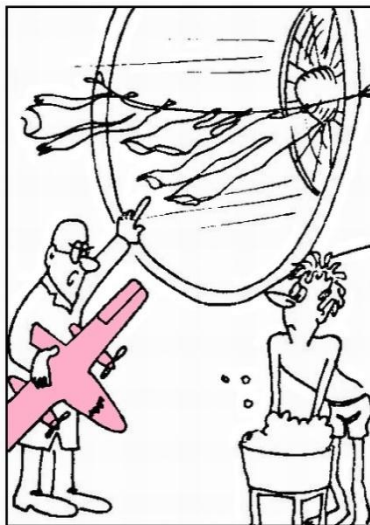


## Про ТЗНовские «самолёты»

*Хорошо летают только красивые самолёты.*

*А.Н. Туполев*




«Ваше самодельное оборудование – лажа», – написал нам один зритель после посещения Театра Занимательной Науки (ТЗН).


Другой товарищ советовал: «Вложите деньги в закупку качественного оборудования. Не тратьте время на его изготовление, сконцентрируйтесь на эксплуатации своих приобретений».


Знакомый учитель с восторгом рассказывал, как водил своих учащихся в политехнический музей, где им показывали демонстрационные опыты по электродинамике. «У вас, конечно, таких возможностей нет...», – слышалось в его словах сожаление.

Что сказать... У нас не возможностей нет, у нас своя позиция, свои задачи. Да и не пряники мы, чтобы всем нравиться.

Полистаем страницы лабораторного журнала ТЗН и обратимся к «путевым заметкам», написанным в разное время, но на одну, «самолётную» тему.


 Многих людей пугает сложность приборов. Но удивить можно и с помощью простого оборудования. Оно в плюсе, т.к. узнаваемо и понятно, его можно найти дома или сделать самостоятельно «на коленке». От него не ждёшь неожиданностей, а они происходят. Простота подкупает и возникает желание самому стать волшебником. Подобная концепция прослеживается, например, в Музее физических экспериментов Тома Тита<sup>1</sup>. В огромной игровой «комнате», иллюстрирующей законы мироздания, всё подчинено девизу «просто о сложном». Там не найти компьютеров, осциллографов и прочих чёрных ящиков, в которых происходит что-то непостижимое,


 «Под впечатлением увиденного я проделал дома некоторые эксперименты и показал их друзьям и родителям», – получили мы отзыв. Хотя бы для этого надо включать в представление простые опыты.

 Большую часть оборудования и реквизита не найдёшь на рынке услуг, так что без ручной работы не обойтись. И в большинстве случаев – это не простое копирование... Два дня расчерчивали и нарезали из алюминиевого листа квадратики 10см×10см. На третий – дорезали и пытались их склеить. Убедились, что вместо клея лучше использовать двухсторонний скотч. Ещё день – на реализацию этой идеи... Appetit приходит во время еды

<sup>1</sup> «Tom Tits Experiment». Швеция, Стокгольм.

– один кубик мы превратим в чёрный ящик, а второй (его предстоит сделать) используем для наглядного пояснения. Мы делаем-переделываем «Магнитный маятник», в котором по нашему желанию будут то проявляться, а то исчезать токи Фуко. Демонстрация, которая на этапе подготовки занимает столько мыслей и сил, не может не очаровать. Предвкушаем предстоящую со зрителями игру в кубики. Демонстратор обязательно должен быть сам увлечён тем, что передаёт другим. От него требуется не простой показ или рассказ, он должен поделиться чувствами, переполняющими его. Тогда его энергетика перекроет имеющийся театральный непрофессионализм и возникнет цепная реакция.

 «Чудеса на свете встречаются, но над этим надо много, много работать»<sup>2</sup>. Один из многочисленных примеров этого – приземлённая история двухнедельного творчества без границ о том, как мы делали «неправильные весы». Вместо рычага – клюшка, вместо чаш – кастрюля и валенок. Точку подвеса расположили ближе к тяжёлому валенку. Но как показать, что неравноплечные весы «неправильные» хоть и находятся в равновесии? Можно положить на «чаши» одинаковые грузы, тогда они и выйдут из равновесия! Положили, отклонение – малозаметно. Надо сделать разницу плеч максимальной. Для этого – утяжелим валенок! Чем и как? Оптимальное решение – использовать галошу. Ищем галошу в количестве 1шт. (нужна новенькая). Нашли, но чтобы «поймать равновесие» приходится прятать в неё металлические пластинки – утяжелители. Спрятали. Оказалось, что держать конструкцию на весу за верёвочку неудобно. Меняем верёвку на проволочную ручку. Клюшка с такой ручкой приобретает неэстетичный вид. Вновь возвращаемся к верёвочному подвесу, делаем для него съёмную ручку. Разновесы? Пусть это будут коробочки от «киндер-сюрпризов», утяжелённые до 20г. Многовато получилось коробочек. Сократили количество, утяжелив каждый до 50г. Настал черёд заняться взвешиваемым грузом. Идея: использовать для этого тяжёлую стеклянную банку. Можно внутри спрятать бумажку с надписью истиной массы, для последующей проверки результата. Сделано. Проводим несколько демонстраций перед зрителями. Вердикт: при падении стеклянная банка может разбиться, да и вид непрезентабелен. Ищем замену. Может быть, матрёшка? Лучше, чем банка, но зачем потребовалось измерять её массу, непонятно. Постепенно вырисовывается история: рыбак поймал рыбу и желает измерить её массу. Зрители помогают ему сделать весы из подручных материалов, убеждаются в их неправильности и догадываются, как произвести правильное измерение. К месту будет анекдот про хвастливого рыболова, который и со связанными руками умудрился развести пальцы и показать, что поймал рыбу «вот с таким глазом». Коль рыбаку приборы дать, рыбацких сказок не слышать! Выпилили из фанеры плоскую модель рыбы. Оптимально утяжелили. С одной стороны раскрасили, а с другой – указали значение её массы. Проверка показала: плавники чересчур топорщатся, и рыба только наполовину входит в валенок. При случайных поворотах валенка раньше времени открывается её масса. Укоротили плавники так, чтобы из валенка торчал только хвост. Вновь довели массу до необходимой (кратной массе грузов). Подкрасили. Сейчас рыба сохнет, а завтра мы будем отрабатывать методику показа, и вполне возможно, что возникнут новые непредсказуемые осложнения и замечательные идеи. А ещё надо предусмотреть что-либо против моли, которая способна съесть часть нашего оборудования.

 Бутылка с двумя литрами «кока-колы лайт» при попадании в неё шести мятных конфеток «Ментос» опорожняется путём фонтанирования за несколько секунд. Только сегодня израсходовали 8л напитка, исследуя этот процесс. Выяснили оптимальное количество конфет, влияние диаметра отверстия сопла на высоту фонтанирования, его продолжительность и площадь разбрызгивания напитка по снегу (по понятным причинам эксперименты проводились на улице). Очевидно, это только начальная стадия превращения никчёмной забавы в модельный эксперимент с метастабильным состоянием перегретой жидкости и одомашниванием его. О том, как пытались купить, но, в конце концов,

<sup>2</sup> М. Задорнов.

были вынуждены сделать трёхметровый бассейн своими руками история отдельная... Главное, опыт подготовлен. В «Манеже» на торжественном открытии выставки интерактивных экспонатов – первое публичное опробование «долины гейзеров». «Физики показывают свои сказки...» Решили использовать насадку, создающую струю в 2,5м... Три, два, один, пуск! Струя гейзера рванулась ввысь, преодолела 6,5м и расплылась на побелке потолка кока-коловой кляксой. Зрители пришли в восторг. А мы уяснили, что в тепле процесс высвобождения газа идёт более интенсивно... Казалось бы, тема себя исчерпала, контролируя температуру и успех обеспечен. Но на днях фонтан покорила белоснежную лепную вершину государственного биологического музея, несмотря на то, что напиток предварительно был охлаждён в ведёрке с водой и протестирован термометром. Так что ставить точку в этой истории ещё рано. К тому же, не решена ещё самая важная проблема – как подать этот опыт, как сделать так, чтобы он из известной никчёмной забавы превратился в поучительную. Как повысить его КПД? На «Дне физика» в МГУ мы ознакомили слушателей с физикой гейзера, а через неё вышли на «Холодный кипяток» (с зависимостью температуры кипения от давления) и «Перегретую жидкость». Подготовились и только после этого «традиционно» запустили струю гейзера в потолок...



Два тридцать ночи, мы докрашиваем «цветные ноты» и нарезаем трубочки. Аврал. Завтра, а вернее сегодня у нас два выступления на фестивале увлекательной науки. – К чему такие сложности? – спросит иной. – В принципе можно не напрягаться, наработок у нас более чем достаточно. Но какое счастье, что у нас есть желание творить, придумывая и опробуя что-то новое. Есть азарт в реализации своих фантазий. И пусть скептики считают наш КПД – «копейка за фотон» (как у первых лазеров). Мы верим Галилею – «Ничто великое в мире не совершалось без страсти». А когда на представлении из стоячих волн в трубочках образовалась мелодия и дети, узнав её, стали напевать «Кузнечика», вера трансформировалась в знание.



При подготовке к представлению обнаружил на корпусе новенькой пластиковой бутылки от «Послушной пены» следы остаточной деформации. Не удержался, высказался по этому поводу коллегам, недостаточно аккуратно работавшим с оборудованием. Ведь это не просто пластиковая бутылка: она имеет нестандартный размер, в своё время я раздобыл (не случайно нашёл, а именно раздобыл) в экспедиции по магазинам всего три таких экземпляра. Как это донести до того, кто без всякой предыстории взял бутылку с полки? Только если ты вкладываешь свои силы в изготовление демонстрационного оборудования, рождается правильное, бережное отношение к нему.



На уроке «Физика и музыка» скучный учитель включил раритетный патефон, и произошло чудо: без всякого электричества зазвучала скрипучая музыка «Рио-Риты». Стереосистемы и лазерные диски – привычны, а патефон поражает механическим голосом из прошлого.



«Летела швабра. // – Мама, – спросил Коля, – // а разве швабры летают? // – Нет, конечно, – ответила мама // И швабра упала». О чём эта сказка<sup>3</sup>? О том, что чудеса окружают нас, но мы разучились удивляться им.





Вспомнилось, как когда-то на курсах повышения квалификации, я предвкушал занятие, которое привлекло меня в довольно скучном расписании. Не лекция, а демонстрации. Увиденное вызвало противоречивые чувства. Восхитили научные игрушки, которые показывал учёный дядька. В нашей стране в продаже они ещё тогда не появились (он их купил в каком-то заграничном научном музее). А вот демонстрировал и объяснял он поверхностно, без затей. Контраст и дискомфорт. Именно тогда я подумал:


---


<sup>3</sup> Стихотворение В. Друка.


любой может показывать подобные штучки, большого умения не требуется. Действу катастрофически не хватало мастерства, за которым стояла бы личность популяризатора науки. Наверное, поэтому штучки те и не запомнились. ...Передо мной стоит демонстрационная установка «Мёртвая петля». Я не хочу быть тем дядькой, без затей отпускаящим шарик с вершины горки...


 Понедельник начинается в субботу! Все выходные дни мы монотонно сшиваем проволокой два куса металлической сетки в большущий цилиндр, запрещая себе думать, что «Огненный торнадо» может и не получиться. Сторонний наблюдатель назвал бы это одержимостью или фанатизмом. Но у нас – творчество. Во время работы возникает множество идей, связанных с формой подачи опыта. Формально и безлико (без огонька) своё произведение, в которое вложено столько сил, уже не покажешь.


 При показе «Колеса везения» зрители заметили: «А мы это знаем, в Планетарии видели...». Им, оказывается, там показали «прикольный фокус с колесом» и они запомнили результат. А для меня этот эксперимент с гироскопом – финал пятнадцатиминутного научного детектива. Вам никто никогда не рассказывал, чем закончится книжное приключение, в которое вы только что с головой погрузились? Если «да», то вы поймёте мои чувства. Нельзя на загадку сразу давать ответ. Какой вкус победы без преодоления? Только заслуженная победа порождает веру в свои силы, желание совершить новый «научный подвиг» и учит дорожить полученным результатом. Свою задачу, как Ведущего, вижу в создании и прохождении маршрута по выверенной траектории: от проблемной ситуации через преодолимые трудности с положительными эмоциями к гарантированной ситуации успеха. Но что движет моими коллегами: непонимание или желание сорвать «Вау»-эффект? Как бы то ни было, эта поверхностность убивает игру разума, а научно-познавательное представление превращается в псевдонаучное шоу.

 Не из пункта А в пункт В! Не материальная точка, а кирпич; не сосуд – а ведро; не математический маятник – а гайка на длинной нитке... Антураж должен быть узнаваемым, привычным, устремлённым к простоте. Напрягать сознание мы будем на другом...

 «Определение есть дверь, которую ещё следует открыть»<sup>4</sup>. Мало просто показать опыт!

 Без участия гостей ТЗН ни один экспонат не заработает и не «заговорит». Наша задача не «наполнить сосуд» (формальными знаниями и умениями), а «разжечь факел» познания, а для этого необходима продуманная и действенная методика.

 Весь день раз за разом мысленно возвращаюсь к находке – фильму с канала «Дискавери». В одном из эпизодов – знакомое разбивание рукой бутылки с водой. Этот эксперимент мы показываем в представлении «Сила есть, ума не надо!?!...». Сначала теоретически предсказываем, а затем проверяем. Увиденное на экране, привело в восторг. Возможности скоростной съёмки (1000к/с) позволяют узреть образование в момент удара у бутылочного дна «вакуумных пузырьков». Эту физическую красоту мы обязательно должны подарить нашим зрителям.

 На физфаке МГУ нас знакомят с учебными экспериментами. Неуклюжий лаборант мельтешит перед столом с приборами. Мы видим его спину, всё остальное – очень плохо. Где экраны, подсветка, проецирование, подкрашенные жидкости, видеозаписи и прочие демонстрационные хитрости? Где эстетика показа? А ведь когда-то в этих стенах была написана замечательная книга о лекционных демонстрациях<sup>5</sup>, на которую мы во многом равнялись.

<sup>4</sup> Учитель физики Г.Р. Глуценко.

<sup>5</sup> «Лекционные демонстрации по физике» под ред. В.И. Ивероновой, изд. 2-е, – М.: Наука, 1972.



Как всегда, опробование долго изготавливаемого эксперимента воспринимается как чудо. Получится ли? Насколько хорошо? Потребуется ли доработка? Удачный ли выбор был сделан для вложения сил? Вопросы, сомнения, ожидания и надежды. И вот долгожданный момент настает: мы подаём газ в расположенную горизонтально трубу, и по всей её длине выстраиваются в шеренгу одинаковые огоньки пламени. Включаем генератор и громкоговоритель, укрепленный в торце трубы, начинает выть с заданной частотой. Звуковая волна от источника бежит к противоположному закрытому концу и, отразившись от препятствия, возвращается обратно. Две волны внутри трубы встречаются и интерферируют. Не понимаете, о чём идёт речь? Наша установка позволяет наглядно показать результат сложения волн – стоячую волну – её профиль высвечивают изменившие свой размер язычки пламени. На закрытом конце трубы всегда образуется – узел, то есть минимальная амплитуда колебаний точек среды... Я зачарованно смотрю в указанное место и вижу большие языки пламени. Какой же это узел? Явная пучность. А этого не может быть! Это вызов. Забыв обо всём, я бросаюсь согласовывать законы физики с действительностью. Но скоро, как известно, только сказка сказывается... Гармония приходит в сознание после осмысления закона Бернулли: у отражающей стенки амплитуда колебаний частиц среды (и их скорость) действительно минимальна (там узел), а вот давление (и пламя, соответственно) – максимально. И как я сразу не сообразил, это же элементарно... С чудесами всегда так, они приносят томительно-счастливые мучения.



В музее живой науки меня очаровал экспонат хитросплетённых труб. Говоришь в одно отверстие «А-а», а из другого – возврат с заметным запаздыванием. Я наслаждался наглядным экспериментом и пониманием сути явления. До тех пор, пока ко мне не подошёл аниматор: «Вы можете здесь кричать, знаете, как школьники порой орут...» Не стал допытываться, зачем это делать в храме науки и в данном опыте (ведь время запаздывания звука не зависит от его амплитуды). «Прицел» у товарища явно сбит.





«Занимательность» – (не «развлекательность») т. е. то, что возбуждает интерес и внимание, даёт пищу для ума, побуждает мысль работать и помогает думать. Это средство, позволяющее приобщить зрителей к радости интеллектуального труда. Идеальный занимательный эксперимент обращается к разуму через чувства. Он призван, сначала вызвать удивление и желание разобраться «в чём тут дело», затем провести зрителя по выверенному «маршруту», а в итоге – подарить ему восторг и восхищение от процесса и результата.





В московском «Экспериментаниуме» появился экспонат «Звуки тела» – самоделка, но где-то подсмотренная. Восемь кнопок с подписями «Смех», «Чихание», «Отрыжка», «Икота», «Пук», «Кашель», «Свист», «Храп». Нажимаешь кнопку и слушаешь. Полная коллекция (разве зевок пропустили), но какую задачу решает этот экспонат, давайте подумаем. Освежает в памяти знакомые звуки? Вот к экспонату подходит группа школьников (девчонок и мальчишек), жмут на «неприличные» кнопки. Интересно, какие чувства они при этом испытают? Некоторые школьники оценят: – Прикольно! Но педагог удивится отсутствию вкуса устроителей выставки: «бездумный, пошловатый» экспонат – никакого намёка на игру ума и занимательность в перельмановском смысле; а пара звуков явно провоцирует отрицательные реакции. Чего только не делают ради привлечения внимания и поверхностной «прикольности». Жаль, что это происходит в научно-познавательном музее. В реальных «звучах тела» всё же, есть смысл, ведь организм их производит с какой-то целью. Но никто не ставит вопрос «Зачем?», а без грамотного руководства, акцента и пояснения на этот уровень самостоятельно не выйти. Сотрудник «Игротехи» как-то рассказал, что им однажды подарили экспонат «Измерение силы удара по груше». Недолго он у них провисел, сознательно отказались от аттракциона, который вносил чуждую для их среды дисгармонию. Не все средства хороши для привлечения внимания. А вот уже со-


мнительный экспонат из музея «Эврика» – потяни за «кишочки» и получишь представление об их длине.


 Коллега ударил молотом по консервной банке, стоящей на наковальне, и жестянка, вместо того, чтобы послушно сплюснуться в лепёшку, со свистом полетела в зал. Он замер в испуге... Я не видел этой драматической ситуации, лёжа под наковальней, но позже, услышав рассказ, испытал те же чувства. Нам повезло, что этот «снаряд» ни в кого не попал. А могло бы не повезти... Хватило бы одного раза... Говорят, что «не делает ошибки тот, кто нечего не делает» а, опыт человека не является стопроцентной гарантией безопасности. Слабое утешение. Но выход есть – возвести в ранг аксиом сверхосторожность улитки, тормозящей на повороте, а все нововведения тестировать вопросом «Существует ли опасность и как её устранить?»


 В музее «Сфера» у демонстратора в руках взорвалась колба: тяжёлая травма кистей, контузия детей. Весь день об этом трубят СМИ, делая упор на том, что музей частный и техника безопасности не соблюдалась. Заведено уголовное дело. К сожалению, структур, способных провести сертификацию подобных заведений, мы не знаем.


 «На любое тело одновременно действуют все законы физики, в том числе и не открытые». Эту истину не раз втолковывал своим ученикам, а сам об этом частенько забываю. Вот на самодельные тележки встали два экспериментатора, каждый взял в руки конец, связывающей их верёвки. Один тянет, а движутся двое. От парадокса, таким образом, переходим к III закону Ньютона. Возникает желание продемонстрировать II закон, поставив на одну тележку тяжёлого человека, а на другую лёгкого. Сейчас мы покажем, как зависят их ускорения от массы... – Начали! Но движется только один!? Это не теория, а практика... и неучтённая сила трения. «На каждое тело...».

 Один из дидактических приёмов – сделать установку для эксперимента, крупноформатной, увеличив её в несколько (м.б. десятков) раз. Величина некоторых приборов впечатляет сама собой. Но главное в том, что соразмерность экспонатов человеку даёт особое ощущение реальности, создаёт определенное настроение, сильнее воздействует эмоционально, то есть увлекает. Одно дело, рассматривать изображение на задней стенке ручной камеры обскуры, другое – залезть внутрь неё и на задней стенке, в темноте узреть перевёрнутый внешний мир.

 Мы месим неньютоновскую жидкость, руки по локоть в коллоидном растворе крахмала и воды. «Ученик должен увидеть, услышать, пощупать!» Но можно ли задействовать обоняние и вкус? Расширяем «формулу»: предлагаем зрителям пригубить электрочай (раствор соли в воде), от которого зашкаливает гальванометр; по запаху определяем укусы, в котором готовилось «прыгающее яйцо»; взбадриваем «засыпающих» диффузией нашатыря... Здорово, когда научные понятия обретают объёмность восприятия. Мы за электричество, у которого есть вкус. Знакомый с детства кислый вкус батареек!

 «Как из параболы сделать зажигалку» – пример красивого названия опыта с интригой и призывом – первый шаг на пути становления обычной демонстрации в эмоциональное действо.

 Знакомый физик рассказал историю из детства о том, как учёный дядя после демонстрации опыта стал пояснять суть произошедшего с помощью формул. Ту китайскую грамоту он тогда совсем не понял, но осознал: формулы позволяют объяснять чудеса окружающего мира. Возникло желание узнать их.

 По известному выражению Стивена Хокинга, «каждая формула в книге уменьшает количество читателей в два раза». Язык науки – для подготовленных. Но с другой стороны, формула может помочь сделать предсказание. А это поражает! Не использовать эту

особенность никак нельзя. Сложность в том, чтобы придумать удобоваримую форму подачи. Удачных примеров, надо признаться, у нас мало, но мы работаем в этом направлении.



Эстетика показа: если зажигать свечу, то никак не зажигалкой, а по старинке – спичкой, и лучше – в темноте.

Поток сознания мог бы ещё фонтанировать, но время обратиться к сухому остатку.

Демонстрационные опыты – это основа научно-познавательных представлений ТЗН. «Хорошо летают только красивые самолёты», поэтому к ним у нас особые требования... Недостаточно их сделать, надо ещё умело запустить и желательно с выполнением фигуры высшего (педагогического) пилотажа. А о том, что самолёт не один, а эскадрилья – отдельная история... Но всё же, создавая праздник, первым делом мы обращаемся к нашим «самолётам».

Требования к демонстрационному прибору (установке):

- Надёжность.
- Простота (и понятность) демонстрации.
- Безопасность.
- Демонстрируемое на данном приборе явление, должно быть хорошо наблюдаемым – «находиться в фокусе» и иметь однозначное объяснение.
- Стабильность и относительная непродолжительность демонстрируемого эффекта.
- Возможность быстрой подготовки прибора к демонстрации и возвращение его в исходное состояние после эксперимента.
- Эстетика показа.
- Доступность используемых расходных материалов.
- Демонстрация прибора не должна требовать от демонстратора высокопрофессиональных навыков.

*«Намъ думается, что обращать науку въ забаву – плохая услуга обществу»* – писал Гастон Тисандье во введении к своим «Научным развлечениям» (1880г). И мы с этим полностью солидарны. Необходимо обратное: развлечение поставить на службу науке.

Перефразируем девиз иллюзионистов: «Нет плохих [не увлекательных] фокусов [опытов], бывают только плохие исполнители [демонстраторы]». А это вызов не только фантазии, но и мастерству.

Особенности занимательного демонстрационного эксперимента:

- Активное воздействие на чувства зрителей.
- Интерактивность (возможность включения зрителей в действие).
- Внешняя привлекательность (крупноформатность, эстетика дизайна).
- Интересность: значимость; эффектность; неожиданность.
- Наличие проблемы (интриги), которую хочется разрешить.
- Возможность демонстрации и обсуждения на разных уровнях.
- Приоритет простого оборудования (узнаваемого и дающего возможность повторить самостоятельно).
- Показана связь явления, закона с жизнью (в природе, быту, технике).

Настоящее чудо – это даже не поразительный результат эксперимента. Настоящее чудо – это когда зрители включаются в разгадывание созданной с помощью него проблемной ситуации.

Чтобы превратить обычный демонстрационный эксперимент в занимательный («красивый самолёт»), необходимо (опираясь на принципы ТЗН) продумать:

- Форму показа (фокус, игра и т.п.).
- Методику (ход демонстрации и последовательность рассуждений).
- Способы включения зрителей в действие.
- Проблемную ситуацию и вопросы к зрителям (для разных уровней).
- Глубину научного объяснения и само объяснение (для разных уровней).
- Обратную связь, позволяющую убедиться, понятно ли объяснение.
- Иллюстративный материал.

Как же всё это одновременно просто, сложно и притягательно.  
**МЫ УВЛЕЧЕНЫ СВОИМ ПЕДАГОГИЧЕСКИМ ТВОРЧЕСТВОМ**  
и стремимся следовать пословице, согласно которой  
*«У хорошего пилота не бывает плохого самолёта».*

05.10.19