

ционально корню квадратному из его длины. Снаряд движется по параболической траектории. Сила удара складывается из скорости и веса тела, и эффект ее действия многократно превосходит давление «мертвого груза».

Динамические концепции Галилея значительно отличались от традиционных и поэтому привлекли внимание научных кругов. А их широкому распространению способствовал судебный процесс 1633 г., привлечший внимание к имени Галилея, переводы его трудов на французский язык и их популяризация Мерсенном и Гассенди, издание «Бесед» в Голландии. Следующим революционным шагом в формировании не только новой механики, но и нового мировоззрения стало творчество французского философа, математика, механика, физиолога — Рене Декарта.

## 2.4. Механические концепции натуральной философии Р. Декарта

Декарт не был чьим-либо сторонником, скорее он был оппонентом своих предшественников и современников. Оригинальность его мысли, ее математическая стройность и ясность, философская общность и глубина оказали значительное влияние на форму и содержание научных концепций не только XVII, но и последующих веков. Значительную роль в этом сыграла высокая престижность занятий наукой во всех европейских странах, но особенно ярко это проявилось во Франции, где «этот процесс приобрел национальный характер, и ему не в силах были противостоять даже те, кому принадлежала власть в стране» [44, с. 212]. Инициаторами и участниками многочисленных научных сообществ<sup>1</sup>, как правило, были просвещенные священники, государственные чиновники, профессора колледжей и университетов, ученые-любители.

Существенное влияние на формирование научных интересов Декарта оказали Мерсенн и Бекман<sup>2</sup>. Декарт писал, что физические идеи

<sup>1</sup>Кружки в Лиможе, Каоре, Дижоне, Провансе (кружок Пейреска — одного из наиболее известных просветителей Европы, в доме которого нашел убежище Кампанелла), Париже (кружки де Ту и братьев дю Пюи, монаха Мерсенна и герцога де Монмора).

<sup>2</sup>Исаак Бекман (Веескман) — голландский математик и механик, независимо от Галилея открывший законы скоростей падающих тел и проходимых ими расстояний, предвосхитивший некоторые принципы философии Декарта.

«позволяют достичь знаний, очень полезных в жизни, и вместо умозрительной философии, преподаваемой в школах, можно создать практическую, при помощи которой, зная силу и действие огня, воды, воздуха, звезд, небес и всех прочих окружающих нас тел, так же отчетливо, как мы знаем различные ремесла наших мастеров, мы могли бы, наравне с последними, использовать и эти силы во всех свойственных им применениях и стать, таким образом, как бы господами и владельцами природы» [32, с. 54].

Для всего творчества Декарта характерно стремление проникнуть в суть вещей, узнать некий фундаментальный принцип<sup>1</sup>, из которого бы все остальное получалось как необходимое следствие. И его методологический принцип — сомневаться в уже известном и искать самоочевидные фундаментальные истины — оказался эффективным средством для достижения целей, одна из которых — построение новой механики, основанной на понятии количества движения. Картезианская философская система быстро завоевала популярность в научных кругах, но век ее оказался коротким. Провозглашая новую концепцию «практической» философии, сам Декарт во многом оставался поборником «умозрительной» науки. Это подтверждается как содержанием его научного творчества, посвященного формулировке принципов устройства мира, движения и взаимодействия тел, так и его оценкой творчества Галилея, о котором он говорил, что тот, «не касаясь первопричин в природе, искал причины лишь некоторых ограниченных явлений и, таким образом, строил здание без фундамента» [184, с. 391]. Однако ньютоновская философия естествознания, развивающая взгляды Галилея, получила более широкое распространение как наиболее стройная, обоснованная и эффективная в практических приложениях. Потому что механика Ньютона строилась уже с учетом достоинств и недостатков картезианских механистических воззрений.

Динамические воззрения излагаются Декартом в трех его главных сочинениях — «Мир», «Рассуждения о методе», «Начала философии» — и состоят в следующем: Вселенная заполнена непроницаемой материей (пустоты нет); материя и пространство тождественны; Бог неизменен, поэтому количество движения материи постоянно. По Декарту, в мире существуют законы сохранения, относящиеся к миру в целом, взаимодействия же составных частей мира должны подчиняться

---

<sup>1</sup>Подобное было характерно и для Кеплера, которому не удалось реализовать эту идею в той мере, как это сделал Декарт.

законам (правилам) природы, которые нельзя приписывать непосредственно действию Бога. Эти правила таковы.

«Первое правило состоит в том, что каждая часть материи по отдельности всегда продолжает оставаться в одном и том же состоянии до тех пор, пока встреча с другими частями не вызовет изменений этого состояния» [31, с. 167]. Таким образом, автор формулирует закон инерции и использует понятие «состояние», обобщающее прежние понятия «покой» и «движение». В «Началах философии» Декарт дополняет этот закон вторым: «Всякое движущееся тело стремится продолжать свое движение по прямой»<sup>1</sup> [31, с. 487]. Оба правила-закона являются следствием неизменности количества движения материи, под которым Декарт понимал произведение количества материи на скорость. Кроме этого, он считал, что не существует абсолютной системы отсчета, а следовательно, и абсолютного движения или покоя, эти понятия относительны.

У Декарта нет современного понятия *массы тела*, скорость определяется только величиной, поэтому его понятие *количества движения* отлично от современного, а теория удара оказалась ошибочной, как и объяснение причин притяжения тел. Но несомненно, что открытие двух фундаментальных законов (инерции и сохранения количества движения) оказало важнейшее влияние на все последующее развитие механики.

Статическая концепция Декарта ясно свидетельствует о преемственности идей Стевина, в частности, его принципа возможных перемещений (скоростей, работ). В работе «Объяснение приспособлений, с помощью которых можно малой силой поднимать большие тяжести», приложенной к письму К. Гюйгенсу (5.10.1637), Декарт пишет: «Объяснение всех этих приспособлений основано на одном принципе, состоящем в том, что одной и той же силой можно поднять, например, груз в 100 фунтов на высоту 2 фута или груз в 200 фунтов на высоту в 1 фут...» [187, с. 135]. Из дальнейших рассуждений автора видно, что под силой он понимает, в зависимости от задачи, либо момент, либо работу<sup>2</sup> силы в их нынешнем понимании.

Любопытно отметить, что формирование научных интересов, идеологии механических воззрений как Галилея, так и Декарта про-

<sup>1</sup>Галилей считал, что инерционное движение может быть круговым.

<sup>2</sup>Термин «работа» впервые использовался в механике последователем Стевина Саламоном де Ко. Бекман называл это словом «сгacht», являющимся фламандским эквивалентом немецкого слова «krafft», т.е. *сила*.

исходило под влиянием творчества Стевина. Но результаты этого влияния оказались существенно различными. Влияние на Декарта творчества Стевина было опосредованным, через взгляды и интересы Бекмана — талантливого и разностороннего ученого, с которым Декарт познакомился в Голландии (г. Бреда) в возрасте 22 лет во время учебы (1618–1619) в военной школе для иностранцев. Бекман не публиковал научных сочинений, и только его переписка с Декартом, Мерсенном и обнаруженный в 1905 Корнелием де Ваардом «Журнал»<sup>1</sup> позволяют судить о его естественно-научных взглядах: идеи отсутствия пустоты, всемирного эфира, сохранения движения материи, коперниканский взгляд на устройство Солнечной системы с кеплеровским объяснением движения планет, теория падения тел в воздухе, корпускулярная теория света, теория абсолютно неупругого удара тел<sup>2</sup>, парадоксы гидростатики и их объяснение механикой Стевина. Во время непродолжительной дружбы с Декартом, 30-летний Бекман делился с ним своими взглядами, они оба мечтали «о совместном, по воле Бога, проникновении в самый центр научного пространства» [187, с. 122]. Но этим мечтам не суждено было сбыться. Позднее все свои научные открытия Декарт считал только личной заслугой. В 1637 г. в возрасте 48 лет Бекман умер от туберкулеза легких. В том же году Декарт издал свой главный математический труд «Геометрия»<sup>3</sup>. Его научные заслуги получили всеобщее признание.

Знакомство с эпистолярным наследием Декарта убеждает, что принцип сомнений он применял не только в научной работе, но и в оценке творчества своих оппонентов, тщательно защищая личные взгляды и авторитет. Это ярко подтверждается его заочной<sup>4</sup> полемикой с Галилеем, Робервалем, Боном по поводу большинства актуальных в тот период вопросов механики: принципы равновесия тел, свойства инерции, притяжения и удара тел.

В «Трактате о механике...» (1636), посвященном статике и развивающем идеи Стевина, Архимеда, Гвидо Убальдо, Люка Вале-

---

<sup>1</sup> «Журнал» [128] — своеобразный дневник, раскрывающий основные черты философии Бекмана. Рукопись обнаружена в библиотеке Миддельбурга, где родился Бекман.

<sup>2</sup> Абсолютно правильная в отличие от декартовой теории удара упругих тел.

<sup>3</sup> Полное название трактата — «Рассуждения о методе» [32].

<sup>4</sup> Через переписку с Мерсенном, Кавендишем, К. Гюйгенсом, Мореном.

ра, Роберваль обращает внимание на направленность действия силы. В частности, указывает, что «линия действия свободного тяжелого тела проходит через центр его тяжести и... центр Земли» [187, с. 156]. Ассоциация взаимодействия тел с направленными отрезками позволяет ему заменять сложную систему взаимодействий тел более простой. Для этого он пользуется *аксиомой о переносе силы вдоль линии ее действия* («В какую бы точку линии действия ни была приложена сила, она тянет и толкает одинаково» [187, с. 156]) и *законом сложения сил* («правило параллелограмма»), вошедшими в современную статику. Закон сложения сил Роберваль совмещает с принципом виртуальных работ. Декарт возражает Робервалю: «...он говорит о времени или о скорости там, где я говорю о пространстве, что является очень большой ошибкой, которую я объяснял ранее»<sup>1</sup> [187, с. 157].

В своей полемике Декарт а) признает относительность покоя и движения и существование у тел инерционных свойств (более того, в письме Морену он указывает и меру инертности: «... можно сказать по этому поводу, что чем больше материи вмещает тело, тем больше у него натуральной инерции» [187, с. 158]); б) пытается понять физическую сущность удара тел и различает ударные силы и силы давления; в) отвергает идею о наличии у всех тел свойства взаимного притяжения, взаимодействия, высказанную Робервалем в работе 1644 г. и в письме Ферма (1636) как развитие философии Аристарха Самосского; г) вводит понятие *центра качаний* (d'agitation) для тел, совершающих чисто вращательное движение вокруг неподвижной оси.

Отвечая на возражения Декарта, Роберваль подвергает критике метод определения этой точки, предложенный Декартом, и предлагает свой метод определения аналогичной точки, названной им *центром удара* (percussion). К сожалению, взаимные упреки не способствовали решению проблемы и оставили ее открытой. И только решение Гюйгенсом, а позднее Я. и И. Бернулли, Лопиталем, Германном задачи о центре колебаний стало импульсом для создания теории механических колебаний и привело к пополнению арсенала механики новыми понятиями<sup>2</sup> (в том числе, осевого момента инерции тела) и принципом построения динамических уравнений движения, ставшим прообразом принципа Даламбера.

<sup>1</sup>Цитата Декарта, в которой он ссылается на свою работу «*Ecrit de Statique*».

<sup>2</sup>Более подробно в п. 2.8.