

Дата проведения занятия: 15 мая 2018 года.

Расшифровка фрагмента выступления Антона Джамаея (University of Northern Colorado) в рамках первой лекции мини-курса «Университетское преподавание математики в стиле активный класс».

АД:

У нас были лекции, когда рассказывали теорию, и семинары, когда рассказывали, как решать задачи. Участие студентов ни в том, ни в другом процессе не предусматривалось. Разделение между теорией и практикой было очень пассивным.

После этого я уехал в аспирантуру в Нью-Йорк. Обычно аспирантура устроена так, что, с одной стороны, студенты берут аспирантские курсы, занимаются научной работой. С другой стороны, чтобы получать свою стипендию, они должны преподавать. Первый год обычно их просят проверять домашние работы и работать в том что называлось Help Room. Студенты приходят и задают вопросы, а мы на них отвечаем. Нас даже к этому готовили. Что тогда считалось надо знать. Нам проводили семинар для аспирантов первого года по преподаванию. В общем, нас учили, как читать лекции. Как организовывать изложение материала на доске, как доступно рассказывать, но никакого вовлечения студентов в процесс не предусматривалось. Еще я заметил, когда я работаю со студентами один на один или даже в маленьких группах, в этой Help Room, у меня все получается хорошо, они заинтересованы. А вот на лекциях, причем я читал достаточно хорошие лекции, такого эффекта не наблюдалось совсем.

После этого я попал в Мичиганский университет в качестве постдока. Мичиганский университет в это время был одним из лидирующих университетов в Америке в новой волне преподавания, то, что называется Reform Calculus или New Calculus. Это тенденция, которая возникла, по-моему, частично в Гарварде, частично в Мичигане, частично в Аризоне. Люди хотели попытаться сфокусироваться на концептуальном понимании математики, на том, чтобы добиться от студентов, не чтобы они решали задачи по заученному алгоритму, а пытались понять, что происходит. Частично я этим заинтересовался еще и потому, что одним из руководителей семинара был замечательный американский математик. У которого есть выдающиеся работы по теории. Он, по-моему, был одним из немногих американцев, которые были членами кружка. Хороший профессиональный математик высочайшего уровня, который в тот момент заинтересовался математическим образованием, а поскольку я в тот момент у него учился, я был у него ассистентом, мне было интересно, о чем он будет рассказывать.

Одна из вещей, которые меня поразили... Простите, я немного сбился. В Мичигане они начали преподавать Calculus по-другому. Как обычно выглядит курс Calculus в американском университете? Это большая лекционная комната, где сидели примерно 100 студентов, если повезет. Если не повезет, сидели 200 или 300. Мне рассказывали люди, что они читали лекции на 300 человек. Эти лекции транслировались на большой экран в лекционной аудитории. В Мичигане решили, что надо попробовать делать это по-другому. Они сделали ограничение на Calculus, что этот курс могут слушать максимум 30 человек. Количество студентов от этого, конечно, не уменьшилось, но резко увеличилось количество классов. По-моему, у них было 30 классов Calculus-1, что в тот момент для меня было очень хорошо, потому что у Мичигана получалось нанимать много постдоков и аспирантов. Первую неделю у всех новых аспирантов и постдоков был курс профессиональной подготовки. Одна из вещей, которые произвели на меня очень сильное

впечатление – нам показали кино из двух частей. Первая часть показывала школьников младших классов, по-моему, класса третьего. Они обсуждали понятие четного и нечетного числа. Это было поразительно, потому что это была беседа очень высокого уровня. В основном, разговаривали дети друг с другом. Учитель был немного в стороне. У них был достаточно длинный спор о том, является ли 7 нечетным числом. Там был мальчик, который пытался доказать, что 7 – число четное, потому что четное число – это число, которое можно разбить на две группы. Он показал, как разбить 7 на две группы. Дети ему ответили, нам кажется, ты неправильно понимаешь определение, потому что в определении сказано, что группы должны быть равными, потому что если бы этого в определении не было, то понятие четного числа не было бы осмысленным, потому что любое число удовлетворяло бы этому определению. Во второй части показали интервью со студентами курса Calculus, где его спрашивали о том, что такое производная. Все, что студент мог сказать, это $2x$.

На меня это произвело очень сильное впечатление. Что происходит с момента начальной школы до курса Calculus, когда люди вроде как должны идти по траектории вверх, а получается совсем наоборот. Я начал немного интересоваться, как можно избежать этого результата. В Мичигане на Calculus-1 меня в первый раз попытались научить тому, что называется активным стилем преподавания.

Большое количество секций на курсе Calculus-1 требовало жесткой координации. У нас были координаторы курса, который говорил, что ты будешь делать то, то и то. В частности, они говорили, что нужно вовлекать студентов в процесс с помощью того, что называется group work, работа в маленьких группах. Там была прописана жесткая структура. Я к этому очень скептически относился, а потом я понял, что я совершенно не умею это делать. Я пытался разбивать их на эти группы, у меня уходило на это очень много времени, а результат был не очень удовлетворительный. Поэтому у меня был большой скептицизм относительно того, что этим можно добиться.

Потом я посмотрел, как учат в соседнем классе люди, которые умеют это делать. Это было совершенно восхитительно. Студенты сами делали все: они сами разбивались на эти группы, они активно в группах разговаривали. Класс был очень живой, двигался очень быстро. Надо уметь это делать, чтобы это происходило эффективно. К сожалению, в Мичигане меня быстро перевели. Поскольку я был успешный лектор, меня с маленьких классов убрали и перевели на то, что называется обыкновенный Calculus, там были замечательные лекции на 100 человек. С какого-то момента я стал координатором этого курса. Студентов было 900, эти 900 человек разбивались на 8 лекций, которых учило 6 инструкторов, потом у них были семинары, которых учило 10 аспирантов.

Потом я перешел туда, где я работаю сейчас, в университет Северного Колорадо. Именно там мой стиль преподавания начал сильно меняться. Там было 3 основных момента, которые на меня повлияли. Первый момент: слава богу, у нас не очень много студентов, у нас небольшие классы, максимум 25-30 студентов. Во-вторых, у нас очень странный департамент. Мы называемся департамент математики, но половина людей занимаются математикой, а половина – математическим образованием как наукой. У нас даже есть аспирантская программа по математическому образованию. Общение с этими людьми на меня сильно повлияло. Как математик, я участвовал в работе над диссертациями, в работе со студентами. Я заметил, что я начинаю преподавать по-другому. Кроме того, наш основной контингент – будущие школьные учителя. Очень важно, чтобы подготовка по математике в школе была на нужном уровне, потому что все проблемы начинаются именно там. Когда люди говорят: мы не понимаем эту математику, – это происходит именно в средней школе.

Реплика из зала:

Это у нас называется основная школа, с 5 по 9 класс, а средняя школа – это 10-11 классы.

АД:

У нас начальная школа – это с детского сада по 4 класс, средняя школа – с 5 по 8, а потом то, что называется высшая школа, high school.

Как я заметил, что у меня поменялся стиль преподавания? Однажды я уехал обратно в Колумбию в качестве визитера на полгода и учил свой любимый Calculus. После первой лекции ко мне подошло 10 студентов и спросили что это было. Нас никто никогда так не учил, нам очень понравилось, как вы это делаете.

Давайте я попробую рассказать.

Мне очень не нравится, что я написал на слайде «Основные черты «нового» преподавания математики», потому что я не думаю, что он является новым, но я не смог придумать правильного слова.

Идет сдвиг от пассивного изложения материала на более активное студентов в изучении материала. В традиционном курсе, когда идет лекция, что, на мой взгляд, происходит. Студенты фокусируются в основном на том, чтобы записать лекцию. Совсем традиционно: преподаватель лекцию аккуратно читает, аккуратно пишет на доске, студенты ее так же аккуратно переписывают, но они ее, по-моему, потом не читают. Есть хорошие учебники. Я однажды сделал опрос своих студентов. Я спросил: вы учебники читаете? Из 30 человек 2 сказали, что да, читаем, еще 3 сказали, что он у нас есть. Мне кажется, что с записями лекций происходит примерно то же самое. Студенты тратят время на то, чтобы их записывать, но они с ними не очень работают.

Второй момент – это решение задач, когда очень много внимания уделяется вычислительным приемам, как решать задачи. Благодаря развитию технологий значимость этих моментов сильно снижается. Записывать лекции смысла нет, потому что, во-первых, есть хорошие учебники, во-вторых, есть огромное количество видеозаписей лекций по математике. Если наша роль как преподавателей заключается в том, чтобы прочитать хорошую лекцию, то мы не сможем конкурировать с открытыми курсами. Роль преподавателя должна заключаться в персональной активной работе со студентами, а не просто лекционном изложении материала.

Вычислительные приемы – есть различные программы типа Mathematica, WolframAlpha и прочее, которые могут помочь с нетривиальными интегралами и производными, которые раньше нужно было знать. Мне кажется, что вместо красивых вычислительных трюков, надо больше думать о том, что именно происходит, что именно мы делаем.

(читает с экрана) Фокус на развитие глубокого понимания математики, концептуальное понимание сути предмета, на развитие навыков «математического диалога», умения слушать других и умения объяснять.

Давайте я попробую объяснить, что здесь я имею в виду. У меня класс, сидят будущие учителя. Я спрашиваю у них: у нас есть такая задача, знаете ли вы, как ее решать. Они не умеют объяснять у доски. Когда будущие учителя не умеют объяснять ход своей мысли у доски, это странно. Одна из вещей, которые я, наконец, научился делать – не с самого начала, но где-то с середины семестра – у меня студенты чувствуют себя уверенно,

выходят к доске, говорят, я пытаюсь решить эту задачу. И я их даже прошу, если вы знаете, как решать эту задачу, мне это не очень интересно. Я знаю, как решать эту задачу, и я могу это рассказать. Если вы знаете, то вы тоже можете это рассказать, и ничего не изменится. Но если вы не знаете, но можете попробовать рассказать, это уже другой эффект. Студент может выйти и рассказать, я понимаю, что нужно сделать. Мне кажется, что надо начинать ее делать так и так, а дальше я не знаю. Другие студенты в классе могут это выслушать и сказать, а давайте я попробую так. Возникает диалог. Они учатся слушать друг друга, они учатся разговаривать, и я могу им в этом помочь. Это кажется мне сложным моментом. Если есть задача, которую знаешь, как решать – это просто. Если есть задача, на которую смотришь и не знаешь, что с ней делать – это сложно. Этому никто не учит. Попробовать это делать в классе, когда есть инструктор, который знает, есть другие студенты, которые могут предложить другую точку зрения, когда обстановка заставляет их учиться формулировать свои мысли, то мы отработываем навык, который абсолютно существенный и которого невозможно добиться обычной лекцией. То же самое с пониманием, а не запоминанием определений. Если есть диалог, можно студентов спрашивать, что значит это слово, можете ли вы привести пример.

Другой частью этого стиля является развитие навыков математического письма. Традиционная домашняя работа, которую я задавал, когда только начинал преподавать, выглядела как 10 задачек, которые нужно решить и получить ответ. Что я делаю сейчас? Я, скажем, даю одну задачку на неделю, где они должны рассказать мне весь процесс решения задачи. Аккуратно и в деталях объяснить, о чем задача, как они ее решают, почему это так работает, и что означает ответ. Это сложно делать, когда таких задач много, но с одной задачей у них вырабатывается нужный набор навыков. Очень часто задаются маленькие групповые проекты. Например, задача задается группе из 3-4 студентов на неделю или чуть больше, и в результате они сдают мне не одиночную домашнюю работу, а групповой проект.

Отчасти это является практическим применением математических навыков, математическое моделирование. Опять же, такие мини-проекты возникают. Почему? Если мы фокусируемся на математическом процессе, он часто очень простой. Если есть какое-то уравнение, то у нас есть какой-то список шаблонов, чтобы его решить. Сложность обычно в том, чтобы перевести какую-то модель на язык математики и потом перевести обратно ответ. Опять же, здесь вырабатываются навыки коммуникации и понимания.

Еще один момент, который очень важный, но я совершенно не квалифицирован про него рассказывать, это то, что называется equity, diversion, inclusion, and social change. В двух словах попытаюсь объяснить, о чем это. В Америке есть некоторые группы, которые традиционно которые очень слабо представлены в научно-технических дисциплинах, в математике. Это могут быть группы расовые, мексиканцы или афро-американцы. Они часто чувствуют себя лишними на таких курсах. Техника преподавания, которая пытается вовлечь студентов, помогает делать их частью процесса, в то время как на лекции просто уйти в сторону, и им сложнее добиться успехов. Второй момент, который заключен в этой фразе, заключается в том, что, математическая грамотность населения очень важна для понимания таких моментов, как делаются районы для голосования, как делаются предложения по кредитам и прочее. Чем ниже у людей грамотность, тем проще системе этим воспользоваться.

Еще один термин, который стал очень важным в последние несколько лет, это inquiry-based teaching and learning (IBL). Это формализация того, о чем я говорил ранее. Основными чертами этого стиля являются фокус на концептуальное понимание и

математический диалог, вовлечение студентов в процесс и роль инструктора, который не транслирует знание с кафедры, а помогает студентам его осваивать.

Есть разные стили такого типа преподавания. Я нарисовал на слайде некоторый спектр: он начинается с активной лекции (active lecture) и заканчивается flipped classroom. По этой шкале я скорее очень консервативен и ближе к активной лекции. Здесь я немножко заторможу и спрошу, есть ли какие-то комментарии и вопросы.

Вопрос из зала:

Вы предложили интересную групповую работу, когда студенты сами разбирают задачу. Тем не менее, Вы же сказали, что среди них есть студенты, которые знают, как решать задачу. Выходит человек, который показывает, как он пытается решить задачу, он спрашивает у группы, я не знаю помогите мне, и тот, кто знает, все рассказывает. Как ему задать отдельную задачу? Он же все знает, он будет лезть впереди всех, и остальные знать не будут.

АД:

Правильно, да. Это вопрос на создание правильной динамики. Это самое сложное, как мне кажется. Этот случай, о котором Вы говорите, принадлежит к случаю Active Lecture. Скажем, у меня есть класс, человек 20. Я предлагаю им задачу и даю время на подумать. Потом я прошу какого-то произвольного человека выйти к доске и рассказать, как мы могли бы решить ее. Я не начинаю с вопроса «кто знает, как решать?» Да, есть студенты, которые сразу решают, но их легко увидеть. После одной-двух лекций я понимаю, кто такие студенты, и я просто прошу, чтобы они не торопились. Если Ваш вопрос другой, а именно, как этих студентов заинтересовать, то это немножко другой разговор.

Вопрос из зала:

Им становится неинтересно, их тоже надо как-то занять. Вы тормозите кого-то, чтобы в угоду кому-то объяснить что-то.

АД:

Не совсем так. Такого, чтобы человек все время все знал, и я его все время тормозил, нет. Если человек знает все, непонятно, зачем он берет конкретный класс. Есть студенты, которые берут этот класс на втором или третьем году, и к этому моменту уже действительно что-то знают. Но если задавать правильные задачи, класс можно сделать интересным даже для тех, кому все дается легко. Есть задачи, которые называются open-ended, когда нет фиксированного процесса решения. Их можно заинтересовать специальными домашними работами. У меня есть задачи разного уровня, и если у меня есть совсем сильные студенты, я найду, что им предложить. Но это немного не то. Роль инструктора как раз в том, чтобы обеспечить динамику класса, чтобы всем было интересно. Есть дополнительный момент. Когда вместо того, чтобы объяснять сам, я предлагаю объяснять более сильным студентам, у них начинает вырабатываться навык преподавания. Но такого, чтобы из-за одного человека весь класс скучал, такого не бывает, я с Вами в этом не согласен.

Есть еще какие-либо комментарии и вопросы?

Вопрос из зала:

Есть студенты, которые не хотят активно участвовать.

АД:

Может, мне со студентами повезло, но такого, чтобы студент категорически отказывался участвовать в процесс, к счастью, очень мало. Мне кажется, что все преподаватели на всех классах, особенно на начальных классах, используют этот поход. То есть, если бы так преподавал один человек, это было бы странным опытом для студентов. Но поскольку это происходит все время, они начинают привыкать и понимать, что по-другому это не работает. Те студенты, которые действительно хотят учиться, а у нас таких большинство, они очень хорошо мотивированы. Наши студенты платят за университет свои деньги, параллельно работая на двух-трех работах, и у них очень высокая мотивация. Как раз с такими студентами в классе работать одно удовольствие. Опять же, нельзя требовать этого (активного участия) все время. Во-первых, надо, чтобы студенты стали доверять вам как инструктору. Если у меня абсолютно новый класс, я буду работать с ними очень постепенно. Я буду начинать в более традиционном стиле, а потом потихонечку замедляться и говорить, что смотрите, есть такая задача, есть ли у вас какие-либо предложения. В течение первой-второй недели я буду аккуратно их спрашивать, и они начнут привыкать к активному участию в диалоге. Некоторые студенты более уверены, некоторые – менее, и можно начинать с более уверенных студентов. Так постепенно к 3-4 неделе я всех знаю, они ко мне привыкли, они начинают мне доверять. Конечно, они могут отказаться, насильно их заставлять никто не будет, но они точно знают, что они не волонтеры, а каждого могут попросить. Если они все время отказываются, я говорю, как я могу вам помочь, я хочу, чтобы вы участвовали в этом процессе, если вам некомфортно рассказывать у доски, я не буду вас беспокоить, но я хочу, чтобы вы хотя бы раз в неделю давали знать, что вы можете сделать. Обычно это работает. Но надо, чтобы они начали доверять, и надо сделать это аккуратно, потому что одной фразой можно потерять класс на весь семестр. У меня такое было.

Вопрос из зала:

А эта работа на семинаре учитывается у них в оценке?

АД:

Хороший вопрос. У меня не учитывается. У меня оценка в основном складывается из домашних работ и экзаменов. Но умение понимать и объяснять абсолютно необходимо для домашних работ и экзаменов. Я стараюсь сделать экзаменационные задачи не такие, чтобы там был написан интеграл, который надо посчитать. В моих задачах надо сначала понять, как этот интеграл написать. Когда он написан, там уже все просто. Эта ступень – ровно то, чему я пытаюсь их научить.

В какой-то момент я перестал решать для них примеры. Я никогда не рассказываю о том, как брать двойной интеграл. В общих чертах описываю, что вот такая основная идея. А вот теперь вам задача, вот вам картинка, надо по этой области посчитать двойной интеграл. Выходит студент, говорит: не знаю. Хорошо, немножко подождать, вдруг он решит, что знает. Если не знает, может попросить коллегу. Ответит другой студент, который скажет, мне кажется, надо делать вот так. Это очень деликатный момент, потому что очень хочется им помочь. Но помогать – плохо, потому что тогда они перестают надеяться на себя и начинают надеяться на вас.

Я более-менее сейчас рассказываю про первый пункт, что включение студентов в процесс преподавания начинается с комментариев с места, потом мы начинаем выводить студентов к доске, чтобы они рассказывали. Я говорю им: если я решаю эту задачу, я знаю как ее решить, я ее решу сразу правильно. Я не могу ее решать неправильно, я не хочу вводить вас в заблуждение. Вы не знаете, как ее решать, расскажите мне, что вы про нее думаете. Если подход неправильный – это еще лучше, потому что тогда у них есть возможность увидеть, что если у них есть какая-то идея и они хотят ее развивать, почему

она не работает. Мне как преподавателю это сложно, а у них таких идей очень много. Поэтому очень важно, чтобы студенты доверяли. Это самый важный момент.

У студентов очень большая боязнь: вдруг я скажу что-то неправильно. Вдруг я задам глупый вопрос. Они боятся, что я как преподаватель вдруг начну о них плохо думать, и очень боятся, что другие студенты начнут про них плохо думать. Как-то надо уметь с этим справляться. У нас есть такая вещь, которую мы делаем, которая очень сильно на это повлияла. В какой-то момент все студенты должны брать этот маленький семинар в первый год о том, что такое колледж. Некоторые американские студенты, приходя в университет, оказываются не готовы. Они не понимают, что ответственность теперь на них, а не на учителях. В качестве примера могу рассказать анекдот. Ко мне пришел студент после Calculus-1 и очень удивился, что у него плохая оценка. Оценка его была 2-по американской шкале. И он говорит: я же был на всех лекциях, это минимум 4. Некоторые студенты приходят с таким пониманием. С какого-то момента мы взяли этот семинар себе. Мы сказали, что мы будем сами учить наших студентов, которые будущие учителя. Это маленький семинар, раз в неделю, по часу, два месяца. Но за это время они друг с другом знакомятся, начинают друг с другом дружить, они начинают друг другу доверять. Буквально на следующий год, после того как мы начали это делать, я стал замечать, что если я спрашиваю у студента вопрос, все остальные говорят – иди попробуй, мы тебе поможем. Вместо того чтобы бояться что-то рассказывать перед другими студентами, они наоборот чувствуют поддержку группы.

Вопрос из зала:

Вы говорили, что курс делится на группы по 30 человек, и эти группы дальше делятся на маленькие группы, и в каждой группе есть лидер. Хочется понять, лидер – это интеллектуальный лидер? И как вы мотивируете этого лидера работать с людьми, объяснять?

АД:

Я честно скажу: я умею это делать не очень хорошо. У меня гораздо легче получается активная лекция, когда я работаю со всем классом. Я вернусь к вашему вопросу.

Раньше у меня был стиль, который я бы назвал highly-interacted class, потому что это очень активная лекция, а потом я перешел к стилю learning community, хоть это и может смешно звучать. Один из признаков этого стиля – я как инструктор нахожусь не у доски, а где-то сбоку или сзади. У них нет такого ощущения, что есть человек, который все знает и нам рассказывает, но что есть человек, который помогает нам это понять. Буквально, то, где ты находишься в классе, может очень сильно повлиять.

Про маленькие группы. Есть некоторые техники. Например, техника такая, что группы собираются произвольным образом. Их можно мешать раз в месяц, их можно мешать раз в неделю, в зависимости от того, как это работает. Обычно мне нужно, чтобы студенты работали в группе как со своими друзьями, потому что им это нужно, чтобы они учились объяснять разным людям. Иногда там есть жесткая структура. Это то, чему меня пытались научить в Мичигане, и это было для меня самым сложным. Каждому студенту надо дать некоторую роль. Этот человек будет – reporter или летописец, он будет записывать все комментарии. Этот человек будет заниматься организацией дискуссии. Этот человек будет делать резюме. Я еще есть человек, который во всем этом процессе участвует, а потом он должен выйти и это рассказать. Очень четко определенные роли, которые потом меняются. В одной из домашних работ они должны были написать на титульной странице, кто был в какой роли, и это как-то учитывалось в оценке при проверке. В группе может быть более сильный студент, и его роли меняются. Я один раз наблюдал, как у нас

учат на курсах преподавания математики. Там было очень интересно. Они тоже разбивались на группы, и у них были разные роли. У них была некоторая задача, и у этой задачи было несколько очень разных решений, некоторые из которых были совсем неочевидны. Им раздают эти решения и говорят: вы будете объяснять это решение. Не сами они решают, а они должны объяснить готовое решение. У другого студента роль учителя, который должен это решение понять и задавать вопросы. У третьего студента роль наблюдателя, который смотрит за этим процессом, записывает и говорит что-то. Нам, наверное, в каком-то смысле легче, потому что у них во многих школах есть такая традиция, традиция работы в группах.

Есть разные группы. Что я обычно делаю у себя в классе – я не делаю фиксированных групповых работ, потому что я обычно учу классы более старшего уровня в последнее время. То есть, эти вещи лучше работают на более базовых курсах. Я им раздаю листочки с задачами. Они все вместе работают, а потом начинают выходить к доске и рассказывать, как это было. Я тоже стараюсь их перемешивать. Я хочу, чтобы ваш стол, а именно вот этот человек рассказал. Вы ему объясните, до чего вы договорились, пусть он попробует объяснить всем остальным.

Вопрос из зала:

А роли студенты в группе сами себе выбирают, или вы даете им их сами? Просто я знаю, что когда такие вещи делают психологи, они, работая с группой, назначают роли.

АД:

Это все сильно зависит от того, сколько этих студентов. Если у вас маленький класс на 20 человек, то можно сказать, вот ваша группа, вот ваша роль. Инструктору реально владеть процессом. Но если это класс на 100 человек, и все равно хочется студентов вовлечь, то безусловно на группы их разбивать не получится. Там есть некоторые другие техники, одна из них называется think-pair-share. Я даю задачу, пожалуйста, подумайте, а теперь повернитесь к соседу и поговорите с ним, объясните ему свою версию, а он объяснит вам свою.

Есть еще один стиль, который называется flipped classroom. Я не знаю, известно ли здесь, что такое flipped classroom?

Реплика из зала:

Перевернутый класс.

АД:

Можно ли теперь спросить, а кто-нибудь это делал?

Это очень интересный подход, который основывается на том, что ценностью преподавания, ценностью университета является возможность напрямую общаться с преподавателем, иначе мы все будем смотреть на youtube. Перевернутый класс – это когда сначала все смотрят на youtube, а потом общаются с преподавателем. Преподаватель готовит свой класс, то есть преподаватель записывает лекции. У нас есть специальная оборудованная комната в университете, куда каждый преподаватель может прийти и записать свою лекцию. Студенты должны посмотреть эту лекцию до класса. В классе они ее обсуждают. Это немножко сложно, потому что нужно, чтобы студенты посмотрели лекцию до класса. Есть идеальные студенты, а есть реальные студенты, и реальные студенты обычно ленивые, а те, которые не ленивые, у тех времени нет. Если это суметь правильно сделать, тогда в классе возникает динамика, когда они задают вопросы, которые у них есть, и не тратят время на поглощение материала. Есть анекдотический

пример, когда это не работает вообще. Мне рассказывали про человека, который сказал, что он будет учить flipped classroom. Он давал студентам посмотреть какие-то совершенно произвольные видео с youtube, а когда студенты приходили в класс, к ним приходил ассистент и помогал решать задачи. Профессор в процессе не участвовал. Это неправильно.

Есть люди, которые с этим сильно экспериментируют. Один мой коллега в какой-то момент учил класс, который по необходимости был наполовину онлайн, потому что класс был в двух разных кампусах. В какой-то момент произошло слияние университетов, и курсы формально были общие, но с точки зрения местонахождения между кампусами оставались 100 с чем-то километров. Когда он ездил учить сюда, его смотрели с той стороны, а когда он ездил учить туда, его смотрели с этой стороны. И он решил, что домашние работы и презентации они будут сдавать ему в формате видеопрезентаций. Он показывал нам эти видеопрезентации, это очень интересно. В общем, в формате flipped classroom есть место для развития, но сначала, мне кажется, нужно, чтобы возникла некая аудитория. Давайте я перейду дальше.

Помимо того, что я преподаю, я являюсь неформальным организатором нашего математического кружка, и к нам периодически приезжают люди и делают доклады. Один человек после доклада написал, что из всех коллоквиумов, которые я делал – а человек этот восходящая звезда прикладной математики – этот запомнился мне больше всего, потому что студенты задавали очень интеллигентные и правильные вопросы, при том, что у вас прикладной математики нет вообще. И многие другие тоже это замечают: студенты не сидят просто как на лекции, они участвуют, они спрашивают. И это результат того, что большинство преподавателей пытаются сознательно создавать learning community.

Роль преподавателя – об этом я тоже уже немного говорил. Это не значит, что человек стоит перед классом и говорит, как устроен мир, он находится сбоку и сзади и помогает. Я иногда заставляю себя из класса уходить: я хочу, чтобы вы пообсуждали эту задачу, но я знаю, что если я буду сидеть в классе, вы будете на меня смотреть и ждать. Поэтому я уйду и вернусь через 10 минут, а вы пока обсудите. Но опять же, для этого нужно, чтобы была правильная динамика со студентами. Я знаю, что когда я ухожу, они не пользуются тем, что я ушел, чтобы сидеть в телефонах. Они честно работают над задачей и пытаются решить ее без меня в качестве отвлекающего фактора.

Wait Time... Вы знаете, что это?

Реплика из зала:

Время ожидания, которое вы даете своим студентам, чтобы ответить.

АД:

А как вы думаете, какое среднее время ожидания? Человек читает лекцию и задает студентам вопрос.

Реплика из зала:

15 секунд.

Реплика из зала:

В идеале, чем больше, тем лучше, конечно.

АД:

Одна из диссертаций, по которой я входил в состав диссертационного совета, изучала время ожидания инструкторов-новичков. И там им пришлось ввести категорию, грубо говоря, вольный перевод, риторического вопроса – когда ответ следует еще до того, как вопрос закончился. Так вот, среднее время ожидания – полторы секунды.

Реплика из зала:

Вы считаете, этого мало?

АД:

«Давайте посмотрим на такую задачу, как мы ее будем решать? Решать мы ее будем так!»
Инструктора-профессионалы могут дотянуть это время до... сколько вы думаете?

Реплика из зала:

Пять минут.

Реплика из зала:

Встал и вышел. Через час двадцать вернулся.

АД:

Семь секунд – это уже признак профессионализма. И это тяжело, это очень тяжело. У меня был личный рекорд в 35 минут, но я измучился, мне было физически плохо. У меня был курс Calculus, и у меня была хорошая задача на оптимизацию...

Реплика из зала:

Но это нерациональное расходование аудиторного времени. Если есть задача, над которой студент действительно должен думать, ее нужно давать заранее, чтобы они посмотрели ее и приходили на занятие. Оттого, что они будут сидеть и каждую задачу 35 минут ждать...

АД:

Это было один раз в качестве исключения, и я честно скажу, я не знал, что из этого получится. Задача была простая. Есть кусок проволоки. Мы ее в каком-то месте разрезаем и из одного кусочка делаем кружочек, а из другого – квадратик. Вопрос: где этот кусок проволоки надо разрезать, чтобы суммарная площадь фигур была максимальная и минимальная? Мне кажется, это пример хорошей задачи, потому что шаг от постановки задачи к уравнению и решению и обратно – несложный, но и не элементарный.

Для меня это был экспромт, я сказал, давайте мы ее сейчас решим и пойдем домой. Я вам только помогать буду. Пять минут они ждали, когда я начну решать задачу у доски. Следующие пять минут они пытались осознать масштабы катастрофы. Потом они начали потихонечку над этой задачей думать. После этого они взяли эту задачу домой, я сказал, я не буду вас после класса держать. И потом они ее решили.

Реплика из зала:

Это мотивация. И культура.

АД:

Эту культуру надо как-то воспитывать.

Реплика из зала:

Извините, вы говорите, что сейчас вы так не делаете. А как вы сейчас делаете?

АД:

Я немножко лучше их готовлю. Во-первых, я лучше готовлю класс. Этих 10 минут осознания масштабов катастрофы у меня уже не было бы. Они знают, что им это надо действительно делать. Может быть, я бы эту задачу немножко поразбивал чуть-чуть. Это зависит от класса – умение калибровать задачу правильно. Я вам могу в следующий раз показать примеры. У меня есть задачи, где фокус идет на то, чтобы понять задачу, переформулировать и решить, а есть задачи, где все делается по ступенечкам. Для учителей это особенно важный навык. У меня сын учится в школе, и очень часто его математические задачи приводят меня в состояние глухой тоски. Есть у него, скажем, 20 примеров, совершенно произвольных, которые даже решить невозможно.

С Wait Time... Ждать действительно очень тяжело. И все время есть баланс между временем, которого мало, и необходимостью дать время студентам, чтобы они поняли, о чем задача. Ожидать от среднего студента, что он мгновенно все усваивает и знает, как с этим работать, несколько неверно. Я стараюсь найти такой баланс, чтобы я им смог сначала немножко что-то рассказать, чтобы я им дал задачу, которая дает возможность подумать и, может, что-то сделать, но не до конца. Более сложные задачи они берут домой, работают над ними там и возвращаются. На следующем классе мы их доделываем. Плюс, мне кажется, что важно, чтобы студенты что-то поняли, что если они пройдут немножко меньше материала, но поймут его глубже, они смогут с помощью этих навыков выучить недостающее. Если они не понимают ничего и умеют только решать задачи, то количество материала не очень важно. Когда я только начинал учить, я очень тщательно готовился к лекциям. Я долго готовился к ним, аккуратно все писал и был очень горд, как я хорошо все рассказал. А потом пришло понимание, что рассказал я хорошо и услышал тоже только я, а студенты резко терялись минут через пять. Сейчас я готовлюсь сильно меньше, у меня есть какие-то ключевые моменты и ключевые задачи, но поскольку у меня уже большой опыт, я могу импровизировать. Я смотрю на то, какой диалог идет в классе, куда он идет, и в зависимости от этого я могу делать либо то, либо то. Но опыт здесь уже является довольно важной составляющей частью.

Еще я хотел поговорить про обратную связь. Какова традиционная структура домашних работ? Они решают какой-то набор задач. Сдают. После этого все идет к какому-то ассистенту, который через неделю-другую эти задачи проверяет и возвращает. Студенты на это не смотрят. Даже с экзаменами – студенты могут посмотреть только на свою оценку, и все. Этим обычно все заканчивается. Есть некоторые техники, которые позволяют делать эту обратную связь гораздо более короткой. Есть даже некоторое понятие, которое называется Just in Time Teaching, но, честно говоря, я его не пробовал. Идея там такая, что перед лекцией с помощью каких-либо приложений, веб-приложений, студенты проходят маленький опрос на два-три концептуальных вопроса. По результатам того, как студенты на эти вопросы отвечают, преподаватель выстраивает лекцию. Другая вещь, которая мне очень нравится, это система WeBWorK, система электронных домашних заданий. Если с ней правильно работать, можно добиваться очень хороших результатов. Если интересно, я могу про нее поговорить. Таких систем существует много, обычно они разрабатываются издательскими домами, которые выпускают учебники Calculus. WeBWorK разработана именно преподающими математиками, и поэтому многие вещи в ней сделаны очень грамотно. Одна из вещей, которую эта система позволяет сделать: у студентов есть некоторая задача и шесть попыток, чтобы ее решить. Задача не меняется. Есть разные варианты. Для каждого студента генерируется своя задача: типы одинаковые, а числа разные. Это замечательно, потому что студенты могут работать над задачей вместе, с другой стороны, они не могут взять чужой ответ и подставить его в свою программу.

Если давать, скажем, шесть попыток – то, что они знают, как сделать, они сделают и будут знать, что у них все хорошо. А если они попытаются три раза, и у них ничего не получится, они придут ко мне и спросят, что происходит, я продолжаю делать ошибки. Это гораздо более эффективно. Можно фокусировать мою энергию на том, что именно они не понимают, вместо того, чтобы отмечать галочками, что да, это правильно.

Есть некая новая для меня техника Immediate Feedback и Persistence. Я начал делать такую вещь. У меня есть квизы, мини-тесты на десять минут в классе. Я начал им разрешать эти квизы переделывать. Иногда я их меняю, а иногда и не меняю. Я говорю им: знаете, на квизы я буду класть те задачи, про которые я знаю, что у вас с ними проблемы. Но не переживайте, если вы этот тест провалили, вы всегда его можете переделать. Приходите ко мне, я дам вам другую копию, и результат будет максимальным из двух. И они этим пользуются. Они приходят ко мне, я даю им этот квиз, а после этого начинаю жульничать. Когда они сдают мне квиз и хотят уйти, я говорю им, подождите, дайте, я посмотрю. Если я вижу, что он неправильно решил, я говорю: нет, я его сейчас не возьму, давайте вы еще немножко подумаете. И так они сидят по 10 минут, по 3-4 раза подходят, и, наконец, решают правильно. С одной стороны, у них счастье, потому что у них оценка хорошая. С другой – я добиваюсь того, чего я хочу добиться, а именно, они пытаются сделать правильно, ищут, где у них ошибки. Очень эффективно с преподавательской точки зрения. Исключительно неэффективно с точки зрения собственного времени. Сюда же относится настойчивость. Она вырабатывается у примерно 80% студентов.

В этом году я читал курс абстрактной алгебры для более старших студентов. Но, опять же, надо понимать, что студенты не столько математики, сколько в будущем учителя. Для них все эти вещи достаточно сложным. Я дал им, по-моему, три таких мини-квиза за весь семестр, с которыми они работали пару месяцев. Это достаточно сложные для них задачи, особенно, если первая часть – это аккуратное доказательство, а вторая – иллюстрация доказательства на примере. Они очень долго над этим работали, но к концу семестра у меня весь класс умел такие доказательства делать хорошо и быстро. Я проверил это на экзамене, и там все получилось. Я думаю, что без этих итераций на квизах это было бы невозможно.

Про разные типы домашних заданий, я думаю, можно поговорить в следующий раз более подробно. Я стараюсь разделять домашние задания на вычислительные, концептуальные и письменные. Некоторые задачи, которые можно посчитать в WeBWorK, нацелены на то, как правильно сделать вычисления и не ошибиться. Письменные – как объяснить, что мы делаем.

У меня есть 15 минут на вопросы, но я хотел бы показать вам немножко литературы (*выводит на слайд*).

Я хотел бы показать вам такую вещь: MAA Instructional Guide. Он достаточно свежий, и здесь есть многие идеи, о которых я говорил, с конкретными примерами. Я не знаю, насколько хорошо эти примеры могут работать здесь, потому что одна из вещей, которые нам сильно помогают – то, что школьное образование очень-очень интерактивное. Студенты все время активно участвуют в процессе, и когда они приходят в университет, оказываются более психологически готовы. То, что я помню, из своей школы – в процессе я не участвовал.

Реплика из зала:

Может быть, важно не только это. Что я заметил: они умеют говорить, по-видимому, их в школе этому учат. Для активного класса очень важно, чтобы студенты умели говорить понятно для своих же товарищей. Здесь с этим большие проблемы. Студент не может объяснить, что он именно понимает или не понимает.

АД:

Мы над этим сфокусировано работаем. Еще одна замечательная вещь – у нас достаточно маленький департамент, потому что многих студентов я вижу сначала на Calculus-1, а потом на абстрактной алгебре. Я вижу динамику развития. Те люди, которые говорили «математика – это все не то, это есть такое правило, как решать задачи, дайте мне пример, я очень хорошо учусь, и я вам покажу, как решать другой такой же пример». Я говорю им, что это не совсем так работает. Но это требует времени. Если честно, то Calculus-1... Нехорошо говорить, что мы его не учим, мы учим, но это не столько обучение математики, сколько обучение тому, что мы от них хотим. Мы очень целенаправленно над этим работаем. И если я говорю, что я хочу, чтобы вы в домашней работе написали мне, что вы думаете, я именно этого и хочу. Я не хочу маленьких комментариев. Иногда они сдают листок с вычислениями, а потом, спохватившись, сдают листок с объяснениями. Я им говорю, что в следующий раз я его не возьму, потому что я хочу, чтобы вы в следующий раз все делали в процессе.

Там, на самом деле, интересно. Есть разные школы. Есть разные степени преподавания в школах. Есть то, что называется international baccalaureate – о связи всего. Есть core, который более традиционный, и там даются знания как о фактах. И в зависимости от того, откуда пришли студенты, они умеют говорить или нет. Почти никто не умеет читать.

Реплика из зала:

Воспринимать?

АД:

Они не умеют читать математические тексты.

Реплика из зала:

Мировая проблема, я бы сказала.

АД:

Вы учебник читали? Они говорят: нет. Я говорю: давайте попробуем прочитать. Давайте откроем учебник, прочитаем первое предложение и попробуем своими словами сказать, о чем оно было. Это для них очень сложно. И надо очень аккуратно это делать, потому что они обижаются. Они говорят, вы над нами издеваетесь. Я говорю, нет.

Реплика из зала:

Они не из советской школы.

АД:

На самом деле, после того, как студенты ко мне привыкают, я веду себя достаточно свободно. Меня это сильно радует. Я чувствую, что они знают, что я на их стороне, что я не издеваюсь, а хочу им помогать. Я могу сказать такие вещи, что вот этого здесь не должно быть, которые в начале класса я сказать не могу. Потому что они сразу почувствуют, как же так, теперь все знают, что я такой идиот. Со более старшими классами это получается легко: вот это надо поправить и вот это надо поправить. Но и они могут заметить и что-то поправить у меня. Иногда я делаю ошибки. У меня был момент, когда один очень тихий мальчик сказал: вот это неправильно. Ну как же? Он говорит, нет,

это неправильно. Я говорю, хорошо, подойди и покажи. Подошел и показал. Они чувствуют себя комфортно, что они могут меня перебить. Я не являюсь авторитетом. Я являюсь авторитетом ровно до тех пор, пока я все рассказываю правильно.

Вопрос из зала:

Неужели коллеги-американцы ни разу не написали на вас, что вы плохо готовы к занятию?

АД:

Есть некий миф о том, как американцы подходят к преподаванию. На самом деле, этот миф имеет некоторую реальность, но у нас такого нет.

Вопрос из зала:

А то у нас в школах это часто бывает. Заходит завуч и говорит, вот, молодой учитель что-то не готов, ошибки делает. Не готов к уроку, презентация не помещается на экран.

АД:

Нет, вы знаете, есть разница между «не готов к уроку» и «делать ошибки». Я студентам говорю, мы сейчас будем решать задачу. Я ее не решал, я не репетировал, я знаю, как ее решать, но если я сделаю ошибку, пожалуйста, следите. Еще лучше, если вы ее сами решите.

Переподготовка к лекциям, по-моему, сильно хуже. Это знак инструктора-новичка, когда есть подготовленная лекция, и все. Когда что-то идет не так, человек не может ничего сделать.

Один раз, когда я готовился к разговору, я посмотрел, у меня есть письмо. Я попросил коллегу, перед тем, как дать мне какое-то ревью, посидеть в классе и сказать, что она заметила. Она сказала мне, что у меня класс 50 минут. Он был небольшой, там всего 20 студентов. За эти 20 минут у нас у доски побывало 13 человек из 20. Некоторые даже больше, чем по одному разу. Я даже не ожидал. Когда это становится нормой, с этим очень приятно работать. Студенты в какой-то момент начинали отталкивать меня от доски. Подожди, я знаю, как это сделать, я все расскажу.

(Показывая на экран с MAA Instructional Guide) Я бы очень порекомендовал вам это посмотреть. Здесь есть разные типы того, что называется assessment. Как это по-русски?

Реплика из зала:

Оценки.

АД:

Оценки – это все-таки не то. Оценки – это некий цифровой результат. Это – как подготавливать задания, по которым оценивается уровень знаний. Есть разные задания. Есть задания, которые проверяют знания, есть задания, которые помогают эти знания формировать.

Еще здесь есть некоторые примеры о том, как делать курс. Design Practices. У меня есть класс, который я должен преподавать. Что я хочу от этого класса? Будет ли этот класс базироваться на традиционной лекции, будет ли это перевернутый класс, будет ли это

последовательность проектов, которые студенты должны делать. Есть разные стили, и про это здесь хорошо написано.

Если пойти на правильную страничку, там у них много интересных ресурсов. У них есть, например, база данных концептуальных задач для курса линейной алгебры по темам. Есть люди, которые много раз учили курс, они знают, как правильно спрашивать задачи, и они делают эту базу данных.

Реплика из зала:

А статья, на которую вы сделали reference, что там?

АД:

Это исследование в области образования. Они просто изучают, что идут параллельно два класса. По одному и тому же материалу, с одним и теми же студентами, случайным образом подобранными.

Есть еще какие-то вопросы, комментарии? Было ли это вообще интересно?

Реплика из зала:

Интересно. И все так по-другому.

Реплика из зала:

Может быть, вы посоветуете что-нибудь для школьников, какие-либо ресурсы.

АД:

Я могу спросить. Некоторые мои студенты – очень хорошие преподаватели, и я могу спросить их. Но со школьниками я напрямую не работаю.

Вопрос из зала:

Вы учились опытом? Или, вы сказали, что вы ходили где-то на лекции? Тренировались где-то?

АД:

У меня была некая смесь. То, чему меня изначально учили – тот первый курс в Columbia был несколько странный и не очень полезный. Я заметил, когда я работаю в Help Room, у меня группа из 5 студентов, они работают на доске, они разговаривают друг с другом, они разговаривают со мной. Идеальная ситуация. Они понимают, и мне от этого хорошо, и им хорошо. Когда я учу лекцию, они сидят, на меня смотрят и записывают. Я пытаюсь с ними разговаривать, они смотрят на меня в ужасе и ждут, когда я перестану это делать, чтобы снова начать записывать. Я пытался постепенно с этим бороться. Я пытался с самого начала с этим бороться, задавать им вопросы. После того, как я перешел на свое нынешнее место работы и начал общаться с людьми, и наблюдать, как люди это делают, я стал замечать какие-то вещи. Например, время ожидания – я об этом не думал. Потом я посидел на защите проекта диссертации и начал за собой следить. Эти мелкие вещи потихонечку осваиваешь, и все начинает меняться. С какого-то момента количество переходит в качество, но требуется время.

Мы для наших новых аспирантов делаем трехдневный семинар по преподаванию. Мы им это все рассказываем и показываем. У нас есть некоторые видеоматериалы, где мы показываем им эту динамику.

Вопрос из зала:

Вы сказали, что часть людей на вашем департаменте занимается исследованиями того, как преподавать. Что это за люди, откуда они, что они заканчивали?

АД:

Есть некоторая специальность, которая называется Educational Mathematics. Мы готовим PhD students по Educational Mathematics. Это не столько методы преподавания, сколько, я бы сказал, психология преподавания. Это смесь того, что называется психологией, теории познания и математики. Люди буквально с этим работают. У них есть какие-то вопросы, которые они хотят исследовать, они делают наблюдения в классах, они делают какие-то обзоры, потом прогоняют это через статистику и пытаются прийти к каким-то выводам. Есть такая специальность.

Вопрос из зала:

То есть, как правило, есть два главных вопроса: как лучше преподавать, чтобы дать то, что я уже запланировал, и что давать, чтобы развить нужные навыки?

АД:

Не совсем. Я все-таки еще раз хочу повторить: это не моя специальность. Я математик и занимаюсь математикой. Это – постольку-поскольку.

Реплика из зала:

У нас есть Институт образования в Вышке, и они занимаются этой психологией преподавания. У них есть все методы, формы... Когда мы говорим про преподавание математики, это у нас называется частная методика. Что именно дать, чтобы развить тот или иной навык в математике? Это частная методика. А все общие вещи, как преподавать, что влияет, психология образования – этим занимается институт образования.

АД:

У нас смесь. Мы в этом смысле несколько уникальное образование. Как вы правильно говорите, есть такие Schools of Education, которые готовят преподавателей. А есть Departments of Mathematics, которые готовят математиков. У нас именно смесь: мы даем теорию преподавания, но теорию преподавания математики. У них есть три области: психология, теория познания, а третья область – это предметная область математики, которая в этом участвует. Наши студенты фокусируются именно на психологических аспектах преподавания математики.

Какие-то из работ, которые они делают, можно отнести к общим, но большинство действительно специфические. Одна из недавних вещей, которую у нас делал студент – изучение роли жестов в преподавании комплексного анализа.

Реплика из зала:

Очень полезная для общества тема.

АД:

Зря вы так скептически к этому относитесь. Она была достаточно содержательной.

Реплика из зала:

То есть, для такой темы – отдельные жесты, а если я преподаю что-то другое, нужны свои жесты. Об этом речь?

АД:

Это когда у человека есть внутреннее понимание, когда он может объяснить его жестами, а словами это сделать тяжелее.

Реплика из зала:

Психологи уже давно написали, что в речи мы передаем только 20% того, что хотим сказать. То, что жесты, поза и каике-то еще вещи влияют на то, что мы говорим – известна всем. А тут тема какая? Польза жестов именно для преподавания?

АД:

Комплексный анализ, в отличие от вещественного, предполагает роль геометрии и плоскости.

Реплика из зала:

Поэтому я и анализирую, потому что кажется, что это высосанная из пальца тема.

АД:

Я с вами спорить не буду, потому что смысла нет. Но когда я хожу на такие защиты диссертаций, я для себя узнаю много интересных вещей. Я немножко переживаю о том, что эта наука немного оторвана от практика.

Реплика из зала:

Потому что это не наука. Один человек пользуется одними жестами, другой – другими. Все это прекрасно, повторить очень редко можно.

АД:

Есть содержательные моменты. Например, исследование времени ожидания в зависимости от инструктора – это очень содержательная вещь. Это такая информация, о которой люди, которые преподают, обычно не думают. Да, я знал, что надо подождать, но с количественной точки зрения об этом я никогда не думал. После того, как я послушал этот доклад, мне стало очень интересно. Я поменял то, как я преподаю, и это стало лучше. И я переживаю...

Реплика из зала:

Когда я первый раз сходила на тренинг по публичным выступлениям, и меня записали на видео, и я впервые посмотрела на себя со стороны, я тоже о многом задумалась. И для этого вовсе необязательно ходить на защиты диссертаций.

АД:

Необязательно. Но то, что я хочу сказать – кто занимается преподаванием математики в университетах? Это делают аспиранты, которых практически не готовят. Потом они становятся профессорами. Им говорят: понимаете, для того, чтобы получить tenure, очень важно, чтобы у вас были хорошие статьи. Не тратьте, пожалуйста, время на лекции, нет у вас этого времени. В результате, студенты, которые проходят через этот класс, оказываются не очень хорошо подготовлены. Сейчас это немножко меняется. Во многих университетах для того, чтобы получить tenure, недостаточно, чтобы была хорошая исследовательская программа. Необходимо также, чтобы человек хорошо преподавал. И поэтому такого типа исследования являются очень полезными. Просто, чтобы показать: можно вот так. Так бывает, и бывает такой результат. Так и я. Когда я попробовал в первый раз работать в маленьких группах, я понял, что это не работает, и вообще чушь какая-то. Потом я зашел посмотрел и удивился, как хорошо это работает, если знать, как это делать.