

Машкин Аркадий Львович

Борисов Сергей Вячеславович

ИСТОРИЯ И АКТУАЛЬНОСТЬ МЕХАНИКИ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ: ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Аннотация: в главе рассматривается историческое развитие механики как одной из старейших и наиболее многопрофильных отраслей инженерии – от простейших приспособлений древности, применявшихся для подъёма и перемещения тяжёлых грузов, до современного машиностроения, охватывающего проектирование транспортных средств, технологических комплексов и даже космических аппаратов. Показана неразрывная связь механики с физикой, математикой и геометрией, а также её ключевая роль в стимулировании инноваций и технологического прогресса. Отмечается возрастающая роль прогнозирования поведения ещё не созданных конструкций в современном инженерном деле, а также необходимость тесного взаимодействия теории и практики: реальная практика ставит перед теорией новые проблемы, а теория находит в практической работе основу для научных исследований. Подчёркивается, что многие инженерные факультеты включили теоретическую механику и теорию машин и механизмов в учебные курсы по машиностроению. Современным инженерам необходимо изучать фундаментальные дисциплины, включая законы теоретической механики, чтобы понимать логику развития накопленного научного потенциала и эффективно применять его для решения актуальных инженерных задач.

Ключевые слова: фундаментальные дисциплины, механика, синтез междисциплинарных знаний, методология обучения, статика, кинематика.

Abstract: the chapter examines the historical development of mechanics as one of the oldest and most multidisciplinary branches of engineering – from the simplest devices of antiquity used for lifting and moving heavy loads to modern mechanical engineering, encompassing the design of vehicles, industrial systems, and even spacecraft. It demonstrates the inseparable connection of mechanics with physics, mathematics,

and geometry, as well as its key role in driving innovation and technological progress. The growing importance of predicting the behavior of structures not yet built in modern engineering is noted, along with the need for close interaction between theory and practice: real-world practice poses new problems for theory, while theory finds the foundation for scientific research in practical work. It is emphasized that many engineering faculties have incorporated theoretical mechanics and the theory of machines and mechanisms into their mechanical engineering curricula. Modern engineers are required to study fundamental disciplines, including the laws of theoretical mechanics, in order to understand the logic of the development of accumulated scientific knowledge and to apply it effectively to solve current engineering challenges.

Keywords: *fundamental disciplines, mechanics, synthesis of interdisciplinary knowledge, teaching methodology, statics, kinematics.*

На протяжении почти всего XIX века традиционное содержание механики развивалось главным образом в рамках так называемой «прикладной математики». В определенной степени это было обусловлено влиянием Лагранжа, который считал высшим достижением тот факт, что благодаря его работам механика становится новой отраслью анализа» [5]. Ранний период Нового времени отмечен работами Галилео (1564–1642) и Ньютона (1642–1727) и включает в себя ранние этапы механизации и промышленной революции. В университетах не было подразделений, посвященных практическим аспектам инженерного дела. Предметы механики преподавались как приложение математики.

Изучение движения твердых тел было признано фундаментально важным с самого начала механической науки. Тем не менее, математические подходы были сформулированы только с XVII века, с эволюцией соответствующих математических инструментов. За появлением механики XVII века последовало развитие основных принципов механики дискретных систем, в частности, вариационных принципов. Кроме того, технологические требования к механическим устройствам не требовали изучения трехмерного движения до тех пор, пока астрономические наблюдения не выявили копланарного движения планет [6].

Одна из целей данной работы – представить основные явления механики посредством простых объяснений в связке с историческим аспектом развития. Мы также показываем, как теоретические концепции формировались и модифицировались в ходе этого процесса, подобно тому, как это происходило при формулировании основных законов математики и геометрии., а также рассматриваем роль и место механики в современном мире, который все больше становится «цифровым», но все равно базируется на законах механики [7].

Основные научные принципы, предложенные и объяснявшиеся Архимедом в III веке до н.э., сформировали инструмент, на котором инженерное дело было учреждено как наука, отличная от ремесел и несвязанных эмпирических правил. Ктесибий и его ученики Филон и Герон, а также Папп Александрийский, жившие во II веке до н.э. – I веке н.э., ввели аналитические методы для изучения и проектирования сложных машин и механизмов, не всегда обусловленных практическими потребностями. Их новаторский вклад повлиял на западную науку и технику, а их труды переиздавались до XVI века н.э. Александрийская школа знаменует собой важный переход от очень простых механизмов к более сложным устройствам, которые можно считать машинами. Александрийская школа является отправной точкой для современной механической практики и инженерного проектирования [8]. И. Артоболевский¹ в попытке описать развитие теории машин и механизмов, упоминает, что важно установить, по крайней мере, приблизительно точку его происхождения как науки, учитывая, что наука машин после Возрождения была в течение длительного времени чисто эмпирического изобретательского характера без теоретического обоснования их конструкции. Проектирование машин и механизмов систематическим способом, используя математическое аксиоматическое основание и эксперименты, – это процесс, к которому не пришли эмпирически через длительную эволюцию, и эта точка отделяет инженерную науку от технологий и ремесел [9].

¹ Иван Иванович Артоболевский (26 сентября [9 октября] 1905, Москва, Российская империя – 21 сентября 1977, Москва, СССР) – советский учёный-механик, специалист в области теории механизмов и машин; академик АН СССР, Герой Социалистического Труда (1969). Источник: https://ru.wikipedia.org/wiki/Артоболевский,_Иван_Иванович?ysclid=msqdlisemr167826694&utm_referrer=https://ya.ru/

Развитие механики было тесно связано с развитием математики в целом, так и математических методов моделирования. Появление и уточнение математических методов позволило утверждать и решать более сложные проблемы механики. В свою очередь, проблемы механики стимулировали интенсивное развитие математических методов. История механики и дизайн инструменты, машины и механизмы строго связаны с развитием человеческого общества [10]. IX и X века, а затем еще раз с арабского и греческого языков на латынь в XII и XIII веках. Влияние трудов пионеров науки и техники классической эпохи в средневековье и раннем Новом времени обусловлено главным образом латинскими и греко-латинскими рукописными версиями, а затем и печатными с XIII по XVII века. Переводы на современные европейские языки появились позже и внесли свой вклад в продолжающееся изучение истории греческой математики, истории и философии науки и техники [11].

Рассмотрение механики как науки о машинах и механизмах, интересно начать с очень глубокой древности. Египетские подъемные устройства – это совокупность изобретательных механических систем, использовавшихся древними египтянами для перемещения тяжелых предметов. Эти устройства были необходимы для строительных проектов, позволяя строителям поднимать, транспортировать и устанавливать огромные камни для монументальных сооружений. Среди наиболее распространенных типов египетских подъемных устройств были рычаги, блоки и наклонные плоскости. Каждая система использовала принципы физики для повышения эффективности подъема. Например, рычаги использовали точку опоры для усиления силы, а блоки позволяли перенаправлять силу, облегчая подъем значительных грузов.

Эффективное использование этих подъемных устройств требовало организованной рабочей силы, владеющей навыками их эксплуатации. Понимание этих древних инженерных решений позволяет оценить замечательные возможности египтян, демонстрируя их новаторский подход к преодолению трудностей, возникающих в ходе их амбициозных архитектурных проектов. Египетские подъемные устройства возникли как замечательные инженерные решения в ответ на

монументальные амбиции древнеегипетской цивилизации. Эти устройства были необходимы для строительства больших сооружений, облегчая перемещение тяжелых материалов с минимальными затратами энергии. Их развитие шло параллельно эволюции египетской архитектуры и социальной структуры [12].

Использование подъемных устройств в Древнем Египте можно проследить до раннего династического периода, около 3000 года до н.э., когда стала очевидной необходимость в эффективных методах строительства. Исторические свидетельства указывают на то, что эти устройства играли решающую роль в различных значительных архитектурных проектах, отражая прогресс в инженерных технологиях. Ключевыми проектами, в которых использовались египетские подъемные устройства, были пирамиды и обелиски. Строительство таких массивных сооружений требовало не только значительного планирования и управления ресурсами, но и инновационных решений, использующих принципы физики, таких как рычаги и наклонные плоскости. Инженерное мастерство, продемонстрированное в этих начинаниях, подчеркивает сложность древних технологий. Опора на эти технологические достижения также указывает на социально-экономический контекст Древнего Египта. Хорошо организованная рабочая сила, специализирующаяся на использовании подъемных устройств, имела решающее значение для выполнения монументальных задач, демонстрируя симбиотическую связь между инженерным делом и трудом в древнеегипетском обществе [13].

Использование египетских подъемных устройств сопряжено с определенными трудностями. Одна из существенных сложностей заключалась в огромных масштабах перемещаемых материалов, особенно при строительстве монументальных сооружений, таких как пирамиды. Вес каменных блоков, иногда превышающий две тонны, требовал огромных усилий и эффективной координации.

Кроме того, конструкция этих подъемных устройств была ограничена доступными на тот момент технологиями. Хотя такие устройства, как рычаги и блоки, были инновационными, они имели присущие им ограничения с точки зрения механического преимущества. Эти ограничения часто снижали

эффективность трудоемких работ. Трудовые затраты также представляли собой существенные проблемы. Рабочие должны были быть обучены механике работы этих подъемных устройств, и поддержание морального духа среди рабочих имело жизненно важное значение. Физические нагрузки при транспортировке и подъеме массивных камней могли приводить к усталости и травмам, влияя на общую производительность.

Факторы окружающей среды также играли свою роль. Жаркий пустынный климат Египта создавал проблемы с точки зрения гидратации и выносливости, что еще больше усложняло эффективное использование подъемных устройств. Несмотря на эти препятствия, изобретательность древних египтян привела к замечательным достижениям, выдержавшим испытание временем. Таким образом, механику эллинистической эпохи², можно рассматривать как предтечу. Данный этап – это период накопления практического опыта, отсутствие теоретического фундамента, но при этом демонстрация фактического результата [14]. Так что в практическом плане с механикой в античном мире было все в порядке. Но теории все же было недостаточно. Основными неразрешенными проблемами были, по большому счету, две: как ведут себя тела, когда на них действуют силы, и как они ведут себя, когда на них силы не действуют?

Рассмотрим топор, или простой клин, который в процессе эволюции менялся по материалу изготовления – от каменных, бронзовых и до современных высокопрочных и нержавеющей. Но форма оставалась фактически одной: топориче, с которым соединено лезвие, образуя геометрический клин, у которого боковые поверхности сходятся под острым углом (обозначим его альфа), образуя наклонные плоскости. Клин придуман не человеком, а самой природой: например, клюв дятла легко вонзается в дерево благодаря оптимальной клиновидной форме (рис. 1).

² Эллинизм (от греч. Ἑλληνισμός (Эллас) – «Греция») – это длительный период в истории искусства Средиземноморья, на протяжении которого на огромных территориях происходило широкое распространение греческих культурных традиций. Эпоха Эллинизма в искусстве длилась около 300 лет (с конца IV — до конца I века до нашей эры), а основной причиной ее появления стало покорение Александром Македонским в результате военных походов значительной части азиатского континента. Источник: Большая Российская Энциклопедия, Электронный ресурс: <https://bigenc.ru/c/ellinizm-902206>

6 <https://phsreda.com>



Рис. 1. Простейший клин

Когда человек бьет топором по дереву, эти боковые поверхности с огромной силой раздвигают волокна древесины и заставляют полено расколоться (рис. 2).

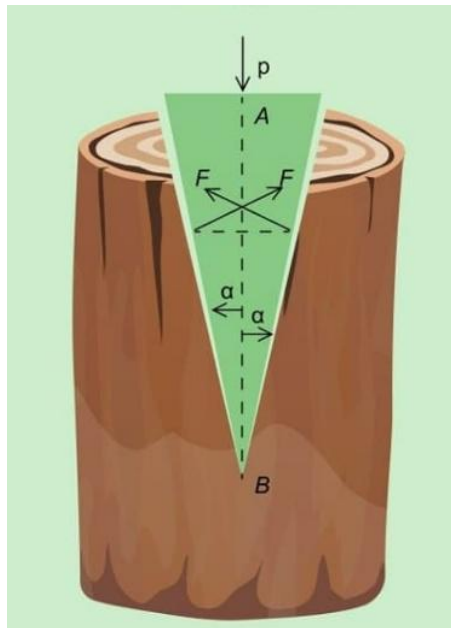


Рис. 2. Расчетная схема клина

При ударе вертикальная сила P вгоняет лезвие топора в дерево, и на его стороны действуют сдавливающие силы F со стороны полена. Проекция каждой из сил F на плоскость симметрии лезвия (линия AB) будет равна $F \cdot \sin \alpha$.

Соответственно, чем длиннее и острее клин (то есть чем меньше угол α), тем меньше может быть P по отношению к $2F$. Угол лезвия обычного колуна – примерно 25° , соответственно сила P примерно в пять раз меньше, чем $2F$.

Т. е., чтобы расколоть полено, нужно приложить силу в пять раз меньше, чем бы потребовалось, чтобы разломать его горизонтально.

В античном производстве вина и масла активно применялись различные виды прессов: рычажные, клиновые и винтовые (рис. 3). Для перемещения тяжелых грузов греки и римляне использовали ворота с горизонтальной или вертикальной осью, а в строительстве задействовали системы блоков – полиспасты. Также были известны механизмы для преобразования вращательного движения с помощью зубчатых передач [15]. Однако более совершенные устройства, такие как водяные колеса, червячные передачи или насосы, внедрялись крайне медленно: широкому распространению автоматизации препятствовала доступность дешевого рабского труда.

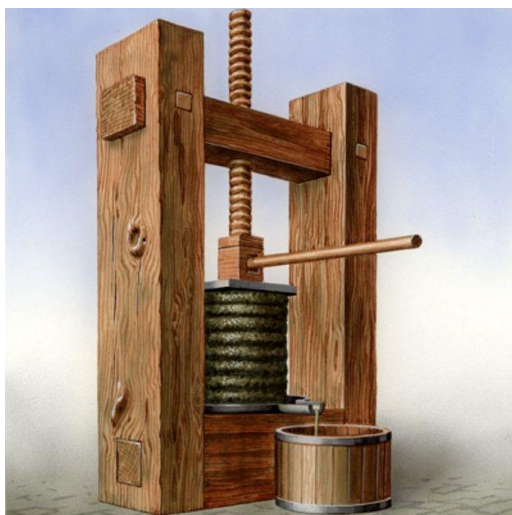


Рис. 3. Винтовой пресс

Статика, зародившись как прикладная дисциплина, изначально решала сугубо практические вопросы: расчет усилий в простейших механизмах и поиск условий равновесия подвешенных тел. Именно в античности статика оформилась в самостоятельную теоретическую область, которую современники ставили в один ряд с арифметикой, называя «искусством взвешивания».

Первым мыслителем (в ту эпоху ученых было принято называть философами), чьи наработки в области статики дошли до наших дней, стал Архит Тарентский (ок. 428–365 гг. до н. э.). Его считают основоположником механики, который первым применил к ней строгий математический аппарат и перевел работу

механизмов на язык геометрических чертежей. Именно Архит описал принципы действия блока и полиспаста. Его идеи, изложенные в трудах «О математических науках» и «Беседы», дошли до нас лишь в виде цитат у Аристотеля и других античных авторов.

Достоверных биографических данных об Архите, как и о многих других деятелях Классической эпохи, крайне мало. Основные сведения черпаются из фрагментарно сохранившегося жизнеописания, составленного Аристоксеном, а также из седьмого письма Платона. Исследователь Карл Хафмен полагает, что Архит был автором около шести трактатов, однако ни один из них не сохранился целиком. Наиболее известными его работами были «Гармоника» (посвященная теории музыки), трактат «О науках» (где рассматривалась роль математики в государственном устройстве и жизни человека) и «Рассуждения». Также античные авторы приписывали ему сочинения о машинах, флейтах, земледелии и арифметике. В своих трудах Архит затрагивал фундаментальные вопросы бытия: природу материи, движения и бесконечности Вселенной [16]. Для современников он был прежде всего математиком, убежденным в том, что арифметика способна облагораживать человеческую нравственность. Главным достижением Архита стало объединение математики и философии, что заложило фундамент для дальнейшего развития статики [17].

В отличие от Архита, Архимед предстает как первооткрыватель, чьи труды состояли преимущественно из его собственных уникальных достижений. Обладая энциклопедическими познаниями в геометрии, астрономии, гидростатике и механике, он не стремился к систематизации знаний или написанию учебных пособий [18]. В этом он кардинально отличался от своих предшественников и последователей, таких как Евклид или Аполлоний, чья деятельность была направлена на упорядочивание и изложение накопленного научного опыта.

Также Архимеду приписывается изобретение так называемой улитки – водяного винта (рис. 4), служившего для подачи воды на более высокий уровень [19]. Винт вращается обычно с помощью ветряного колеса, либо вручную. В то время, как поворачивается нижний конец трубы, он собирает некоторый

объём воды. Это количество воды будет скользить вверх по спиральной трубе во время вращения вала, пока наконец вода не выльется из вершины трубы, снабжая ирригационную систему. Контактная поверхность между винтом и трубой не обязана быть идеально водонепроницаемой, потому что относительно большое количество воды черпается за один поворот по отношению к угловой скорости винта. Кроме того, вода, просачивающаяся из верхней секции винта, попадает в предыдущую секцию и так далее, таким образом, в машине достигается динамическое равновесие, что препятствует уменьшению механической эффективности.

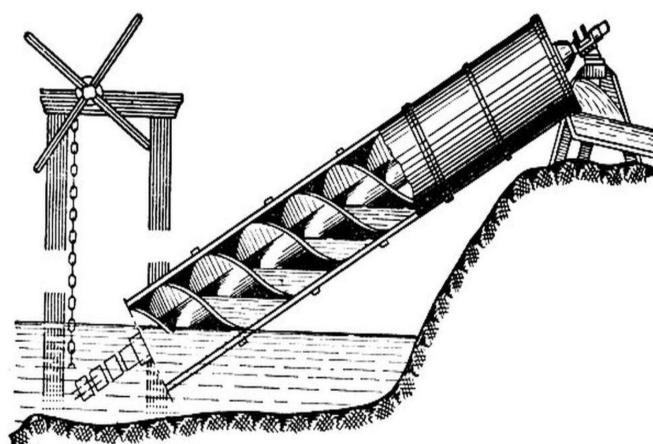


Рис. 4. Водяной винт Архимеда

Винт не обязательно должен вращаться внутри неподвижного кожуха – он может составлять с ним единую конструкцию. Существуют способы жесткой фиксации: например, винт можно закрепить внутри оболочки с помощью смолы или другого связующего состава. Также возможен вариант цельного литья из бронзы; по мнению ряда историков, именно так были устроены механизмы для полива знаменитых висячих садов Вавилона. Изображения античных водяных винтов подтверждают, что оператор приводил устройство в действие, наступая на внешнюю поверхность корпуса. Это вынуждало конструкторов делать винт и оболочку неразрывным целым.

Статика как наука сформировалась под влиянием практических нужд общества: развития архитектуры, необходимости точного расчета строительных

элементов (балок, перекрытий) и возведения протяженных мостов, способных выдерживать колоссальные нагрузки.

Развитие науки всегда идет рука об руку с социальными и экономическими запросами, а также с потребностями военного дела. Механика – яркое тому подтверждение. Рассмотрим исторические предпосылки, которые побуждали античных философов и ученых заниматься исследованиями в этой области.

Классическим примером служит оборона Сиракуз, где передовые инженерные решения сыграли решающую роль [20]. Хотя баллисты и катапульты существовали и до него, именно Архимед первым подвел под работу метательных машин строгую научную базу. Существовало несколько типов таких орудий [21], каждый из которых имел свою специфику (рис. 5).

Требушет: наиболее мощное осадное орудие, работающее по принципу рычага с противовесом. Благодаря способности метать тяжелые камни и снаряды на большие дистанции, требушеты стали незаменимы при осаде и защите крепостей.

Онагр: метательная машина, действие которой основано на силе скручивания (торсионный принцип). Онагры отличались компактностью и мобильностью, что позволяло оперативно перемещать их на поле боя.

Баллиста: высокоточное оружие, использующее энергию натяжения рычагов. Баллисты предназначались для прицельной стрельбы стрелами или камнями на относительно небольшие расстояния, обеспечивая высокую поражающую способность.



Рис. 5. Метательные механизмы. Реконструкция

Положительный опыт дал толчок к самому широкому применению данного типа вооружения³:

- Гай Юлий Цезарь активно применял их в походах в Галлию (58–51 гг. до н.э.);
- каждая когорта (300–500 воинов) имела одну катапульту и несколько баллист. Римские орудия бросали камни весом до 30 кг на расстояние более 300 м;
- метательные орудия помогли римлянам покорить города и крепости (Иоттапаты, Иерусалима) в Иудейской войне (66–73 гг. н.э.).

Влияние трудов пионеров науки и техники классической эпохи в средневековье и раннем Новом времени обусловлено главным образом латинскими и греко-латинскими рукописными версиями, а затем и печатными с XIII по

³ Тёмные века – понятие в историографии, используемое для описания европейской истории VI–X веков. Несмотря на то, что эта эпоха характеризуется скудностью источников о ней, считается, что она отличается превосходством Византии, мусульманского мира и Китая над западным регионом. Об этом свидетельствуют труды западных и византийских писателей. Прежде всего, период определяется разрушением Римской империи – упадком городов Запада, признаком чего стал переезд варварских монархов в латифундии, большие поместья. На месте Римской империи на карте Европы появились небольшие королевства, графства и герцогства. К этому времени сформировались такие государства, как Меровингская Франция, Остготская Италия и Византийская империя. Источник: Рувики. https://ru.ruwiki.ru/wiki/Тёмные_века_европейской_истории?ysclid=msq32t53mq557347934

XVII века. Переводы на современные европейские языки появились позже и внесли свой вклад в продолжающееся изучение истории греческой математики, истории и философии науки и техники [22].

Хотя записи о машинах и механизмах в период «Темных веков» между 500 и 1000 годами редки, масштабные изменения в методах ведения сельского хозяйства, приведшие к сельскохозяйственному избытку, способствовали быстрой урбанизации с параллельным развитием механических устройств, приспособленных для производства, и к использованию «природных сил» ветра и воды. Эти новые силы должны были породить множество машин со сложными механизмами. В IX–X веках часы с зубчатыми передачами уже находились в эксплуатации. В средневековых монастырях были созданы важные механические устройства. Документы XII и XIII веков, содержащие эскизы машин, немногочисленны, и творческая свобода конструкторов ограничена доступными материалами и инструментами, а не отсутствием воображения. Бэкон в XIII веке упоминает о способности собирать различные машины [23].

В эпоху Возрождения Альберти (1404–1472) описывает множество механизмов, необходимых при строительстве зданий. Это ранняя попытка представить машину как совокупность механизмов [24]. Районы Северной и Западной Европы, некогда малонаселенные, стали обрабатываться. Зерно было важной культурой, большая часть которого перемалывалась на водяных мельницах.

В том виде, что считается кинематикой в привычном нам понимании, этот раздел механики был четко выделен в курсе «Физической и экспериментальной механики» математика и военного инженера Понселе⁴, который он сформулировал перед началом преподавания Мёцской артиллерийско-инженерной школе (Ecole d'application de Metz) в 1825–1827 гг. В этом курсе наиболее комплексно рассматривались разные виды движений, их сложение, расчет скоростей и ускорений, а также приводилась некоторая классификация механизмов.

⁴ Жан-Виктор Понселé (фр. Jean-Victor Poncelet; 1 июля 1788, Мец, – 22 декабря 1867, Париж) – французский математик, механик и инженер, создатель проективной геометрии, один из основоположников изучения свойства усталости материалов в материаловедении. Член Парижской АН (1834), её президент в 1842 г. Член-корреспондент Петербургской АН (1857). Источник: [21].

Еще более определенно идея выделения кинематики сформулирована выдающимся ученым Карно Лазаром⁵. Он писал: «Геометрия могла бы включить в себя движения, не связываемые с взаимодействием тел, ибо механика, собственно говоря, не наука о движении, а наука о сообщении движения... Не движение само по себе является предметом механики, а эффект видоизменений, которым оно подвергается».

Наконец, у великого французского ученого Андре-Мари Ампера (1775–1836) появляется (именно ему принадлежит формулировка термина «кинематика», и кстати он же в 1830 году ввёл в научный оборот термин «кибернетика»⁶) понятие «кинематика»: «Наука, которая рассматривает сами по себе движения, наблюдаемые нами в окружающих телах и, особенно, в устройствах, называемых машинами, я называю кинематикой...». В трактате «Опыт философии наук» Ампер утверждает, что кинематика должна быть и частью теоретической, механики, прикладной дисциплиной, в которой изучаются разнообразные механизмы [25].

Что же касается насильственного движения, то, как мы уже говорили, для его возникновения нужна сила. Эта сила была названа Аристотелем динамис и определена следующим хитрым образом: «Если какая-нибудь сила продвигает тело на какое-нибудь расстояние, то эта же сила продвигает вдвое меньшее тело или на вдвое большее расстояние, или на то же расстояние, но за вдвое меньшее время».

Под силой Аристотель, возможно, понимал то, что на языке современной науки называется мощностью. Такое понимание термина сила преобразовалось в существующую до сих пор единицу измерения мощности – лошадиная сила [26]. В научном понимании лошадиная сила – это не сила, а работа «эталонной» лошади, отнесенная ко времени, в течение которого эта работа была совершена,

⁵ Лазар Николя Маргерит Карно́ (фр. Lazare Nicolas Marguerite Carnot; 13 мая 1753, Ноле – 2 августа 1823, Магдебург) – французский государственный и военный деятель, инженер и учёный. Первым предложил название «Комплексное число». Имел репутацию честного администратора и убеждённого республиканца, был одним из архитекторов новой армии Первой республики. Источник: https://ru.ruwiki.ru/wiki/Карно,_Лазар?ysclid=msq2u6mx5b300078208&utm_referrer=https://ya.ru/

⁶ «Et secura cives ut pace fruantur», «И обеспечивает гражданам возможность наслаждаться миром». Источник: Norbert Wiener, The Human Use of Human Beings, French Edition: Cybernetique et Societe, Union Generale d'Edition, Paris, 1952

т. е. мощность. Сущность аристотелевской силы подтверждается терминологически, т. к. греческое слово динамис⁷ является современным словом русского языка – «мощность». И возникла эта единица в свое время как количественная оценка паровой машины по мощности, а, конечно, не по силе, которая в этом случае не имеет никакого смысла.

Однако, все-таки к динамике в том смысле, к которой привыкли современные ученые механики, динамика по Аристотелю – это скорее всего игра мысли и философская концепция, чем некая законченная научная теория. Поэтому, согласно общепринятой концепции развития науки, кинематику и динамику, как полноценные разделы механики, исторически необходимо отнести к следующему периоду становления и развития механики [27], который мы рассмотрим в следующих публикациях.

Трудности формальной аксиоматизации понятий массы и силы вызвали острую дискуссию в научных кругах. Переоценка законов Ньютона механики приобрела в те времена большой интерес. Философский факультет Гёттингенского университета в 1869 году объявил конкурс на написание критического исторического исследования основных принципов механики. Требования к этому исследованию были сформулированы следующим образом: «когда, кем и в какой связи с конкретными проблемами был впервые найден и сформулирован каждый отдельный существенный принцип механики», а результаты ожидалось в соответствии с анализом принципов и их взаимосвязи с философскими теориями. Всего было представлено пять работ, первый приз достался Э. Дюрингу⁸ за его работу под названием «Критические принципы общей начальной механики» [5].

Механика – это динамично развивающаяся дисциплина, чьи фундаментальные принципы лежат в основе современного технологического прогресса.

⁷ Греч. dynamis. Действующая сила. Также переводится латинским potentia, что, в частности, соответствует французскому puissance. Источник: Словарь иностранных слов, вошедших в состав русского языка. – Чудинов А.Н., 1910.

⁸ Карл Евгений Дюринг (12 января 1833 – 21 сентября 1921) – немецкий философ, экономист и социалист. Несмотря на то, что он ослеп в зрелом возрасте, он был плодовитым и популярным лектором в Берлинском университете. Его «философия действительности» представляла собой всеобъемлющую материалистическую систему, которая бросила вызов немецкому идеализму, классической экономической теории и организованной религии. Источник: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.62481ed6-6a7cac8f-71bc6a92-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Eugen_Dühring

Инженеры-механики продолжают играть ключевую роль в решении глобальных задач, сочетая классические знания с принципами устойчивого развития [28]. В условиях Индустрии 4.0 отрасль переживает качественную трансформацию: внедрение искусственного интеллекта, сетей 5G и мехатроники переводит производство на новый уровень, где ключевыми факторами становятся цифровизация, глубокая аналитика данных и интеллектуальное управление процессами современных технологий [29]. Постепенный уход механики на периферию технического прогресса – процесс неизбежный. Сегодня она превращается в инструмент для решения узких, высокотехнологичных задач. Однако механика не исчезнет бесследно: она останется фундаментом, связывающим цифровой мир с человеком. Ведь любая техника – это прежде всего материальный объект, созданный для нужд людей, а значит, физическое воплощение будет востребовано всегда. И механика, прошедшая огромный эволюционный путь, продолжит существовать в новом цифровом мире.

Список литературы

1. Машкин А.Л. Повышение роли фундаментальных дисциплин в системе современного высшего образования / А.Л. Машкин, Е.С. Гоголина, С.В. Глаголева // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – №84–4. – С. 131–134. DOI 10.18411/trnio-04-2022-177. EDN VUUGCD
2. Дырдина Е.В. Потенциал графических методов расчета конструкций в развитии инженерной интуиции у будущих архитекторов и строителей / Е.В. Дырдина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2025. – №3(247). – С. 84–94. DOI 10.25198/1814-6457-247-84. EDN LKAIBN
3. Розенблат Г.М. Опыт проведения олимпиад по теоретической механике в МАДИ / Г.М. Розенблат, С.В. Борисов, В.Т. Гришакин // XIII Всероссийский Съезд по теоретической и прикладной механике: сборник тезисов докладов. В 4-х томах. – СПб., 2023. – С. 887–889. EDN LNRQUX
4. Машкин А.Л. Состояние и перспективы развития интерактивных средств обучения в курсе теоретической механики / А.Л. Машкин, Ю.В. Борисов, В.М. Борисов // Технопарк универсальных педагогических компетенций:

материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары, 2024. – С. 94–98. EDN HCDQTK

5. Механика и физика второй половины XVIII в. – М.: Наука, 1978. – 200 с.

6. Охоцимский Д.Е. Основы механики космического полета / Д.Е. Охоцимский, Ю.Г. Сихарулидзе. – 1990.

7. Машкин А.Л. Притяжение и тяготение в механике / А.Л. Машкин, Ю.В. Борисов, В.М. Борисов // Тенденции развития науки и образования. – 2024. – №106–9. – С. 196–199. DOI 10.18411/trnio-02-2024-523. EDN XCADBY

8. Болгова А.М. К вопросу о закрытии Афинской академии в 529 г. / А.М. Болгова // Известия УрФУ. Серия 2. Гуманитарные науки. – 2016. – Т. 18. №3(154). – С. 205–214. DOI 10.15826/izv2.2016.18.3.054. EDN WYDCCV

9. Машкин А.Л. Задачи моделирования систем отсчета в механике / А.Л. Машкин, С.В. Борисов // Педагогика, психология, общество: от теории к практике: материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Чебоксары, 2022. – С. 73–78. EDN DCHOVU

10. Бродель Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм, XV–XVIII вв. / Ф. Бродель; пер. с фр. Л.Е. Куббея. – М.: Прогресс, 1992. EDN CUUUMO

11. Араго Ф. Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров / Ф. Араго. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000.

12. История механики с древнейших времен до конца XVIII века / А.Т. Григорьян, И.Б. Погребысский, М.М. Рожанская [и др.]. – М.: Наука, 1971. – 300 с.

13. Ван дер Варден Б.Л. Пробуждающаяся наука. Математика древнего Египта, Вавилона и Греции / Б.Л. Ван дер Варден. – М.: Наука, 1959. – 456 с.

14. Caley E.R. The Stockholm Papyrus: an English translation with the letter notes / E.R. Caley // The Journal of Chemical Education. – 1927. – Vol. 4. No. 8. – P. 980, 984–988.

15. Михайлов Б.П. Витрувий и Эллада: Основы античной теории архитектуры / Б.П. Михайлов. – М.: Стройиздат, 1967. – 280 с.

16. Huffman C. Archytas of Tarentum. Pythagorean, Philosopher and Mathematician King / C. Huffman. – Cambridge, 2005.
17. Жмудь Л.Я. Пифагор и ранние пифагорейцы / Л.Я. Жмудь. – М., 2012. EDN SUOMBJ
18. Лурье С.Я. Архимед / С.Я. Лурье. – М.; Л., 1945. – С. 76.
19. Архимедов винт // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890. – Т. II. – С. 264.
20. Ханиотис А. Эпоха завоеваний: Греческий мир от Александра до Адриана (336 г. до н.э. – 138 г. н.э.) / А. Ханиотис; пер. с англ. – М.: Альпина нон-фикшн, 2020. – 680 с.
21. Виоле-ле-Дюк Э. Осада и оборона крепостей. Двадцать два столетия осадного вооружения / Э. Виоле-ле-Дюк; пер. А.А. Цыпленкова. – М.: Центрполиграф, 2009. – 378 с.
22. Д'Аламбер Ж.Л. Очерк происхождения и развития науки / Ж.Л. Д'Аламбер // Родоначальники позитивизма. – СПб., 1910.
23. Аносов Д.В. От Ньютона к Кеплеру / Д.В. Аносов. – М.: МЦНМО, 2006.
24. Hachette M. Traité Élémentaire des Machines / M. Hachette. – Corby, 1811.
25. Белькинд Л.Д. Андре-Мари Ампер / Л.Д. Белькинд. – М.: Наука, 1968.
26. Моисеев Н.Д. Очерки развития механики: учеб. пособие для ун-тов / Н.Д. Моисеев; под ред. проф. П.М. Огибалова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1961.
27. Античность в контексте современности. Вопросы классической филологии X / пер. И.М. Маханьков. – М., 1990. – С. 150–168.
28. Машкин А.Л. Индустриальная механика и индустриальное общество / А.Л. Машкин, Ю.В. Борисов, В.М. Борисов // Актуальные вопросы современной науки и образования: материалы XIII Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2026. – С. 224–227. EDN OQTCJC
29. Турушев М.Е. Цифровые решения в инженерии / М.Е. Турушев, Д.А. Гирник, А.Ю. Чуба // Аграрная наука в контексте времени: сборник трудов LX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Тюмень, 2025. – С. 209–213. EDN AHCELV

Машкин Аркадий Львович – канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», Москва, Россия.

Борисов Сергей Вячеславович – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», Москва, Россия.
