



Возникновение механики: марксистский взгляд¹

ГИДЕОН ФРОЙДЕНТАЛЬ (Израиль)



В статье развивается тезис Б. Гессена и Х. Гроссмана, согласно которому теоретическая механика Нового времени формировалась в русле исследования технологии той эпохи. Автор полагает, что замена аристотелевского понятия движения новоевропейской концепцией произошла в результате изучения передаточных механизмов, а принадлежащее Бенедетти знаменитое опровержение концепции движения Аристотеля стало возможным благодаря изобретению pedalного привода.

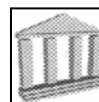
Ключевые слова: Гессен Б.М., механика, движение, философия науки, история науки.

ВВЕДЕНИЕ

Работа Бориса Гессена «Социально-экономические корни механики Ньютона» (написана в 1931 году)² считается классическим образцом вульгарного марксизма. Однако, на мой взгляд, она представляет собой плодотворный и оригинальный вклад в историографию

¹ Название оригинала: Gideon Freudenthal (Tel-Aviv University). «The Emergency of Mechanics: A Marxist View». Перевод выполнен О.Е. Столяровой в рамках работы над проектом «Введение в Исследования науки и технологии (STS): философский аспект» по индивидуальному исследовательскому гранту 08-01-0054 Научного фонда ГУ–ВШЭ.

² Б. Гессен. Социально-экономические корни механики Ньютона. М.–Л., 1933 (Серия «Доклады советских делегатов на II Международном конгрессе по истории науки и техники»).



Научной революции. В ней содержатся три важных положения о социологическом, когнитивном и философском аспектах возникновения ньютоновской механики в частности и новоевропейской науки в целом. Критики Гессена не поняли ни одного из этих положений. Почти одновременно с Гессеном Хенрик Гроссман самостоятельно развил одно из них. Согласно тезису Гессена–Гроссмана, технология эпохи и открывала, и ограничивала горизонт когнитивных возможностей науки: именно технология, а не «природа» как таковая, предлагала объекты для изучения, и, более того, специальное техническое знание служило источником большинства объяснительных моделей. Я поясню этот многогранный тезис и демонстрирую его новаторскую применимость на конкретном примере – эпохальной замене аристотелевской концепции движения общей, абстрактной и количественной концепцией движения в новоевропейской механике.

ГЕССЕН

Работе Бориса Гессена была уготована яркая, но несчастливая судьба: она является одной из самых известных и вместе с тем самых порицаемых работ в историографии науки. Сразу же после появления статья вызвала диаметрально противоположные реакции, но в последние десятилетия позитивные оценки или даже просто серьезная и корректная критика встречались крайне редко. К сожалению, ученые предпочитали огульное осуждение³.

Один известный историк науки заявил, что статья Гессена «представляет чисто антикварный интерес»⁴, другой сетовал, что «анализ Гессена ограничен жесткими доктринальными рамками заскорузлого марксистского диалектического материализма»⁵, а третий заклеил

³ Похвальное исключение – S. Shapin Hessen Thesis. Dictionary of the History of Science. Ed. by W.F. Bynum et al. London–Basingstoke, 1981. P. 185–186. Однако это лишь краткая статья в словаре, а не исследование.

⁴ A. Hall. Merton Revisited. Or Science and Society in the Seventeenth Century // History of Science. 2. 1963. P. 2. Статья Холла отвергает любое социальное объяснение науки: таковое, полагает автор, делает «из ученых марионеток» (p. 15), а Ньютона превращает в «искусного плотника, картографа или компасных дел мастера» (p. 8). См. также A. Hall. Review of «Science at the Cross Roads» // British Journal for the Philosophy of Science. Issue 26. 1971. P. 265–267. Ранее Холл выступил с единственной заслуживающей внимания критикой Гессена. Я с ней не согласен, но всё же это серьезная научная работа, а не голословное осуждение (A. Hall. Ballistics in the Seventeenth Century. A Study on the Relations of Science and War with Reference Principally to England. Cambridge, 1952).

⁵ I.B. Cohen. Introduction to: Puritanism and the Rise of Modern Science. The Merton Thesis. Ed by I.B. Cohen. New Brunswick–London, 1990. P. 55–56.



статью как «образец узколобого фанатичного догматизма в его сталинистской крайности»⁶. Подобных оценок предостаточно. К сожалению, все эти уничижительные характеристики не содержат критики Гессена, а просто подменяют ее и не подкрепляются никакими историческими или философскими аргументами.

Сколько-нибудь серьезные недавние работы о Гессене на английском языке посвящены не столько его концепции, сколько личным обстоятельствам⁷. К сожалению, складывается впечатление, что даже историки, высказавшие суждение о статье, не дали себе труда внимательно прочитать ее. Если критические аргументы вообще встречаются, они сводятся к одному: Гессен якобы утверждал, что учеными движут материальные, а не идеальные интересы. В настоящее время это утверждение считается, по-видимому, непреложным фактом. Но поскольку Гессен не обсуждал проблему мотивации, подобного рода довод отражает скорее убеждения критиков в том, какой должна быть настоящая марксистская позиция, чем подлинные слова Гессена (или, допустим, Маркса и Энгельса). Эту тему я еще вкратце затрону ниже.

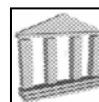
МЕРТОН

На первый взгляд, книга Мертон⁸ встретила совершенно противоположный прием, чем статья Гессена. Многие десятилетия Мертон пользовался репутацией выдающегося социолога международного

⁶ H. Cohen. *The Scientific Revolution*. Chicago, 1994. P. 32.

⁷ Л. Грэм (L.R. Graham *The Socio-Political Roots of Boris Hessen: Soviet Marxism and the History of Science // Social Studies of Science*. Vol. 15. 1985. P. 705–722) попытался объяснить, почему уважаемый ученый, защищавший теорию относительности Эйнштейна от марксистской критики в СССР, написал такую статью. Как он полагает, Гессен «решил препарировать Ньютона “на марксистский лад”», чтобы доказать свою политическую благонадежность, которая была скомпрометирована его позиций в дискуссии по Эйнштейну. Беда в том, что подобная постановка вопроса не только подразумевает, но и пропагандирует предвзятость, согласно которому статья Гессена никуда не годится. Горелик (G. Gorelik. *Meine antisowjetische Tätigkeit: Russische Physiker unter Stalin*. Braunschweig–Wiesbaden, 1995) приводит много новых материалов, относящихся к аресту Гессена, судебному процессу и казни, но сама статья остается вне его внимания. Статья Гессена была опубликована в испанском переводе и основательно обсуждена в: Pablo Huerga Melcon. *La Ciencia De La Encrucijada: Analisis Critico De La Celebre Ponencia De Boris Mijailovic Hessen, Las Raíces Socioeconómicas De La Mecánica De Newton, Desde Las Coordenadas Del Materialismo Filosófico*. Oviedo, 1999.

⁸ R. Merton. *Science, Technology and Society in 17th Century England*. New York, 1938, 1970.



уровня. Со временем его ранняя работа была признана классикой дисциплины, и пятидесятилетие ее появления торжественно отметили. Тем не менее, в определенном отношении она разделила судьбу статьи Гессена. В книге развивались два ключевых тезиса – о пуританском и техно-экономическом контекстах новоевропейской науки. Второй тезис, во многом напоминавший тезис Гессена (если не прямо заимствованный у него), в последующие десятилетия был совершенно «забыт» – причем настолько основательно, что когда книгу в 1970 году переиздали, автор счел необходимым напомнить ученому сообществу: влияние пуританства на науку – лишь одно из двух главных положений книги, а второе указывает на связь между наукой, экономикой и технологией в Англии XVII века⁹. Мертон назвал «загадочным» то обстоятельство, что хотя в 1938 году он изложил свои взгляды достаточно ясно и понятно для читателя, отклики на книгу в течение трех с лишним десятилетий обходили второй тезис почти полным молчанием. Свой вывод он подкрепил данными: 90% откликов обращали внимание лишь на взаимосвязь между пуританством и институционализацией науки, игнорируя второй тезис – о влиянии экономики и военного дела на диапазон научной работы (при том, что второму тезису в книге отведено значительно больше места, чем первому)¹⁰.

ГРОССМАН

Третьим ученым, который выдвинул тезис о техно-экономическом контексте науки, был Хенрик Гроссман. Обширная и тоже забытая статья 1935 года появилась в «*Zeitschrift für Sozialforschung*» – журнале Франфуртской школы, – но лишь тогда, когда сотрудники Института социальных исследований и журнал эмигрировали во Францию¹¹. Немецкоязычной статье, как и многим другим превосходным работам тридцатых годов, было уготовано забвение¹². Кроме того, формально

⁹ См. R. Merton. Op. cit. P. VII–XXIX, а также H. Zuckermann. The Other Merton Thesis // *Science in Context*. 3 (1). 1989. P. 239–267.

¹⁰ R. Merton. Op. cit. P. XI–XII. Стивен Шейпин в своей поучительной статье также отметил: «Пример некоторых историков науки, пытавшихся опровергнуть то, что они считали тезисом Мертона, свидетельствует: его книгу 1938 года и близкие по тематике тексты, видимо, вообще мало кто читал внимательно» (S. Shapin. Understanding the Merton Thesis // *Isis*. 79 (4). 1988. P. 594).

¹¹ H. Grossman. Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur // *Zeitschrift für Sozialforschung*. 4 (2). 1935. SS. 161–231.

¹² Достаточно привести один показательный пример: даже Роберт К. Мертон, высоко ценивший статью Гессена и хорошо знакомый с немец-



статья представляла собой критическую рецензию на книгу Ф. Боркенау¹³, и если ее вообще заметили, то восприняли как опровержение книги Боркенау, а не как самостоятельное исследование¹⁴. Историки науки точно так же обошли молчанием публикацию английского перевода статьи в 1987 году¹⁵.

Иными словами, хотя работы Гессена, Гроссмана и Мертона пользуются очень разной известностью, в их судьбе есть нечто общее: все они в той или иной мере были проигнорированы – в первую очередь, по причине марксистской тональности, – а потому не оказали почти никакого влияния на исследование научной революции. Гессену выпала «честь» стать главной мишенью для антикоммунистических настроений историков науки. Это, конечно, не означает, что социальный и технологический контексты науки не привлекали внимания на Западе¹⁶, но специфический марксистский подход Гессена и Гроссмана, а также возможность включить подобные исследования в общую теорию капиталистической эпохи были, несомненно, утрачены.

ТАК НАЗЫВАЕМЫЙ «ТЕЗИС ГЕССЕНА» И ЕГО КРИТИКА

Формула «наука вырастает из производства»¹⁷ сама по себе еще не является тезисом о связи науки и производства. Ее нужно интерпретировать. В самом общем и огрубленном виде интерпретация, разделяемая всеми критиками Гессена, такова: наука обещала улучшение технологии, которое, далее, сулило экономический выигрыш,

кой научной литературой, не знал о существовании работы Гроссмана ни в 1938 году, ни в 1970 году, когда переиздавал свою книгу. Это тем более удивительно, что статья Гроссмана формально считалась отзывом на книгу Боркенау, на которую Мертон несколько раз ссылаясь в своей работе 1938 года (см. R. Merton. Op. cit. P. 155 n., 156 n., 191 n., 228).

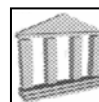
¹³ Fr. Borkenau. Der Übergang vom feudalen zum bürgerlichen Weltbild. Paris, 1934.

¹⁴ А. Койре, знавший Гроссмана лично, заявил, что предпринятая Гроссманом критика Боркенау «гораздо основательнее, чем собственные рассуждения Гроссмана», но лишь потому, что хотел дезавуировать все попытки (включая Ольшки) интерпретировать научную революцию XVII века сквозь призму технической практики. См. A. Koyré. Galilean Studies. № 8. Hassoks, 1978. P. 39.

¹⁵ The Social Foundations of Mechanistic Philosophy and Manufacture // Science in Context I. 1. 1987. P. 129–189 (с введением Г. Фройденталья. P. 105–108).

¹⁶ Из недавних публикаций см., например, Perspectives on Science. Vol. 13. № 2. 2005.

¹⁷ Б. Гессен. Там же. С. 70.



а учеными двигало желание получить прибыль. Иными словами, «они работали ради денег». Критики «опровергали» этот вывод – которого Гессен отнюдь не делал, – заявляя (но не приводя доказательств), что мотивацией ученых была прежде всего любовь к истине, сопровождаемая, во вторую очередь, желанием раскрыть чудеса Господни в Его творении. Кратко говоря, ученые руководствовались «идеалистическими», а не «материалистическими» интересами. Упомянутые историки науки не скрывали возмущения принижением (мнимым) своих героев, действовавших якобы под влиянием «низких» мотивов.

Подобная интерпретация явно смешивает социальные интересы и индивидуальную мотивацию. Можно со всеми основаниями утверждать, что экономические интересы определяют социальный статус науки, которая тем самым привлекает значительно больше или меньше представителей того или иного социального слоя, чем другие области – как это показал Мертон¹⁸, – но это мало что говорит о личных мотивах отдельных ученых. Более того, есть веские основания усомниться, имеет ли вообще личная мотивация ученых какое-либо значение для социологии научного знания (в противоположность социологии науки). Можно сказать, что стимулы для занятия наукой, конечно же, необходимы, но при этом совершенно неважно, каков их источник. Доводы приблизительно таковы. При наличном статусе науки с ее материальными и символическими средствами, инструментами и теориями, открытыми проблемами и методами все мотивированные ученые будут заниматься одной и той же научной деятельностью вне зависимости от личных побуждений: будут искать решения открытых проблем, ключевые пункты, новаторские идеи и т.д., что бы их ни увлекало – поиск истины, желание получить Нобелевскую премию или хорошо заработать. На этом мы расстанемся с мнимым тезисом Гессена и его критиками. Я не намерен развивать эту тему, поскольку речь идет не о тезисе Гессена, а об измышлении его критиков. Давайте перейдем к подлинным мыслям Гессена.

ТЕЗИСЫ ГЕССЕНА И ТЕЗИС ГЕССЕНА–ГРОССМАНА

В своей статье Гессен формулирует три четких тезиса, непосредственно относящихся к техно-экономическому контексту ранней новоевропейской науки.

1. Ранняя новоевропейская наука развивалась благодаря экономическому интересу в технологии, прогрессу которой, как считалось

¹⁸ R. Merton. Op. cit. Ch. II–III.



(в краткосрочной перспективе – ошибочно), наука должна была способствовать.

2. Механика развивалась в процессе изучения технологии того времени, которая тем самым определяла горизонт научного исследования.

3. Политико-идеологические позиции влияли на концептуализацию природных явлений.

В дальнейшем я буду обсуждать только второй тезис.

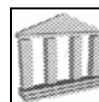
Отправной пункт Гессена – длинный список взаимосвязанных проблем технологии и науки в XVII столетии. Гессен показывает, что задачи, которые решала технология той эпохи, совпадают с вопросами, изучавшимися современной ей механикой. Корректность списка совпадений никогда не ставилась под сомнение. Во-вторых, Гессен утверждает: термодинамика не возникла в XVII столетии потому, что технология еще не была способна преобразовывать энергию из одной формы в другую посредством контролируемых процессов, но как только соответствующая технология получила промышленное применение, термодинамика появилась:

«Как только на сцену выступает тепловая форма движения, причем она появляется на сцене именно как неразрывно связанная с проблемой ее перехода в механическое движение, на первый план выступает проблема энергии. Самая постановка проблемы паровой машины (“посредством огня поднимать воду”) ясно указывает на связь с проблемой превращения одного вида движения в другой. Недаром и классическая работа Карно носит название “О движущей силе огня”»¹⁹.

Кратко говоря, научная, теоретическая механика развивалась в процессе изучения технологии, то есть практической механики. Но какова же подлинная природа отношений между механикой и технологией в рассматриваемый период? Гессен предлагает нам лишь список совпадений и приведенный выше общий тезис, но не развивает эту тему. За деталями мы должны обратиться к Гроссману²⁰. Преемственность между Гессеном и Гроссманом заключается не столько в непосредственном влиянии первого на второго, сколько в том, что Гроссман интерпретировал работу Гессена примерно таким

¹⁹ Б. Гессен. Там же. С. 61.

²⁰ В нижеследующем изложении я использую как статью Гроссмана 1935 года, так и только что опубликованную рукопись 1943 года: Н. Grossman. Universal Science versus Science of an Elite. Descartes' New Ideal of Science // G. Freudenthal, P. McLaughlin (eds.). The Social and Economic Roots of the Scientific Revolution. Boston, 2009 (Boston Studies in the Philosophy of Science. Vol. 278).



же образом, как и я, и нашел ее созвучной своему собственному подходу²¹.

Гроссман исследовал возникновение новоевропейской науки в контексте развития капитализма. Основываясь на своем изучении рабства, он пришел к выводу, что технология занимала маргинальное положение, пока производство могло осуществляться за счет одного социального «вечного двигателя», то есть рабов²². С подъемом городов ситуация изменилась: городской рабочей силе нужно было платить, а потому начался поиск искусственного «вечного двигателя». Хотя опыт показал, что создать «вечный» (в точном смысле слова) двигатель невозможно²³, машины вполне способны заменить человеческий труд²⁴. Концепция Гроссмана подразумевает также критику исторических объяснений, основанных на «потребностях»; на эту тему весьма убедительно высказывается и Мертон²⁵. Недостаток рабочей силы применительно к античной эпохе трактовался как «потребность» в большем количестве рабов; для Европы раннего Нового времени недостаток рабочей силы означал «потребность» в более многочисленных и совершенных механизмах. Эта последняя «потребность», конечно, предполагает, что механизмы уже использовались в производстве и связанный с ними опыт был экстраполирован в концептуализацию потребности. Однако если раньше механизмы использовались главным образом там, где мускульной силы человека было недостаточно (в горном деле, металлургии и т.д.)²⁶, то впоследствии они заменили и рядовой человеческий труд. Поэтому заявление Декарта в «Рассуждении...» о том, что наука и технология уменьшат затраты человеческого труда, восходит к достаточно продолжительной традиции²⁷.

Исходя из изложенных выше соображений, попробуем теперь воспроизвести в общих чертах тезис Гессена–Гроссмана о роли экономических и технических достижений в возникновении новоевропейской науки. Прежде всего, появилось новое понятие «природы». По мере

²¹ См. мое введение к статье Гроссмана (выше, прим. 15). Комментарии Гроссмана к статье Гессена содержатся в его рецензии на книги G.N. Clark. *Science and Social Welfare in the Age of Newton*. Oxford, 1938 и G. Satton (ed.). *The History of Science and the New Humanism* (1937), опубликованной в *Zeitschrift für Sozialforschung* (7. 1938. S. 233–237). Важнейшие места приведены мною во введении (р. 106–107).

²² H. Grossman. Op. cit. 2009. P. 67–68.

²³ Ibid. P. 106.

²⁴ Ibid. P. 69.

²⁵ См. R. Merton. Op. cit. P. 155–158, 181; впрочем, см. Ibid. P. 177, 196, 198, 206.

²⁶ H. Grossman. Op. cit. 2009. P. 89–90.

²⁷ Ibid. P. 79.

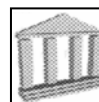


того, как феодальный способ производства постепенно замещался капиталистическим и города приобретали большее значение, чем сельская местность, а продукция ремесленников и промышленников все в большей мере и повсеместно становилась важнее аграрной, менялось и понимание «природы». Этот феномен, названный «механизацией картины мира»²⁸, означал, что природные явления все больше воспринимались как продукт механический, а не органический: в философской генерализации мир начал приобретать облик идеального часового механизма, действие которого порождает природные явления. Итогом стала трансформация понятий «природа», «машина» и «механизм». «Природа» больше не воспринималась как телеологически ориентированный организм, а механика – как совокупность приспособлений, призванных перехитрить природу. Природа и механика сливались воедино. Объяснение природных явлений теперь означало описание механизма (типа часового), их производящего, а действия механизмов рассматривалось как следствие природных законов, а не как попытка «обойти» природу. Эта новая перспектива лишила всякого основания и смысла аристотелевское различие между движением «природным» и «вызванным посторонней силой»: «природное» движение воспринималось как произведенное машиной, а законы, управляющие проявлением силы машин, – как законы природы. Изучение «природы» отныне означало изучение природы машин, а изучение машин было равносильно изучению часового механизма природного мира. Тем самым наука механика стала тождественной натурфилософии – универсальной науке, исследующей функции всех машин, как естественных, так и искусственных²⁹.

Во-вторых, повышение экономической важности технологии сопровождалось улучшением социального статуса науки. Как вкратце отметили Гессен и Гроссман и детально показал Мертон, в XVII веке занятия экономикой, техникой и наукой стали более престижными и значительно больше представителей социальной элиты, в прежние

²⁸ Этот термин, который впервые ввела Аннелизе Майер (A. Maier. *Die Mechanisierung des Weltbildes im 17. Jahrhundert*. Leipzig, 1938), использует Э. Дейкстерхейз (E.J. Dijksterhuis. *Die Mechanisierung des Weltbildes*. Berlin, 1950, 1956).

²⁹ См. по этому вопросу: G. Freudenthal. *Atom and Individual in the Age of Newton*. Dordrecht, 1982. P. 59–70; P. McLaughlin. *Die Welt als Maschine. Zur Genese des neuzeitlichen Naturbegriffs // Macrocosmos in Microcosmo. Die Welt in der Stube. Zur Geschichte des Sammelns 1450–1800*. Opladen, 1994. S. 439–451, а также указанную там литературу. Следует отметить, что машины, изучавшиеся научной механикой до Ньютона и следующего поколения включительно, были «передаточными механизмами». Значение этого обстоятельства я буду обсуждать ниже.



времена выбиравших иные виды деятельности, теперь пришло в науку³⁰. Разумеется, экономическое и техническое развитие положительным образом сказалось на формировании научных сообществ и финансировании научных изысканий.

В-третьих, повышение социального престижа технологии (в силу ее возросшего экономического значения) привело к прогрессирующему слиянию двух прежде отделенных друг от друга по социальным причинам традиций: «механических» и «свободных» искусств, знаний ремесленников и знаний ученых. С одной стороны, появлявшиеся мастера высшей категории (архитекторы, конструкторы инструментов и т.д.), известные как «виртуозы», были лучше образованы и занимали более высокое социальное положение по сравнению с рядовыми ремесленниками. С другой стороны, улучшение социального статуса «механических искусств» сделало эту область привлекательной для ученых людей. Ученые обогащались знаниями ремесленников (получая их либо непосредственно, либо из технической литературы) и вместе с тем обретали пространство для собственных наблюдений и экспериментов³¹. Видимо, есть все основания предположить, что новая экспериментально-математическая наука возникла в результате слияния экспериментальной традиции ремесленников с систематической и математической традицией ученых³².

В-четвертых, на этих соображениях строится тезис Гессена–Гроссмана. В числе его пунктов – утверждение, что наука механика (так называемая «теоретическая механика») развивалась за счет изучения современной ей технологии, «практической механики». Это положение диаметрально противоположно широко распространенному взгляду (его приписывали и Гессену и Гроссману), согласно которому практическая механика следовала указаниям теоретической, а последнюю разрабатывали *специально* ради того, чтобы это обеспечить. И Гессен, и Гроссман утверждали: на начальной стадии научная механика не совершенствовала технологию, а, напротив, изучала уже имевшуюся технологию, чтобы понять, как она работает.

Итак, если считать возникновение научной механики результатом изучения практической механики и ее традиции, то вполне логично предположить, что она в значительной мере обязана практической механике своей теоретической структурой и концептуальными особенностями. Тезис Гессена–Гроссмана обращен к когнитивному содержанию науки, которое традиционно обходили стороной социологи

³⁰ R. Merton. Op. Cit. 1970. Ch. II–III.

³¹ H. Grossman. Op. cit. 1935. S. 193–194.

³² Этот тезис обычно связывают с работой Эдгара Цильселя (E. Zilsel. The Sociological Roots of Science // American Journal of Sociology. XLVII. 1942. P. 245–279), но он уже присутствует в статьях Гессена и Гроссмана.

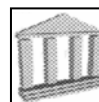


науки (в том числе и Мертон). Гессен и Гроссман хотят показать, что горизонт когнитивных возможностей ограничен используемыми средствами – материальными и теоретическими. Что касается ранней новоевропейской науки, то можно привести мнение Гроссмана, согласно которому истоки важнейших концептуальных посылок механики следует искать в практической механике, и конкретизирующее мнение Гессена, считавшего, что ограниченность механики Ньютона можно объяснить состоянием практической механики. Оба предположения включают в себя важные вопросы когнитивной психологии и философии. Сейчас я рассмотрю эти предположения более подробно.

ГРОССМАН ОБ АБСТРАКТНОМ ПОНЯТИИ ДВИЖЕНИЯ В ПЕРЕДАТОЧНЫХ МЕХАНИЗМАХ

Гроссман исследовал возникновение общего и абстрактного понятия движения и его количественной природы. С помощью простого наблюдения мы не можем отличить «движение» от других явлений. В повседневной жизни и технической практике «движение» всегда оказывается неотъемлемой частью конкретной человеческой деятельности или многопланового природного явления, присутствует в таких процессах, как трение, нагревание, приложение усилия, и всегда является движением качественно определенным: прямолинейным, криволинейным, направленным вверх, вниз и т.д. Конечно, допустимо классифицировать движение и по вызывающим его причинам (или отсутствию таковых). Традиционная, отличающаяся от нашей концептуализация (например, движение «природное» и «вызванное посторонней силой» в аристотелевской традиции) свидетельствует о том, что классификации могут строиться по-разному. Предпринятые Гроссманом поиски истоков отвлеченного понятия движения, для которого все упомянутые различия не имеют значения, можно рассматривать как ответы на вопрос: чем один вид концептуализации предпочтительнее другого? Или, иначе: что позволило заменить очевидные и апробированные традицией понятия движения совершенно иными, абсурдными для прежних эпох?

Следует отметить, что научные понятия движения крайне неестественны с точки зрения повседневной человеческой практики. Например, в нашем опыте тела не движутся единообразно и инерционно. Это не исключает возможности формулировать законы для противоречащих очевидности случаев, но с большой вероятностью делает их *неправдоподобными* или, по крайней мере, поднимает вопрос: представляют ли собой подобные законы лишь *entia rationis* («идеи разума») или же они действительно имеют *fundamentum in re* («реальное основание в самих вещах») и приложимы к опыту. Ответом на эти со-



мнения служит гипотеза Гроссмана, согласно которой новое понятие движения появилось в результате изучения практической механики.

В своей статье Гроссман обращается к наблюдениям Маркса о внедрении машин в промышленное производство. Маркс отметил, что использование машин в производстве базировалось на определенной предпосылке, а именно: функция движущей силы на практике была уже отделена от различных отдельных операций, совершавшихся над объектом труда. Как только автоматический механизм, или «машина» (в терминологии Маркса), заменяет опытные руки рабочего, человеческий труд сводится к функции приводной силы, а эту функцию может выполнять любая сила, отнюдь не только человеческая. В подобных условиях труд человека вполне заменим усилием животного или воздействием естественной силы (ветра, воды, тяжести).

Гроссман сделал еще один шаг и продвинул эту идею в когнитивную сферу³³: поставил вопрос о происхождении абстрактного понятия «движения» или «работы», производимой некоей «силой», а также о том, каким образом «сила» и «работа» могут быть объектом научного исследования. По второму вопросу Гроссман полагал, что машины «объективируют» силу, которую в противном случае невозможно изучать. Само понятие «сила» имеет явно антропоморфный характер, то есть, базируется на представлении о нашем мускульном усилии. Однако это последнее не поддается объективированию, измерению и исчезает после совершения. Когда индивидуальная сила была приписана механизму, она стала объектом регулярного изучения и измерения³⁴. В контексте приведенных выше рассуждений Маркса вопрос о происхождении абстрактных понятий «сила» и «движение» можно сформулировать так: при каких условиях понятие «движение», или «работа» (однородная форма движения, преодолевающего сопротивление), имеет смысл как противопоставленное идее ручного управления инструментом? Очевидно, что применительно к работе ремесленника оно не имеет смысла: в данном случае целенаправленное изменение объекта посредством определенной формы движения (зависящей от задачи мастера, свойств материала и инструментов) невозможно отделить от приложения физической силы, направляющей инструмент. Движущая сила, умение, цель и инструмент образу-

³³ Маркс тоже распространил ее на когнитивную сферу, но детально не развил. Он предположил, в частности, что сложности в использовании механизмов, передающих усилие от двигателя на инструмент, привели к изучению трения и маховика.

³⁴ Н. Grossman. Op. cit. 1935. S. 152–153.

ют единство. Однако понятие имеет смысл для различения этих аспектов, когда они в действительности *отделены* друг от друга или когда

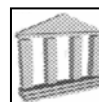


такое отделение представляется возможным. Впрочем, одного первичного отделения недостаточно. Необходимо еще отделить «движение вообще» от его конкретных форм и вместе с тем *преобразовать* в эти конкретные формы. Лишь при данных условиях «движение» может выступать как генерализация всех конкретных форм движения, а не как еще одна конкретная форма. По мысли Маркса, эти условия возникли в результате применения машин в производстве. Гроссман тоже считал внедрение машин исходным пунктом концептуализации «движения» в абстрактной и квантитативной форме. Когда различные виды работы были отделены от использовавшейся для их выполнения движущей силы, стало возможным концептуализировать последнюю обособленно; а когда разные виды движения (круговое, прямолинейное и т.д.), производимого различными движущими силами (водой, тяжестью, животными), стали *преобразовываться* друг в друга с помощью соответствующих передаточных устройств, понятия «абстрактного» движения и силы приобрели смысл. Они выражают способность выполнять работу любого вида³⁵, скажем, различными способами перемещать тяжелые тела, преодолевая сопротивление, и в частности поднимать тяжелые тела в гравитационном поле Земли.

Процесс формирования понятий научной механики восходит к практической механике в двух планах: во-первых, это непосредственное изучение машин, во-вторых, усвоение опыта практической механики – путем личных контактов или с помощью технической литературы. И действительно, нетрудно продемонстрировать, что некоторые понятия практической механики были заимствованы учеными и продолжали использоваться даже после того, как их заменило научное знание.

Вопрос о происхождении основных понятий классической механики можно сформулировать и по-другому: почему понятия, использовавшиеся научной механикой, на самом деле применялись к природным явлениям в целом и к технологии в частности? Более того, почему *считалось правильным* применять их таким образом? Почему законы статики и динамики, описанные с помощью диаграмм и прочих математических изображений, применимы к реальным «наклонным плоскостям», «шкивам» и «телам»? Почему в XVII столетии ни один ученый не сомневался, что статика и динамика имеют отношение и применимы к машинам, пулям и ядрам, хотя эмпирического подтверждения этому нет? Ведь обильно расхваленная параболическая траектория метательных снарядов, которую недвусмысленно и много-

³⁵ В связи с этим, естественно, встает вопрос, способствовал ли данный процесс экономической концептуализации «абстрактного труда». Кратно объявляли решением главной проблемы баллистики, далека от точного соответствия траектории ядра, выпущенного из пушки



XVII века. На самом деле экспериментальная проверка скорее опровергала теорию, чем подтверждала ее³⁶.

Концепция Гроссмана об отношении между практической и теоретической механикой отвечает на эти вопросы. По поводу *происхождения* понятий теоретической механики она говорит, что теоретическая механика формировала свои понятия в процессе изучения машин, заимствовала знания из практической механики и технической литературы. Что касается статуса этих понятий, тезис Гроссмана гласит: их происхождение и постоянные контакты с практической механикой никогда не позволяли серьезно усомниться в том, что теория на самом деле *отвечает* практике³⁷. Наконец, что касается причины *применимости* теоретической механики, из тезиса Гроссмана вытекает следующий вывод: наука стала адекватной физическому опыту (связанному с машинами), поскольку ее фундаментальные посылки и ключевые понятия были сначала заимствованы из практической механики, а затем развиты в процессе изучения последней как важной области физического опыта. Здесь же находит свое объяснение уверенность ученых XVII столетия в том, что их наука в конечном счете корректно объяснит физический опыт, хотя «факты» долгое время говорили о прямо противоположном.

НОВОЕ ПОНЯТИЕ ДВИЖЕНИЯ БЕНЕДЕТТИ

Гроссман не подкрепил свои выводы конкретными данными, которые продемонстрировали бы формирование общего и абстрактного

³⁶ Это четко продемонстрировал А. Холл. (A. Hall. *Ballistics in the Seventeenth Century*. Cambridge, 1952). Холл считал, что его данные опровергают тезис Гессена; на мой взгляд, они подтверждают его, но сейчас я не могу углубляться в этот вопрос.

³⁷ В предисловии к «Началам» Ньютон, рассуждая о связи между практической и теоретической механикой, вновь и вновь широко обращается к практической механике, чтобы продемонстрировать применимость третьего закона движения (Схолии к законам движения). Там же мы найдем типичное высказывание, заимствованное из технической литературы: «Действенность и полезность всех машин, или устройств, зависит исключительно от нашего умения повышать силу, уменьшая скорость, и наоборот». Подобные формулировки были общеупотребительными. Вот, например, слова Джона Уоллиса: «Ибо в какой пропорции возрастает вес, в такой же уменьшается скорость; отсюда следует, что произведение веса и скорости для каждой движущей силы одно и то же» (письмо Уоллиса к Ольденбургу от 15 ноября 1668 года).

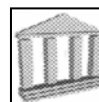
понятия движения на материале технического опыта. Это обстоятельство, по-видимому, мешает в полной мере понять сам тезис и оценить его важность. Ниже я кратко проанализирую пример практического



преобразования движения из одной формы в другую и его значение для возникновения общего понятия движения. *Mutatis mutandis* данный материал может служить иллюстрацией вывода Гессена, согласно которому общее понятие энергии обязано своим появлением преобразованию одной формы энергии в другую посредством паровой машины.

Согласно Аристотелю, движение бывает прямолинейным, круговым или сочетающим то и другое, и только круговое может быть «непрерывным», т.е. продолжаться безостановочно. Возвратно-поступательное движение по отрезку прямой или кривой не может быть непрерывным, поскольку движущийся предмет должен изменить направление движения в конце отрезка и, следовательно, остановиться. В точке поворота тело будет в состоянии «покоя», который является «лишенностью», или отсутствием, движения. В противоположность современной концептуализации, движущееся тело не может иметь в бесконечно малый момент скорость 0 и затем плавно изменить направление. Само понятие скорости «бесконечно малого момента» — имеет она значение 0 или иное — не имеет смысла в рамках аристотелевской концепции. Из того, как Аристотель определяет понятия «быстрее» и «медленнее», мы можем вывести понятие «скорость», а именно: скорость движущегося тела показывает, какое расстояние оно проходит за определенное время или сколько времени требуется, чтобы преодолеть данное расстояние. За бесконечно малый момент тело не проходит никакого расстояния и поэтому должно считаться неподвижным. Для аристотелевской системы координат скорость 0 является парадоксом вдвойне. Либо тело находится в состоянии «движения» и проходит определенное расстояние за определенное время, либо оно пребывает в противоположном состоянии «покоя» и некоторое время остается на месте.

Согласно Аристотелю, утверждение, что движущееся тело в точке поворота должно остановиться и прервать движение, основано на опыте, но может быть подтверждено и теоретически. Прежде всего, точка поворота существенно отличается от всех точек отрезка. Нумерически это одна точка, но в умопостигаемой перспективе нет: это конечная точка первого и вместе с тем первая, начальная точка второго движения. Двум «мыслимым» точкам отрезка соответствуют и два разных момента во времени. Данный вывод имеет принципиальное значение, поскольку подразумевает, что в точке поворота тело покоится или, говоря иными словами, пребывает в ней определенный «промежуточный период времени». Это неизбежно, поскольку если бы тело достигало конца отрезка и начинало обратное движение в один и тот же момент времени, тогда в этот момент оно мгновенно меняло бы направление — что невозможно³⁸. Более того, разнонаправленные движения прекращают друг друга³⁹. Поэтому если движущееся



тело проходит бесконечно большое количество точек на своем пути и о нем нельзя сказать, что оно «пребывает» в какой-то из них в некий момент времени, то именно это и имеет место в точке поворота, которая в силу данного обстоятельства выделяется как реальная (в противоположность «потенциальной») точке⁴⁰.

Кроме того, то, что верно относительно точки поворота, должно быть верным относительно всей продолжительности движения: тело, движущееся от *A* к *B*, находится в движении к *B* на протяжении всего пути, а если движение от *A* к *B* и от *B* к *A* будет непрерывным, т.е. одним и тем же, то оно будет одновременно движением и к *B*, и к противоположному *A*. Поскольку движение в противоположных направлениях не может быть одновременным, движущееся тело должно «остановиться» в точке поворота; тем самым вводится положение «стабильности», разделяющее якобы непрерывное движение на два отдельных. Подобные проблемы не возникают при круговом движении, в котором начальная и конечная точка совпадают⁴¹.

Современному читателю, должно быть, трудно даже уяснить последний довод, а тем более счесть его убедительным. Ход мысли Аристотеля станет яснее, если мы рассмотрим приводимый им пример, а именно движение вверх и вниз. В современной системе координат эти движения являются контрсимметричными и различаются просто знаками «+» и «-». У Аристотеля все иначе. Движение тяжелого тела вверх – это движение, «вызванное посторонней силой», а последующее падение – «природное» движение. То есть это два принципиально разных процесса. Позиция Аристотеля станет еще яснее, если мы вспомним, что для него пространственное движение – лишь один из видов движения, а движение «вообще» тождественно процессу изменения. Если мы представим последний как, скажем, переход от «холодного» к «горячему», картина получится уже совершенно ясной и убедительной. Аристотель утверждает, что одно и то же тело не может одновременно быть «горячим» и «холодным». То же самое относится к процессам «нагрева» и «охлаждения»: тело не может

³⁸ Аристотель. Физика. М., 1937. 261 б 30.

³⁹ Там же. 262 а 6–7.

⁴⁰ Там же. 262 б 1.

⁴¹ Там же. 264 б 9–28. Общую постановку и анализ проблемы см. в: Аристотель. Физика. VIII. 8–9; выводы воспроизведены в: Метафизика. XII 1071 б 11.

«нагреваться» и «охлаждаться» одновременно. Трудность понимания и принятия этого рассуждения применительно к пространственному движению объясняется просто: понятие «движение» со времен Аристотеля изменилось и особенно существенно в эпоху Научной революции. Поэтому аристотелевская концепция движения и не вписыва-

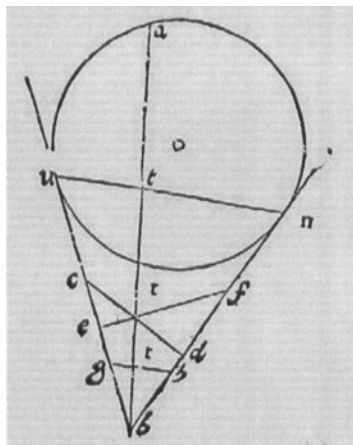


ется в рамки современных представлений. Однако из концепции Аристотеля следуют выводы относительно движения тел в физическом пространстве; их можно заново сформулировать и сравнить с нашим пониманием этих процессов. Таково, в частности, утверждение, что тело, движущееся по ограниченной траектории, остановится в точке поворота на какое-то время и что, следовательно, его движение будет принципиально отличаться от кругового, при котором направление не меняется.

Именно это последнее утверждение избрал для опровержения Аристотеля Джованни Батиста Бенедетти в своем трактате «Книга различных изысканий, математических и физических». В главе «Прямолинейное движение непрерывно»⁴² Бенедетти привел схему (иллюстрация 1), на которой круговое движение так соотносится с движением на отрезке прямой, что всякому движению по кругу соответствует движение по прямой. Если круговое движение, как утверждал Аристотель, непрерывно, то возвратно-поступательное движение на прямолинейном отрезке тоже должно быть непрерывным, и, следовательно, вывод Аристотеля опровергается. Точка a движется по кругу так, что прямая ab перемещается вперед и назад в пределах круга, достигая крайних положений bu и bn . Точка t движется вперед и назад по прямой un , и любая другая точка t на этой прямой тоже движется вперед и назад на любом другом отрезке прямой между bu и bn . Поскольку круговое движение точки a непрерывно, движение точки t по прямой un и любой другой точки t между bu и bn тоже должно быть непрерывным. Тем самым утверждение Аристотеля опровергается. Не исключено, что к этому оригинальному доказательству Бенедетти подтолкнул сам же Аристотель, по словам которого, «движение, составленное из них обоих [прямолинейного и кругового], не будет непрерывным»⁴³. Бенедетти просто решил проверить утверждение Аристотеля с помощью геометрической схемы.

⁴² Io Baptistae Benedicti Patritii Veneti. *Diversarum speculationum mathematicarum & physicarum liber*. Taurini apud Haeredem Nicolai Beuilaquae, 1585. Caput XXIII: «Motum rectum esse continuum, vel dissentiente Aristotele». P. 183–184.

⁴³ Аристотель. Физика. 261 b 31.



Академи

Доказательство и впрямь элегантно. Только вот беда: оно круговое, то есть откровенное *petitio principii*. Рассмотрим его подробнее. Оно исходит из двух утверждений о двух типах движения, которые считаются разными: круговое движение непрерывно, а движение на отрезке прямой прерывно. Первый шаг Бенедетти состоит в соединении графического отображения двух этих движений на схеме с помощью прямой *ab*. Соединение приводит к тому, что утверждения о свойствах одного типа движения полностью применимы к другому типу и тем самым утверждения перестают быть независимыми друг от друга: истинное для одного истинно и для другого. Для избранной схемы доказательство принимает вид *modus ponens*: «если *p*, то не

⁴⁵ M. Cantor. Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik. Bd. 2. Leipzig, 1892.

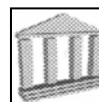


q »; «но p »; «следовательно, не q », то есть, «если движение по кругу непрерывно, то невозможно, чтобы движение по отрезку прямой не было непрерывным; но движение по кругу непрерывно; следовательно, невозможно, чтобы движение по отрезку прямой не было непрерывным». Но силлогизм можно строить и в обратном порядке: «если q , то не p » и т.д. – «если движение по отрезку прямой прерывно, то невозможно, чтобы движение по кругу не было прерывным; но движение по отрезку прямой прерывно; следовательно, невозможно, чтобы движение по кругу не было прерывным».

Рассуждение Бенедетти начиналось с двух посылок: круговое движение непрерывно, а прямолинейное – нет. Их сопоставление само по себе не подразумевало, что одна предпочтительнее другой. Но эта симметрия у Бенедетти отсутствует: безо всякого обоснования он принимает нечто одно за исходный пункт. Иными словами, Бенедетти следовало бы привести убедительные доводы в пользу утверждения, что при соединении двух траекторий истинно « p , следовательно, не q », а не « q , следовательно, не p ». То есть он должен был бы точно знать, что круговое движение непрерывно в любом случае – связано оно с прямолинейным или нет. Однако все его рассуждение чисто круговое: вывод идентичен бездоказательно избранной посылке, с которой оно начинается. Но если отвлечься от некорректности доказательства, как Бенедетти узнал, которая из посылок истинна? И насколько разделяли его основания для такого убеждения Лассвиц и Кантор, не заметившие, что без объяснения доказательство Бенедетти представляет собой, по сути, *petitio principii*?

Начнем наш анализ с вопроса, что на самом деле изображает схема Бенедетти. Если это оптическая схема, то мы имеем проекцию кругового движения точки на отрезок прямой. Но что это говорит о круговом или возвратно-поступательном прямолинейном движении *тела*? Следует ли отсюда, что тело останавливается в крайних точках, прежде чем двинуться в обратном направлении, или же оно движется совершенно непрерывно, хотя и меняет направление на прямо противоположное? Оптическая интерпретация схемы Бенедетти не дает ответа на эти вопросы. Схема изображает проекцию точек с круга на прямую, но эта математическая модель сама по себе ничего не говорит о движении тел, которое разбирает Аристотель.

Картина будет совсем иной, если мы попробуем интерпретировать схему Бенедетти не только как изображение оптического явления. Искушенному взгляду, тренированному индустриальной эпохой или чтением технических чертежей, несложно будет увидеть в схеме Бенедетти чертеж реальной или воображаемой трансмиссии особого рода – такой, которая преобразует возвратно-поступательное движение в круговое и наоборот. Однако это еще не является ответом на главный вопрос. На основе аристотелевских принципов мы не можем принять



допущение, что круговое и возвратно-поступательное движения тела будут непрерывными, если они связаны. Равным образом мы не можем заключить, что стержень на тяге, прикрепленной к периферии вращающегося колеса, будет безостановочно двигаться вперед и назад. Не менее резонно допустить противоположное: возвратно-поступательное движение по прямой прекращается в точках поворота и тем самым приостанавливает вращение колеса. Жесткое соединение позволит колесу совершить только пол-оборота, а затем оно остановится или пойдет в обратном направлении. Поэтому если мы принимаем рассуждение Бенедетти в его настоящем, а не противоположном виде, у нас должно быть убедительное основание для выбора одного варианта вместо другого. Вопреки тому, что считал Бенедетти (и с чем были согласны Лассвиц и Кантор), его доводы и схема являются иллюстрацией, а не доказательством утверждения. Но были ли у Бенедетти веские, объективные основания проигнорировать симметрию противоположных посылок и предпочесть одну другой? Является ли его схема также чертежом реального передаточного механизма, опыт использования которого подсказывал, какой из противоположных вариантов верен? Скорее всего, именно так и было: схема Бенедетти – не просто оптический образ и даже не проект некоего передаточного механизма, а графическая репродукция одного из самых важных изобретений Раннего Нового времени: педального привода.

Когда Бенедетти размышлял над устройством, преобразующим непрерывное круговое движение в прямолинейное возвратно-поступательное, педальный привод, преобразующий движение ноги вверх-вниз в непрерывное вращение махового колеса, только что приобрел широкое распространение: это было недавнее изобретение. Наша осведомленность в истории педального привода обратно пропорциональна его значению. Джеймс Уатт считал себя прямым наследником изобретателя педального привода и полагал, что его нужно «боготворить». Вместе с тем он ничего не знал об обстоятельствах появления изобретения, не только не представлял себе уровень технической культуры, на котором оно могло появиться, но и пребывал в превратном убеждении, что это устройство существовало уже в античности. На самом же деле в Европе оно стало известно лишь с конца XV или начала XVI века⁴⁶.

⁴⁶ Первое упоминание об изобретении содержится в «Книге знаний об удивительных механических устройствах» Ибн аль-Раззаза аль Джагари (вторая половина XII века). См. Ibn al-Razzaz al Jagari. The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices. Transl. and annot. by D.R.Hill. Dordrecht, 1974. Глава 3 Раздел V. P. 186–189 и рисунок на p. 236. Однако в Европе того времени ни книга, ни сам механизм не были известны.

Самое раннее в Европе изображение двухколенного коленчатого вала содержится в рукописи 1430 года⁴⁷. На рисунке Израэля ван Ме-



кенема (1485 год) изображен довольно примитивный педальный привод, который вращает точильный камень с помощью ремня, прикрепленного к обычной коленчатой рукоятке⁴⁷. Через несколько десятилетий Леонардо сделал наброски токарного станка и пилы с маховым колесом, которое вращается за счет преобразованного прямолинейного движения педали или движения рычага, качаемого рукой. У педальных механизмов Леонардо, вероятно, были предшественники, но, по всей видимости, это чрезвычайно важное изобретение появилось лишь в конце XV века, а широкое применение получило в первой половине XVI века. За несколько десятилетий до чертежей Леонардо появился рисунок Такколы, на котором работник вращает коленчатый вал с помощью возвратно-поступательного движения рычага (иллюстрация 2).

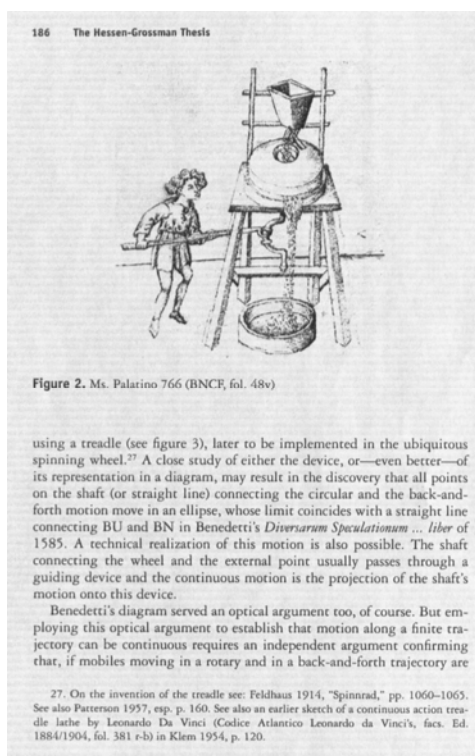
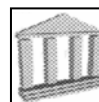


Иллюстрация 2.

⁴⁷ F.M. Feldhaus. Die Technik. Ein Lexikon der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. München: Heinz Moos, 1914, 1970. S. 592–594. «Коленчатая рукоятка».

⁴⁸ Ibid. 958–965 «Точильный камень».



Если мы попробуем наметить хронологический порядок этих изобретений, то он может выглядеть так: вращение коленчатого вала с помощью приводного рычага (для большего удобства) помогло, вероятно, обнаружить, что возвратно-поступательное движение преобразуется в круговое, а эта идея получила дальнейшее развитие в изобретении педального привода. Как уже говорилось, Леонардо сделал наброски токарного станка и пилы, маховое колесо которых крутилось за счет движения ноги вниз–вверх при нажатии на педаль (иллюстрация 3).

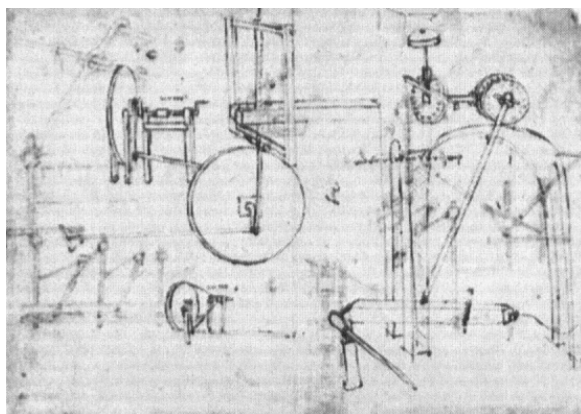


Иллюстрация 3. Codex Atlanticus. Vol. XII, 1059 v.

Впоследствии та же схема нашла применение в вездесущем прядильном колесе⁴⁹. Внимательное изучение механизма или, скорее, его чертежа, вероятно, и позволило установить, что все точки тяги (т.е. прямой), связывающие круговое и возвратно-поступательное движение, движутся по эллипсу, длина которого ограничена отрезком между *bi* и *bp* на схеме Бенедетти. Технически эта идея была реализована следующим образом. Тяга, соединяющая колесо и точку привода, обычно проходит через направляющее устройство, и непрерывное движение является проекцией движения тяги в этом устройстве.

Схема Бенедетти, конечно, играла роль и оптического аргумента. Но использовать подобный аргумент для доказательства того, что

⁴⁹ Об изобретении педального привода см. F.M. Feldhaus. Op. cit. S. 1060–1065. «Прядильное колесо». См. также R. Patterson. Spinning and Weaving // A History of Technology. Ed. by Singer et al. Vol. III. Oxford, 1957. P. 151–180, особенно 160. См. также ранний набросок педального токарного станка непрерывного действия, сделанный Леонардо да Винчи (Codice Atlantico Leonardo da Vinci's, facs. Ed. 1884/1904, fol. 381 r–b), в кн.: F. Klem Technik. Freiburg–München, 1954. S. 120.

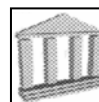


движение по отрезку прямой может быть непрерывным, допустимо лишь при наличии независимого основания, гласящего: если тела, движущиеся по кругу и возвратно-поступательно, жестко связаны, их движение не будет прерываться. Недостающим звеном в интерпретации рассуждений Бенедетти, является, вероятно, то обстоятельство, что его схему можно рассматривать как абстрактное изображение механического устройства, которое эмпирически продемонстрировало – незадолго до появления книги Бенедетти с критикой Аристотеля – что возвратно-поступательное движение может вращать колесо (и наоборот). Это недостающее звено подтверждает применимость математического аргумента к движению физических тел. Но что же изображено на схеме Бенедетти? Оптический феномен? Передаточный механизм? Или это абстрактно-геометрическая композиция? С моей точки зрения, «механизация картины мира» подразумевает, что три возможных варианта сливаются в один. Это геометрическая схема, изображающая и оптическое явление, и передаточный механизм. Оптика воспринималась в терминах механики, а механика – в терминах математики. Математика, в свою очередь, тоже пользовалась механическими устройствами для создания своих объектов (например, «механических кривых»).

Каковы бы ни были исторические обстоятельства, послужившие реальной отправной точкой рассуждений Бенедетти, ясно одно: без такого добавочного основания доказательство Бенедетти – очевидное *petitio principii*. Само по себе оно не содержит никаких доводов в пользу предпочтения одной посылки, из которой следует вывод, другой посылке, приводящей к противоположному заключению.

О влиянии этого передаточного механизма, в частности, и механизации картины мира в целом на концептуализацию движения свидетельствует следующий пример. Рассмотрим проект машины Якопо да Страда⁵⁰, в которой одна и та же схема передаточного механизма используется дважды (иллюстрация 4). Два человека вращают колесо, поднимающее воду в бак; вытекающая вода вращает водяное колесо. «Принудительное» движение, производимое мускульной силой, машина преобразует в «природное» движение тяжелого тела (воды) к центру земли и тем самым уравнивает оба вида движения. Кроме того, вращение водяного колеса преобразуется с помощью коленчатого рычага в возвратно-поступательное движение тяги, а это последнее посредством другого коленчатого рычага – вновь в круговое. Чтобы спроектировать такую машину, отнюдь *не требуется* общее понятие «движение», описывающее все его виды – круговое и прямоли-

⁵⁰ J. Da Strada. Künstliche Abriss allerband Wasser–Wind–und Handt-Mühlen. Frankfurt, 1617–1618.



нейное, «вынужденное» и «природное». Но это понятие вполне могло быть сформулировано *на основе* опыта эксплуатации подобного рода передаточных механизмов и, безусловно, могло корректно применяться для объяснения принципа действия этих механизмов. Правдоподобность абстрактного понятия движения, которое находится в центре внимания Гроссмана, так или иначе связана с реальным существованием упомянутых механизмов и необходима для их описания и осмысления.

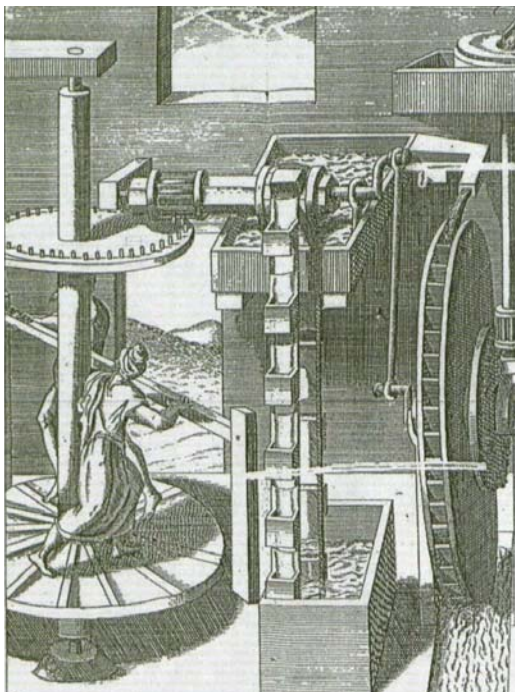


Иллюстрация 4

В рассматриваемом нами случае изобретение технического устройства предшествовало теоретическому обобщению. Но важно помнить, что так бывает далеко не всегда. В нашем же случае необходимо признать, что без некоторых посторонних оснований (появившихся раньше или позже) оптические доводы Бенедетти будут недостаточны для подтверждения выводов механики, касающихся движения материальных тел. Таким достаточным основанием и является изобретение описанного им передаточного механизма. По всей видимости, это и было недостающим звеном его рассуждения. Однако для подтверждения тезиса Гроссмана необходимо продемонстрировать, что



в данном и других случаях технические и научные новшества появлялись в одной и той же культуре (т.е. техническая и научная культуры не были отделены друг от друга), а технические изобретения, как правило, не зависели от научных открытий⁵¹.

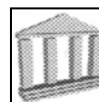
Критики Гессена не поняли этого обстоятельства. Гессен изложил письмо Ньютона Фрэнсису Эстону от 1669 года⁵² с целью показать, что Ньютон был хорошо знаком с современной ему технологией и ее проблемами. Критики в большинстве своем трактовали обращение Гессена к этому письму как попытку доказать, что Ньютон занимался наукой по техническим мотивам, и спешили защитить его от этого обвинения⁵³. Но, повторяю, мотивы Ньютона не имеют никакого значения для социальной истории научной мысли. С точки зрения тезиса Гессена–Гроссмана важно другое, а именно: Ньютон и теоретическая механика как таковая не были отделены от практической механики. В культурах, где теория не отделена от практики, знакомство ученых со «второй природой», то есть с технологией, можно без особых доказательств считать само собой разумеющимся настолько же, насколько и знакомство с «природой» в собственном смысле. В XVII столетии ученые знали, что тела падают вниз, что вес, слишком тяжелый для человеческих рук, можно поднять с помощью лебедки, а прямолинейное движение преобразуется в круговое. Этот последний факт был им известен так же хорошо, как Аристотелю обратное – из опыта. По словам Аристотеля, наблюдение свидетельствует, что когда тело меняет направление движения, ему сперва необходимо остановиться⁵⁴. Все эти факты наблюдали или изучали, соответственно, люди научной культуры XVII столетия и IV века до н.э. Говоря самым общим

⁵¹ Этого вполне достаточно, поскольку тезис не претендует на объяснение научного воображения и ограничивается только научным открытием, а оно подразумевает одобрение и признание со стороны существующего общества. Каково бы ни было происхождение идеи Бенедетти, она стала убедительным доказательством лишь тогда, когда отсутствовавшее звено – т.е. факт, что передаточный механизм, подобный разработанному Леонардо, действительно работает, – получило признание общества. Ныне этот факт известен всем, кто хоть раз видел старинную швейную машинку с ножным приводом или какое-нибудь иное из бесчисленных устройств с похожей трансмиссией. Мой подход в данном случае подобен (хотя и не идентичен) различению между «контекстом открытия» и «контекстом признания».

⁵² Гессен. Указ. соч. С. 25–26.

⁵³ Кларк (G.N. Clark. *Op. cit.* P. 68–69) предлагает другой и малопопулярный довод в пользу того, почему письмо Ньютона Эстону нужно читать между строк.

⁵⁴ Аристотель. Указ. соч. 262 а 18.



образом, реальное различие состояло в том, что в мире Аристотеля не было педального привода, а технология не играла той социальной роли, которую приобрела в XVI–XVII столетиях. То обстоятельство, что Галилей и Декарт, Ньютон и Лейбниц, а также многие другие хорошо знали технологии своего времени, свидетельствует не об источнике их научной мотивации, а о специфике культуры, где «природа» и рукотворная «вторая природа» были частями единой среды, в которой вызревал опыт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уникальность тезиса Гессена–Гроссмана состоит в следующем: он устанавливает прямую и содержательную связь между *общим направлением* перехода от аграрно-феодального общества к промышленному производству в эпоху раннего капитализма, с одной стороны, и развитием науки и технологии, приводившем к постановке специфических когнитивных вопросов (таких, как общие представления о естественном порядке) – с другой. В частности, тезис гласит: механика XVII столетия развивалась в процессе изучения технологии того времени. Формирование общего и абстрактного понятия движения стало возможным благодаря изучению передаточных механизмов. В этой статье я разобрал лишь один пример, свидетельствующий, что возвратно-поступательное движение не обязательно останавливается в точках поворота. Я просто показал, каким образом различие между «природным» и «вынужденным» движением тоже утратило смысл, когда подобные механизмы стали использоваться и изучаться. Тезис Гессена–Гроссмана не только объясняет реальные достижения. Из него следует, что поскольку не существовало технологии целенаправленного и контролируемого превращения энергии из одной формы в другую – из механической в тепловую, электрическую, химическую, – общее понятие энергии и соответствующая теория не появились в XVII столетии.

Начиная с 1930-х годов историография науки обращалась ко многим вопросам, впервые поднятым марксистскими историками науки. Ученые, которых устраивает сложившееся положение, считают, возможно, что замалчивание достижений Гессена и Гроссмана лишь несколько отсрочило апробацию ряда идей этих последних, но не причинило никакого реального вреда – во всяком случае, в области исследования науки. Однако это неверно даже в последней узкой перспективе. Не было предложено никакой адекватной замены концепции Гессена–Гроссмана, где наука рассматривалась как «труд» (в марксистском значении термина), и в рамках всеобъемлющей теории науки в истории, согласно которой социо-экономический, социологический и философский аспекты науки выводятся из одного общего источника.



ОТ РЕДАКЦИИ

Редакция поддерживает Г. Фройденталь (Израиль) в его позитивно-критической оценке концепции советского физика и философа Б.М. Гессена (1893–1936) о социально-экономических корнях механики Ньютона, доклад которого на II Международном конгрессе по истории науки и техники (1931) стал событием, на что указывают многие известные зарубежные историки науки. Идеи Гессена стали стимулом для работ Дж. Бернала, Р. Мертон, Х. и С. Роузов и мн. др., для критики интернализма и становления экстерналистских подходов в исследовании науки. Свои идеи Гессен разрабатывал на основе марксизма, господствовавшего в советской науке, что позволило ему показать появление «Начал» Ньютона не по причинам «божественного провидения», личной гениальности ученого или филиации идей, но во многом как следствие социально-исторических условий эпохи. Вместе с тем идеи излагались Гессеном «в упрощенно грубоватом, кромвелевском стиле» (Дж. Нидам), за что он резко критиковался интерналистами. Сегодня очевидно, что Гессен стремился найти корреляцию между целями, потребностями и проблемами промышленности и научной тематикой, методологическими средствами механики. Однако при этом игнорировалось существование и действие внутринаучных факторов, в первую очередь преемственность идей и проблем, социально-экономическая обусловленность понималась упрощенно, не учитывались «промежуточные слои» (Г. Кларк), опосредующие влияние техники и экономики на научное знание. Сам Ньютон осознавал и формулировал проблемы либо «наследуя» их, либо участвуя в работе Лондонского королевского общества.

Б.М. Гессен, член-корр. АН СССР, декан физического факультета, директор Института физики МГУ. Репрессирован, расстрелян, реабилитирован. И.Е. Тамм, друживший с ним всю жизнь, писал, что «в научном отношении Б.М. Гессен... был самым крупным из всех известных мне философов-марксистов, работавших по проблемам современной физики, и резко выделялся среди них сочетанием глубокой эрудиции и четкости мысли как в области философии, так и в области физики».