

## STARTALK PROJECT: Choose to Study Russian for Professional Needs



### Russian and Mathematics

#### Математика. Интервью с профессором математики Алиной Черток.

Биография: Алина Черток – доктор философии, заслуженный профессор, заведующая отделения математики университета Северной Каролины, в городе Роли, США, а также заместитель директора научно-исследовательского вычислительного центра при отделении математики. Профессор Алина Эмильевна Черток родилась в Киеве (СССР), в 1989 году окончила факультет прикладной математики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, в 1999 году защитила диссертацию по прикладной математике в Институте математики Тель-Авивского университета (Израиль) и получила степень доктора философии. Профессор А. Э. Черток преподавала в ряде университетов Соединенных Штатов Америки, Германии, Франции, России и Китая. С 2002 года работает в университете Северной Каролины, где в 2013 году она получила должность профессора математики, а в 2021 году – должность заслуженного профессора имени Лерой Б. Мартина-младшего.



Профессор А.Э. Черток является автором семидесяти научных работ и руководит исследовательской группой из научных сотрудников и аспирантов. Группа профессора Черток работает в области прикладной математики и исследует широкий класс вопросов численного моделирования процессов, описываемых законами сохранения, включая статистические подходы и методы машинного обучения. Исследования группы затрагивают области от дифференциальных уравнений, вычислительной математики и случайных процессов до приложений в газовой динамике, гидродинамике, и математической биологии. Профессор Черток принимает активное участие в организации научных конференций и семинаров, а также является членом Ассоциации женщин-математиков и других профессиональных организаций.

#### 1. Пожалуйста, расскажите о себе.

**Алина Черток (А.Ч.):** Я родилась в городе Киеве, в бывшем Советском Союзе, где закончила среднюю школу, специализированную по немецкому языку. Я свободно говорила на немецком языке, когда закончила школу, и после этого поступила в Московский государственный университет имени Ломоносова в городе Москве на факультет вычислительной математики и кибернетики, который закончила в 1989 году и поступила в аспирантуру в МГУ, но, к сожалению, вынуждена была уехать с семьёй, мы переехали в Израиль, где я продолжила обучение в аспирантуре, то есть поступила заново и защитила диссертацию в Тель-Авивском университете по прикладной математике. После чего я переехала в Беркли, Университет Калифорнии в Беркли, где я была постдоком три года, и потом получила позицию в университете штата Северная Каролина, где я и работаю с 2002 года, где прошла вся моя карьера математическая. Я начала как доцент и потом профессор.

#### 2. Чем вы занимаетесь, на чём сосредоточены ваши научные интересы?

**А.Ч.:** Я занимаюсь законами сохранения. Давайте я попробую привести пример, который, может быть, будет понятен любому человеку. Что такое законы сохранения? Вот представьте себе сегмент дороги

вот в Бостоне, и вы можете подумать о плотности машин на этом сегменте дороги. И изменение количества машин, вот общее количество машин на этом сегменте, оно зависит от того, сколько машин заезжает на этот сегмент и сколько выезжает из сегмента.

Вы можете составить простое математическое уравнение, которое говорит, что скорость изменения машин на определенном сегменте улицы в городе Бостоне зависит от того, сколько машин въезжает, минус сколько машин выезжает. Это закон сохранения, и он описывается математическим уравнением: скорость изменения машин, плотности машин на сегменте это производная, мы приравняем к потоку машин на этом сегменте, пользуемся известной формулой Остроградского, и получаем закон сохранения, что количество машин на определенном сегменте улицы равняется потоку машин через этот сегмент.

И вы можете заменить эти машины, например, плотностью газа в трубе и плотность газа в трубе вычисляется... скорость изменения газа в трубе измеряется потоком газа через эту трубу. Это закон сохранения. Вы также можете подумать о химических элементах. Вы можете подумать о количестве бактерий, а вы можете подумать о любой плотности любого вещества и написать похожую модель. Она, может быть чуть сложнее, может быть чуть проще, с различными параметрами. И в конце концов вы получаете математическое уравнение, которое нужно решить. Его решить аналитическими методами невозможно, поэтому мы выводим специальные методы, которые называются численными методами, которыми мы пытаемся эти уравнение решить и дать приближенное решение к аналитическому, которое даст ответы на многие проблемы, на многие задачи и объяснит, как происходят различные явления и в то же время предсказать, что будет происходить с этими явлениями в ближайшем будущем.

### **3. В решении каких ещё задач применяются численные методы?**

**А.Ч.:** Ну, сейчас, ну, например, одна из задач, которыми мы занимаемся, это вот движение бактерий, то, что называется хемотаксис, все это происходит от двух слов: латинское таксис, то есть движение, и кемо -- это от слова химические процессы. Это вот, например, бактерии реагируют на, ну это может быть, не обязательно на химический какой-то элемент, это может быть воздух, это может быть свет. И тогда это будет называться фототаксис или, если бактерия движется в воде, это будет акватаксис. Если это химический какой-то процесс, это кемотаксис. И бактерия движется в сторону наибольшего, ну, наибольшей концентрации или света, или химических каких-то ингредиентов, или воды. И движение, коллективное движение бактерий -- очень важный процесс в биологии. И он не до конца изучен и очень много параметров нужно принять во внимание, когда ты делаешь какие-то эксперименты, поэтому есть модели, описывающие коллективное движение бактерий, например, в воде или в воздухе, или еще где-то. И это тоже связано, например, с развитием раковых опухолей. Это помогает в этих исследованиях. И вот наши математические модели, которые мы решаем численными методами, помогают биологам, в частности, понять поведение бактерий, понять движение, понять, как бактерии концентрируются, куда они движутся. И мы с легкостью можем варьировать различными параметрами в наших моделях, и вот от этих параметров зависит поведение бактерий, и тогда мы можем дать какую-то информацию ученым, который занимается экспериментами, чтобы они уже могли в своих экспериментах подбирать правильный параметр и смотреть, что происходит. И это очень интересная задача. И, кстати, эксперименты проводились здесь в MIT.

Да, вот, например, мы занимаемся вопросами мелкой воды или вопросами цунами. Мы считаем модели предсказывающие движение цунами, которое выходит на берег. А также есть волны, которые называются волны-убийцы, это уже не мелкая вода, глубокая вода, которые мы тоже умеем предсказывать, их поведение, и они очень важны для движения, например, кораблей, потому что эти волны появляются очень неожиданно в океане и могут быть небезопасными для движения кораблей.

Вот также я занимаюсь задачами, которые для аэродинамики, например, есть такие модели, в которых очень разные параметры существуют большие и маленькие. Например, одними методами нужно решать задачи, где существуют параметры большие, а другими методами нужно решать задачи, где находятся параметры маленькие. И очень важно сейчас создать универсальные численные методы, которые будут работать для всего спектра параметров. Это важно для движения самолётов, например. И если число

Маха так называемое, оно варьируется от очень маленького до очень большого. И в зависимости от этого описывается движение воздуха вокруг самолёта, описывается различными моделями. И вот хочется создать численный метод, который бы был универсален для разных моделей с разными параметрами. То есть прикладная математика -- она везде. Если есть закон сохранения, который описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных, то мы можем создать численный метод, который поможет эту модель решить, симулировать результаты и предсказать, что будет дальше.

#### **4. Где используются математические модели?**

**А.Ч.:** Вы понимаете, современная математика покрывает как бы гораздо более широкий круг вопросов, выходящих далеко за рамки бытовых. И вот эти поисковые, крупнейшие поисковые системы, благодаря которым мы находим информацию, они, ну, если можно так выразиться, напичканы математическими моделями, которые позволяют подстраивать параметры выдачи результата нашего поискового запроса. И, иными словами, на один и тот же запрос Гугл может вам выдать одни ссылки, а другая система может выдать другие ссылки. То есть математические модели, параметры. Опять вот я говорила о биологических приложениях, но в принципе, с точки зрения математики, в общем, это большого значения не имеет. Это биологическое приложение в физике, химии или в поисковых системах. Если есть модель, мы можем варьировать её параметрами и выдавать различные результаты. Потом модели математики, например: каждый знает про инвестиционные фонды -- это математические модели. Онлайн магазины -- это математические модели, в которых тоже, например, используется и теория вероятности и теория игр. Например, сейчас очень большое значение имеет такая область, как анализ больших данных, которые в математике теперь имеют приложения и в социальных науках, и в политологии, когда мы уже не только рассматриваем модели и пытаемся их изучить и посчитать, и получить какие-то результаты, а мы также пытаемся обработать тот набор данных, который сейчас собран благодаря техническому прогрессу. И в общем-то обработка этих данных происходит тоже с помощью математических моделей. Но после того, как вы эти данные обработали, вы, наверное, хотите -- мы все хотим -- принять какие-то решения на основании. И это тоже математика, это оптимальное управление, это теория игр, то есть практически математика везде. Вот такие красивые примеры. Я считаю, что обработка данных на сегодняшний день -- это новое веяние в математике, которое действительно может показать, в общем и целом важность математики на сегодняшний день.

#### **5. Какие открытия в XX-XXI веке определили развитие математики как науки?**

**А.Ч.:** Вы понимаете, если отвечать очень быстро на этот вопрос, то, конечно, хочется сразу сказать: там доказательство теоремы Ферма или гипотезы Пуанкаре. Но математика очень обширная, и есть фундаментальные научные математические исследования, есть прикладные. Очень много открытий было, но очень много открытий случилось и в XX и в XXI веке, и очень маленьких открытий. Понимаете, то, что происходит в математике, каждый математик, который занимается наукой на своём уровне, создаёт какое-то маленькое открытие, и всё вместе складывается в большой интересный процесс, и очень много и, в общем, в продвижении большой идеи и больших каких-то открытий, доказательств. Мне ближе те открытия, которые происходили в области прикладной математики, численных методов, и, может быть, они не привлекли такого всеобщего публичного внимания, как доказательство, вот как я сказала, теоремы Ферма или гипотезы Пуанкаре, но они внесли, в общем-то, неоценимый вклад в развитие именно прикладной математики. Это связано с развитием численных методов после Второй мировой войны. Во всём мире математики уделялось развитию вот именно численных методов. И в 54-59-ых годах вот профессор Годунов в Новосибирске и здесь вот Питер Лакс -- они занимались похожими задачами по вот именно решению и симуляции различных моделей. И вот это, мне кажется, произвело большой прорыв в именно прикладной математике, и который позволяет сейчас заниматься более продвинутыми задачами, включая обработку данных и больших данных, и искусственного интеллекта, и так далее. Мне кажется, что вот эта часть очень была необычная и очень в своём роде новая.

**6. С вашей точки зрения, кто из учёных советской математической школы внёс большой вклад в разработку численных методов?**

**А.Ч.:** Вот я назвала, конечно, в моей области методы Годунова -- это, в общем-то, основные базисные методы, которыми пользуются учёные-математики. Но опять-таки это очень, может быть, узкая часть математики. Но если говорить о великих математиках, российских, русских, которые внесли вклад не только в численные методы, но и в прикладную математику, и фундаментальную, то, конечно, Колмогоров -- теория функций, конечно, Чебышёв, который использовал, ну, в общем, корни уравнения -- это очень... Его многочлены Чебышёва и те открытия, которые он сделал, очень используются часто и в численных методах, безусловно. Остроградский, который вывел чрезвычайно популярную формулу в физике, которая постоянно используется и в физике, и в численных методах, и в других областях из... Я даже назову: Лебедев -- основоположник вычислительной техники, вот из российских. Ладыженская занималась дифференциальными уравнениями. Олейник -- она занималась дифференциальными уравнениями в частных производных. Дифференциальное уравнение, дифференциальные уравнения в частных производных -- это те уравнения, которые описывают модели, которые мы решаем численными методами. То есть вот эти математики, пожалуй, внесли один из наиболее больших вкладов в развитие дифференциальных уравнений, моделирования и численных методов. А также Баренблатт. Из математиков, может быть, не российских, мой руководитель в Беркли Александр Чорин тоже внёс очень большой вклад в развитие численных методов и моделирования.

**7. Вы добились значительных научных результатов и построили успешную академическую карьеру. Что вам помогло и что мешало на этом пути?**

**А.Ч.:** Помогала мне, наверное, просто любовь к математике -- это то, что я люблю делать, это то, что я хочу делать. И я не считаю это работой, это просто для меня радость. Я просто люблю математику, я об этом думаю постоянно, я ею живу. Она у меня практически на первом месте в жизни, как это может быть... не очень... Ну, в общем, да, математика это как бы всё для меня, поэтому это мне помогает, и я не задумываюсь о том, когда и что мне нужно делать в математике, потому что всё время об этом думаю. Конечно, помогала поддержка со всех сторон семьи, потому что вот я, может быть, перейду к другому моменту -- что мешает? Я бы не сказала, что мешает, но не помогает инфраструктура, которая создана, может быть, в научной среде, в университетах, которая настроена в основном на мужской коллектив. Как вы правильно заметили, это в основном доминируют мужчины, доминируют в этой профессии. Поэтому вот элементарные вопросы какого-нибудь там декретного отпуска или просто отпуска, или просто каких-то занятий, не связанных с математикой, вплоть до того, что там вечером или рано утром нужно заняться какими-то семейными вопросами. Это, конечно, не помогает и не помогало.

И сейчас, мне кажется, ситуация намного лучше стала, чем была 20-30 лет назад, когда я начинала. Просто совершенно не было никакой помощи и понимания того, что у женщины есть какие-то дела, семейные дела, дела женские, дела с детьми. Вот это не помогает. И я считаю, что, а также вот сама система научная в академии настроена так, что нужно очень часто переезжать. Сначала вы учитесь в аспирантуре, потом считается, что postdoc нужно делать обязательно в другом месте. Нехорошо это делать там, где вы получали, защищали диссертацию, а потом работу нужно ехать еще в одно место искать. Потому что обычно, если на факультетах не очень любят принимать на работу своих же студентов или аспирантов, то есть ещё много переездов, разъездов. И имея, например, если женщина имеет семью и детей, это не очень просто. И не говоря уже о том, что обычно работа в научной среде, если женщина хочет стать профессором, работу надо начинать искать где-то за год до и предложить ее могут в любом месте. И тогда, конечно, члены семьи должны быть готовы следовать за женщиной-профессором по всему миру. И это, конечно, накладывает огромные ограничения на возможность женщин передвигаться. Наверняка такие же проблемы могут быть у мужчин, но мне кажется, эта система была настроена в прошлом веке и считалось, что, наверное, в основном профессора мужчины, и женщины не работают, и поэтому как бы такая система была приемлема.

Сейчас же я заведу кафедру математики в университете Северной Каролины, и вот каждый год, когда мы нанимаем новых профессоров молодых, будь то мужчина или женщина, всегда, вот уже практически 90% молодых ученых имеют супруга или супругу, или партнёра, который тоже или занимается наукой, или работает, естественно. И всегда мы пытаемся помочь им как-то обустроить своих партнёров или в индустрии, или в академии, в университетах. В нашем университете, например, появились программы специальные для помощи партнёрам молодых профессоров, которых мы берём на работу. Это очень необычное явление, и я очень горжусь тем, что в нашем университете есть такая программа. И сейчас, вот когда я пришла на работу двадцать лет назад, не было никаких детских садов, вообще никто не знал, что делают с детьми у нас на факультете. Сейчас же у нас очень хорошая развитая инфраструктура, у нас половина, очень много женщин молодых профессоров и вот, и мы гордимся тем, что мы в общем-то находим возможности помогать и привлекать их и создавать им более удобные условия для работы. И особенно, я считаю, очень важно в работе профессора найти баланс между работой и, ну, как бы частной жизнью, семейной жизнью. Я вижу, как много работают наши молодые специалисты, и я знаю, сколько труда нужно вложить в то, чтобы добиться чего-то и в академии. И это не тривиально, и мне хочется, чтобы молодые учёные, кроме занятий математикой, которую они любят и хотят заниматься, и всё время, так же как и я, чтобы у них всё-таки было время на личную жизнь, на какие-то путешествия и просто возможность иногда отвлечься. К сожалению, это не очень просто сделать. И при том, что я очень люблю математику, при том, что я очень люблю свою профессию и должность -- и вот то, как я работаю и профессором математики, и заведу кафедрой. Всё-таки академическая жизнь требует постоянного напряжения и постоянной работы, вот просто постоянной.

#### **8. Вы член Ассоциации женщин-математиков. Чем занимается это общество и какие задачи решает?**

**А.Ч.:** Но задачи, которые стоят перед этой организацией, в общем-то, создать такой коллектив, который бы помогал и девочкам, и девушкам, и женщинам, которые заинтересованы в математике, вот именно продвинуться по своей... ну, не только карьерной, наверное, лестнице, но и получить достойное образование в этой области. И помогать, и помогать им также в... Найти хорошие связи в плане – не связи, как мы можем это понимать с точки зрения бытовых – а связи, именно научные связи: путешествия на конференции, доклады, работа с различными учёными, гостевые доклады женщин-учёных, которые бы показали, в частности, молодым девушкам и женщинам, что есть возможность заниматься математикой при желании, если им это нравится. И что есть женщины-математики, которые этим занимаются. После этого помочь им получить образование в университетах, и показать им, что можно заниматься научной деятельностью, опять-таки приглашает на разные конференции, делая гостевые доклады, создавая симпозиумы, семинары и так далее. Ну и, конечно, потом, если девушка, женщина хочет заниматься научной работой, то есть целые коллективы, которые могут помочь объяснить, как обратиться на работу и постдоком, и как обращаются на работу в университеты. И потом, уже когда молодые специалисты начинают работы, организация может помочь и в конференциях, организации конференций, и семинары, и делать доклады, и найти связи научные.

#### **9. Как, по вашему мнению, будет развиваться математическая наука в ближайшее десятилетие?**

**А.Ч.:** На сегодняшний день, наверное, нельзя не отметить революцию в области математических методов машинного обучения, которая практически происходит на наших глазах и с появлением и успешным применением глубоких нейронных сетей. Человек стал, в общем-то, стремительно приближаться к созданию искусственного интеллекта. Вот я боюсь что-либо предсказывать, но это абсолютно новая область деятельности для математики: обработка больших данных, умение программировать, построить новые сетевые модели, которые могут сами решать задачи очередные. Это очень необычно и очень ново. И поэтому очень много математиков сейчас этим интересуется. Опять-таки мне трудно предсказать, сколько лет и как это движение в математике будет продвигаться, но на сегодняшний день я бы сказала, что это в



определённом смысле революция, совсем отдельный вид научных исследований, который доселе был не применён и неизвестен. То есть математика развивается в разных направлениях, но вот это очень новое направление.

#### **10. Какую роль играет знание русского языка в научном сотрудничестве?**

**А.Ч.:** На сегодняшний день, наверное, в математике большая часть сотрудничества происходит на английском языке. Но знание русского языка, конечно, помогает в том, что оно расширяет, в общем-то, и кругозор.

И вы понимаете, очень много научной литературы написано на русском языке – это, конечно, безусловно, помогает. У меня есть сотрудники в разных странах, и даже я вам скажу, в Словакии, и во Франции, и в Германии. И они очень часто говорят, что они пользуются русскими учебниками, потому что русские учебники очень хорошие -- российские учебники, русские, написаны на русском языке. И вот эта часть, и статьи, очень много есть статей, написанных на русском языке, которые не переведены и которые несут в себе очень важную информацию и очень интересные научные открытия. И человек, который знает русский язык, у него есть возможность получить дополнительную информацию и получить, узнать новые вещи, которые неизвестны другим ученым. Вот это в основном. В плане разговорного, то, конечно, большая часть общения происходит на английском языке.

#### **11. На протяжении последнего века в русском языке появилось много слов и выражений из языка науки. Какие слова или выражения пришли из математики?**

**А.Ч.:** Очень часто мы слышим, люди говорят по-русски "что и требовалось доказать" -- это, конечно, математическое выражение, которым заканчивается каждая теорема в математическом учебнике. "От перемены мест слагаемых сумма не меняется" - мы очень часто используем это выражение. Мы говорим "график работы" -- график это математическое слово. Или "свести к нулю". Мы употребляем слово дифференцированно -- это математическое слово. Мы говорим "предел терпения", "множества людей", "предел множества" -- это всё математические термины, которые пришли к нам из математики.

#### **12. Какое слово вы бы назвали “словом года” в математике?**

**А.Ч.:** Наверное, я бы сказала "анализ данных" или "обработка данных", или, если вы хотите одно слово -- "данные". Это сейчас, мне кажется, слово года.

#### **Блицопрос**

- **Книги или кино?**

**А.Ч.:** Книги.

- **Ваша любимая книга?**

**А.Ч.:** Ну, наверное, “Мастер и Маргарита”.

- **Русскоязычный учёный, который больше всего вас вдохновил или вдохновила?**

**А.Ч.:** Колмогоров.

- **Какие бы три совета вы дали молодым учёным?**

**А.Ч.:** Всегда быть профессионалом своего дела, любить то, чем занимаешься, и заниматься тем, что любишь.

- **Какое научное открытие вы ожидаете, что произойдёт в ближайшем будущем?**

**А.Ч.:** Я очень надеюсь, что будет прогресс с точки зрения математики в доказательствах решение трёхмерного... существования решения трёхмерного уравнения Навье-Стокса. Но я не знаю, насколько это принесёт вклад большой в прогресс человечества, но определённый вклад в прогресс человечества это, безусловно, принесёт.

© *Choose to Study Russian for Professional Needs*  
Contact us: professional.russian@gmail.com



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.