

Конструктор «Кулибин»: методические рекомендации по эффективному использованию

Оликевич Александр Александрович,
руководитель Молодёжного научно-технического центра¹

Статья предлагает учителю способ вовлечь учащихся в активное, творческое изучение естественных и технических наук благодаря экспериментированию с универсальным конструктором, который позволяет собрать сотни различных систем производственного, научного и учебного оборудования и применять различные инструменты и физические эффекты под управлением компьютера для выполнения задач, которые вручную выполнять трудно или нереально.

Обучение ребёнка знаниям в отсутствие материальных предметов, к которым он может их применить, обрекает его на немалые трудности. Ни описание, ни фотографии, ни даже видеоматериалы не могут сравниться по силе обучающего воздействия с настоящим экспериментированием. Когда при изучении естественных и технических наук учителя ограничиваются теорией, это закономерно вызывает скуку и отторжение у детей. И тот же самый ученик, который на досуге с удовольствием и интересом ремонтирует мотоцикл, будет зевать на лекции по теории внутреннего сгорания. Увидеть, потрогать, поэкспериментировать с физическими явлениями и различными процессами намного нагляднее, чем прочесть о них, как о чём-то далёком и абстрактном.

Завод-трансформер — сто приборов в одном

Сегодня немногие из нас могут похвастать способностью самостоятельно изобрести и создать что-нибудь новое и полезное. Чтобы этому научиться, нужно не только хорошо знать законы природы, но и уметь применять их на практике, в создании машин и приборов. Умение решать исследовательские, изобретательские, конструкторские задачи расширяет горизонты, помогает увидеть знакомые предметы в новом свете, раскрывает незнакомые их стороны. Когда человек изобретает, конструирует и создаёт что-то на практике, абстрактные формулы и законы обретают для него живое, конкретное содержание.

В московском Молодёжном научно-техническом центре создан уникальный конструктор «Кулибин». Он ставит обучение на мощную практическую основу, делает окружающий мир неограниченно измеримым и изменяемым, а его освоение — более комфортным, открывает ребёнку дверь в удивительный мир науки и техники. И позволяет учить не только словами, но и делами, что гораздо эффективнее. Предназначен для использования во всей системе общего и профессионального образования — от школы до аспирантуры. Может использоваться не только как учебное пособие, но как занимательная и развивающая игра.

«Кулибин» позволяет собрать сотни различных систем производственного, научного и учебного оборудования и применять

¹
См. сайт: www.mntc.ru

различные инструменты и физические эффекты под управлением компьютера для выполнения задач, которые вручную выполнять трудно или нереально. В него входят готовые, отлаженные и согласованные между собой:

- механические элементы;
- линейные приводы с шаговыми двигателями;
- контроллер для управления приводами, датчиками и дополнительными устройствами;
- интерфейс для обмена данными с компьютером;
- программное обеспечение;
- крепёжные и вспомогательные детали и инструменты.

Стоит отметить, что конструктор позволяет не просто собирать разные устройства из имеющихся в наборе деталей, а создавать с их помощью новые материальные изделия. В наших экспериментах «Кулибин» обрабатывал пластмассы, оргстекло, ПВХ, пенопласт, дерево, фанеру и поликарбонат, алюминий, сталь, бронзу и стеклотекстолит. Полученные изделия могут использоваться для оформления кабинета, как наглядные пособия, как экспонаты для школьной выставки или просто как подарки детей своим родителям.

С помощью конструктора также можно производить дополнительные детали, инструменты и приборы для совершенствования возможностей самого конструктора и постоянного повышения технологического уровня вашей лаборатории или мастерской.

Кроме того, на основе «Кулибина» можно собрать обширное семейство микроманипуляторов и прочей техники для создания микросистем и микромашин, что является связующим звеном между технически не подготовленным пользователем и новейшими микро- и нанотехнологиями. Одним словом, перед вами настольная фабрика или завод-трансформер.

Традиционно учебные задачи имеют сильный теоретический уклон, а экспериментальной, конструкторской и изобретательской деятельности школьников уделялось мало внимания (не в последнюю очередь по причине отсутствия недорогого и функционального технологического оснащения). Реализуя полученное решение задачи «в металле» человек играет с самой природой и тут не может быть самообмана — либо результат достигнут, либо нет. Такая тренировка практического ума поможет не только в учебном заведении, но и в самых различных жизненных ситуациях. Игра в «Кулибин» учит достижению результата.

Ещё древние греки считали, что дети «должны изучать то, что они будут делать, когда станут взрослыми». Многие из современных направлений человеческой деятельности требуют от человека умения творчески мыслить, уверенно принимать решения и активно осуществлять их на практике. По настоящему достойный путь обучения — не бессмысленная зубрежка, а практическое умение самому вникнуть в проблему любой сложности и быстро и грамотно решить имеющиеся там противоречия.

Умение решать исследовательские, изобретательские, конструкторские задачи расширяет горизонты, помогает увидеть знакомые предметы в новом свете, раскрывает незнанные их стороны. Когда человек изобретает, конструирует и создаёт что-то на практике, абстрактные формулы и законы обретают для него живое, конкретное содержание.

Ещё древние греки считали, что дети «должны изучать то, что они будут делать, когда станут взрослыми». Многие из современных направлений человеческой деятельности требуют от человека умения творчески мыслить, уверенно принимать решения и активно осуществлять их на практике. По настоящему достойный путь обучения — не бессмысленная зубрежка, а практическое умение самому вникнуть в проблему любой сложности и быстро и грамотно решить имеющиеся там противоречия.



Решение задач на конструкторе «Кулибин» — создание и демонстрация явлений, находящихся за гранью обыденного понимания и вызывающих восторг, изумление и почти всегда познавательный интерес у ребёнка. Ничто так не привлекает внимания и не стимулирует работу ума, как удивительное. Это именно то, что предельно коротким путём рождает новое знание, а затем и побуждает к творческой деятельности.

Превращение занятий в «путешествие», в ряд открытий, сделанных самим учащимся, — это единственное, что действительно может сделать научную истину живой, пережитой и осознанной для ребёнка. Процесс творческого, эвристического мышления опирается на эксперимент, на трудовые (в том числе чисто физические) усилия. При этом учащийся непосредственно приобщается к опыту великих исследователей и изобретателей, к особенностям использования известных методов познания и творчества.

Решение задач на конструкторе «Кулибин» — создание и демонстрация явлений, находящихся за гранью обыденного понимания и вызывающих восторг, изумление и почти всегда познавательный интерес у ребёнка. Ничто так не привлекает внимания и не стимулирует работу ума, как удивительное. Это именно то, что предельно коротким путём рождает новое знание, а затем и побуждает к творческой деятельности.

Пять принципов педагогической техники

Конструктор «Кулибин» разработан и сделан в России из российских компонентов. Он объединяет в себе универсальность, простоту в использовании широкие образовательные возможности и ценовую доступность, легко разбирается и компактно хранится. Для его эксплуатации достаточно обычной розетки и обычного компьютера. Конструктор хорош и в плане техники безопасности — низкое напряжение, малые мощности, отсутствие опасных и острых частей. Обучаемый взаимодействует с напряжением не более 12–24 вольт. Наиболее эффективными занятия с применением конструктора можно сделать, если придерживаться следующих современных принципов педагогической техники, сформулированных А.А. Гином²:

Принцип свободы выбора. В любом обучающем или управляющем действии, где только возможно, необходимо предоставлять ученику право выбора. С одним важным условием — право выбора всегда уравнивается осознанной ответственностью за свой выбор!

Принцип открытости. Важно не только давать знания, но ещё и показывать их границы: сталкивать ученика с проблемами, решения которых лежат за пределами изучаемого курса, использовать в обучении открытые задачи. Какие задачи обычно решают в школе? Так называемые «закрытые», имеющие точное условие (из пункта А в пункт Б...), строгий алгоритм решения, единственно верный ответ. А жизнь ставит перед человеком открытые задачи, имеющие достаточно размытое, допускающее варианты условие (как найти себе работу? спутника жизни? как увеличить прибыль предприятия? уменьшить вероятность аварии?), разные пути решения, набор вероятных ответов.

2

www.trizway.com

Решение открытой задачи предполагает исследование — чем более она открыта, тем больше в её решении исследовательская часть. Учебная открытая задача может требовать для своего решения как реальных экспериментов или исследований, так и мысленных или компьютерных, необходимых для построения модели рассматриваемого в задаче явления или процесса. Успешное решение открытой задачи предполагает не только выдвижение гипотез, но и проверку их экспериментом.

Принцип деятельности. Освоение учениками знаний, умений, навыков, смыслов организуется преимущественно в форме деятельности. Действительно, чтобы знание становилось инструментом, а не залежами ненужного старья на задворках интеллекта, ученик должен с ним работать. «Напичканный знаниями, но не умеющий их использовать ученик напоминает фаршированную рыбу, которая не может плавать», — говорил академик Александр Львович Минц. А Бернард Шоу утверждал: «Единственный путь, ведущий к знанию, — это деятельность».

Принцип обратной связи. Регулярно контроль процесса обучения с помощью развитой системы приёмов обратной связи.

Принцип идеальности (высокого КПД). Максимальное использование возможностей, знаний, интересов самих учащихся с целью повышения результативности и уменьшения затрат в процессе образования. Чем больше активность, самоорганизация учеников, тем выше идеальность обучающего или управляющего действия. Если мы грамотно согласуем содержание и формы обучения с интересами школьников, то они тогда *сами* будут стремиться узнать: а что же дальше? Согласуем темп, ритм и сложность обучения с возможностями учеников — и они почувствуют свою успешность и *сами* захотят её подкрепить. Кроме того, принцип предполагает активное вовлечение учеников в управление своим коллективом, и тогда они *сами* обучают друг друга.

«Кулибин» в школьных стенах

В школе применение конструктора способно дать наибольший эффект. Именно здесь формируется отношение ребёнка к различным наукам и к обучению вообще. И часто, в силу слабой материально-технической базы школ, особенно провинциальных, обучение естественным и техническим наукам идёт на чисто теоретическом уровне. А ведь физика, химия, биология, математика, информатика, технология, астрономия и многие другие предметы немислимы без практической работы.

Превращённые в сухие отрывочные факты науки предметы теряют своё очарование и заставляют зевать даже способных детей. Перед вами примеры того, что может сделать учитель с конструктором на уроках:

В школе применение конструктора способно дать наибольший эффект. Именно здесь формируется отношение ребёнка к различным наукам и к обучению вообще. И часто, в силу слабой материально-технической базы школ, особенно провинциальных, обучение естественным и техническим наукам идёт на чисто теоретическом уровне. А ведь физика, химия, биология, математика, информатика, технология, астрономия и многие другие предметы немислимы без практической работы.

Предмет	Было (примеры)	Стало (примеры)
Физика	Формулы. Закрытые задачи типа Дано-Решение-Ответ.	Постройка лазера, катушки Тесла, плазменной пушки. Создание машин на основе физических эффектов.
Химия	Формулы. Уравнения. Задачи типа расставить коэффициенты.	Постройка настольного автоматизированного комплекса по производству ярких органических светодиодов. Получение наночастиц с «волшебными» свойствами.
Биология	Факты о животных и растениях.	Выращивание микроорганизмов. Опыты с ДНК. Создание роботов, моделирующих функции живых организмов.
Алгебра	Цифры и уравнения.	Постройка систем с автоматическим управлением, требующих сложной математики – авиамodelей, двигателей, роботов, электрофизических установок.
Геометрия	Теоремы и расчёты.	Создание и программирование сложных роботов.
Информатика	Офисные программы	Создание роботов с элементами искусственного интеллекта, машинного зрения, обработки данных на основе нейронных сетей и пр.
Технология	Выпиливание лобзиком	Изготовление сложных продуктов на оборудовании с ЧПУ.
Астрономия	Факты и картинки	Исследование космоса при помощи самодельных аппаратов.
Экономика	Теории.	Практическое создание производственного предприятия.
История	Даты. Факты.	Изготовление древних орудий труда, воспроизведение технических объектов и произведений искусства разных времён.

Использование компактного, недорогого и универсального конструктора «Кулибин» позволяет существенно увеличить практическую компоненту дистанционного образования. Он может служить стандартным набором для самостоятельного проведения обучаемым лабораторных работ и экспериментов, устранив традиционную слабость дистанционного образования в части практических занятий.

Кроме того, с помощью «Кулибина» учащийся может решать задачи самостоятельно или в кругу семьи. Конструктор во много раз увеличивает познавательные, творческие и производственные возможности человека. Для детей, которые занимаются научно-техническим творчеством, увлекаются моделизмом, декоративным искусством, дизайном или изготовлением сувениров, «Кулибин» станет надёжным подмастерьем. Вы можете совершенствоваться и наращивать конструктор, производя с его помощью дополнительные для него детали.

Обучение различным дисциплинам

Естественные науки

Конструктор «Кулибин» позволяет исследовать мир при помощи приборов, а также создавать явления, управлять ими и изучать их. Это уместно в изучении любой из естественных наук. В агрохимии собранные из конструктора экспериментальные стенды могут регулировать и измерять с помощью компьютера десятки параметров почв. В акустике конструктор поможет не только производить детали экспериментальной аппаратуры, но и послужит генератором и анализатором колебаний, позволит точно расположить резонирующие элементы, поместить объект в фокус акустической линзы и т.п. В археологии конструктор найдёт своё место как в составе исследовательских приборов, так и для создания копий исторических находок. Астронома и метеоролога «Кулибин» вооружит телескопами, спектрометрами и другими приборами, а также поможет строить исследовательские летательные аппараты.

Биолог с помощью собранных из конструктора микроманипуляторов сможет оперировать клетками, биофизик попробует воссоздать искусственно мышечную ткань, биохимик построит автоматизированные настольные комплексы по синтезу биомолекул, ботаник получит возможность выращивать растения в заданных компьютером условиях, а зоолог и палеонтолог — воспроизвести по трёхмерным моделям скелеты живых существ. Генетики в свою очередь смогут автоматизировать многие из лабораторных операций.

Геофизикам и гидрологам «Кулибин» поможет создать соответствующие приборы и телеуправляемые исследовательские аппараты. Те, кто изучают оптику, лазерную физику и спектроскопию, существенно разнообразят и автоматизируют свои эксперименты. Студенты медицинских учебных заведений смогут осваивать такие современные технологии, как сканирование, быстрое прототипирование протезов, работа с микроманипуляторами, нейроэлектроника. В химии, фармацевтике и микробиологии конструктор станет основой разработки новых производственных процессов.

Тем, кто специализируется в математических науках, конструктор позволит изготовить и буквально «пощупать» вещественные модели сложных изучаемых закономерностей. В материаловедении, физике полупроводников, науках о микро- и наноразмерном состоянии вещества конструктор также окажет существенную помощь исследователям и изобретателям.

Технические науки

В любой технической области есть место творческому использованию конструктора «Кулибин». Он найдёт своё применение в метрологии, автоматике, материаловедении, двигателестроении, авто-судо-авиамоделлизме, радиоэлектронике, определении каче-

Конструктор «Кулибин» позволяет исследовать мир при помощи приборов, а также создавать явления, управлять ими и изучать их.



На основе «Кулибина» можно собрать обширное семейство микроманипуляторов и прочей техники для создания микросистем и микромашин, что позволяет обучаемым буквально прикоснуться к новейшим микро- и нанотехнологиям и сделать в этой области свои первые шаги.

Конструктор «Кулибин» привносит практический, измеримый компонент и в изучение гуманитарных наук, позволяя, так сказать, «проверить алгеброй гармонию».

ства и надёжности изделий, системах ЧПУ, аппаратах химической и нефтеперерабатывающей промышленности, энергетике и энергосберегающих технологиях, гидротехнике, гражданской обороне, информатике, машиностроении, оптико-электронных системах, приборостроении, авиационной и ракетно-космической технике, системах управления, архитектуре и строительстве, телекоммуникациях, транспорте, утилизации отходов, электротехнике, горнодобывающей промышленности, коммунальном хозяйстве, пищевой, текстильной и целлюлозно-бумажной промышленности.

Помимо давно известных областей технических наук, «Кулибин» упрощает и делает увлекательным для подрастающего поколения активное проникновение в области науки и техники будущего — автоматизацию производств, робототехнику, информационные технологии, искусственный интеллект, биотехнологии, нейронные сети, моделирование мышления и творчества.

Кроме того, на основе «Кулибина» можно собрать обширное семейство микроманипуляторов и прочей техники для создания микросистем и микромашин, что позволяет обучаемым буквально прикоснуться к новейшим микро- и нанотехнологиям и сделать в этой области свои первые шаги.

Гуманитарные науки

Конструктор «Кулибин» привносит практический, измеримый компонент и в изучение гуманитарных наук, позволяя, так сказать, «проверить алгеброй гармонию». Перейти от изучения производений культуры и искусства — к их созданию. От изучения педагогики — к обучению учителя вместе с учениками. От изучения экологии — к созданию новых энерго-, ресурсо- и природосберегающих технологий. От изучения экономики — к принятию в ней активного участия. От изучения истории — к её деланию. От изучения философии — к интеллектуальному и духовному саморазвитию путём преодоления препятствий при решении реальных задач.

Формы обучения и примеры решения

Открытые задачи

Открытая задача может иметь неполное условие, которое учащемуся необходимо изучить и дополнить самому, множество решений, вероятный (а не точный) ответ. Её условие часто допускает несколько истолкований. Учащийся анализирует и сам вводит необходимые данные и ограничения. Такие задачи по-настоящему тренируют и развивают свойства сильного мышления: внимание, умение видеть скрытую информацию, выделить главное, раскрепощённость воображения. Вся жизнь — открытая задача, и от того, насколько успешно человек способен её решать, зависит его настоящее и будущее.

Решение открытых задач — это глубокое освоение науки и лучший способ тренировки изобретательности ума. Конструктор «Кулибин» позволяет ученику взаимодействовать, «играть» в процессе обучения не с учителем или учебником, не с выдуманными кем-то схоластическими упражнениями, а с самой природой, открывающей ему свои новые пути и неизведанные глубины. Приручая силы природы в творческом экспериментировании, ученики находятся на грани неведомого (причём часто не только им, но и учителю, и даже науке вообще), испытывая при этом азарт первооткрывателя. Достигая, в конце концов, победы, реального результата, они и способности развивают, и удовольствие получают.

Простота открытых задач делает их доступными для учащихся любого уровня, а ключевые навыки и способности, закладываемые при постоянном их решении, закрепляются и развиваются в более сложных формах обучения.

Решение задач возможно как индивидуально, так и группами, как в форме сотрудничества, так и в форме соревнований и конкурсов. Существует несколько типов открытых задач.

- **Исследовательская.** Произошло некоторое явление. Необходимо объяснить его, выяснить причины... Ключевые вопросы: как происходит? Почему?

- **Изобретательская.** Ставит вопрос: «Как быть?», когда дополнительные условия делают очевидные решения невозможными, и грамотного применения традиционных знаний уже недостаточно.

- **Конструкторская.** Представляет собой создание устройств под заданную функцию.

Типовые связи задач

При отработке навыков решения типовых последовательностей задач и структурирования деятельности учащихся важной составляющей является обучение примером, обучение через подражание действиям учителя. При этом усваиваются технические приёмы, методические идеи и принципы, запечатлевается сам дух борьбы. Это также важный инструмент самопознания.

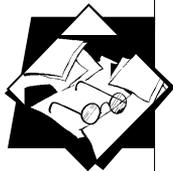
Создание оборудования — от такого простого как робот для заваривания чая до такого сложного как трёхмерный принтер, создающий пластиковые фигуры по компьютерным моделям, осуществляется в несколько этапов, каждый из которых имеет самостоятельную образовательную ценность:

1. **Исследование, изобретение и конструирование механизма.** Конструктор помогает собирать разнообразные механизмы для фиксации и управляемого компьютером перемещения инструментов, датчиков и обрабатываемых изделий согласно управляющей программе.

2. **Исследование, изобретение и конструирование инструментов.** Конструктор позволяет управлять любыми, в том числе самодельными, инструментами с помощью клавиатуры, «мыши»,

Конструктор «Кулибин» позволяет ученику взаимодействовать, «играть» в процессе обучения не с учителем или учебником, не с выдуманными кем-то схоластическими упражнениями, а с самой природой, открывающей ему свои новые пути и неизведанные глубины.

Создание оборудования — от такого простого как робот для заваривания чая до такого сложного как трёхмерный принтер, создающий пластиковые фигуры по компьютерным моделям, осуществляется в несколько этапов, каждый из которых имеет самостоятельную образовательную ценность.



компьютерной программы, а также использовать показания датчиков обратной связи для управления инструментами.

3. Исследование, изобретение и конструирование датчиков.

Конструктор даёт возможность измерять физические параметры — напряжение, ток, температуру, давление и передавать данные непосредственно в управляющую программу ПК. Эти данные могут выводиться на экран в цифровом или графическом виде, проходить математическую обработку и использоваться в качестве обратной связи для управления оборудованием.

4. Исследование, изобретение и конструирование программ. Конструктор позволяет создать свою или использовать одну из существующих управляющих компьютерных программ. Через сайт Молодёжного научно-технического центра³ пользователи конструктора могут обмениваться программами и загружать новые версии старых программ.

5. Испытания, презентация и обсуждение полученного устройства. На сайте Молодёжного научно-технического центра пользователи конструктора могут разместить свои результаты, сравнить их с другими, обсудить на форуме, принять участие в конкурсах, получить дипломы и призы. С помощью стандартных конструкторов учёные и изобретатели легко могут обмениваться идеями и конструкциями через наш сайт, где уже формируется сообщество молодых талантов.

3

www.mntc.ru

Какие качества развивает «Кулибин»?

Обучение с использованием конструктора всесторонне развивает человека и формирует следующие качества:

- **Физические.** При работе с конструктором развивается моторика, ловкость, аккуратность, координация движений. Опыт обработки, соединения, сборки различных деталей помогают рукам «почувствовать» материал, приобрести навыки работы с инструментом. Более того, поскольку неоптимальное решение задачи реализуется трудно и долго, неудобство сборки конструкции и мозоли действуют лучше всяких оценок.

- **Интеллектуальные.** Решение открытых задач развивает в человеке сильное мышление. Человек получает универсальные исследовательские, изобретательские и конструкторские навыки, которые сразу же может успешно применять не только в школе, но и в жизни.

- **Психологические.** Человек привыкает к решению задач, с первого взгляда кажущихся невозможными. Преодоление возникающих при этом препятствий, борьба с собственным невежеством и неуверенностью тренируют волю, настойчивость и закаляют силу духа. Решение реальных задач, особенно в коллективной и соревновательной форме, развивает организаторские способности, умение эффективно работать в команде, уверенно действовать в конкурентной среде.

74