

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра математической статистики

Информационный дайджест:

Российская наука

18 – 24 ноября 2019 г.

6.01.2020 г., источник: Indicator.Ru Для КМС ИВМиИТ подготовил Казанцев А.В.

<https://indicator.ru/mathematics/matematik-sergej-lando-95-nashej-raboty-psu-pod-hvost.htm>

21 декабря 2016 в 17:31 [Математика и Computer Science](#)

Математик Сергей Ландо: 95% нашей работы — псу под хвост

О топологии, популяризации науки и пражской пивной



Математик Сергей Ландо
Евгений Гурко

Как мыслят и работают топологи, почему выдающихся женщин-математиков так мало и нужно ли выигрывать на олимпиадах, чтобы стать хорошим ученым, корреспонденту Indicator.Ru рассказал доктор физико-математических наук Сергей Ландо, профессор математического факультета НИУ «Высшая школа экономики», Сколтеха и Независимого московского университета. Интервью продолжает научно-просветительский проект «Математические прогулки», инициаторами и организаторами которого выступают Институт проблем передачи информации имени А.А. Харкевича Российской академии наук (ИППИ РАН) и Сколковский институт науки и технологий (Сколтех).

— Давайте сначала поговорим о прогулках. Есть такое мнение, что математики и философы любят, гуляя, размышлять. Вы-то сами гулять любите и размышлять?

— Когда я гуляю в одиночку, размышлять получается не очень хорошо. Продуктивны прогулки с коллегой-математиком, с которым мы думаем над одним и тем же вопросом.

— А просто гулять любите, в одиночестве?

— Люблю, но скорее не по Москве.

Закончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «Математика» в 1977 году, аспирантуру МГУ им. М.В. Ломоносова в 1984 году. Кандидатскую диссертацию на тему «Деформации дифференциальных форм» защитил в 1986 году, докторскую (на тему «Геометрия пространств мероморфных функций») — в 2006 году. Научные интересы: алгебраическая геометрия, математическая физика, теория особенностей, маломерная топология, теория узлов, теория графов, комбинаторика.

Сергей Константинович Ландо.

Доктор физико-математических наук, профессор факультета математики Высшей школы экономики, профессор Независимого Московского университета, проректор; старший научный сотрудник отдела математики НИИ Системных исследований РАН; сотрудник Русско-французской лаборатории математики, информатики и математической физики НМУ.

— А где? По какой местности, городу, стране?

— Не знаю, в городах почти везде люблю гулять, и в одиночку, и в небольшой компании. Прогулки по городам доставляют удовольствие. И не только по городам.

— А много ли вам сейчас приходится путешествовать? Как ученому?

— Последние года полтора я начал путешествовать несколько чаще, а до этого восемь лет был деканом факультета. Факультет строился с нуля, поэтому мои путешествия почти прекратились. Тогда я очень редко выезжал за пределы Москвы, факультетские дела не отпускали.



Корреспондент Indicator.Ru Алексей Паевский и Сергей Ландо
[Евгений Гурко](#)

— А сейчас «чуть больше, чем обычно» — это сколько?

— Обычно я за год выезжаю четыре-пять раз на какие-нибудь конференции. В том числе и в места «вполне отдаленные» — это и Канада, и Китай, и Япония, и Швеция — все, что угодно.

— И так, вы один из тех, кто делал математический факультет в Вышке?

— Я был его первым деканом.

— Насколько сейчас изменился уровень студентов?

— Факультет в 2008 году набрал первых студентов. И уже второй набор студентов на факультет был очень сильным, и этот высокий уровень сейчас поддерживается, при том что количество студентов растет. Превзойти его трудно, но он поддерживается. Что касается профессоров, то их стало раз в 10 больше, чем было в начале. Планка изначально была установлена очень высоко, и мне кажется, что она выдерживается.

— Давайте уточним, факультет математики в ВШЭ — это и бакалавриат и магистратура?

— Если быть точным, то бакалавриат, магистратура и аспирантская школа по математике. Последняя — общая структура для всей Высшей школы экономики, она не привязана к факультету. Но факультет образует базовую часть этой аспирантской школы.

— Первый выпуск магистратуры был в 2014 году?

— Нет. Первый набор в бакалавриат был в 2008, в 2009 мы начали прием в магистратуру, то есть первые выпуски бакалавриата и магистратуры состоялись почти одновременно.

— Получается, в 2012-13-14 годах вышли первые студенты, которые прошли весь бакалавриат и магистратуру, все шесть лет?

— Все шесть лет — это 2014 год.

— А теперь, собственно, настоящий вопрос: есть ли среди этих выпускников люди, которые уже что-то представляют из себя в математике? Скажем, аспиранты международного научного уровня?

— Есть, есть. Наши выпускники сейчас уже заканчивают аспирантуру и Гарварда, и Торонто, и MIT, и нашего факультета. Ребята разбросаны по всему миру.

— Если говорить о наборе: отбор, поиск людей, которые будут учиться «на математиков» идет, начиная со средней школы, 6-7-8-9 классы. Математические олимпиады — это один из брендов СССР, я сам был грешен, правда, в математике дальше областной не прошел. Есть ли четкая корреляция между тем, что человек становится лучшим по математике и что из него получится хороший ученый-математик?

— Я никогда не воспринимал олимпиады как средство отбора лучших, но корреляция, безусловно, есть. Если человек добивался хороших результатов на Всероссийской олимпиаде, на международной и хочет стать математиком, то он и становится математиком хорошего уровня. Однако не все высококлассные математики приходят из олимпиад. Есть люди, которые или не участвовали в олимпиадах, или не добивались в них больших успехов. Но олимпиадникам они не уступают.

— Шаблонный вопрос: какие качества нужны, чтобы стать хорошим математиком-ученым?

— Хороших и даже выдающихся ученых-математиков я видел самых разных. Найти какой-то общий знаменатель, который присущ всем без исключения, довольно сложно. Есть трудяги, есть лентяи, есть спортсмены, есть люди, у которых спорт вызывает внутреннее отторжение. Есть трезвенники и пьяницы, обжоры и аскеты. Все, что только можно представить, все встречается. Единственное общее, что у них есть, — все много работают, в том числе и записные лентяи, потому что в отсутствие работы шансов добиться хороших результатов нет.

— А что есть работа для математика? Что он делает руками? Понятно, что в голове что-то постоянно крутится, а «руками» что делает современный математик? Тополог, например?

— Это сильно зависит от человека. Я принадлежу к числу людей, которые вычисляют. Для того чтобы сформулировалась какая-то гипотеза, чтобы можно было пытаться начинать думать о чем-то содержательном, необходим (мне, по крайней мере) обсчет огромного количества простейших примеров. Просто для того, чтобы понимать, к чему можно стремиться. И круг людей, которые считают, что математика — наука экспериментальная, ширится. Появился журнал, который называется *Experimental mathematics*, и он вполне популярен.



Сергей Ландо
Евгений Гурко

— А можно привести пример работы или темы, которая в этом журнале публикуется?

— Там публикуются результаты того, что называется «математическим экспериментом». Видите формулу, которая написана на доске в этом кабинете? Она гипотетическая. И я не имею представления, как ее доказывать. А этот журнал публикует работы такого рода. Есть формула, есть набор экспериментов, которые говорят в пользу того, что она выполняется, но нет ни доказательства, ни даже подхода к этому доказательству.

— Если уж речь зашла о работах и формулах, я много занимаюсь популяризацией науки, слежу за всем полем популяризации. И, если оставить в стороне работу Николая Андреева, то, кроме него, масштабных популяризаторов математики вроде бы нет вообще. Биология, физика — есть. Это потому, что современную высшую математику так сложно показать на пальцах?

— Вы уверены, что нет популяризаторов математики?

— Я говорю про российское публичное поле. Я не встречал в *general public* людей, которые пишут популярные статьи про математику. Их почти нет. И научных новостей почти нет, если только не случается доказательства очередной «миллениум-теоремы».

— Скажем, журнал «Квантик» вполне занимается популяризацией математики. И довольно успешно, по-моему. Популярные лекции по математике сотрудники нашего факультета ежегодно читают по несколько десятков. Программа Политехнического музея была реализована в ДК ЗИЛ сотрудниками Вышки. Народ приходил. Может быть, это не очень широко распространяется, но это не означает, что мы ничего не делаем и не пытаемся.

— Хорошо. В начале ноября вручали Нобелевские премии. В этом году премия по физике была вручена за топологические фазовые переходы. У меня была возможность задать вопрос напрямую одному из Нобелевских лауреатов. Нобелевская премия этого года — одна из сложных в объяснении за что, и что там происходит. И я спросил: может ли он «на пальцах» рассказать о том, что он делает. И он сказал, что может. А вот вы можете «на пальцах» рассказать, чем вы занимаетесь, про свою тематику?

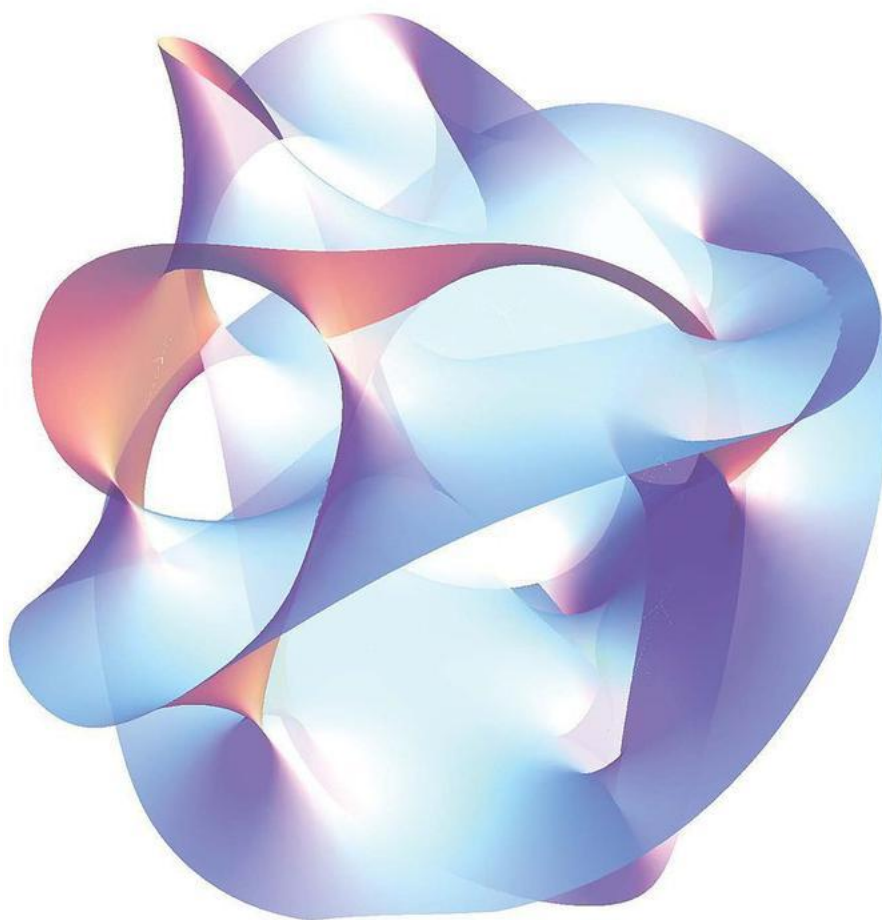
— Знаете, я пытаюсь рассказывать о задачах, и иногда возникает ощущение, что удастся донести какую-то мысль. Например, возьмем сферу и склеим ее из большого количества маленьких треугольничков. Так, чтобы сфера была похожа на сферу. А теперь подсчитаем количество способов, которыми мы это можем сделать.

— **Треугольники любые? Не равносторонние?**

— Проще всего предполагать, что они равносторонние и одинаковые. Когда размер треугольничков уменьшается, а количество становится очень большим, количество способов склеить сферу тоже растет, и для физических приложений к задачам теории струн оказывается очень важным понимать, насколько быстро растет количество склеек с ростом количества треугольничков. Такого рода задачи, с одной стороны, оказываются физическими, с другой — допускают топологическую интерпретацию. Результаты могут выражаться через топологию весьма сложных, хотя бы на первый взгляд, пространств, очень многомерных и очень непростой структуры. С другой стороны, понимание внутренней геометрии этих пространств оказывается кратчайшим путем к решению таких вычислительных задач.

— **Те пространства, о которых вы говорите — это те самые пространства Калаби — Яу?**

— В данном случае — это не пространства Калаби — Яу. Скорее, это то, что называется пространствами модулей алгебраических кривых или пространствами функций на таких кривых, то есть пространствами Гурвица. Почему-то оказывается, что, несмотря на чисто комбинаторную исходную формулировку, путь к решению через геометрию оказывается наиболее эффективным.



Двумерная проекция трехмерной визуализации пространства Калаби — Яу
[Jbourjai/Wikimedia Commons](#)

— Сейчас вообще так принято, что вся физика пространства по-разному описана топологически.

— Это не наше физическое пространство, в котором мы живем. Казалось бы, эти пути уводят нас далеко от исходной задачи, но оказывается, что...

— А вообще сложно представить себе пространство больше чем в трех измерениях, но как удается мыслить дополнительными измерениями? Это не есть просто.

— Когда мы рисуем что-то на доске или на холсте, мы все равно загоняем трехмерное пространство в два измерения. И, насколько я могу судить, у большинства математиков, когда речь идет о пространствах, неизбежно возникает двумерная или трехмерная картинка в голове, которая отражает это сложное многомерное пространство. Если эта картинка адекватна, то дальше она переводится в формулу, и с формулами уже можно обращаться алгоритмически.

— Вы как тополог мыслите картинками или формулами?

— Стараюсь и так, и так.

— Просто самому интересно. Когда представляешь что-то, то мне проще картинками. Некоторые говорят, что они мыслят только формулами, потом переводят это в рисунки.

— Нет, только формулами для меня заведомо недостаточно.



Сергей Ландо
Евгений Гурко

— А вообще интересно: насколько это связано с особенностью мышления? Со стороны сообщества математиков кажется, что математики топ-уровня — сплошь мужчины. Женщин или совсем нет или их единицы. Среди детей, которых я видел в «Сириусе» (образовательный центр, [основанный](#) в 2014 году в Сочи на базе

олимпийской инфраструктуры, — прим. Indicator.Ru), девочки есть. Достаточно много. Понятно, что какая-то часть не доходит до топ-уровня: они выходят замуж, рожают детей, у них меняются интересы. Но тем не менее в химии или физике они доходят до самых вершин.

— Действительно, такой эффект есть, в математике на высоком уровне работает мало женщин. Причины этого не очень понятны. Видимо, их несколько. Скажем, есть Джоан Бирман, она окончила университет, потом родила и вырастила двоих детей, а потом вернулась в математику и сделала несколько замечательных работ. Понятно, что, если бы у нее не было такой паузы в 20 лет, ее вклад в математику был бы значительно больше и глубже. Эта группа причин никуда не пропадет. Хотя, похоже, ситуация меняется. Скажем, Мариам Мирзахани первой из женщин получила филдсовскую медаль. Вообще филдсовская медаль вручается тем, кому еще не исполнилось 40 лет. Предшествующий этому возрасту период оказывается для женщин наиболее выпадающим из математической исследовательской жизни. Посмотрим, что будет лет через 20.

— **Опять же, если говорить о математике высших научных достижений. Кажется, вы в одном из интервью говорили, что в математике не бывает ожидаемых прорывов. А если говорить о неожиданных прорывах, что можно назвать за последние 10-20 лет, чего совершенно не ждали?**

— Как всегда, прорывы у всех на слуху. Никто не ожидал доказательства Большой теоремы Ферма Уайлсом, потому что сотни людей бились десятилетиями, ни у кого ничего не получалось, и не было видно, почему должно было получиться. А он полностью погрузился, много лет ничем другим не занимался и справился. Также никто не ожидал, что Перельману или кому-то еще удастся довести до ума доказательство гипотезы Пуанкаре. Он же доказал не только эту гипотезу, он доказал гораздо более сильную гипотезу Терстена о геометризации. Но здесь, в отличие от Большой теоремы Ферма, осталась масса невыясненных вопросов. Результат Перельмана не позволяет сказать почти ничего о классификации трехмерных многообразий. Вопрос, можно ли ее получить, если можно, то в чем она состоит, — это один из ключевых вопросов топологии, и в этом направлении результат Перельмана не дает серьезных продвижений.



Евгений Гурко

— **Еще вопрос про работу современного математика. Много ли приходится математику использовать в своей работе компьютер? И обязательно ли его использование? Все ли сейчас можно сделать на бумаге или какие-то вещи приходится решать только численно?**

— Опять-таки: математики очень разные. Есть математики, которые компьютер на дух не приемлют. Те, кто сидит в этой комнате, компьютером пользуются постоянно, но в основном не для численного решения, не для поиска приближенных решений, а для проведения экспериментов и для формулировки гипотез, которые затем можно пытаться доказывать уже на бумаге. Мы воспринимаем конечный продукт математической деятельности как алгоритмы, которые могут быть реализованы на компьютере и которые позволяют решать в том числе и топологические задачи. Это то, что пригодно к последующему широкому применению, то, что можно посчитать для геометрического объекта. И тогда мы сможем определить, что это за геометрический объект и что у него за важные характеристики.

— **Было ли так, что у вас решение какой-то задачи, над которой вы работаете или не работаете, приходит в голову совершенно из других источников? Что вы что-то увидели или услышали, и это приводит к какому-то неожиданному и полезному решению?**

— По-моему, Фейнман говорил, что у него в голове постоянно крутится с десятков задач, и он, слушая доклады на разные темы, если там попадается какой-нибудь интересный метод, пытается применить его поочередно к каждой из задач, которые крутятся у него в голове. Очень редко, но иногда это срабатывает. Иногда такое бывает: казалось бы, и область другая, и задачи другие, но работающие вещи можно и нужно пробовать применять в своей области. Задачи вообще решаются очень редко. И этот способ оказывается весьма эффективным.

— **Часто так бывает, что вот показалось, что точно знаешь, как решать, а начинаешь проверять, а нет, не работает?**

— Часто, причем особенно это касается ночных идей. В два часа ночи твердо осознаешь, что эту задачу ты наконец решил! И обнаружил красивейший метод, который применим к другим ситуациям и решает вообще все другие задачи. Это бывает.

— **Тогда я понял, в каком часу ваш коллега Фоменко придумал новую хронологию.**

— Нет, он более последовательно, не спонтанно действовал.

— **Была совершенно потрясающая история про сон, как человек открыл процесс химической передачи нервного импульса: стоял вопрос, химически или электрически происходит перенос от нерва к нерву, от нейрона к нейрону. И Отто Леви долго мучился, как же поставить эксперимент, чтобы доказать это. И в пасхальную ночь ему приснился сон с экспериментом. Он проснулся: «Запишу!». Записал, заснул, а когда проснулся утром, то понял, что ничего не может разобрать.**

От двух до четырех часов ночи — наиболее подходящее время для генерации подобного рода идей.

— **Но бывает, что это работает?**

— Очень редко. Вообще, 95% нашей работы — псу под хвост. Стабильно.

— **Руки не опускаются от такого?**

— У кого руки опустились, те из профессии уходят. Остаются те, кто воспринимает подобную производительность как неизбежность.

— **В разных областях науки сообщества существуют по-разному. В физике сообщества рассыпаны по разным частям. Биохимики держатся друг за друга. Как с этим делом в математике? Математики все друг друга знают или топологи отдельно, а какие-то другие — сами по себе?**

— У меня нет ощущения, что существующее деление проходит по границам между разными областями. Границы есть, но они очень нечеткие и следуют каким-то другим принципам.

— **Например?**

— Есть разные научные школы. Разные топологические школы могут заниматься разными задачами, причем задачи, которыми занимаются в одной школе, могут не представлять существенного интереса для другой школы. Есть граница между различными институтами. Есть граница между журналами, в конце концов. Редакторы журналов могут публиковать или не публиковать изложения чуждых им математических взглядов, ученые могут не подавать статьи в журналы, потому что заранее знают, что их не опубликуют. То есть, границы — это не границы между областями науки.

— **Для стандартных «естественников» — физиков, химиков, биологов — не без давления, не без некоего мифа, созданного со стороны общества, по крайней мере, в России, считается, что предел мечтаний — опубликовать статью либо в Nature, либо в Science. Какие вершины в публикационной активности есть для математиков? Для топологов?**

— Для математиков все-таки цель состоит не в том, чтобы опубликоваться, а в том, чтобы получить результат. Чтобы что-то понять в устройстве мира. Публикация — это вещь вторичная. Если результат по-настоящему сильный, то... Сейчас значительная часть математических статей публикуется в открытом доступе на arXiv.org, и дальнейшая публикационная судьба выложенного текста не так важна. Есть престижные журналы, публикация в которых значительно облегчает поиск последующей работы для молодых математиков, но принципиальной роли это не играет. Результаты Мирзахани замечательны не потому, что они появились в Annals of Mathematics, а потому, что там красивая геометрия.

— **Я понимаю, что математики не так сильно уделяют внимание тому, чему уделяют внимание остальные ученые General Science, я про Хирша, конечно же.**

— Что такое Хирш? Он нужен для того, чтобы сравнивать достижения различных ученых. Но дело в том, что в математике, да и вообще в науке, обычно сравнивать достижения различных ученых незачем. Непонятно, какую пользу из этого можно извлечь.

— **Кто сильнее: слон или кашалот?**

— Ну да. Есть ситуации, когда такое сравнение полезно, когда нужно принять решение. Выбрать профессоров на факультет, когда из десяти заявок надо отобрать две. Тогда надо решать, кто из десяти заявителей принесет факультету наибольшую пользу. Это решение принимается по целому ряду критериев, среди которых, естественно, оценка и сравнение научного уровня кандидатов. Но делать это по Хиршу — странное занятие.

Я, в отличие от многих коллег, считаю, что наукометрические показатели могут оказаться вполне полезными. Например, если мы знаем, что половина статей, публикуемых российскими математиками, не цитируется в дальнейшем никем, в том числе и их авторами, то это указывает на наличие серьезной болезни в российском математическом сообществе. Но я далек от мысли, что формальные параметры помогают установить, кто из двух людей лучший математик. Их применение для этой цели указывает лишь на неспособность сравнивающего произвести квалифицированную экспертную оценку.

— **А как вы стали топологом? Само собой получилось или как?**

— Вообще, если посмотреть на решения, которые я принимал, когда был студентом младших курсов, то легко усомниться, что младшекурсники способны на разумный выбор. Я пошел на кафедру топологии после второго курса, я участвовал в семинарах Александра Виноградова, он вел у нас семинары по аналитической геометрии, и это было очень увлекательно, топология стала интересной. Потом, уже после четырех лет работы программистом, я пришел в аспирантуру на кафедру дифференциальных уравнений к Владимиру Арнольду, и это была совсем другая ипостась топологии. Пути, которые нас приводят к тем или иным областям науки, совершенно неисповедимы. Во многом их выбор определяется случайными обстоятельствами.

— **Я сейчас много путешествую и вижу, что у разных городов, в которых приходилось бывать, совершенно разная связность. Они все непохожи в своих связях со своими районами, в отношении к тебе. Какой из городов вам топологически близок больше всего?**

— Не знаю. Городам прямолинейным я предпочитаю города с кольцевой структурой. Радиально-кольцевой. Москва для меня слишком большая, а вот в Праге есть одна пивная, про которую я совершенно не знаю, где она находится. Где-то в Малой Стране. Гуляя по городу и заходя в разные переулки, я неизбежно прихожу к ней. Она совершенно не туристическая, там местные завсегда, но город как бы сам к ней ведет.

— **Кто-то сделал совершенно изумительную работу, наверное, сначала хорошо выпив: посчитал оптимальный маршрут, чтобы обойти все пабы Британии. Вот для меня оптимальный город, который всегда ведет туда, куда мне нужно, — это Великий Новгород. Он совсем маленький, но... В Праге я просто еще не был. Не стал я математиком, к сожалению. Но в школе у меня лучше всего получалась или математика или химия. И я пошел в химию. В органику. Пространственное мышление там очень важно. Но учитель химии у меня был ужасный.**

— Вот это — большая редкость, чтобы при ужасном учителе...

— Тут фактор случайности и фактор хорошего учебника, причем вузовского. Последние два года я учился в самой крутой Одесской школе в лицее. Меня туда «добрали» в химический класс. Я поступил в мае, а учеба начиналась с сентября, и человек, который учился в параллельном физическом классе, сказал, что учиться там

сложно, программа тяжелая, надо готовиться. Я сходил в магазин, купил учебники и три месяца готовился, после чего понял, что в лицее мне тоже делать особо нечего.

— Это опять-таки очень случайно, можно попасть и на плохую книжку.

— **Вы заметили, что в этом году из трех естественно-научных нобелевских премий две — геометрические?**

— Какая вторая?

— **Химия. Молекулярная машина, которая исключительно за счет конформации работает. Ну, пожалуй, мы закончили. Большое вам спасибо!**

— Вам спасибо.