

# ФИЗИКА vs ПРИРОДОВЕДЕНИЕ, ИЛИ НЕ ВСЕ НАУКИ ОДИНАКОВО ГУМАНИТАРНЫ

*Мириленко Андрей Петрович,*

*кандидат технических наук, доцент Белорусского государственного аграрного технического университета (БГАТУ), г. Минск*

ПОЧЕМУ ТАКУЮ ПОНЯТНУЮ И ЛОГИЧНУЮ ДИСЦИПЛИНУ, КАК ФИЗИКА, ЗНАЮТ ХУЖЕ, ЧЕМ ДРУГИЕ ПРЕДМЕТЫ? ОЧЕВИДНО, ПОТОМУ, ЧТО ЕЁ ПРЕПОДАЮТ СЛИШКОМ СЛОЖНЫМ ДЛЯ ВОСПРИЯТИЯ ШКОЛЬНИКАМИ ОБРАЗОМ: ЛОГИКА ИЗЛОЖЕНИЯ СЛЕДУЕТ ОТ ЯВЛЕНИЙ И СВЕДЕНИЙ К СУЩНОСТЯМ, МАТЕРИАЛ ПЛОХО СТРУКТУРИРОВАН, СУЩНОСТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СЛАБО ИЛИ НЕДОСТАТОЧНО АКЦЕНТИРОВАНЫ... В СТАТЬЕ ПРЕДЛАГАЕТСЯ ИНОЙ ПОДХОД: ПРЕПОДАВАНИЕ НАЧИНАЕТСЯ С СОЗДАНИЯ «ПОНЯТИЙНО-СУЩНОСТНОГО КАРКАСА ПРЕДМЕТА». ЕДИНООБРАЗНАЯ СТРУКТУРА ИЗЛОЖЕНИЯ ДОЛЖНА СУЩЕСТВОВАТЬ ДЛЯ ВСЕХ РАЗДЕЛОВ И БЫТЬ СООТВЕТСТВЕННО ВИЗУАЛИЗИРОВАНА.

• преподавание физики • физика в школе • повествовательное изложение • «сакральные истины» в физике • понятийно-сущностный каркас предмета

Ещё недавно была в плане среднего образования странная дисциплина под названием «Природоведение». Она служила поводом для шуток («ученик убит тупым предметом»), о ней вспоминают родители, и её стойко переносили дети — мой сын весь год в дневнике наблюдений писал: «У меня нету гномона». Справедливости ради надо сказать, что от природоведения никаких особенно тяжёлых последствий не оставалось. Да, собственно, вообще ничего не оставалось, кроме загадочного словосочетания «длина тени гномона». Мы бы обязательно спросили: неужели нельзя было рассказать о мире что-то интереснее тени гномона? Но не сегодня. Сегодня мы хотим поговорить о физике. Точнее, о том, что бы такое сделать, чтобы физика не превратилась в природоведение.

Почему важно спасти физику? Да потому что гномона никто и никогда в жизни не встретит (скорее уж, гнома). А **физика лежит в основе создания всяческих благ цивилизации**. В общем, вещь реально нужная. С некоторым пафосом можно даже сказать, что физика и есть наша цивилизация. На этом предлагаем тезис о важности физики считать доказанным.

Добавим ещё один тезис: **физику знают плохо или очень плохо**. Причём речь

здесь идёт не о каких-то изысках, а о базовых понятиях. Доказательства нужны? Тогда казус.

## Казус с третьим законом Ньютона

Случилось мне быть в жюри одного конкурса в смешанной дисциплине «Физика+ТРИЗ». Это был республиканский финал, 16 команд старшеклассников с наставниками — в общем, цвет и надежда.

Жюри обходит 16 столов и слушает решения очередного этапа. Докладчик за вторым столом говорит: «...и по третьему закону Ньютона...». Тут я картинно морщу лоб и спрашиваю, что за закон-то такой? Внезапно команда ответить затруднилась, включая наставника.

Тогда я стал спрашивать у каждой команды, и только за 15-м столом юноша своими словами кое-как передал верный смысл. Напоминаю, это был «цвет и надежда» плюс наставники.

Если не поверили, так проверьте сами. Например, спросите так: «**Какая сила совершает работу по разгону автомобиля и со стороны какого тела она действует?**»

(вопрос про 2-й закон Ньютона). Желательно, чтобы в аудитории были инженеры, профессиональные физики, со степенями, можно членкоры. Для особого цинизма добавьте: «Можно пользоваться Интернетом». Они не знают, а вам скажу: в интернете есть правильный ответ, но он замаскирован мегатоннами ошибочных рассуждений, главное, уверенных таких.

Почему же эту в целом понятную и логичную дисциплину знают хуже, чем действительно сложную математику или замороженную биологию? Есть версия: **потому что её преподают, скажем так, вверх ногами**. Я не знаю, почему так получилось, кто придумал методики и как они стали господствующими. Диссертации, что ли, написаны и внедрены? Ну а что иначе? Не вредительство же. Напомню, что речь идёт только о базовых вещах, о самом простом массовом образовании, ни в коем случае не о спецшколах, одарённых детях и т.п.

### Физика в школе

Давайте посмотрим, как традиционно преподаётся физика обычным школьникам. Сразу скажем, что наш критический взгляд не распространяется на качество учебников, дело тут не в качестве. На всякий случай заранее принесём извинения авторам, в уверенности, что структура учебника predeterminedается предписаниями свыше.

Откроем пару тем: например, динамику и электричество. Мы увидим, что разделы начинаются с повествовательного режима изложения, с осторожной подготовки ученика к принятию физических истин, которые должны появиться позже. Сначала мы будем таскать бруски динамометром, катать шарики по наклонным плоскостям и натирать эбонитовые палочки тряпочкой, постепенно подбираясь к сущностным понятиям. Вероятно, логика подхода такая: ученик должен охватить взглядом панораму явлений, задуматься, чем бы можно было их объяснить, созреть и радостно встретить открытие. Да, это было бы хорошо. Но вот, по моим наблюдениям, так не получается. Скорее всего, одни ученики спят, а другие хмурятся, не понимая, куда клонит автор, а то и нервничают: когда же закончится это «коротенько на 40 минут» и наконец пода-

дут то, за чем мы пришли? Именно так в своё время воспринимал я. Встречается ещё исторический подход, когда повествование идёт по временной шкале. История, конечно, может быть интереснее, чем натирание палочек, но она ещё больше отдаляет ученика от собственно физики.

И вот где-то ближе к середине повествования появляются величины, законы и комментарии к ним. Заметим, что и здесь повествовательность сохраняется. В организации информации это называется «файл последовательного доступа».

Что прикажете делать ученику? Так и запоминать в виде последовательности? Или самостоятельно создавать структуру прямого доступа? Наверное, самые талантливые создают сами.

Давайте запишем коротко **основные признаки распространённого стиля преподавания**.

1. Повествовательное изложение с длинным вступлением.
2. Направление логики изложения от явлений и сведений к сущностям.
3. Низкая степень структурированности материала.
4. Сущностные элементы не акцентированы или недостаточно акцентированы.
5. Неудобная навигация (да-да, это веб-понятие здесь применимо).
6. Добавим ещё отсутствие или недостаточное акцентирование «сакральных истин», которые в изучении физики совершенно необходимы. (*«Сакральная истина» здесь понимается как тезис, раскрывающий сущностные аспекты закона, явления или их важные следствия.*)

Товарищи! Тогда уж давайте и разделы физики называть соответственно: например, «Рассказы о динамике», «Рассказы об оптике» и т.д. Возможно, в таком стиле можно подать гуманитарную науку. Но физика — это нечто совсем другое.

### С точностью до наоборот

Преподавание физики, я уверен, должно строиться ровно наоборот: сказанное выше «вверх ногами» не было гиперболой.

Предлагаемый подход состоит в том, чтобы сначала создать то, что мы называем «понятийно-сущностный каркас предмета», а после дополнить его произвольным составом сведений.

Тогда **структура изложения** становится примерно такой.

1. Раздел начинается с как можно более короткого вступления. Обычно достаточно **определения**, например: «Динамика — наука, рассматривающая движение тел с учётом причин, его обусловивших».

2. Затем следует **понятийно-сущностный каркас** раздела примерно в такой структуре:

- a) Объекты;
- b) Величины;
- c) Единицы измерения;
- d) Законы;
- e) «Сакральные истины».

3. Далее примыкают **инструкции по вычислению и решению задач**. Хорошо, если и эти пункты удастся структурировать.

4. И только когда каркас раздела сформирован, можно перейти к **рассказам о явлениях, историях, интересных фактах и людях**.

5. Компоновка должна предполагать **единообразную структуру** для всех разделов. Структура должна быть соответственно **ви-**

**зуализирована**, чтобы всё основное можно было охватить одним взглядом, а нужное — найти «в три клика». Другими словами, применение принципов веб-навигации может существенно улучшить «юзабельность» изложения.

### Что же за сакральные истины?

Например, 2-й закон Ньютона нуждается в следующих дополнениях:

- сила может действовать на тело только со стороны некоторого другого тела;
- тело (система) может ускоряться только при действии внешней силы;
- это векторный закон, поэтому он работает в проекциях на любую ось, выбирайте удобную.

Также загадки про «истины» смотрите в конце, в домашнем задании.

Кто-то скажет, что всё это каким-то образом в учебниках упомянуто, что всё очевидно, а в крайнем случае можно домыслить. Однако эксперимент (а он во главе угла) показывает, что конкретно с этими незамысловатыми «истинами» серьёзные затруднения имеют даже инженеры и профессиональные физики, а не то что ученики 9-го класса. В частности, когда отвечают на вопрос про ту самую силу, разгоняющую автомобиль. Так и говорят: «А кто сказал, что сила должна быть внешней?» И ведь правы. Никто не сказал, даже Ньютон. Я проверял.



Рис. 1. Макет структуры изложения произвольного раздела физики

### Три в одном

Есть ещё одна практическая проблема. Аудитория школьного образования неоднородна. Как минимум, можно выделить три сектора:

- *гуманитарии* — те, кто не собирается создавать материальное (и сдавать ЕГЭ);
- *техники* — те, кто может иметь отношение к инженерии и собирается сдавать ЕГЭ;
- *лицейсты-гимназисты* — условное название группы ребят, претендующих на глубокие знания.

Это факт. А что с ним делать, не очень понятно, и мне тоже. Здесь можно предложить несколько принципов в порядке обсуждения.

1. Образование должно разумно удовлетворять потребности каждого из секторов. Дать каждому, что целесообразно и что возможно. И не хотеть большего.
2. Бессмысленно и незачем требовать от всех секторов глубокого знания, и (о ужас!) нет необходимости оценивать их по одной шкале.
3. Надо трезво представлять, что же реально мы хотим, чтобы осталось у школьников «в сухом остатке» лет, скажем так, через 10. Или, может быть, что хотят школьники? Если считать образование услугой, то заказывают её они.
4. Желательно, чтобы преподаваемое знание имело соответствующую иерархическую структуру от общедоступных знаний к специальным разделам для профессионалов.

Чуть не забыл сказать. Изложенные мысли основаны на конструкции «Учебник 3.0» из концепции «Школа 3.0», но это уже другая история.

### Вместо заключения.

#### Домашнее задание

Как узнать, претендовало ли моё изложение на научность? Для этого надо всего лишь проверить его соответствие **принципу фальсифицируемости**. То есть оно должно содержать возможность экспериментального опровержения. У читателя есть такая возможность.

Предлагаю попробовать ответить на несколько «сакральных» вопросов и самостоятельно оценить: рассказываем ли мы о них школьникам?

1. Всё же какая сила разгоняет автомобиль?
2. Чему равна сила трения покоя?
3. Что не так в этой формуле:  $\vec{F}_{\text{тр}} = \mu * \vec{N}$ . И вообще, что она означает?
4. Может ли сила трения совершать работу? Если да, то какую?
5. Одна гирия стоит на пружине, а другая, такая же, — на поршне, под которым газ в цилиндре. Где больше потенциальная энергия?
6. За собирающей линзой на расстоянии ровно  $2F$  стоит свеча. Куда надо поставить глаз, чтобы увидеть её изображение?
7. Покупаете колбаску. Колбаска — на бумажке, бумажка — на весах, весы — на столе, стол — на полу (здания), здание — на земле. Сколько тут третьих законов Ньютона (пар сил)?

### Разоблачение магии

1. Автомобиль с приводом на колёса разгоняет сила трения, действующая со стороны дороги.
2. Сила трения покоя равна сумме всех остальных сил, действующих на тело, с обратным знаком.
3. Это формула не силы трения, а «предела силы трения покоя». Примерно как предел прочности или электрическая прочность изолятора. Соответственно, это скаляр и стрелочек рисовать не надо.
4. Может. Работа может быть не только отрицательная (торможение), но и положительная. Потяните скатерть, и сила трения начнёт разгонять сервиз, увеличивая его кинетическую энергию.
5. В сжатом газе вообще нет энергии сжатия, т.е. потенциальной энергии.
6. Эту свечу нельзя увидеть глазом. Глаз проецирует на сетчатку только расходящиеся и параллельные лучи, поэтому может видеть только мнимые изображения, находящиеся за линзой. Соответственно, надо вычислить, где изображение, и поставить туда экран, и уже на экран смотреть глазом.
7. Я насчитываю тут 10 пар сил. Суть в том, что в систему входит Земля. Поэтому надо не забыть такие пары сил: сила тяжести, действующая на колбаску + сила, с которой колбаска притягивает Землю.

Заметим, что ответы-то простые, нигде даже не понадобилось рисовать иллюстрации. □