

Идея проводить турниры юных физиков (ТЮФ) принадлежит выпускнику физического факультета Московского государственного университета им. М. Ломоносова Е.Н. Юносову. Поняв, что молодым, энергичным и талантливым ребятам, любящим физику, становится «тесно» в рамках олимпиад и конференций, он в 1979 г. предложил совершенно новый, необычный для науки «спортивный» формат научного конкурса. Об истории турнира, о новосибирском ТЮФе и о том, как сегодняшние школьники успешно представляют Россию на международной арене, рассказывает А.И. Щетников, тренер новосибирской команды юных физиков



# ТЮФ. Кубок мира по физике



Зародившийся в стенах МГУ турнир юных физиков очень скоро стал всесоюзным состязанием, а через десять лет состоялся и первый международный турнир, известный сегодня под аббревиатурой IYPT (*International Young Physicist's Tournament*). Сами ребята называют его Кубком мира по физике.

Согласно правилам ТЮФ, его участники получают 17 экспериментальных исследовательских задач, заведомо не имеющих однозначного решения. В течение нескольких месяцев команды старшеклассников готовятся к соревнованиям: выдвигают свои оригинальные гипотезы, объясняющие загадочные физические явления, и доказывают их экспериментально. Затем все команды собираются вместе и делятся достигнутыми результатами. Отстаивая свои решения в ходе научной дискуссии, ребята поочередно выступают в роли докладчиков, оппонентов и рецензентов.

В последние годы в IYPT ежегодно участвует около 28 национальных команд. Турнир идет круглый год: сразу после окончания очередного состязания публикуются следующие 17 задач, и юные физики вновь принимаются за работу.

В 2015 г. новосибирские школьники примут участие в Сибирском ТЮФе в феврале и в Российском – в марте. А сборная России будет участвовать в IYPT 2015, который состоится в июне в Таиланде.

На Международном турнире юных физиков IYPT 2014, который состоялся в г. Шрусбери (Великобритания) (вверху), серебряную медаль завоевала российская команда, полностью состоящая из новосибирских школьников. Виталий Матюнин и Александр Северинов представляли Школу Пифагора; Роман Доронин, Михаил Луптаков и Павел Янко – СУНЦ НГУ



ЩЕТНИКОВ Андрей Иванович – заместитель директора по научно-методической работе в ООО «Фарадей» (Новосибирск). Автор и соавтор 80 научных работ

*Ключевые слова:* турниры юных физиков, «Школа Пифагора», открытые задачи, физический эксперимент.

*Key words:* young physicist's tournaments, "Pythagoras School", open problems, experimental physics





## В Школе Пифагора

В Новосибирске ТЮФы проводились в 1991–1999 гг. Одним из его организаторов и идейным вдохновителем был преподаватель физики лицея № 130 В. И. Шелест, однако после его отъезда в Германию процветавший до этого проект постепенно сошел на нет.

Возрождение новосибирского ТЮФа началось только спустя десять лет благодаря сотрудничеству Областного центра работы с одаренными детьми и нашего образовательного проекта «Школа Пифагора» — подразделения новосибирского Центра образовательных проектов СИГМА.

За эти годы многое изменилось: да, сама «физика» осталась прежней — нужно все так же строить экспериментальные установки и придумывать теоретические модели, работать и руками, и головой. Так всегда было и всегда будет. Но технические возможности команд очень выросли. Компьютерное моделирование, компьютерная презентация... Благодаря Интернету ребята сегодня могут читать любые научные статьи, которые имеют отношение к решаемой ими задаче. Цифровой

фотоаппарат, снабженный режимом скоростной съемки, — вот еще один инструмент, доступный сегодня всем участникам турнира. А после того, как благодаря серьезной финансовой поддержке группы компаний «Тион» у нас появились рабочие станции и комплекты датчиков PASCO, мы стали экономить много времени на сложных экспериментальных процедурах.

В 2012 г. команда Школы Пифагора впервые приняла участие в Российском ТЮФе, где заняла второе место, уступив золото команде СУНЦ Уральского федерального университета им. Б. Н. Ельцина (Екатеринбург). После боя уральцы предложили нам составить сборную команду, которая получила бронзовую медаль на международном турнире.

Нужно признать, что команда из Екатеринбурга в той памятной поездке смотрелась гораздо сильнее новосибирцев, но для нас это был очень полезный опыт, который не пропал даром. После этого состязания команда Школы Пифагора выиграла Российский ТЮФ два года подряд, а следом за ней идут команды СУНЦ

Новосибирского государственного университета. В результате сборная России уже два года полностью состоит из новосибирцев.

## Медали у нас в кармане!

Турнир IYPT 2014 г. проводился в Великобритании, в небольшом городке Шрусбери, знаменитом тем, что в нем родился Чарльз Дарвин. Частная школа *Shrewsbury School* ориентирована на то, чтобы дать своим ученикам хорошую подготовку в области естественных наук, и команда этой школы регулярно выигрывает свой национальный турнир.

Начало было не слишком многообещающим: после первого боя мы оказались только в середине турнирной таблицы (на 14 месте из 28). Но потом ситуация начала меняться прямо на глазах: уже на четвертый бой ребята шли не как на экзамен, с мыслями о том, чтобы все это поскорее закончилось, — с таким настроем высоких оценок на международном турнире получить невозможно!

В этот раз ребятам досталась задача «Замерзающие капли», что было большой удачей, так как нам удалось построить модель, позволяющую точно предсказывать величину угла при вершине конической макушки замерзающей водяной капли. После отличного доклада нашего капитана Виталия Матюнина команда заработала слаженно. И как только ребята поняли, что бронзовые медали уже у нас в кармане и можно

### ЗАМЕРЗШАЯ КАПЛЯ

Задача: «Поместите капли воды на пластинку, охлажденную примерно до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При замерзании форма капель может стать конусообразной с острой вершиной. Исследуйте этот эффект».

Для решения этой задачи мы заморозили несколько капель на подложке с достаточно низкой температурой. Оказалось, что при замерзании верхняя часть капли действительно приобретает характерную коническую форму. Нам надо было понять, от чего зависит величина угла при вершине конуса, и научиться его предсказывать.

Камнем преткновения для построения теоретической модели стало определение формы фронта, разделяющий лед и воду во время замерзания капли. Мы придумали опыт, который позволяет определить и наглядно показать, какую форму имеет фронт. Когда капля почти полностью замерла, мы резко откачали незамерзший остаток воды с помощью шприца, а саму каплю разрезали бритвой пополам. На срезе было очень хорошо видно, что фронт имеет сферическую форму. В результате была создана модель, хорошо согласующаяся с результатами экспериментов



Решение задачи «Замерзающие капли» на IYPT 2014 представлял капитан сборной Вячеслав Матюнин. Результаты, полученные в этой задаче, позволили нам переломить ход состязания в свою пользу





Справа – первая, неудачная попытка по сборке установки для изучения солитонов, вверху – та же установка, созданная в сотрудничестве с компанией «Аэросервис»

## СОЛИТОН

**Задача:** «На жесткой горизонтальной оси на равном расстоянии разместите ряд одинаковых маятников, могущих испытывать лишь свободное вращение вокруг оси, и свяжите маятники слабыми пружинками. Исследуйте распространение возмущения в такой цепи маятников. Найдите скорость волны, в том числе, когда маятники испытывают полный оборот вокруг оси».

Цепочка маятников, соединенных пружинами кручения (когда сила, действующая на два соседних маятника, пропорциональна углу между ними) – это классическая модель для получения *солитонов*, структурно устойчивых уединенных волн, распространяющихся в нелинейной среде. Солитоны ведут себя подобно частицам: при взаимодействии друг с другом или с другими возмущениями они не разрушаются, а проходят друг сквозь друга, сохраняя свою структуру неизменной.

В задаче предлагалось заменить пружины кручения, соединяющие концы соседних маятников, на пружины растяжения. При малых углах эта разница не имеет большого значения, но при больших углах (когда в системе маятников есть полный оборот) такая замена будет сильно влиять на поведение системы.

Первая наша попытка собрать установку оказалась неудачной. В качестве маятников использовались коктейльные трубочки с грузилами на конце, в качестве оси – натянутая рыболовная леска, роль пружин растяжения играли канцелярские резинки. Основным минус данной конструкции был в том, что под весом грузиков леска сильно растягивалась, переставая быть прямой. К тому же при попытке запустить



солитон установка начинала «прыгать» вместе со столом, к которому была прикручена. Стало ясно, что необходима массивная установка со стальной осью.

Проблему удалось решить с помощью наших спонсоров из компании «Аэросервис» (Новосибирский Технопарк), которые сделали впечатляющую установку по нашим чертежам



побориться за серебро, они сделали в пятом бое все, что требовалось.

Когда мы потом смотрели финал, в котором встретились команды Сингапура, Польши, Китая и Словакии, мысль была одна: «Если бы мы были там, мы сыграли бы не хуже, а то и лучше».

## Быть победителем

В последний раз российским участникам IYPT удалось получить серебро на международных соревнованиях в 2000 г., а после этого им доставались только бронзовые медали (в 2001, 2004 и 2012 гг.). Четырнадцать лет между серебрянными медалями – срок немалый. В чем же причина такого перерыва?

Уровень подготовки по физике у российских команд всегда был достаточно высоким: в IYPT участвовали команды, выигравшие Российский ТЮФ, куда входили школьники из сильнейших физматшкол России. Однако чтобы победить в международном турнире, одного хорошего знания физики недостаточно.

Во-первых, доклады и дискуссии на турнире ведутся на английском языке, которым российские школьники,

Сборная России на Международном турнире юных физиков IYPT 2013 в г.Таюань на Тайване. Трое ребят из этого состава сейчас учатся в НГУ, еще один – в МФТИ

к сожалению, владеют недостаточно хорошо. Во-вторых, нужно еще убедить и заинтересовать судей и оппонентов, чтобы тебя не только поняли, но и начали мысленно одобрительно кивать при каждой твоей фразе. Я всегда говорю своим ребятам: «Чтобы стать победителем, нужно с самого начала выглядеть победителем».

То, что мы много времени уделяем подаче материала, совсем не означает, что мы меньше занимаемся физикой, совсем наоборот. В этом году у нас уже есть несколько интересных результатов, которые планируется опубликовать в научных журналах, а статья по задаче «Замерзающая капля» уже принята в *American Journal of Physics*.

Третий залог успеха – это готовность ребят работать по графику в течение целого года. Мы встречаемся два раза в неделю и работаем свыше пяти часов. Школьникам даже приходится раз в неделю пропускать один день занятий в школе, но учителя стараются идти





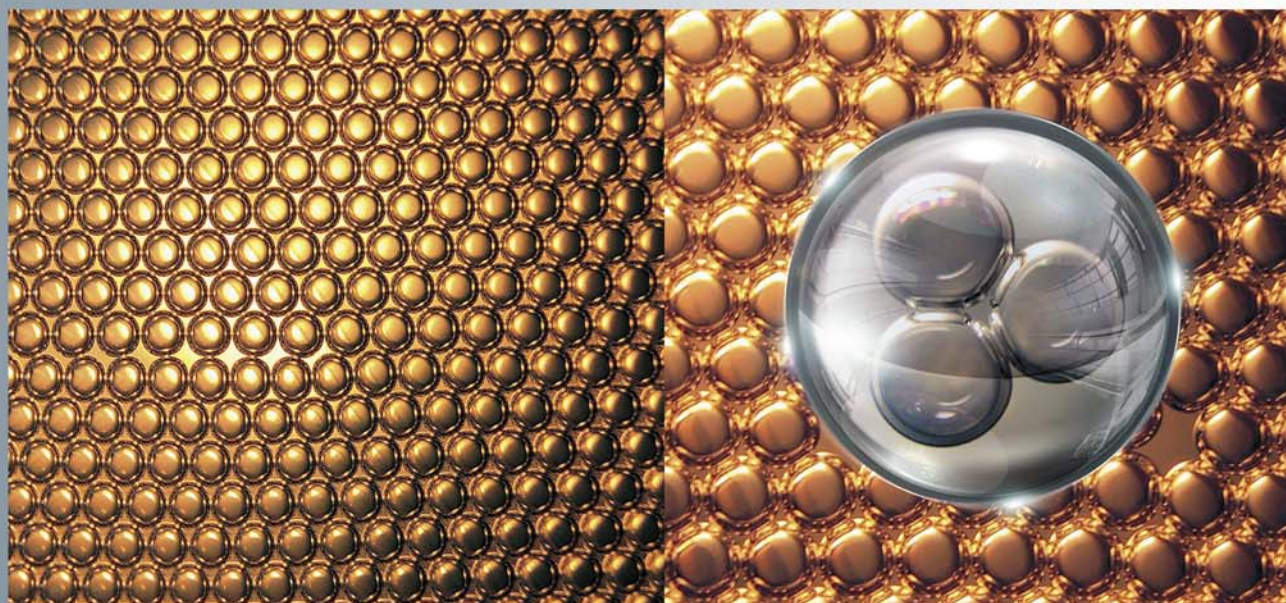
### «ПУЗЫРЬКОВЫЙ КРИСТАЛЛ»

**Задача:** «Если на поверхности мыльной жидкости плавает большое число маленьких одинаковых воздушных пузырьков, то они будут размещаться регулярным образом, наподобие кристаллической решетки. Найти способ получения маленьких пузырьков одинакового размера и исследовать формирование “пузырькового кристалла”».

Оказалось, что для того, чтобы сделать очень маленькие воздушные пузырьки в воде, недостаточно взять очень тонкую трубку и продуть через нее воздух. Пузырьки, конечно, образуются, но они слишком поздно отрываются от трубки, так как сила Архимеда мала по сравнению с силами поверхностного натяжения. В результате воздушные пузыри получаются слишком большие.

Мы придумали способ, как срывать пузырьки с трубки при определенном размере. В потоке воды с постоянной скоростью на воздушный пузырек будет действовать сила лобового сопротивления, пропорциональная площади пузырька. Когда пузырек достигнет критического размера, она должна оторвать его от трубки. Чтобы создать такой поток воды, мы раскручивали воду в сосуде, а затем помещали в нее трубку, через которую подавали воздух, и в результате получали пузырьки одинаковых размеров. Этой же задачей в команде СУНЦ НГУ занимался Павел Янко. На пятый день международного турнира он сделал блестящий доклад, и еще чуть-чуть пододвинул нашу сборную вверх, уже в списке серебряных финалистов.

Александр Северинов и Вячеслав Матюнин с установкой для получения однородных мелких пузырьков на поверхности воды



Летняя школа ТЮФ 2013 г.

### ЛЕТНЯЯ ШКОЛА ТЮФ

Летняя школа ТЮФ проводится уже второй год. Это удивительное место, где собираются и школьники, и взрослые, интересующиеся физикой.

Совместная жизнь в летнем лагере в течение двух недель дает возможность ребятам пообщаться друг с другом и с преподавателями в неформальной обстановке, поработать с опытными тренерами, послушать лекции по точным наукам и поучаствовать в интересных проектах.

Во второй половине дня в школе проходят спортивные соревнования, интеллектуальные игры, конкурсы и концерты. И конечно, когда остается время, здесь можно купаться и загорать!

В летнюю школу ТЮФ ежегодно приезжают 50 школьников из разных команд, а также новички, которые могут потом присоединиться к одной из команд ТЮФ или попробовать организовать у себя в школе новую команду

нам навстречу. Конечно, ребятам приходится себя кое в чем ограничивать: я сразу предупреждаю их, что готовиться к турнирам юных физиков и одновременно претендовать на высокие результаты во Всероссийской олимпиаде школьников по физике не удастся, нужно выбрать что-то одно.

И конечно, нужен настоящий неподдельный интерес к физике. Ведь здесь все, как в большой науке: когда ребятам удастся получить значимый результат, они ощущают себя настоящими первопроходцами.

**Т**ЮФ дает разные возможности: кто-то может проявить себя как начинающий теоретик, но для большинства на первом месте стоит эксперимент. Если школьник готов работать и принимает все условия, у него все получится.

Ребята также учатся аккуратно работать столярными и слесарными инструментами, и, главное, думать прежде, чем что-то сделать руками.

Конечно, работа в нашей команде – это не школьные занятия; скорее, это настоящая «работа». А в любой работе человек может показать себя, если поймет, что ему это, действительно, нужно. Конечно, в команде Школы Пифагора нагрузка выше, чем в большинстве обычных школьных команд, но зато и получить они могут намного больше...