

История одного внедрения

Солодов П. А.

www.proe.spb.ru



Солодов Павел Александрович – ведущий преподаватель кафедры “Компьютерные технологии в машиностроении” механико-машиностроительного факультета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Специалист по программам *Pro/ENGINEER* и *Windchill*.

Развитие автоматизации проектирования в мире идет в ногу с развитием компьютерной техники. Сегодня, когда компьютер стал обязательным атрибутом рабочего места любого специалиста в любой области, мониторы и клавиатуры окончательно вытеснили громоздкие кульманы из конструкторских отделов. Первым шагом на пути программной автоматизации своего труда для большинства специалистов стали системы плоского (*2D*) проектирования. Некоторые, правда, на этом этапе и остановились, но большая их часть рано или поздно дошла до момента, когда возможности *2D* себя исчерпали, и появилась необходимость осваивать объемное проектирование.

В этой статье я хочу, на примере успешного внедрения системы *Pro/ENGINEER* в КБ крупной машиностроительной компании Санкт-Петербурга, разобрать проблемы, возникающие при внедрении нового *CAD*-продукта, а также пути их решения.

Залог успешного внедрения САПР на предприятии – это **согласованная работа всех участников внедрения**, начиная от руководителей компании и заканчивая рядовыми инженерами. В своем повествовании я не хочу привязываться к конкретным названиям и фамилиям, так как всё описанное ниже могло произойти на любом предприятии любой отрасли и с любым *CAD*-продуктом. Мой личный опыт работы в различных проектных организациях позволяет смело утверждать, что проблематика у всех одинаковая, и каждый по-своему пытается с ней бороться.

Итак, в Петербурге существует крупная компания “К” работающая в области подъемно-транспортного оборудования. В 2003 году базовой *CAD*-системой на фирме являлся пакет *AutoCAD*. Ничего удивительного в этом нет, ибо этот программный продукт стал, безусловно, самым распространенным *CAD*-пакетом в мире, и практически каждый конструктор, владеющий компьютером, знаком и с *AutoCAD*. К концу 2003 года в компании “К” было принято решение проводить плановое внедрение системы *Pro/ENGINEER* (именно

в этот момент и был приглашен на работу ваш покорный слуга). Решение о внедрении новой *CAD*-системы было принято не спонтанно, этому предшествовало множество обсуждений и анализов и несколько месяцев трудов ведущих специалистов компании.

Зачем внедрять 3D-систему?

Почему на предприятии, успешно использующем двумерный *AutoCAD*, возникла необходимость во внедрении системы трехмерного проектирования? Основные задачи, которые должен был решить новый программный продукт, – это повышение производительности труда в КБ, повышение качества выпускаемой конструкторской документации и улучшение качества выпускаемых изделий. Сегодня ни для кого уже не секрет, что современные системы трехмерного проектирования обладают более высоким уровнем автоматизации, чем *2D*-программы: в них отсутствует черчение как таковое, и, в дополнение ко всему, *3D*-моделирование раскрывает перед конструктором целый ряд новых возможностей, позволяющих вывести проектирование на принципиально новый качественный уровень.

Отдельно хочу сказать о выборе компанией “К” системы *Pro/ENGINEER* как базового проектного пакета. Всё достаточно просто. Требовался софт, позволяющий без проблем работать с большими сборками, имеющий насыщенный функционал, и перспективный в плане развития и роста компании. По выбранным критериям наиболее подходили пакеты *Pro/ENGINEER*, *CATIA* и *Unigraphics*. Из них *Pro/ENGINEER* имел самые “дешевые” лицензии и самую развитую сеть служб

Работа с *Pro/ENGINEER*

поддержки. Самое главное, что на рынке труда доминируют именно специалисты, знающие *Pro/E* (в Санкт-Петербурге этот пакет профессионально эксплуатируется с начала 90-х годов прошлого века).

Какая система лучше?

Многие пользователи задаются вопросом, какая конструкторская 3D-система лучше. Сейчас на рынке программного обеспечения представлены десятки универсальных CAD-систем, с широчайшей географией происхождения, цены на которые отличаются в разы, а то и в десятки раз. Что же выбрать? Мое личное убеждение – для каждой организации, с её конкретными задачами и условиями, хорош свой CAD-продукт.

При выборе должны учитываться в первую очередь потребности конструктора и возможности работодателя. Потребности инженерных служб определяются такими критериями, как сложность разрабатываемых изделий, необходимость использования технологических приложений, актуальность инженерного анализа и оптимизации изделия, возможности дальнейшего развития на выбранном базовом пакете. Но выбор, естественно, в первую очередь зависит от работодателя. Готово ли руководство компании инвестировать в развитие проектных служб организации, тем более, что выгода от этих вложений не очевидна?

В компании “К” на момент внедрения было сильное, слаженное, но небольшое по составу КБ. Поток заказов рос с каждым годом, и конструкторский коллектив явно не справлялся с работой. Возникла необходимость либо увеличивать численность персонала (при этом не факт, что производительность КБ будет увеличиваться пропорционально), либо предоставить КБ инструмент, позволяющий повысить производительность и качество при том же количестве сотрудников. Бесспорно, именно таким инструментом и являются современные CAD-системы. Причем, хочу подчеркнуть, программное обеспечение является именно инструментом. Не надо думать, что хорошая программа всё сделает сама. Если конструктор знает заранее, что нужно делать, и основное время у него уходит на создание продукта и оформление, то CAD-система сократит время его работы до минимума. Если же инженер большую часть времени тратит на решение вопроса “что делать?”, то какая, собственно, разница в том, какая производительность у его компьютера и что за программой он использует?

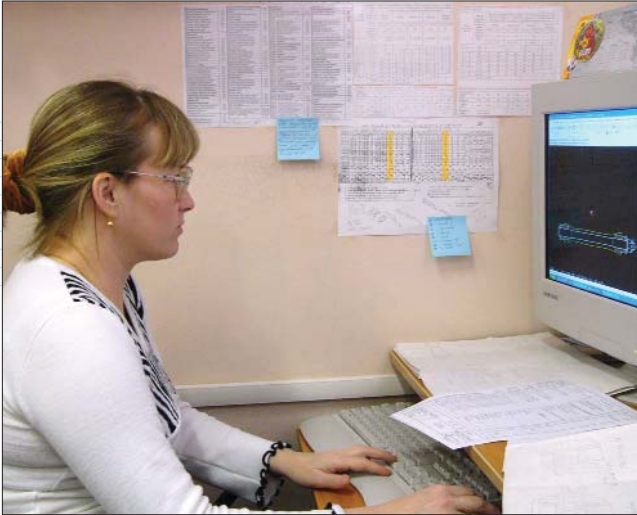
Посмотрим с разных позиций

Как видится внедрение в КБ более современного CAD-продукта глазами рядового инженера и руководителя компании? Для

любого специалиста, в том числе и для конструктора, обучение – это в первую очередь повышение квалификации. Рядовой сотрудник должен быть заинтересован в освоении нового, более современного программного продукта, особенно, если обучение оплачивает работодатель. Исключения составляют случаи, когда инженер вовсе не владеет компьютером (то есть, не хочет или не может учиться) или когда не видит значительных преимуществ новой системы по сравнению с той, которой он пользуется. Но каким бы ни был сотрудник, он в любом случае ничем не рискует.

Со стороны работодателя, конечно же, всё выглядит не столь радужно. Рассмотрим сначала затраты предприятия по внедрению новой системы автоматизированного проектирования. Эти затраты складываются из стоимости лицензий, оплаты обучения, зарплаты сотрудников в период обучения, неполученной прибыли предприятия, оплаты технической поддержки, обновления конфигураций ПК на рабочих местах и т.д. При этом, не считая закупки лицензий и новых компьютеров, все остальные инвестиции направлены на проведение обучения сотрудников КБ. Фактически работодатель инвестирует деньги в развитие конкретного коллектива и конкретных сотрудников, и со стороны работодателя должен возникать вполне закономерный вопрос: где гарантии того, что сотрудники, которые проходят обучение в рамках внедрения новой САПР, не уволятся, повысив свою квалификацию? Здесь возникает еще один момент: на фоне крупных вложений работодателя, сотрудники, осваивающие новые программы, повышают свой профессиональный уровень и, как следствие, могут претендовать на более высокую оплату труда.

В компании “К” всем конструкторам, проходящим обучение, было предложено перед началом занятий заключить трудовое соглашение, согласно которому, в случае увольнения раньше, чем через три года, сотрудник обязан выплатить сумму, эквивалентную примерно полугодовой средней зарплате в КБ. Возможно, затраты на весь проект внедрения в пересчете на одного человека были соизмеримыми с этой суммой, но фактическая оплата курсов обучения была на порядок меньше. Естественно, подобный шаг вызвал волну недовольства в конструкторском коллективе. Инженеры не желали обучаться на таких условиях, а руководство настаивало на подписании данного трудового соглашения, угрожая уволить непослушных. В итоге договор был дополнен пунктами, согласно которым сотрудники получали гарантированную прибавку к зарплате, и, как ни странно, весь коллектив это соглашение подписал.



Рабочее место в КБ

Здесь надо отметить, что с юридической точки зрения этот договор с необоснованной суммой выплаты никакой силы не имел. По закону, в случае увольнения сотрудника, прошедшего обучение за счет фирмы, она может рассчитывать на выплату компенсации со стороны сотрудника только в размере суммы, затраченной на его обучение. На практике так и вышло. Когда один из сотрудников КБ уволился, компания подала иск, основываясь на подписанном им трудовом соглашении. Отсудить удалось только ту часть суммы, которая официально была потрачена на обучение – то есть, стоимость учебных курсов в пересчете на одного человека.

Единственное, что в этой ситуации работодателю можно было исправить – оформить отдел технической поддержки CAD-продукта как коллектив, проводящий обучение на фирме, и увеличить за счет этого сумму выплаты, добавив в затраты на обучение еще и оплату труда отдела поддержки. Такие документы, естественно, должны оформляться заблаговременно. Но, в любом случае, сумма компенсации получается значительно меньше реальных затрат работодателя. Так что, без уверенности в своем конструкторском коллективе, внедрение современных технологий на предприятии может оказаться весьма убыточным занятием...

С чего начинать внедрение?

Внедрение нужно начинать с планирования. Работодатель должен отчетливо представлять этапы внедрения и то, как это согласуется с выполнением текущих работ и заказов. Основные этапы внедрения таковы:

- подготовительный этап;
- базовое обучение;
- расширенное обучение;
- выполнение реальных проектов.

Несмотря на то, что собственно обучение может занимать от одной недели до месяца,

всё внедрение в целом занимает далеко не один месяц, и чем масштабнее проект, тем более инерционен весь процесс внедрения. Вопрос о том, когда внедрение можно считать законченным, также не вполне однозначен. При освоении практически любой системы автоматизированного проектирования нет предела совершенству. К примеру, процесс можно считать завершённым, когда коллектив работает самостоятельно, без консультаций со стороны специалистов, и показывает при этом неплохую производительность.

В компании “К” еще до заключения договоров на приобретение лицензий и проведение обучения пригласили на работу нескольких специалистов, имеющих многолетний опыт работы с выбранной системой (в их числе был и я). Дело в том, что многие компании, решившие закупить программное обеспечение и не имеющие среди своих сотрудников компетентных специалистов по данной тематике, невольно идут на поводу у дилеров. Например, нередки случаи, когда вместе с базовой лицензией приобретаются лицензии на дополнительные модули, абсолютно ненужные для данной организации.

Как проводить обучение?

Немаловажный вопрос: как проводить обучение? Сразу хочу сказать, что обучение обязательно должно проводиться с отрывом от производства – по отработанной учебной программе, специалистом с большим опытом работы. В схеме обучения на предприятии есть две крайности. В первом случае работодатель не дает денег на обучение; тогда сотрудники сами покупают учебники (если их можно купить) и начинают осваивать новые горизонты автоматизации методом “научного тыка”. Во втором случае предприятие оплачивает интенсивные курсы в специализированных классах, с отрывом от производства. Искать в методике обучения золотую середину бессмысленно. Если сотрудники занимаются самообразованием, то внедрение затянется на долгие месяцы, рабочее время тратится на бессмысленные эксперименты и опыты, а в итоге специалистами становятся единицы. Если обучающиеся сотрудники при этом получают достойную зарплату, самообразование коллектива выливается в серьезные убытки для предприятия.

Самым быстрым и самым дешевым способом обучения оказываются занятия по специально разработанной программе с отрывом от производства. Почему с отрывом? Как показывает практика преподавания, совмещение работы с учебой неблагоприятно сказывается на результате. Сотрудники и работу выполняют наспех, и от учебы отвлекаются...

Обучение, как правило, складывается из занятий по нескольким курсам – базовому и

расширенным. Пройдя базовый курс, конструкторы получают фундаментальные знания по CAD-системе, общие представления о возможностях и принципах 3D-проектирования, но для полноценной работы этого недостаточно. Расширенные учебные курсы дают дополнительные знания, соответствующие специфике выполняемых сотрудником работ. В компании «К» работникам оплатили четыре недельных учебных курса – один базовый и три расширенных. Между курсами были предусмотрены перерывы, чтобы люди успели закрепить полученные знания на практике. В результате обучение, как таковое, заняло почти два месяца. В это время КБ практически не выполняло проектных работ.

Конкретной задачей для КБ после завершения этапа обучения стало повышение производительности труда. Из-за отсутствия опыта, первое время конструкторы не могли показать высокую производительность, так как еще плохо ориентировались в интерфейсе системы и не привыкли к манипуляциям с мышью. Повышение производительности было просто вопросом практики и желания самого сотрудника.

Не нужно стремиться к постановке сложных проектных задач перед инженером, только-только получившим первые навыки работы в программе. Рабочие задания для них должны быть простыми и служить, в первую очередь, для выработки автоматических навыков при выполнении стандартных команд и операций. В компании «К» таким первым заданием для КБ стала оцифровка старого «бумажного» проекта, на основе которого планировалось разрабатывать и выпускать новые изделия. Эта задача идеально подходила для наработки практических навыков.

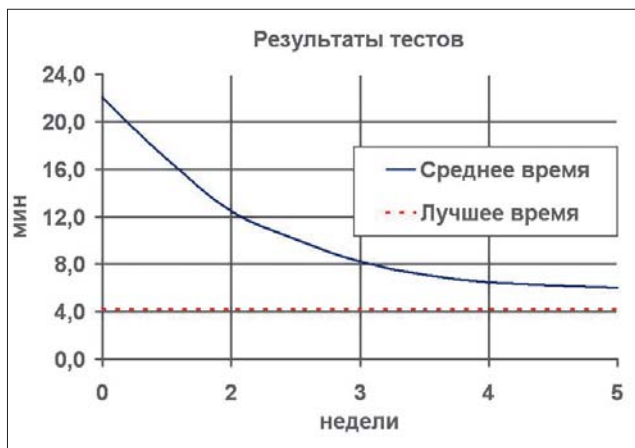
Нормальной практикой при внедрении новых CAD-систем является выполнение пилотного проекта. Теоретические знания и навыки, полученные во время обучения, при проведении реальных проектных работ оказываются недостаточными, и постоянно возникают вопросы, требующие консультации специалиста с опытом работы в данной CAD-системе. Суть пилотного проекта собственно и заключается в постоянной технической поддержке со стороны таких специалистов во время его выполнения. Поскольку в компании «К» были свои квалифицированные специалисты, от услуг внешних организаций мы отказались.

Как оценить вклад каждого

Руководство компании желало видеть динамику роста производительности труда в КБ. Как можно оценить индивидуальные способности и навыки каждого сотрудника по владению CAD-системой? Для этих целей мною была разработана специальная методика

тестирования. Детали, выпускаемые на предприятии, условно разделили по категориям сложности. От категории зависело, сколько времени давалось сотруднику для построения модели и полного оформления чертежа. Принадлежность детали к конкретной категории определялась сложностью геометрии, количеством размеров, сложностью видов на чертеже и т.п. При выполнении теста сотрудник по выданному чертежу должен был построить трехмерную модель и сделать с нее чертеж.

Вначале тесты выполнил я сам, и в дальнейшем мое время использовалось как образец. Относительно этого результата можно было оценить текущую производительность любого конструктора и, проводя регулярное тестирование, увидеть динамику её роста.



Первые результаты тестирования были шокирующими. При том, что сотрудники все задания сделали самостоятельно, без посторонней помощи, время выполнения теста было хуже моих показателей в четыре-пять раз.

В дальнейшем тестирование проводилось регулярно. Руководство компании хотело видеть положительную динамику изменения производительности. В этой связи нужно было выработать мотивацию для сотрудников. Была установлена предельная планка по времени выполнения тестов – на 50% дольше, чем мои показатели. Всем сотрудникам КБ было объявлено, что каждый должен показать результат не хуже предельного. При этом он будет регулярно выполнять тестовые задания до тех пор, пока не покажет положительный результат хотя бы два раза. После того, как всё КБ закончит тестирование с положительным результатом, каждого сотрудника будет ждать небольшое повышение зарплаты.

Расчет оказался верным. Результаты тестов вывешивались для всеобщего обозрения. Все хотели получить прибавку к жалованию, и

замыкающие список старались не отставать от лидеров, так как повышение зарплаты было обещано только тогда, когда тестирование пройдет последний. Было очевидно, что с каждым днем сотрудники работали всё быстрее и быстрее. Тем не менее, период времени производительности, составил более месяца с начала проведения тестов. Таким образом, со дня начала обучения до достижения удовлетворяющей руководство производительности прошло 4 месяца, и это было очень хорошим результатом.

Выработка правил и методик

Если вы только начали изучать новую CAD-систему, у вас может возникнуть вполне закономерный вопрос: как лучше работать с данным продуктом? Когда функционал позволяют пойти тем или иным путем, какой алгоритм нужно выбрать?

При работе с любой CAD-системой нужен системный подход. Её установка, загрузка настроек, создание моделей, расположение и обозначение файлов на диске – всё это должно выполняться по определенному шаблону. При работе в маленьком коллективе из двух-трех человек, самостоятельность каждого не оказывает существенного влияния на производительность. Однако в большом КБ всё должно быть сделано однозначно, и с самостоятельностью нужно бороться самым жестким способом. Установки и настройки на рабочем месте должны быть такими, чтобы любой сотрудник, садясь за рабочее место своего коллеги, не тратил время на изучение особенностей конфигурации программы на конкретной машине. Структура и правила построения моделей, принципы оформления чертежей должны быть единообразными, чтобы руководитель КБ имел возможность передавать работу от одного человека к другому, и чтобы при отсутствии сотрудника его проектами могли пользоваться другие.

Выработка правил и методик работы, на самом деле является первейшим этапом внедрения, причем в этот момент желательно сразу предусмотреть и дальнейшее развитие САПР в организации. Чем дольше вы работаете самостоятельно, тем больше времени потом займет переход в нормальную колею. Если у вас на предприятии нет человека, который мог бы подготовить правила работы, необходимо либо найти такого сотрудника, либо обратиться в специализирующуюся на этом организацию. Вообще практика эксплуатации сложных CAD-систем на предприятиях показывает, что когда численность персонала превышает 20 человек, то для развития САПР и систематизации работы необходимо создавать отдел поддержки.

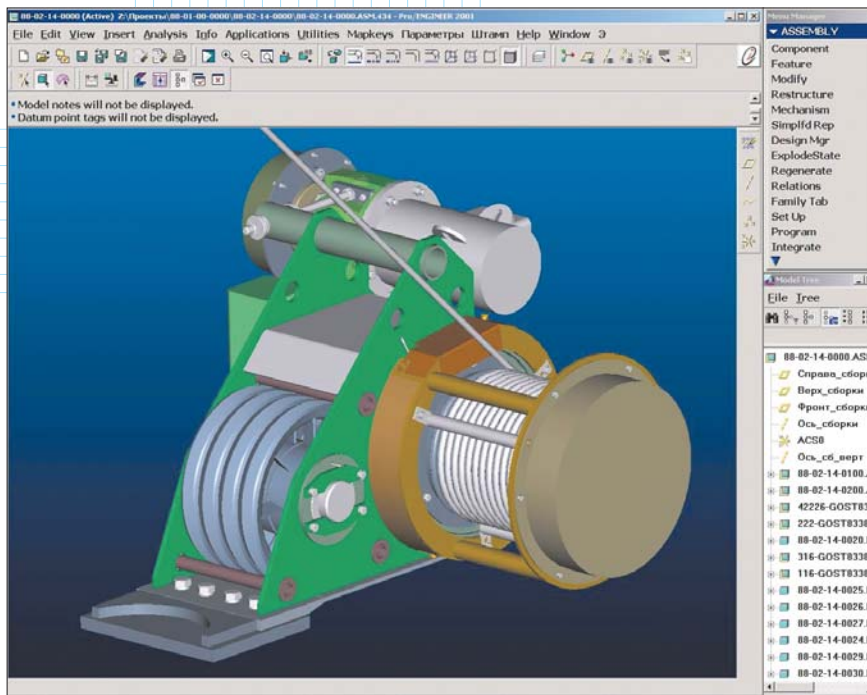
После прохождения обучения КБ компании “К” приступило к выполнению различных рабочих проектов. Чем масштабнее становились проекты, и чем быстрее работали с новой CAD-системой инженеры, тем больше возрастали требования к аппаратному обеспечению. Для предотвращения задержек в работе приходилось регулярно обновлять компьютерное “железо”. Покупать всем сотрудникам КБ мощные графические станции, чтобы решить проблему одним махом, – нецелесообразно, поскольку многие не будут использовать и половины ресурсов компьютера. Учитывая, как быстро дешевеет подобная техника, это будет просто выброшенные на ветер деньги.

Компьютеры надо обновлять по мере необходимости и стараться прогнозировать ситуацию. Например, в компании “К” пошли по пути разделения рабочих мест по производительности: в распоряжении КБ были обычные компьютеры и несколько машин, предназначенных исключительно для работы с большими сборками. Эта схема функционировала нормально, так как с большими сборками одновременно работало всего несколько человек. Тем не менее, однажды в КБ возникла ситуация, когда многим сотрудникам было выдано задание по проведению извещений в старых проектах, и все эти сотрудники были вынуждены работать с большими сборками. Мощных машин на всех не хватило, а работа на слабых компьютерах вылилась в пустую трату времени. В итоге сроки были сорваны. Конечно, такая ситуация была для КБ нетривиальной, и в данном случае промашка была скорее в планировании рабочего процесса, а не в выборе конфигураций рабочих машин.

В любом случае, я хочу подчеркнуть, насколько важную роль в реальной работе играет выбор ПК для инженеров. Слишком большие вложения в технику не окупают себя, а излишняя экономия может стать причиной простоя КБ и потерь в результате низкой производительности. Здесь как раз тот случай, когда нужно искать компромисс и постоянно держать руку на пульсе.

Что получает предприятие?

Читатель, узнавший о проблемах, возникающих на пути внедрения новой САПР, вероятно, задумывается: а стоит ли игра свеч? Что же получает предприятие, внедрив в своем КБ современный CAD-продукт? Несмотря на все трудности, предприятие “К” достигло желаемой цели. Компания получила сильное КБ с высокой производительностью труда. Многие задачи, не находившие раньше решения, теперь стали выполнимыми. Значительное снижение количества вопросов, возникающих при изготовлении, свидетельствует о том, что качество конструкторской документации



Модель МИВ

2001. За это время был сделан с нуля эскизный проект, выполнены необходимые расчеты, построена модель и выпущены полностью все чертежи в общем объеме 24 листа формата А1. Однозначно могу сказать, что в системе двумерного проектирования или за кульманом таких результатов не сможет показать ни один специалист.

Благодаря применению системы Pro/ENGINEER, компания «К» разрабатывает в год множество крупных проектов, и это при том, что численность КБ относительно невелика. Высокая производительность труда конструкторов позволяет значительно сократить сроки разработки, что в свою очередь дает возможность быстро изготовить новое изделие.



МИВ



МИВ на кране

выросло в разы. Всё это – следствия высокой автоматизации процесса проектирования.

В качестве примера могу привести механизм изменения вылета (МИВ) плавкрано-трубоукладчика, предназначенного для прокладки газопровода по дну моря. Благодаря возможности 3D-проектирования, данный МИВ удалось сделать очень компактным. Масса полученного механизма оказалась меньше проектной на 30% (соответственно, меньшей будет и стоимость изготовления). Данный узел был разработан мною в течение одного месяца с использованием Pro/ENGINEER

Напоследок хочу сказать пару слов. Сегодня трехмерное проектирование еще не является повсеместным, многие организации успешно работают и в обычных двумерных САПР. Но я уверен, что спустя всего несколько лет двумерные САД-системы будут сменяться на машиностроительных предприятиях таким же анахронизмом, каким выглядит сейчас кульман в конструкторском бюро. Если вы решили осваивать в своей организации новые технологии в области проектирования, самое главное – доверяйте специалистам в области внедрения и не принимайте необдуманных решений. ☺