

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Классическая механика как единая методология изучения равновесия и движения тел природы и технических устройств, как целостная система, построенная на отождествлении математических¹ и физических² понятий и принципов, формировалась на протяжении многих столетий. Формирование ее понятийного аппарата, ее важнейших законов — это плод коллективного разума многих ученых, представлявших разные исторические эпохи, разные народы, разные географические регионы.

Важнейший вклад в этот процесс внесли ученые XVII – начала XVIII вв. Именно в этот период были сформированы ставшие общепринятыми основные понятия, законы и принципы механики. Окончательно утвердилась идея математизации понятий и принципов механики: постоянные, не меняющиеся величины ассоциировались с числом, меняющиеся — с переменной, функцией. Свойства физических понятий, физические законы получили математическую интерпретацию.

Главными стимулами построения теории стали новые задачи о движении тел. Математическое описание Кеплером движения планет, осознание Галилеем физических причин падения земных тел и получение соответствующих математических законов. Задачи о передаче движения посредством удара, ставшие одним из важнейших звеньев декартовой системы натуральной философии и получившие математические решения у Уоллиса, Рена, Гюйгенса, Мариотта. Сугубо техническая задача о колебаниях маятника, решенная Гюйгенсом геометрическим методом, привела к понятиям центробежной силы и центра колебаний. Задачи удара тел породили понятия, связанные с деформацией тел (упругость, абсолютная твердость, ...), укрепили представления о взаимодействии тел как о причине их движения. После введения Декартом понятия количества движения эта причинно-следственная

¹Число, множество, точка, линия, поверхность, функция, производная, интеграл, ...

²Тело, точка, движение, скорость, взаимодействие, масса, сила, траектория, энергия, ускорение, ...

связь между ударяющим и ударяемым телами, между действием (силой, импульсом) и производимым им эффектом (изменением количества движения) получила ясное выражение в виде математического равенства ($F = m\nu$), ставшего одним из главных принципов теории движения тел. *Закон равенства действия и противодействия* был своеобразным аналогом *закона сохранения количества движения*.

Повышенный интерес к причинам и свойствам движения планет стал источником целого цикла задач небесной механики. Сложившееся в середине века понимание силы как меры взаимодействия тел, как первопричины движения и установление ее причинно-следственной связи с осуществляемым движением, позволило Ньютону сформировать в 1687 г. первую целостную теорию движения тел под действием сил. Одним из важнейших открытий Ньютона было осознание дуализма задач механики: *определение движений по заданным силам и определение сил по заданным движениям*. Вторая из этих задач позволяла как бы материализовать понятие силы, найти ее математическое выражение и численную величину. Первым подобную задачу решил Гюйгенс, найдя выражение для центробежной силы. Затем это сделал Ньютон, открыв формулу для силы взаимного притяжения планет. После работ Лейбница и Вариньона задача математического определения, вычисления сил стала одной из основных задач механики. Сила получила статус не только физической (определяемой экспериментально), но и математической величины.

В конце XVII – начале XVIII в. решение любой задачи основывалось на признании некоторых механических принципов или законов. Эти принципы, установленные давным-давно или открытые совсем недавно, либо выражали результаты определенных физических экспериментов (то есть были обобщением конкретных результатов опытов), либо носили метафизический характер (то есть были конкретизацией неких общих философских законов). Решение задачи, как правило, сводилось к решению некоторого (алгебраического или дифференциального) уравнения, являющегося математическим выражением принятого принципа или закона.

Принцип — Метод решения — Результат. Эта технология отрабатывалась далее на новых задачах движения тел в среде, удара тел, движения тел Солнечной системы, движения парусного корабля, колебаний тел, равновесия тел. В качестве принципов принимались правило сложения движений (сил), законы инерции и падения тел в пус-

тоте, принцип относительности движения, закон наинизшего расположения центра тяжести, закон сохранения количества движения, закон сохранения живых сил, законы равенства действия и противодействия, изменения количества движения и силы, принципы скорейшего пути и наименьшего действия, принцип «уравновешивания» (Я. Бернулли – Германн – Эйлер – Даламбер) либо какие-то их интерпретации. Некоторые принципы, носившие эмпирический характер, допускали их физическую проверку. Верификация других осуществлялась на основе экспериментального подтверждения (наблюдения) результатов указанной технологии. Эта технология оказалась мощным стимулом формирования нового теоретического аппарата математики (математического анализа, вариационного исчисления, теории дифференциальных уравнений, аналитической и дифференциальной геометрии), подтверждением не только его логического совершенства, но и возможности экспериментальной проверки его эффективности.

Формирование науки — это последовательное (порой одновременно несколькими учеными) развитие (уточнение, обобщение) идей, понятий, методов, принципов, завершающееся построением логически обоснованной, получившей экспериментальное подтверждение теории. Это процесс не только поступательного, но и порой скачкообразного развития, связанного с пересмотром устаревших доктрин, отказом от утративших актуальность понятий. И если введение новых задач, понятий и принципов, их совершенствование всегда персонифицировано, то их общественное признание в качестве общепринятых научных результатов всегда предполагает соучастие научного сообщества: одобрение, выражение замечаний, предложений по развитию идей, отрицание результатов. Это своеобразный экзамен классиков перед научной общественностью. Гюйгенс, Рен, Уоллис, Марци, Роберваль, Мариотт своими работами популяризовали достижения Галилея и Декарта. Их идеи подвергались критической оценке со стороны Лейбница и Ньютона. Гюйгенс и Лейбниц отвергали идею Галилея – Ньютона о взаимодействии тел на расстоянии, Лейбниц — декартов закон сохранения количества движения, Гюйгенс — лейбницеву теорию движения тел в среде, ньютонианцы — понятие живой силы и соответствующий закон сохранения. И. Бернулли, напротив, был активным сторонником этого понятия и соответствующего закона. Большинство европейских ученых восприняли «Начала» Ньютона только как теорию движения небесных тел. Поэтому многие французские механики конца XVII – начала XVIII в.

продолжали работы Галилея, Декарта, Роберваля, Мариотта, Гюйгенса, Лейбница, братьев Бернулли в их традиционной постановке.

Блестящим развитием механики Ньютона стала «Механика» Эйлера, начавшая новый — аналитический этап истории механики. Популяризация Мопертюи, Вольтером, Клеро и другими французскими учеными ньютоновских идей на континенте привела к их критической переоценке и попыткам построения общей теории движения и равновесия тел на базе новых понятий и принципов. Динамика и статика системы тел (Даламбер), абсолютно твердого тела (Эйлер), совершенствование аппарата математического анализа и связанных с ним разделов математики, решение новых задач небесной механики, теории корабля, баллистики, теории машин и механизмов стали основой для создания Лагранжем «Аналитической механики», для дальнейшего развития теоретической механики в работах Боссю, Монжа, Л. Карно, Лапласа, Пуансо, Пуассона, Кориолиса, Гамильтона, Якоби, Гаусса, Остроградского и их последователей.

Таковы основные результаты развития классической механики до середины XVIII в. Результаты, составившие предысторию аналитического периода ее развития.