуют специальные операторы, позволяющие показать приёмы творчества для любых дисциплин и их эффективность к творчеству в механике. Данный курс можно применять как компактные курсы отдельно по теоретической механике, сопротивлению материалов, основам взаимосвязанных нелинейных задач механики. Курс лекций предназначен как для студентов младших курсов, так и старших курсов, изучающих спецкурсы механики. Бесспорно, что демонстрация применения методов творчества для сложных задач механики привлечёт внимание аспирантов, инженеров, специалистов в области механики сплошных сред.

ISBN 978-5-93972-912-3

ББК 22.314я7

© Д. Ф. Полищук, 2011

<http://shop.rcd.ru>

<http://ics.org.ru>

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 9 |
| ГЛАВА 1. Этапы поиска основной фундаментальной науки для инженера | 18 |
| 1.1. Истоки формирования классической механики | 18 |
| 1.2. Кризис классической механики в 20 веке на фоне взлета механики | 20 |
| 1.3. Инвариантность парадоксов науки | 22 |
| 1.4. Три основных раздела прикладной интеграционной механики | 22 |
| ГЛАВА 2. Приёмы творчества в прикладной интеграционной механике | 24 |
| 2.1. О преемственности типовых приёмов творчества в классической и интеграционной механике | 24 |
| 2.2. Типовые приёмы творчества | 25 |
| 2.3. Основные группы системных операторов | 29 |
| 2.4. Типовые приёмы творчества вместе с общими операторами информации | 35 |
| 2.5. Элементы прикладной философии | 36 |
| ГЛАВА 3. Общий оператор информации в классификации основных положений механики | 38 |
| 3.1. Классификация «физических тел» | 38 |
| 3.1.1. О взаимодействии теоретической механики, теории упругости, сопротивления материалов, прикладной теории удара в интеграционной механике | 38 |
| 3.1.2. Математическое моделирование, системные и линейризованные теории в классификации «физических тел» | 40 |
| 3.2. Классификация «движения» тел на основе общего оператора информации | 42 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 3.3. | Классификация векторов в курсе «Теоретической механики» на основе общего оператора информации | 43 |
| 3.4. | Классификация сил | 45 |
| 3.4.1. | Классификация сил по А. Ю. Ишлинскому | 45 |
| 3.4.2. | Классификация сил на основе общего оператора ин- формации в интегративной механике | 46 |
| ГЛАВА 4. Геометрическая статика — оператор информации нуле- | | |
| | вого действия | 48 |
| 4.1. | Оператор информации нулевого действия и аксиомы статики | 48 |
| 4.2. | Понятие о силе трения | 49 |
| 4.3. | Основной оператор механики для геометрической статики и основные положения статики | 51 |
| 4.3.1. | Система сходящихся сил. Теорема о трёх силах | 51 |
| 4.4. | Момент силы относительно точки и оси. Пара сил | 53 |
| 4.4.1. | Момент силы относительно точки | 53 |
| 4.4.2. | Сложение двух параллельных сил | 56 |
| 4.5. | Основная теорема статики | 57 |
| 4.6. | Действие несходящейся совокупности сил на абсолютно твёрдое тело | 58 |
| 4.6.1. | Равновесие абсолютно твёрдого тела под действием несходящейся совокупности сил | 58 |
| 4.6.2. | Инварианты системы сил | 58 |
| 4.7. | Определение центра тяжести плоских фигур | 60 |
| ГЛАВА 5. Парадоксы классической механики в прикладной инте- | | |
| | гративной механике | 63 |
| 5.1. | Математические парадоксы классической механики | 63 |
| 5.2. | Физические парадоксы классической механики | 65 |
| 5.3. | Прикладная философия и парадоксы классической механики | 66 |
| ГЛАВА 6. Методы творчества в кинематике | | |
| 6.1. | Основная цель кинематики | 68 |
| 6.2. | Принцип сжатия информации в способах задания движения точки | 69 |
| 6.3. | Дифференцирование вектора постоянного модуля | 70 |
| 6.4. | Методы творчества в исследовании плоского движения тел . | 71 |
| 6.5. | Сложное движение точки. Системный метод определения ускорения Кориолиса | 83 |

| | |
|--|------------|
| ГЛАВА 7. Применение приемов инверсии и аналогии в кинематике сложных движений твердого тела | 88 |
| 7.1. Сложные поступательные движения твердого тела | 88 |
| 7.2. Сложные вращательные движения твердого тела | 89 |
| 7.3. Приведение мгновенных вращательных движений твердого тела вокруг параллельных осей | 90 |
| 7.4. Пара вращений | 91 |
| 7.5. Приведение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела | 92 |
| 7.6. Основные теоремы о конечных перемещениях твердого тела | 94 |
| ГЛАВА 8. Основной компакт динамики Ньютона | 97 |
| 8.1. Системность законов Ньютона | 97 |
| 8.2. Информационный компакт векторной механики Ньютона | 100 |
| 8.3. Основной информационный компакт задач динамики Ньютона | 103 |
| 8.3.1. Содержание компакта | 103 |
| 8.3.2. Критерий применимости основных положений классической механики | 103 |
| 8.3.3. Методы составления уравнений движения | 104 |
| 8.3.4. Анализ исходных уравнений движения | 106 |
| 8.3.5. Типовые приемы творчества в решении уравнений движения | 109 |
| 8.4. Информационная механика – «решить задачу, не решая задачи» | 116 |
| 8.5. Резонанс (технический, математический, физический, системный) | 121 |
| 8.6. Демпфирование колебаний. Антирезонанс | 123 |
| 8.7. Системный метод составления уравнений движения механизмов | 128 |
| ГЛАВА 9. Энергетическая механика. Элементы аналитической механики | 133 |
| 9.1. Энергетическая механика | 133 |
| 9.1.1. Кинетическая и потенциальная энергия | 133 |
| 9.1.2. Потенциальное поле. Силовая функция | 135 |
| 9.1.3. Компакт динамики Лагранжа, закон сохранения полной энергии | 137 |
| 9.1.4. Элементы энергетической механики. Теорема Кёнига | 139 |
| 9.2. Элементы аналитической механики Лагранжа | 140 |
| 9.2.1. Связи материальной системы | 140 |

| | |
|--|------------|
| 9.2.2. Принцип возможных перемещений | 142 |
| 9.2.3. Принцип Даламбера для несвободной системы | 143 |
| 9.2.4. Общее уравнение динамики | 143 |
| 9.2.5. Аналитическая механика как «идеальная» теория | 144 |
| ГЛАВА 10. Компакт взаимосвязанности линейных и нелинейных колебаний | 150 |
| 10.1. Отличия линейных и нелинейных задач | 150 |
| 10.2. Классические типы нелинейных колебаний | 154 |
| 10.3. Параметрические колебания | 155 |
| 10.4. Линейные колебания деформируемых тел (элементарные понятия) | 158 |
| ГЛАВА 11. Элементы курса сопротивления материалов | 162 |
| 11.1. Информационная пирамида инженерной механики | 162 |
| 11.2. Информационная механика для курса «Сопротивление материалов» | 165 |
| 11.3. Опасные состояния материалов | 168 |
| 11.4. Особенности и цели расчёта стержней, балок, валов, труб | 170 |
| 11.5. Расчет статически неопределимых стержневых систем по допускаемым нагрузкам | 173 |
| 11.6. Сложное напряженное состояние. Главные напряжения | 176 |
| 11.7. Понятие о теориях прочности | 180 |
| 11.8. Элементарные расчеты на прочность валов, труб, заклепок | 183 |
| 11.9. Максимальные касательные напряжения в пружине с малым шагом | 186 |
| 11.10. Построение эпюр внутренних сил и моментов | 188 |
| 11.11. Потенциальная энергия балки. Формула Кастильяно | 189 |
| 11.12. Оператор информации нулевого действия и теорема о взаимности работ | 191 |
| 11.13. Контактные напряжения по теории Герца | 192 |
| ГЛАВА 12. Компакт устойчивости | 193 |
| 12.1. Классификация задач устойчивости | 193 |
| 12.2. Устойчивость Архимеда | 193 |
| 12.3. Методы творчества в устойчивости движения тел | 194 |
| 12.4. Устойчивость деформируемых тел. Предельная сила сжатия балки | 195 |

| | |
|--|------------|
| 12.5. Критическая скорость движения жидкости по прямолинейному трубопроводу | 197 |
| 12.6. Неклассические виды потери устойчивости | 199 |
| 12.7. Технологические виды потери устойчивости | 200 |
| 12.8. Эксплуатационные виды потери устойчивости | 200 |
| 12.9. Устойчивость сложных систем | 201 |
| ГЛАВА 13. Компакт ударных явлений в механике | 202 |
| 13.1. Упрощенный компакт ударных явлений | 202 |
| 13.1.1. Стереомеханическая теория удара | 203 |
| 13.1.2. Контактная теория Герца | 204 |
| 13.1.3. Линеаризованная контактная теория | 204 |
| 13.1.4. Энергетическая теория удара | 205 |
| 13.1.5. Волновая теория удара | 207 |
| 13.1.6. Синтезированные теории удара | 210 |
| 13.2. Классификация признаков ударного процесса | 212 |
| 13.3. Классификация основных теорий ударного нагружения | 215 |
| 13.4. Более расширенная информация о классических теориях удара | 218 |
| 13.5. Прикладные теории удара в комбинированных системах . . . | 234 |
| ГЛАВА 14. Взаимосвязанные нелинейные задачи механики и их реализация в проектировании механизмов | 236 |
| 14.1. Единая теория нелинейных пространственных колебаний винтового тонкого бруса | 236 |
| 14.2. Единая теория упругой потери устойчивости винтового тонкого бруса | 238 |
| 14.3. Нелинейная статика винтового тонкого бруса | 241 |
| 14.4. Критические скорости удара в пружинных механизмах с инерционным соударением витков | 242 |
| 14.4.1. Формирование модуля управления при синтезе колебаний, устойчивости и статики для пружинных механизмов с инерционным соударением витков | 242 |
| 14.4.2. Формирование гипотезы межвиткового давления | 245 |
| 14.4.3. Критические скорости удара в пружинных механизмах с инерционным соударением витков на основе гипотезы межвиткового давления | 247 |
| 14.5. Организация прикладной философии объекта | 250 |
| 14.6. Экспериментальное поле для анализа физических эффектов с позиции интеграционной физики объекта | 255 |

| | |
|--|------------|
| 14.7. Применение аналитико-конструкторского алгоритма к теории удара пружинных механизмов с инерционным соударением витков | 256 |
| 14.8. Синтезированная теория удара с инерционным соударением витков в пружинных механизмах | 266 |
| Заключение | 275 |
| Литература | 277 |