

4. Эйхенвальд А. А. Теоретическая физика (часть вторая — Общая механика). — М.-Л., 1932. — 325 с.
5. Николаи Е. Л. Теоретическая механика. — М.: Физматгиз, 1962. — Ч. 1. — 280 с.
6. Воронков И. М. Курс теоретической механики. — М., 1962. — 596 с.
7. Старжинский В. М. Теоретическая механика. — М.: Наука, 1980. — 464 с.
8. Никитин Н. Н. Курс теоретической механики. — М.: Высшая школа, 1990. — 607 с.
9. Казан В. Ф. Очерки по геометрии. — М.: МГУ, 1963. — 572 с.
10. Гильберт Д. Основания геометрии /Под редакцией П. К. Рашевского, перевод И. С. Градштейна. — М.-Л.: ОГИЗ, 1948. — 491 с.
11. Александров А. Д. Основания геометрии. — М.: Наука, 1987. — 290 с.
12. Зинченко П. И. Непроизвольное запоминание. — М.: Наука, 1961. — 562 с.

УДК 001. 5: 531

О ТРЁХ СУЩЕСТВЕННЫХ РЕЗЕРВАХ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УЧЕБНИКОВ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Р. М. Игнатицев

По принципам построения существующие учебники по теоретической механике можно разбить на две категории. Первая. В большинстве случаев авторы искренне верят в возможность построения безукоризненной теории, основанной на ограниченном числе начал.

Так, в литографированном издании 1906 года Н. Е. Жуковский в своей «Теоретической механике» писал: «Кинематика для своего изложения не требует никаких новых начал и опирается на аксиомы геометрии. Для изложения же кинетики необходимо принять без доказательства *несколько основных начал*».

В динамике за начала он принимает: закон инерции, закон независимости действия сил и закон равенства действия и противодействия. К основному же закону динамики (в форме $\vec{F} = m \cdot \vec{j}$) он идёт относительно длинным путём, заканчивая формулировкой и доказательством соответствующей теоремы (в [2, с. 298]).

Теперь перевожу внимание на один из достаточно представительных современных, 1990 года, учебник по «Теоретической механике. Для машиностроительных и приборостроительных специальностей ВУЗов», являющийся детищем Московского государственного технического университета им. Баумана; автор — Никитин Н. Н. [3]. Цитирую: «Все положения динамики получа-

ют из её аксиом». Приводится 4 аксиомы, 3 повторяют начала динамики Н. Е. Жуковского, а 4-м началом является основной закон динамики (в форме $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$). Сразу же возникает каверзный вопрос: «разве закон инерции не является простым следствием основного уравнения динамики»? (через которое интегральное и дифференциальное исчисления объявляются составляющими методов теоретической механики).

Но возвращаюсь к главному. Привожу ещё три примера, подтверждающих что в большинстве случаев авторы учебников по теоретической механике искренне верят в возможность построения безукоризненной теории, основанной на ограниченном числе начал. Геронимус Я. Л. [4] в своём 512-страничном курсе «Теоретическая механика» в 1973 году пишет: «Кроме 4-х аксиом, рассмотренных в §1, мы введём во всём дальнейшем изложении лишь одну новую аксиому (принцип освобождаемости от связей). На этих 5-ти аксиомах строится всё здание классической механики и все выводы из них делаются уже *чисто математическим путём*».

Воронков И. М. [5] в своём «Курсе теоретической механики», на котором выросло не одно поколение инженеров, пишет: «Из аксиом при помощи *строгих* математических рассуждений вытекают все дальнейшие выводы и результаты классической механики».

Вот ещё [6]: «аксиомы... из которых все наблюдаемые механические явления могут быть выведены как *простые* математические следствия» и т. д.

Эта категория влюблённых в «строгость доказательств» авторов тратит (в частности) по 15–12 страниц своих учебников на «*строгое*» изложение главы «Теория пар сил». Особенно печально, что целая армия рядовых преподавателей-приверженцев этой концепции, демонстрируя «строгость», с наслаждением и подробно излагают этот материал на лекциях, существенно задалбливая время на большой объём геометрических построений и на десяток доказательств подобия треугольников, практически не продвигаясь в направлении изложения методов теоретической механики.

Имеется и другая категория учебников. Их авторы нутром чувствуют, что концепция о возможности построения строгой теории, основанной на конечном числе начал, ошибочна, но умудрённые жизненным опытом, прямо об этом не рискуют высказываться. Они знают насколько опасно в науке пытаться подправлять укоренившееся мнение; за это бьют — жёстко, а иногда и ниже пояса. И всё же в изложениях ряда авторов просматривается их неверие в возможность «выводить всё строго математически».

Сейчас накопилось достаточно оснований, чтобы во всеуслышание заявить: «*Концепция о возможности построения неуязвимой теории, основанной на конечном числе начал ошибочна. И в теоретической механике фор-*

мально-логические рассуждения должны уступить инженерно-физической сущности и здоровому практицизму; формально-логические рассуждения должны быть перемещены на второй план».

Концепция о том, что «теоретическая механика стала стройной, законченной теорией», в ней *«всё строго доказывается»*, «из небольшого числа начал всё остальное выводится как простые математические следствия», перекочевала в теоретическую механику 3–4 столетия назад из геометрии. Но там в последнюю сотню лет произошли существенные концептуальные корректировки и наступила пора их учесть. Поясняю.

Известный советский геометр Каган В. Ф. о доказательстве одной из теорем геометрии Киселёва в 1904 году писал [7, с. 32]: «Это не слабое доказательство, здесь нет и следа доказательства, здесь есть только одна интуиция, есть только то, что древний писатель выразил одним словом — «смотри!».

У Кагана, критиковавшего доказательство в геометрии Киселёва, в свою очередь встречается: *«Совершенно ясно, что два пространства, сходственные с третьим, сходственны между собой»* [7, с. 551], но высокий уровень требований к понятию «строгость доказательств» он предъявляет и к себе — на с. 553 пишет: «конечная цель в настоящем (его, Кагана) сочинении достигнута столь же мало, как и в других сочинениях, имеющих ту же задачу. Рядом с основными терминами . . . мы употребляли много других..., которым несомненно присваивается определённое значение, нами не формулированное... Таковы термины: «существует», «различные точки» ... и т. п. Рядом с постулатами, нами формулированными, имеются и постулаты логические, на которых основан весь процесс рассуждений... Наконец, в основе всей нашей системы лежит арифметика; мы принимаем, следовательно, все те постулаты, на которых покоится эта дисциплина, а между тем, как ни глубоко продуманы начала арифметики, эта наука не может считаться обоснованной... ».

Об уязвимости аксиоматических теорий (об осторожном отношении к высказываниям типа «математически строго доказал») свидетельствуют также: история создания Лобачевским Н. И. его геометрии (1829 г.); мнение всемирно известного математика К. Гаусса — «Я часто прихожу к доказательствам, которые убедили бы всякого другого; мне же они не говорят ничего» [7, с. 29]. Наиболее веским оппонентом концепции «пять аксиом и все остальное математически *строго* доказывается» является теорема К. Гёделя о невозможности полной формализации процесса логического вывода (1931 г.).

Но возникает естественный вопрос: «как, в конце-то концов, устанавливать истину, что является главным её критерием (аргументом в последней инстанции)»?

Прямо отвечают на этот вопрос другие всемирно известные авторитеты — математики: Д. Гильберт — «это может решить *только наблюдение и опыт*»

[8, с. 343]; академик СССР А. Д. Александров — «от геометрической наглядности «Начал» Евклида основания геометрии были доведены до наглядности формул... Однако такая формализация, как... было доказано (имеется ввиду упоминавшаяся теорема Гёделя), ... не могла привести к окончательному доказательству непротиворечивости геометрии», «Что значит «правильное логическое рассуждение»? Если рассуждение к чему-то относится, то его можно *проверить по результату*» [9, с. 269 и 280].

Уже было сказано об отсутствии количественного единства в высечиваемых началах динамики различными авторами: Жуковский — 3, Никитин — 4, Геронимус — 5. Но может быть это временно вошедшая в теоретическую механику досадная некорректность, которую если постараться коллективно, то можно исправить? Нет! Дело не в некорректности отдельного автора. Эта же картина наблюдается и в геометрии, т. е. и геометрия — это не некая, единая во всех учебных заведениях, система изложения общепризнанных геометрических фактов. Поясняю. В ушедшем столетии в школах изучали прекрасный курс элементарной геометрии Киселёва; он базировался всего на 3-х высеченных аксиомах. Но раньше были «Начала» Евклида (написаны примерно 2300 лет назад); геометрия Евклида покоится на 14 началах. Известно много учебников с названием «Основания геометрии». У Гильберта Д. (1899 г.; переведены на русский в 1948 г.) они базируются на 19 аксиомах, у Кагана В. Ф. (1904 г.) — на 10-ти, у Леллон-Феррана Ж. (1985 г., перевод — 1989 г.) — на 12-ти, у Александрова А. Д. (1987 г.) — на 17-ти. Известны также «Основания геометрии» Костина В. И. (1948), Чистякова В. Д. (1961), Трайнина Я. Л. (1961), Погорелова А. В. (1968) и других; но они лишь расширяют разнообразие различающихся аксиоматических комплексов.

Итак, в теоретической механике не следует в погоне за эфемерной математической строгостью насыщать изложения вопросов различными многократно повторяемыми неоригинальными математическими длиннотами. Большой акцент следует делать на инженерно-физическую и практическую сущность излагаемого.

Перехожу ко второму резерву существенного повышения качества учебников по теоретической механике. Это системы высечиваемых авторами начал (аксиом, понятий).

Я уже говорил о сложностях, которые пришлось преодолевать Жуковскому, двигавшемуся при построении теории от закона инерции, принятого за начало, к основному закону динамики, рассматривавшемуся им в качестве теоремы. И слава Богу, что сейчас почти все авторы учебников по теоретической механике за начало принимают основной закон динамики!

Но сегодня возникает подобный вопрос (среди ряда других): зачем нужна та система высечиваемых аксиом, которая приводит к 15-страничным изло-

жениям теории пар сил, в то время когда есть существенно более рациональные системы начал?

Второй резерв существенного повышения качества учебников по теоретической механике можно сформулировать так: «Для построения теоретической механики имеются существенно более рациональные системы высечиваемых аксиом. На них и надо переходить».

И, наконец, о 3-м существенном резерве повышения качества учебников по теоретической механике.

При изучении курса студентам важно познать 3–5 десятков опорных фактов теоретической механики — общих законов (о движении центра масс, об изменении количества движения и т. д.), принципов, общих уравнений и других твёрдо установленных и общепризнанных механических фактов. Но ещё более важной задачей является *познать методы*, позволяющие будущему инженеру уметь, начиная с опорных фактов, получать (находить, открывать, описывать) тысячи и десятки тысяч других конкретно встретившихся ему в практической деятельности механических явлений.

К сожалению, сегодня методология теоретической механики изучается в основном на подсознательном уровне — установка даёт на изучение не серьёзных доказательств (доказательств приемлемости применяемых методов), а игровых — доказательств давно известных и общепризнанных механических фактов.

Но ведь известно, если установка на запоминание предлагаемого материала не дана, то студенты усваивают на 30–40% информации меньше, по сравнению со случаем, когда установка на запоминание дана (см., к примеру, [10]). Таким образом, более правильной видится примерно такая методика изложения курса — цитирую возможный фрагмент: «Начинаем демонстрацию методов, которые позволят теоретическим путём перейти (например) от закона о движении центра масс к не менее известному закону об изменении количества движения».

Литература

1. Жуковский Н. Е. *Теоретическая механика*. — М., 1909. Ч. 1. — 107 с. и приложения.
2. Жуковский Н. Е. *Теоретическая механика*. — М. -Л.: Оборонгиз, 1939. — 420 с.
3. Никитин Н. Н. *Курс теоретической механики*. — М.: Высшая школа, 1990. — 607 с.
4. Геронимус Я. Л. *Теоретическая механика (очерки об основных положениях)*. — М.: Наука, 1973. — 512 с.
5. Воронков И. М. *Курс теоретической механики*. — М., 1962. — 596 с.
6. Эйхенвальд А. А. *Теоретическая физика (часть вторая — Общая механика)*. — М. -Л., 1932. — 325 с.

7. Казан В. Ф. *Очерки по геометрии*. — М.: МГУ, 1963. — 572 с.
8. Гильберт Д. *Основания геометрии* / Под редакцией П. К. Рашевского, перевод И. С. Градштейна. — М.-Л.: ОГИЗ, 1948. — 491 с.
9. Александров А. Д. *Основания геометрии*. — М.: Наука, 1987. — 290 с.
10. Зинченко П. И. *Непроизвольное запоминание*. — М.: Наука, 1961. — 562 с.

УДК 378. 4

РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ НА КАФЕДРЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

Д. М. Макаревич, М. Е. Лустенков

Система рейтинг-контроля, разработанная на кафедре «Теоретическая механика» Могилевского машиностроительного института (с 2000 года — Могилевский государственный технический университет), предназначена помочь студентам равномерно распределять учебную нагрузку в течение семестра и предоставляет возможность студентам получить оценку по текущей успеваемости, без сдачи экзамена в сессию. Система рейтинг-контроля была введена в учебный процесс по инициативе заведующего кафедрой, профессора Р. М. Игнатищева в 1992 году, прошла успешную апробацию и совершенствуется уже более десятка лет. Об успешности этой системы говорит то, что подобные методики постепенно приняли на вооружение другие кафедры университета. В 1994 году принято к использованию в учебном процессе положение о теоремрейтинге ММИ. Проводится популяризация системы рейтинг-контроля и за пределами нашего вуза. Преподаватели кафедры теоретической механики выступают на конференциях и методических семинарах [1]. В качестве эксперимента рейтинговая система оценки знаний введена с 2001 года на факультете журналистики Белорусского государственного университета.

Преимущества рейтинг-контроля для студентов очевидны. Во-первых, возможно избежание стрессовых ситуаций и элемента случайности во время экзамена, во-вторых, студенты получают дополнительно несколько дней в сессию на более качественную подготовку к следующему экзамену. С другой стороны повышается активность студентов на практических занятиях, стимулируется самостоятельная работа, повышается качество обучения. Необходимо также отметить и организационно-воспитательный момент. С системой рейтинг-контроля студенты знакомятся на первом практическом занятии.

Количество отводимых часов на изучение теоретической механики в МГТУ по специальностям приведено в табл. 1.