

Центр дополнительного образования детей «ДИО-ГЕН»  
Центр образовательных проектов «Сигма» / «Школа Пифагора»

# НОВОСИБИРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТУРНИР ЮНЫХ ФИЗИКОВ



Новосибирск 2011

*От неполного знания —  
к полному непониманию!*

# Советы участникам

## ТУРНИР И ПОЛЬЗА ОТ УЧАСТИЯ В НЁМ

### Что такое турнир юных физиков?

Турнир юных физиков (ТЮФ) — это командное состязание школьников старших классов, соревнующихся в умении решать сложные исследовательские задачи, убедительно представлять полученные решения и отстаивать их в научной дискуссии.

Задачи ТЮФ носят открытый исследовательский характер. Работа над задачами включает в себя ознакомление с дополнительной литературой, выполнение экспериментов, компьютерное моделирование. Задачи сообщаются командам заранее, за несколько месяцев до турнира. Как правило, списки задач разных турниров юных физиков, проводимых в текущем учебном году, составляются на основе списка из 17 задач Международного турнира юных физиков (IYPT), публикуемого на сайте <http://www.iypt.org>.

### Польза от участия в турнире

**Командная работа.** Подготовка к турниру и участие в нём предполагают высокий уровень командной работы. Готовность к сотрудничеству, умение планировать и организовывать работу команды являются самыми востребованными человеческими качествами в современном мире.

**Знание.** Работа над задачами турнира позволяет приобрести некоторые познания в области физики и смежных с ней дисциплин. Важно и то, что участники турнира не просто приобретают новые знания, но учатся тому, как эти знания можно применять.

**Исследование.** Участники турнира ведут своё собственное научное исследование, отвечая в конечном счёте на те вопросы, которые они сами смогли перед собой поставить.

**Инженерное дело.** Чтобы осуществить эксперимент, надо сначала спроектировать и построить экспериментальную установку. Участники турнира осваивают основы инженерной деятельности, учатся держать в руках столярные и слесарные инструменты.

**Риторика.** Решения задач должны быть представлены ясным, кратким и выразительным образом, сопровождаться продуманными демонстрацион-

ными опытами и внятно оформленной компьютерной презентацией. Участникам боя приходится вести содержательную дискуссию, быстро и точно задавать вопросы и отвечать на них. Участие в турнире предоставляет хорошую возможность для приобретения такого рода навыков.

## ЗАДАЧИ ТУРНИРА

### Как устроены задачи турнира?

Школьные задачи по физике устроены так, что при их решении не нужно делать никаких опытов, а нужно лишь правильно применять теорию: условия задачи и физические законы представлены здесь в геометрических чертежах и алгебраических формулах, так что мы имеем дело с математическим описанием природы, а не с самой природой. Конечно, есть ещё и лабораторные работы, где вы что-то изучаете, используете приборы и обрабатываете результаты, но здесь обычно нужно не получить какие-то новые знания, но лишь воспроизвести уже известный результат.



Задачи турнира юных физиков устроены совсем иначе. В условии такой задачи описывается некоторое физическое явление, которое предлагается воспроизвести, объяснить и изучить. Задачи турнира являются открытыми — зачастую их полное решение неизвестно никому, даже их составителям. Многие задачи имеют длинную историю, и по их теме уже имеется не одна публикация в серьёзных научных журналах. Предполагается, что участники турнира будут сами придумывать и осуществлять свои эксперименты, работать с

приборами, разбираться с теорией, знакомиться с научной литературой, осваивать подходящую математику, заниматься компьютерным моделированием, писать доклады, готовить презентации — словом, заниматься всем тем, чем в своей работе занимаются настоящие физики.

### **Физика — это искусство задавать вопросы**

Вы читаете условие турнирной задачи. Обычно в нём кратко описывается некоторое явление, которое вам предстоит исследовать. Возможно, в задаче описано даже не само явление, а лишь те условия, при которых оно наблюдается. В любом случае, вам надо начать с воспроизведения этого явления и наблюдений за ним. Однако воспроизведение явления — это ещё не физический эксперимент. Можно сказать, что, наблюдая явление, мы начинаем по настоящему представлять себе условие задачи: вот перед нашими глазами то, о чём нас спрашивают. Но ведь нас пока что ни о чём не спрашивали. Нас лишь попросили объяснить явление. А откуда мы знаем, что именно нам надо объяснять? Как понять, в чём состоит вопрос задачи, если этот вопрос не задан явно? Дело обстоит таким образом, что до вопроса мы доберёмся лишь тогда, когда зададим его себе сами.

Один из путей, приводящих к хорошим вопросам, состоит в том, чтобы помещать наблюдаемые предметы в такие различные условия, когда они и вести себя будут различно. Если мы увидели такое различие, мы можем спрашивать себя, чем оно обусловлено, что именно служит его причиной. Выявляя эту причину, вы будете предлагать разные объяснения. Как узнать, является ли предложенное объяснение правильным? Для проверки правильности объяснений физики давно уже придумали простой и надёжный критерий: наше объяснение является по-настоящему хорошим, если оно позволяет нам предсказывать такие явления, которых мы раньше не замечали.

Когда вы работаете в лаборатории или пытаетесь придумать теоретическое объяснение исследуемого явления, чаще спрашивайте себя: «что я сейчас делаю?»; «что я сейчас пытаюсь узнать?». Всякому начинающему исследователю нужен руководитель; но роль руководителя вы отчасти можете взять на себя сами, задавая себе этот вопрос. Если у вас нет определённого ответа на него, скорее всего, вы тратите своё время впустую.

### **Знать границу между известным и неизвестным**

Конфуций две с половиной тысячи лет назад наставлял своих учеников так: «То, что знаешь, считай, что знаешь; что не знаешь, считай, что не знаешь — это и есть знание». Иметь какое-то знание, не зная, где проходит гра-

ница между этим знанием и незнанием, почти бесполезно: ведь тот, кто не знает этой границы, будет постоянно принимать незнаемое за знаемое, а знаемое за незнаемое, и тем самым — ошибаться.

Чтобы установить границу своего знания, почаще составляйте списки того, что вам уже известно об исследуемом явлении, и того, что вы в нём ещё не понимаете и не можете объяснить. Если вы отдаёте себе отчёт в том, что именно вы не понимаете в задаче, вы уже сделали первый шаг в её решении — ведь теперь вы знаете, с чем вам следует разбираться. Список надо начать с условия задачи, за которым идут относящиеся к задаче базовые знания, результаты уже проведённых наблюдений и экспериментов, описание вашего текущего понимания задачи, вопросы, на которые у вас пока что нет ответа, перечень книг и статей, которые вы уже просмотрели и которые вам ещё предстоит просмотреть.



Решая задачу, важно различать правдоподобные гипотезы и экспериментально установленные факты. Одно дело сказать «я так думаю», и совсем другое — «вот опыт, который подтверждает мои слова». Чтобы проверить гипотезу, надо придумать и осуществить такой эксперимент, который явно подтвердит её или опровергнет. Когда мы сделаем такой эксперимент, мы сможем сказать — «мы знаем». А пока что лучше говорить «мы предполагаем».

# ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ

## Работа команды

Работа команды начинается с организационного собрания. На него надо пригласить всех, кому интересен турнир. Здесь надо зачитать условия всех задач, предварительно распределиться по ним, набросать первоначальные идеи, договориться о следующей встрече. Не страшно, если по некоторым задачам будет много желающих ими заниматься, а какие-то задачи пока что останутся не выбранными. Главное — начать работу.

В начале годового цикла желательно провести трёх-четырёхдневное погружение всей команды, на которой разобрать условие каждой задачи, наше предварительное понимание описываемого явления, может быть — провести какие-то простые опыты из подручных средств, и главное — составить по каждой задаче список вопросов, на которые нам предстоит отвечать. Весь материал этого погружения надо законспектировать и оформить в виде файла, так чтобы по каждой задаче уже на этом этапе появился короткий структурированный текст, который будет дополняться и развиваться в ходе дальнейшей работы.

Каждый член команды заниматься решением всех задач не в состоянии, поэтому постепенно нужно распределить задания так, чтобы над каждой задачей работали два-три человека. Работать над задачей в одиночку — не слишком эффективно; ведь многие ценные мысли рождаются в обсуждениях, ошибки чаще легче замечаются со стороны, и при эксперименте двух рабочих рук часто очень сильно не хватает. И что вы будете делать, если человек, который работал над задачей в одиночку, заболит перед самым турниром?

Как и всякий творческий коллектив, команда складывается постепенно. Очень важно, чтобы в ней появился координатор — тот, кто знает, когда состоится следующая встреча и что на ней будет обсуждаться, какие задачи уже решены, какие ещё не решаются, какие доклады уже оформлены и т. д. Командная работа хороша тем, что разные участники могут исполнять в ней разные роли. У кого-то хорошо получается генерировать идеи и придумывать устройство установок, кто-то отличается усидчивостью и тщательностью проведения экспериментов, кто-то быстрее других проникает в суть теории, кто-то силён критическими замечаниями, кто-то обладает хорошим эстетическим чувством и умеет готовить красивые презентации. Разделяя эти роли между собой, учитесь друг у друга, и тогда командная работа будет доставлять вам огромное удовольствие!

Добиться настоящих успехов в турнире может лишь такая команда, члены которой работают вместе не один год, и в которой налажена преемственность поколений. Подключайте к командной работе тех, кто учится в восьмом, а иногда даже и в седьмом классе — когда старшие участники команды закончат школу, в команде останутся опытные лидеры.



Ваши помощники — это ваши учителя физики, ваши родители, а возможно и студенты — выпускники вашей школы. Хорошо, когда у команды есть научный консультант, обладающий опытом инженерной работы или научных исследований, способный помочь с оборудованием. Но помните, что задачу решать должны вы, а не взрослые; если задача будет решена кем-то из взрослых, в этом для вас не будет ровным счётом никакой пользы.

### **Планы и отчёты**

Подготовка к турниру занимает несколько месяцев. При такой долгой работе надо составлять планы и делать промежуточные отчёты. Это — одна из важных забот капитана команды. В лаборатории надо повесить стенд, на котором будет отражаться продвижение по каждой из задач: какие вопросы уже решены, с чем надо теперь разбираться. Один раз в две недели нужно собираться всей командой и делать друг для друга рабочие сообщения, в которых рассказывать о том, над чем сейчас идёт работа. Если какой-то кусок работы уже сделан, надо его описать прямо сейчас и ознакомить с ним всех членов команды: может быть, читая его, они что-нибудь при этом придумают. Когда какое-то решение принято как окончательное, надо сразу же приступить к его оформлению — на подготовку докладов и слайдов уходит много времени, и



когда вы будете их готовить, у вас появится повод ещё один раз подумать о задаче в целом.

Все исследования надо стараться по возможности завершить за несколько недель до турнира. Непосредственно перед турниром в течение нескольких дней нужно проводить «генеральные репетиции» — зачитывать перед публичной все доклады в том виде, как они будут сообщаться на самом турнире, с показом презентации и демонстрационных опытов, с проверкой того, укладывается ли доклад в отведённое время.

### **Работа с литературой**

Практически все задачи Турнира юных физиков связаны с такими вопросами и явлениями, которые кем-то уже обсуждались, изучались, описывались. Любой настоящий исследователь, принимаясь за дело, составляет себе картину того, что в этой области уже сделано его предшественниками, и не пытается изобретать велосипед.

Читайте и просматривайте разные книжки, для начала — учебники по физике. Участие в турнире предполагает самостоятельное освоение многих тем, которые вы ещё не изучали в школе. Так что возможно, вам придётся добраться и до более серьёзной литературы, в том числе и до научных статей. Для поиска научных статей в Интернете рекомендуется пользоваться таким инструментом, как Академия Google: <http://scholar.google.com/>.

Помимо книг и статей, в Интернете выложено много других материалов, которые могут вам пригодиться. Попробуйте произвести поиск видеоматериалов по ключевым словам; при этом ключевые слова лучше набирать на английском языке, поскольку английский сектор Интернета является основной зоной для всех тех, кто занимается наукой.

Чтение на других языках, прежде всего на английском — это обязательная часть культуры современного человека, и учёного — в первую очередь. Не бойтесь иностранных языков, осваивайте их и превращайте в средство своей работы. Пользуйтесь библиотеками; а если вам потребуется какая-нибудь редкая статья, помните о том, что у крупных университетов есть доступы к базам научных статей, не выложенных в открытом доступе.

### **Вспомогательные материалы**

Международный турнир юных физиков — это не только финальный турнир, который ежегодно проходит в июле, но также и целая система национальных и региональных турниров, в которых участвует большое число школьников из нескольких десятков стран. При этом турнир — это не только

соревнование, но также и попытка продвинуться в понимании физики, и если получится — внести в исследование проблемы что-то своё, расширив общий круг познаний по этому вопросу.

Для участников турнира составляются подготовительные материалы, публикуемые на странице <http://kit.ilyam.org/>. Эти материалы представляют собой пополняемое собрание ключевых вопросов и ссылок на литературу и другие источники по каждой задаче. Задача материалов состоит в том, чтобы стимулировать вашу самостоятельную исследовательскую работу, соотнося её с тем, что уже было сделано в этой области ранее другими людьми, поднимаясь до тех стандартов, которые приняты в современной науке и избегая деятельности по «изобретению колеса».



Турниры юных физиков проводятся уже в течении нескольких десятков лет. В архиве ИУРТ на странице <http://archive.iypt.org/solutions/> собрано несколько сотен презентаций и докладов по задачам прошлых лет, сделанных командами из разных стран.

## ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

### Порядок в установке и на рабочем месте

Начнём с известной рекомендации — экспериментатор никогда не должен быть частью установки, все части должны устанавливаться на общем устойчивом основании и крепиться к нему винтами, клеем, пайкой и т. д. Деревянные дощечки и рейки, пенопластовые бруски, пластиковые трубки, жестяные

пластины и другие расходные материалы, а также столярные и слесарные инструменты для их обработки — всё это хозяйство нужно собирать и держать под руками, чтобы работа не делалась «на коленке».

Те провода, которые надо постоянно присоединять и отсоединять, не припаиваются и отпаиваются, а прикручиваются на клеммы. Клеммы надо зачищать и хорошо затягивать. Провода перед пайкой зачищаются и соединяются механически. Замыкание электрической цепи производится нажатием на кнопку переключателя, а не подсоединением провода к проводу. Электросхему, которая питается от сети, надо включать в сеть в самую последнюю очередь; а если в ней нужно что-то изменить, надо вынуть штепсель из розетки, не полагаясь на один лишь выключенный переключатель.

Проводить эксперименты желательно в комфортабельных условиях: очистить стол от ненужных вещей, расставить на нём установку и приборы, обеспечить хорошее освещение, удобно положить перед собой лабораторный журнал. Многие эксперименты лучше проводить вдвоём: один человек работает с установкой и диктует показания приборов, другой их записывает.

Скажем несколько слов и о строительстве установки в целом. Прежде, чем начинать пилить и строгать, желательно продумать работу будущей установки деталей, чтобы было удобно её строить и проводить на ней эксперименты. Сделайте набросок её конструкции и обсудите его с товарищами по команде. Подумайте о том, как будет работать тот или иной узел, какие помехи могут возникнуть в его работе и как их устранить. Из материалов желательно выбирать те, которые уже есть у вас под рукой; в большинстве случаев вам будет проще всего самим изготовить деревянный остов, к которому крепятся остальные детали вашей конструкции. Если придуманный сначала вариант оказывается трудновыполнимым, подумайте, на что его можно заменить — в конце концов, вам нужно провести эксперимент и получить результаты, а средства для этого вы выбираете по своему усмотрению.

### **Как невидимое сделать видимым?**

При решении многих задач возникает ситуация, когда нам хотелось бы увидеть что-то, невидимое по своей природе. Искусство экспериментатора состоит среди прочего и в том, чтобы сделать невидимое — видимым.

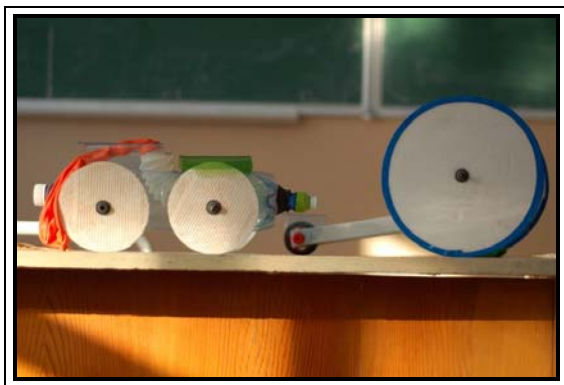
Чтобы увидеть луч света, можно пропускать луч от лазерной указки через задымлённый воздух или через воду, в которую добавлена капля молока. Изучая течение жидкостей и газов, можно подкрашивать жидкости и задымлять воздух; а ещё можно следить за потоками воздуха с помощью закреплённых на обтекаемом теле тонких ниточек.

Ещё один пример подкрашивания был применён когда-то командой, исследовавшей вытекание песка из песочных часов. Песок был подкрашен по слоям; и можно было видеть, в каком порядке вытекают эти слои.

### **Простая техника, которая всегда под руками**

Одно дело — увидеть явление и потом рассказывать о нём, и совсем другое дело — показать фотографию. Фотографируйте ваши установки и результаты их работы, и сразу же помещайте эти фотографии в общий файл; лучше потом заменить эти фотографии на новые при улучшении, чем потом остаться вообще без фотографий.

Порой оказывается, что примитивный фотоаппарат сотового телефона может делать такие вещи, для которых обычные фотоаппараты не приспособлены: например, с его помощью можно делать достаточно чёткие фотографии с расстояния в несколько сантиметров. Так что не думайте, что у вас нет под рукой нужных вам средств — думайте о том, что от тех средств, что есть у вас под руками, можно ещё многое и многое получить.



Видеокамера позволяет заснять процесс и затем рассматривать его несколько раз, в том числе и по кадрам. Медленные процессы можно снимать покадровой съёмкой и потом просматривать в ускоренном режиме. Быстрые процессы можно снимать ускоренной съёмкой; правда, для этого необходима специальная камера.

Чтобы делать фотографии микрообъектов, надо вывернуть у микроскопа окуляр и поставить на его место фотоаппарат, способный фотографировать в макрорежиме. Чтобы микроскоп не трясся от нажатия кнопки фотоаппарата,

можно смонтировать всю систему так, чтобы фотоаппарат опирался на отдельный штатив, не связанный с микроскопом.

Компьютер пёри наличии подходящих программ и внешних устройств оказывается исключительно полезным средством не только для расчётов, но и для проведения экспериментов. Работая со звуком, мы можем записать этот звук через микрофон, а потом подвергнуть спектральному анализу с помощью специальной программы. Подсоединив к компьютеру цифровой фотоаппарат, мы получаем возможность рассматривать полученные изображения на экране и проводить их дальнейшую обработку.

Однако не следует забывать о том, что идеальных приборов не существует, и самая современная техника не является здесь исключением: все технические устройства вносят в процесс измерения и обработки данных свои искажения и погрешности. Так что желательно понимать, как работают приборы, которые вы применяете, и чего от них можно ожидать.

### **Погрешности измерений и представление результатов**

Все измерения мы производим с некоторой точностью, которая может быть представлена в виде относительной погрешности. Результат измерения, для которого не указана погрешность, физики результатом не считают вовсе.

Погрешность исходных измерений следует учитывать и в результатах, полученных путём вычисления. К примеру, обычной деревянной линейкой мы можем измерять длину с точностью  $\pm 0,5$  мм. Результат измерения  $44 \pm 0,5$  мм имеет относительную погрешность примерно в 1%. Если мы измеряли линейкой сторону квадрата, то площадь этого квадрата будет вычислена с погрешностью 2% (почему?). Вычисление даёт результат  $44 \times 44 = 1936$  мм<sup>2</sup>; 2% от этого результата — это примерно 40 мм<sup>2</sup>. Отсюда получается, что за последнюю цифру в числе 1936 мы отвечать не можем, и результат следует представлять в виде  $19,4 \pm 0,4$  см<sup>2</sup>.

### **Лабораторный журнал. Таблицы и графики**

Физик-экспериментатор фиксирует все свои эксперименты в лабораторном журнале. В журнал записываются все результаты, включая и такие, которые представляются вам сомнительными и даже абсурдными. Фиксируются все существенные параметры установки — возможно, они вам не нужны сейчас, но пригодятся в будущем. В журнале все результаты измерений представляются в виде числовых таблиц — но когда вы извлекаете из этих данных какое-то содержание, надо превращать их в графики.

# ТЕОРИЯ

## Работа с моделями

Построение физической теории следует начинать не с выписывания уравнений, а с разработки подходящей модели, упрощающей явление и выделяющей в нём самое главное. Очень важно разобраться с тем, почему принятая вами модель и в самом деле пригодна для описания исследуемого явления, а также выяснить, каковы рамки её применимости, какими факторами мы можем пренебречь, а какими факторами пренебрегать нельзя.

Когда мы понимаем, как работает принятая модель, какими простейшими зависимостями связаны её основные параметры, мы можем перевести это понимание в математические символы и уравнения. Прежде, чем решать уравнения, желательно проверить, насколько они осмысленны: сходятся ли они по размерности, что из них следует в простейших предельных случаях, какие оценки порядка величин можно получить на их основе. Работа с предельными случаями и простейшими оценками важна ещё и потому, что лишь немногие задачи турнира допускают полное аналитическое решение.

Теорию, которой вы пользуетесь, следует обязательно соотносить с результатами экспериментов. Надо показать как то, в чём предсказания теории сходятся с экспериментами, так и то, в чём они расходятся, и попробовать объяснить, откуда берётся это расхождение. Целью нашей работы является установление правдоподобия и границ применимости теории, а не подгонка опытных данных под математические формулы.

При решении некоторых задач большую пользу могут принести компьютерные модели физических явлений. Для исследования механических процессов очень полезной может оказаться программа «Живая физика»; существуют и другие подходящие программы. Однако следует помнить, что компьютер выдаст вам лишь то, что вы сами в него заложите, и относиться к полученным результатам с должной степенью осторожности, не принимая картинку на экране дисплея за саму реальность.

## ВЫСТУПЛЕНИЕ НА БОЕ

### Доклад

Начинающему докладчику обычно хочется рассказать обо всём, что он сделал, но такое желание нельзя считать правильным. Доклад призван донести

до слушателей ваши самые главные мысли — причём представленные в таком виде, чтобы их можно было воспринять и понять за короткое время. Поэтому в доклад надо включать только самое важное и существенное из того, что вами сделано по задаче — как выглядит явление, которым вы занимались, какой моделью вы руководствовались и почему вы приняли именно её, какие гипотезы вы проверяли, как проводился эксперимент, какова точность полученных результатов, насколько эти результаты согласуются с предсказаниями теории.

Нужно внятно рассказать о том, на какие общеизвестные факты и опубликованные работы вы опирались, в чём состоят ваши собственные исследования и полученные вами результаты. Сообщать чужие идеи, не указывая их авторства — это очень серьёзное нарушение научной этики. Следует особо обрисовать те стороны вашего исследования, которые не проистекали непосредственно из первоначальной формулировки условия задачи, но были развиты вами самостоятельно.



Выступление докладчика включает в себя компьютерную презентацию, показываемую на экране. Кадры вашей презентации должны быть хорошо читаемыми и ясно оформленными. Хорошо, когда презентация содержит фотографии экспериментальной установки (крупным планом — рабочие элементы) и наблюдаемого явления, а если нужно, то и видеоматериалы.

Полученные вами экспериментальные данные надо показывать не в табличном виде, а на графиках. Отдельные числовые значения обычно никого не интересуют, ведь мы исследуем не числа, а зависимости; зависимость же лучше всего представляется именно графиком. Покажите предсказание тео-

рии линией одного цвета, а экспериментальные точки и интерполирующий их график — другим цветом. Не забывайте показывать с помощью «усов» оценку возможных ошибок и статистических отклонений.

Относительно математических формул желательно руководствоваться следующим правилом: на одном кадре презентации не должно находиться больше одной формулы. Длинные формулы читать вслух не надо. Надо показать, что в записанной формуле является главным, куда надо смотреть, выделить это красной стрелкой или как-нибудь ещё. Помните, что восприятие любой математической формулы теми, кто с ней не был знаком раньше, требует некоторых усилий и времени. Если вы решаете какое-то уравнение, не надо показывать, как делаются промежуточные выкладки: объясните, как получено само уравнение, а потом сразу же приведите его решение.

Писать много слов в презентации тоже не нужно — слова вы можете сказать вслух. Презентация — это не переписанный доклад, но графическая основа вашего выступления, помогающая вам структурировать свою мысль, а вашим слушателям — понять её суть.

Демонстрационные эксперименты должны быть простыми и яркими, занимающими не более пары минут. Если вы проделывали некий рутинный эксперимент, на который у вас ушло несколько часов (дней, недель), не надо воспроизводить его во время доклада: покажите фотографию и чертёж установки и сразу же переходите к обсуждению методики и результатов. В демонстрационных экспериментах следует показывать лишь то, что оригинально, необычно, красиво. Если опыт требует предварительной подготовки, вся она должна быть сделана до доклада, а не во время его. Вы должны быть уверены на все сто, что опыт получится — для этого его стоит отрепетировать заранее.

Для доклада можно заранее распечатать раздаточный материал, который вручается всем участвующим в бое командам и членам жюри.

## Дискуссия

Прежде всего, нужно помнить о том, что задача оппонента — не «завалить» докладчика, но продвинуть общее понимание физики: ради этого мы собираемся на турнире, и именно это продвижение будет оценивать жюри. Соревнование соревнованием, но главная цель турнира — узнать что-то новое на основе уже известного старого, и именно на получение нового физического знания направлена и предварительная подготовка участников, и их дискуссия в физическом бое. Помните о то, что члены жюри — это настоящие учёные, и их интересует, насколько вы сумели разобраться в физике. Если совместными усилиями обеих команд вы получите какое-то новое знание



прямо по ходу боя, именно этот момент станет украшением всего боя и надолго всем запомнится!

Все вопросы оппонента к докладчику надо задавать в ясной и чёткой форме, допускающей вполне определённый ответ. Будучи докладчиком, отвечайте на вопросы по существу; если вы чего-то не знаете, скажите об этом прямо. Оппонируя, избегайте обтекаемых формулировок: скажите кратко, что сделал докладчик, что им установлено достоверно, какие результаты представляются вам ошибочными или сомнительными и почему, что ещё мог бы сделать докладчик, следуя логике своего исследования.



Слушая доклад и готовя своё выступление, оппонент сравнивает результаты докладчика со своими собственными. Однако, согласно правилам турнира, в своём выступлении оппонент разбирает решение докладчика, но не рассказывает собственного решения. Если вы видите, что результаты докладчика расходятся с теми, которые получила ваша команда, это ещё не означает, что докладчик неправ: именно в этой ситуации оппонирующей команде требуется включить все свои логические способности, анализируя и сопоставляя как логику выступления докладчика, так и логику собственного исследования, которое во время выступления оппонента так и останется за кадром.

Вообще говоря, ваше лучшее оппонирование вы сможете провести там, где вы сами по ходу своего исследования сначала зашли в тупик, наделали ошибок, плохо настроили установку — а потом разобрались со своими ошибками и всё исправили. Когда ваш соперник будет рассказывать об аналогичных вещах, будьте настроже — ведь это и есть та ситуация, когда вы можете оценить его доклад действительно со знанием дела!

## Полезные сайты

<http://www.iypt.org> — **Международный турнир юных физиков (IYPT)**.

Задачи текущего года и прошлых лет, правила турнира, текущая информация.

<http://archive.iypt.org> — **архив IYPT**. История турнира в документах, решения задач прошлых лет, представленных командами разных стран, участвовавших в турнире.

<http://kit.ilyam.org> — **подготовительные материалы IYPT**. Ключевые вопросы по задачам, ссылки на литературу.

<http://rusypt.msu.ru> — **Всероссийский турнир юных физиков**. Задачи текущего года и прошлых лет, правила турнира, текущая информация.

<http://kvant.mccme.ru> — **полный электронный архив журнала «Квант»**. Статьи по физике находятся в разделах «Статьи по физике», «Калейдоскоп Кванта / физика», «Школа в Кванте / физика», «Физический факультатив».

<http://en.wikipedia.org> — **Wikipedia, the free encyclopedia**. Материалы по физике и математике рекомендуется читать в английской Википедии!

<http://bookfi.org> — **BookFinder**. Самая большая электронная библиотека рунета.

<http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm> — **EqWorld, мир математических уравнений**. Справочник по математическим уравнениям, большая физико-математическая библиотека.

<http://www.wolframalpha.com> — **WolframAlpha**. База знаний и набор вычислительных алгоритмов.

<http://scholar.google.co.uk> — **Академия Google**. Поиск по научным статьям и книгам.

<http://rf.atnn.ru/s10/spectra-lab.html> — **Spectrum Lab**. Спектроанализатор на основе звуковой карты персонального компьютера.

<http://amasci.com/> — **Science hobbyist**. Разнообразная полезная информация по любительской экспериментальной физике.

# Библиотека

## физика-экспериментатора

- АНГЕРЕР Э. *Техника физического эксперимента*. М.: Физматлит, 1962.
- БУРСИАН Э. В. *Физические приборы*. М.: Просвещение, 1984.
- ГЕГУЗИН Я. Е. *Капля*. М.: Наука, 1973.
- ГЕГУЗИН Я. Е. *Пузыри*. М.: Наука, 1985.
- ГОРЯЧКИН Е. Н. *Лабораторная техника и ремесленные приёмы*. М.: Просвещение, 1969.
- КАПИЦА П. Л. *Понимаете ли вы физику?* М.: Знание, 1968.
- КОЛЕНКО Е. А. *Технология лабораторного эксперимента*. СПб.: Политехника, 1994.
- КУЗНЕЦОВ А. П. *Как работают и как думают физики*. М.-Ижевск, РХДИКИ, 2006.
- ЛАНГЕ В. Н. *Экспериментальные физические задачи на смекалку*. М.: Наука, 1985.
- ЛЕОНТЬЕВ П. В. *Работы по дереву*. Л.: Детгиз, 1956.
- ЛЕОНТЬЕВ П. В. *Работы по металлу*. Л.: Детгиз, 1962.
- МАЙЕР В. В. *Простые опыты с ультразвуком*. М.: Наука, 1978.
- МАЙЕР В. В. *Простые опыты по криволинейному распространению света*. М.: Наука, 1985.
- МАЙЕР В. В. *Простые опыты со струнами и звуком*. М.: Наука, 1985.
- МАЙЕР В. В. *Полное внутреннее отражение в простых опытах*. М.: Наука, 1986.
- МАЙЕР В. В. *Кумулятивный эффект в простых опытах*. М.: Наука, 1989.
- Опыты в домашней лаборатории*. М.: Наука, 1980.
- ПОРТИС А. *Физическая лаборатория*. М.: Наука, 1972.
- СКВАЙРС Дж. *Практическая физика*. М.: Мир, 1971.
- СТРОНГ Д. *Техника физического эксперимента*. Л.: Лениздат, 1948.
- УОКЕР Дж. *Физический фейерверк*. М.: Мир, 1989.
- ХИЛЬКЕВИЧ С. С. *Физика вокруг нас*. М.: Наука, 1985.