

МЕСЯЦ ПОД ЗВЕЗДАМИ ФАНТАЗИИ

ОТ АВТОРОВ

Сколько лет осталось тебе до пенсии, дорогой Читатель? Не смейся, лучше прикинь: лет сорок... Кем ты собираешься стать? Врачом? Подводником? Археологом? Космонавтом? Тебе открыты любые пути в жизни и ты, наверное, уже выбрал самую современную профессию. Но все так быстро меняется! Пока учишься, полученные знания могут устареть. Даже традиционные профессии завтра будут выглядеть совершенно иначе: компьютеры, новые принципы в обучении преобразуют труд педагога, изменят лицо медицины электронная диагностика и познание внутренних закономерностей коренным образом. А ведь появятся и новые, о которых мы сегодня не подозреваем! Знания, полученные в школе, в высшем учебном заведении,— основа для овладения новым. Но достаточно ли их? Как учиться сегодня наукам, которых еще нет? Ждать, когда они появятся? Упустишь время...

Эта книга — рассказ о том, как уже в школьном возрасте приобрести качество, необходимое для любой профессии — как традиционной, так и еще не существующей. Оно сделает необыкновенно интересной, увлекательной выбранную тобой работу, а в случае необходимости поможет и сменить ее, быстро освоиться в новой, еще незнакомой области. Это качество — умение творчески мыслить, всюду и везде искать новые, нестандартные пути. Без него сегодня немыслима работа ученого и изобретателя, а завтра — рабочего и учителя, врача и летчика... Эту книгу можно читать по-разному. Например, не останавливаясь, от начала до конца. Но лучше читать медленно, не торопясь, стараясь самостоятельно решить приведенные в тексте изобретательские задачи, возвращаясь к уже прочитанным главам. И не в одиночку, а с друзьями обсуждать прочитанное... Эта книга не появилась бы на свет, если бы более сорока лет назад двадцатилетний изобретатель из Баку Г.С. Альтшуллер не поставил перед собой Большую Цель — создать науку изобретать. Такая наука появилась и сегодня интенсивно развивается под его руководством. Мы глубоко благодарны Г.С. Альтшуллеру за неизменное внимание к нашей работе и за помощь в подготовке этой книги. Еще одно важное обстоятельство — знакомство, а потом и сотрудничество с бессменным руководителем научного общества учащихся «Вииторул» при Республиканском дворце пионеров и школьников Молдавии Е.Б. Рабинович. Она заинтересовала нас работой с детьми и пригласила в первую летнюю школу научного общества. Мы также благодарим наших коллег, преподавателей и разработчиков теории изобретательства, чей опыт и советы были использованы при обучении ребят и в работе над книгой. И огромное спасибо нашим многочисленным друзьям—ученикам, школьникам от первого до десятого класса, о которых мы рассказываем в этой книге и для которых она написана!

ДЕНЬ ПЕРВЫЙ

НАШ «ВИИТОРУЛ»

В последний раз хлопнули двери — и «Икарусы» тронулись. Мы едем в летнюю школу. Мы — это школьники седьмых-десятых классов, всех районов и городов республики, активисты Республиканского научного общества учащихся «Вииторул», гости — это ребята из научных обществ учащихся Челябинска, Львова, Москвы, Норильска, Ленинграда и других городов страны, и взрослые — ученые, специалисты — руководители секций летней школы. В течение месяца ребята будут совмещать отдых с углубленными научными занятиями по выбранной теме. Дорога вьется меж холмов, зеленые купы деревьев оказываются то над нами, то далеко внизу. Автобусы едут небыстро, вполне хватит времени, чтобы представить героев книги. Правда, пока они заняты — решают задачу.

Задача 1. Попались черту однажды на узкой дорожке три путника. Заграбастал их черт и решил с собой утащить в ад. Да сначала захотел позабавиться: пообещал отпустить того, кто сумеет придумать задание, непосильное даже черту! Первый путник предложил сделать огромное цветущее дерево золотым. Пожалуйста! Без особого труда выполнил черт и второе задание — повернуть вспять самую могучую из рек. А третий путник сказал... Что он сказал?

Забраковав первые предложения и посоветовав ребятам подумать еще, мы представляем вам главное действующее лицо — научное общество учащихся «Вииторул». В переводе с молдавского языка «вииторул» означает «будущее». Научное общество учащихся (НОУ) «Вииторул» — это творческое объединение школьников. Оно создано в 1971 году. Сегодня члены НОУ (а их в Молдавии около 8000) под руководством более 300 ученых, педагогов, специалистов разных предприятий работают в 40 секциях, занимаясь разными науками, в том числе и такими, которых нет в школьных программах: философией, генетикой, медициной, робототехникой...

С 1982 года работает при НОУ **школа развития творческого воображения** — школа РТВ, которой руководим мы, авторы этой книги. В летней школе будет и наша секция. Ее работе, обучению ребят творчеству посвящена эта книга. Но это не документальная повесть. Изменены имена героев, собраны воедино эпизоды занятий за несколько лет. Сохранено главное — рассказ о том, как ребята познакомились с новой, еще молодой наукой — теорией **решения изобретательских задач (ТРИЗ)***, как научились решать сложные изобретательские задачи, подружались, работая и отдыхая.

Что такое «изобретательская задача»? Строгое понятие изобретения, принятое в советском изобретательском праве, будет дано позже, в главе «Кому

* Теория решения изобретательских задач создана в нашей стране. Автор ТРИЗ — Г. С. Альтшуллер. Работа по ее созданию началась в 1946 году. — Первая публикация в журнале «Вопросы психологии», № 6 за 1956 год.

принадлежит изобретение?». Но мы с вами будем понимать слово «изобретение» широко — как новое, неожиданное, остроумное решение, требующее творческого подхода в любой области человеческой деятельности — в технике, искусстве, спорте и медицине... Представимся сами. Авторы — инженеры, специалисты по ТРИЗ. В книге мы будем называться «Преподаватели». Мы давно обучаем изобретательству взрослых, а несколько лет назад решили попробовать заниматься со школьниками. И хотя такой опыт уже был у наших коллег из Баку, Ленинграда, Ангарска и некоторых других городов, начинать было страшновато. Единственно, на что мы рассчитывали — ТРИЗ как будто специально создана для ребят. Ведь ее восприятию больше всего помогает живое воображение, богатая фантазия, свойственная молодым. Наши надежды оправдались. Ребята, записавшиеся в школу РТВ, научились решать учебные изобретательские задачи, придумывать научно-фантастические идеи и писать небольшие рассказы, совершенствовать и находить новые игры, игрушки. Школа стала популярной, на занятия заглядывали ребята из других секций НОУ, Одни оставались, сообразив, что умение решать творческие задачи как раз то, что нужно для занятий любимой физикой (химией, биологией, историей...). Другие уходили, не скрывая сожаления, что слишком поздно узнали о школе РТВ, что кончается школьное время. Иногда приходили на занятия родители, недоверчиво слушали, задавали вопросы — очень уж необычная школа, нужно понять, что привлекает ребят, да и самим это, оказывается, очень интересно!

В 1983 году ребята представили свою коллективную работу на Выставку достижений народного хозяйства СССР в Москве. В ней были описаны некоторые занятия в школе РТВ, придуманные ребятами новинки, несколько научно-фантастических рассказов. Правда, с работой получился казус — через короткое время она исчезла из павильона «Юные техники и натуралисты» да так и не нашлась. Ребята сначала очень расстроились, а потом решили, что неинтересную работу никто бы не взял. И еще о НОУ «Вииторул» сняли фильм, и первый рассказ — о школе РТВ. ...«Старички» устроились в автобусе кучкой. Это те, кто уже прошли полный курс обучения в школе РТВ и едут в лагерь в качестве наших помощников — «стажеров». После практики в летней школе они сами будут вести такие занятия в своих школах. А пока они — костяк будущего отряда РТВ. Остальных ребят — двадцать-тридцать новичков мы наберем прямо в лагере. Старички пытаются помочь ребятам разобраться с задачей о черте, но те их не слушают, предлагают все новые и новые варианты непосильного для черта задания, но пока без особого успеха. Вот что значит отсутствие подготовки. Задача-то простая.

На развилке дороги — плакат-указатель «Летняя школа НОУ ««Вииторул» — 2 км». Через несколько минут автобусы свернули с шоссе и медленно поползли вверх по крутому подъему. Приехали. Но в лагерь войти нельзя. Ворота под охраной неразговорчивых рыцарей в бумажных доспехах. Это так нас встречают прибывшие на несколько дней раньше квартирьеры! Но вот подписан мирный договор, мы повторили за рыцарями «Клятву Дружбы» — и ворота распахнулись.

Здесь мы проведем месяц. Хорошо! Одноэтажные деревянные домики с широкими верандами среди яблоневого сада. Раковина эстрады, стадион, помещения для занятий, столовая, она же — клуб «Эврика». Неподалеку — озеро с пляжем. Начинается деловая суeta и переживания — в какую секцию записаться, если хочется и к биологам, и к химикам, и... Старички агитируют в наш отряд. Вот отряды сформированы, теперь — операция «УЮТ». Ребята носятся между корпусами, устраиваются. Обживаем свою комнату и мы. А после обеда работаем в нашем учебном классе: нужно натянуть лески для развешивания плакатов, принести со склада самую большую доску, разучить отрядную песню. Новички старательно подпевают: «Ты никогда, пожалуйста, на РТВ не жалуйся...»

Первые вечерние размышления. Как всегда в первый день, вечер наступил слишком быстро. Час назад закончилось представление отрядов, ребята познакомились с руководителями секций и своими отрядными комиссарами. «Комиссарский корпус» — необходимейшая часть летней школы. Веселые и общительные юноши и девушки — студенты университета, педагогического, медицинского и политехнического институтов, за этот месяц станут для ребят всем, потому что только с их помощью все получается так здорово: и отрядная песня, и вечерний огонек, и красочный карнавал...

А сейчас в самом разгаре «Вечер дружбы, или будем знакомы». Ребята танцуют. Вспыхивают и гаснут огоньки цветомузыки на танцевальной площадке. Пахнет яблоками, разогревшимися на августовском солнце. Хорошо бы погулять по вечернему саду, но мы возвращаемся в домик. Для нас, Преподавателей, сейчас последняя возможность еще раз просмотреть программу, разобрать привезенные с собой материалы. Работы впереди много. Каждый день — четыре часа занятий по секциям. Кроме занятий, будет работать **ДКМК — дискуссионный клуб межнаучных контактов** — «декаэмка» — как скороговоркой произносят ребята. Материалов для ДКМК особенно много, про запас, потому что темы для заседаний клуба ребята будут отбирать сами. Будут обсуждения, споры... Так важно уметь правильно спорить, высказывать свои мысли, воспринимать аргументы друг друга! Пройдет совсем немного времени, и ребята разойдутся по дорогам разных специальностей. Химик перестанет понимать ботаника, а математик — электронщика. Очень важно научить их взаимопониманию, умению находить общий Язык. В этом году будет особенно много дел в лагере. Ведь мы готовим материал для этой книги. План ее составлен давно, написаны отдельные главы, но каждая летняя школа — особенная, наверняка будут неожиданности.

Какова наша задача? Нелишне ответить на этот вопрос себе сегодня, в последний относительно свободный вечер. У этой книги три основные цели и, соответственно, три линии повествования, неразделимо связанные.

Во-первых, мы хотим убедить, что творчеству можно научиться, показать, как понемногу, раздел за разделом изучают ребята не совсем обычную науку и как постепенно изменяется их стиль мышления, становясь творческим.

Во-вторых, мы надеемся, наша книга поможет ребятам, которые живут в городах, где еще не открыта секция РТВ, самостоятельно познакомиться с новой наукой. И, в-третьих, мы хотим помочь взрослым — родителям и учителям — овладеть современной методологией творчества, чтобы учить ей школьников. Это для вас, взрослые, предназначены наши ежедневные вечерние размышления. В них мы постараемся разъяснить те или иные трудные моменты обучения, знакомить с дополнительной литературой по творчеству. Но, конечно, они будут интересны и ребятам — всегда любопытно «заглянуть в учительскую»!

ДЕНЬ ВТОРОЙ

ИМЯ НАШЕМУ ВЕКУ

Девятнадцатый век называли веком пара. Пароходы сблизили континенты, задымили трубы заводов и фабрик... А как назвать наш век?

— Век атома!

— Век электричества, электроники, кибернетики!

— Век космоса!

— Век, когда на Земле уничтожена оспа!.. Ребята кричат все вместе. И все правы: двадцатый век можно назвать именем любого из множества выдающихся достижений. Наверное, и последнее десятилетие принесет новые открытия, изобретения, достойные дать «имя» веку. Но какова же главная черта нашего времени?

...Сегодня начало занятий. Погода прекрасная, мы уходим заниматься в ореховую рощу, где ребята присмотрели живописную полянку. Растягиваем между деревьями веревку для учебных плакатов и чистого листа ватмана, который заменит классную доску. Ребята располагаются на траве. Поиск имени веку — разминка по дороге. А тема занятия — с чего начинается творчество.

Каждые пять минут в нашей стране создается одно изобретение. А сколько появляется рационализаторских предложений, новых идей в науке, искусстве, медицине, спорте — любой области жизни! Откуда же они берутся? Много месяцев механик Джеймс Уатт пытался улучшить паровую машину конструкции Томаса Ньюкомена. Устройство ее было несложным: цилиндр, частично заполненный водой, поршень, топка. Горит огонь в топке, нагревается и испаряется вода, пар поднимает поршень в цилиндре. Потом в цилиндр впрыскивается холодная вода, пар конденсируется и внутри возникает разрежение. Атмосферное давление с силой опускает поршень, приводя в движение насос для откачки воды. Просто? Да, но очень не эффективно. При впрыскивании воды цилиндр охлаждается, и нужно его снова нагревать, поэтому машина может совершать не более одного рабочего хода в минуту, очень большой расход топлива... Никак не удавалось Уатту устранить этот недостаток, пока однажды, проходя мимо прачечной, он не увидел вырывающиеся из дверей клубы пара, тут же оседающие мельчайшими капельками воды. Его как ударило: нужно выпускать пар из цилиндра и конденсировать его в другом месте! Тогда цилиндр останется горячим, и машина будет работать быстрее и лучше. А вот задача, возникшая в наши дни.

Задача 2. Для строительства плотин используют саморазгружающиеся баржи. У них вдоль бортов расположены большие цистерны. При разгрузке открывают кран, и вода заполняет одну из цистерн, баржа наклоняется и груз — щебень, камни — высыпается в воду. Ставшую легкой баржу возвращает в исходное положение тяжелый чугунный киль. Но вот для строительства Асуанской плотины в Египте потребовались баржи

значительно большего водоизмещения. Для возвращения их в нормальное положение нужен более тяжелый киль. Значит, часть полезного водоизмещения будет потрачена на то, чтобы возить... свой собственный киль! Как быть?

- Нужно сделать киль из свинца, тогда он займет меньше места.
- Скажи еще «из золота»! Свинец дорогой! Лучше уж вместо кили поставить мотор, который будет переворачивать баржу!
- Переворачивать с помощью буксира!
- Натянуть через реку трос, на него подвесить передвижной кран, который подцепит баржу и перевернет!
- Не нужно вообще переворачивать! Пусть в трюме баржи будут дверцы, они откроются и щебень высыплется!
- А можно сделать киль съемным и прикреплять к барже только тогда, когда ее нужно перевернуть.

Новички очень стараются, а в глазах старичков — недоумение:
«Неужели мы тоже так бестолково кричали? Наверное, мы все-таки были лучше...»

Не были они лучше! Аналогичная картина наблюдается всегда, когда даешь изобретательскую задачу инженерам, ученым, не знающим ТРИЗ. Идет бессистемный перебор вариантов: «А если сделать так? А если так? А так?» Такой способ решения называют методом проб и ошибок — МПиО. Это древнейший и до недавнего времени единственный метод поиска нового. Перерыв. Ребята разбрелись по поляне. Кто-то полез на дерево за орехами. Но попытки решения задачи не прекращаются. То в одном, то в другом месте слышится «А если?»

А после перерыва начинается подготовленное старичками судебное заседание. Занимают место судья и два его помощника — это новички Таня, Миша и Дима. Судья одета как полагается по торжественному случаю — в мантию и четырехугольную бархатную шапочку. (Вообще-то этот наряд — атрибут посвящения в члены НОУ). Судья открывает толстенный том и важно объявляет:

— Начинается судебное дело по рассмотрению иска заслуженного деятеля науки, техники, искусства, литературы и т. д. гражданина МПиО против секции РТВ, на занятиях которой постоянно имеют место клеветнические выпады и голословные обвинения в адрес Истца, порочащие его незапятнанную репутацию. За понесенный моральный ущерб Истец требует закрыть навсегда секцию РТВ, а всех ее членов в полном составе, включая Преподавателей, привлечь в принудительном порядке к общественно полезному труду на кухне и в столовой.

— Одновременно рассматривается встречный иск секции РТВ к гражданину МПиО. Он обвиняется в преступлении перед человечеством, а именно — в злостной растрате человеческого времени и средств в масштабах, которые трудно определить, а также в том, что он прямо и косвенно способствовал гибели миллионов людей. Секция РТВ считает, что он заслуживает высшей меры наказания — полного и окончательного забвения!

— Прошу представителей сторон занять места! Интересы секции РТВ защищает Игорь из группы старичков. Ему повезло — приятно защищать свое дело. А вот другому старичку, адвокату МПиО Боре, не очень-то хотелось защищать противника, но долг обязывает, и он очень старается. Начинает Боря:

— Высокий суд! Мой подзащитный, к сожалению, не может сам явиться для опровержения возмутительных нападок секции РТВ. Он работает по 24 часа в сутки, помогая людям находить новое. И я считаю своим долгом, хотя бы кратко, остановиться на его заслугах перед человечеством. Сотни тысячелетий тому назад предок человека взял в руки палку, прикинул — тяжело. Взял другую — легковата... Критики в те времена были гораздо жестче, чем теперь: сделавшего ошибку могли съесть. Кто помогал человеку в его трудной, полной опасностей жизни? Где вы тогда были, уважаемые члены секции РТВ?

На помощь человеку пришел Великий Творец — МПиО! Прошло всего несколько тысяч лет, и с его помощью человек нашел наилучшие, наиудобнейшие палки! МПиО помогал добывать огонь и обрабатывать кремневые ножи, приручать диких животных и выращивать урожай, строить дома и корабли... Пробуя, ошибаясь и снова пробуя, развивались и сами люди! МПиО воспитал бесчисленное множество людей творчества, смелой мысли, выковал их необыкновенные качества, заставляя преодолевать неизбежные ошибки и трудности. Поднять руку на него — обидеть нашего кормильца и благодетеля! Это не может остаться безнаказанным!

Речь Бори произвела впечатление на судей. Нелегко теперь Игорю. Но он находит удачный ход. Невинный вопрос защитнику МПиО:

— Как, по вашему, почему МПиО не помог ребятам решить задачу о переворачивании баржи?

— Нужно пробовать по-разному, делать больше проб!

— И ошибок? — ехидно спрашивает Игорь.

— И ошибок...

— А ТРИЗ предлагает другой путь! Нужно представить, каким был бы идеальным киль у баржи!

Игорь забегает вперед. Понятие идеальности намечено изучать позже, но мы не вмешиваемся.

— Идеальной машиной в ТРИЗ называют машину, которой нет (то есть она не занимает места, ничего не стоит, никому не мешает, не потребляет энергии), а ее работа выполняется,— объясняет Игорь.— Идеальный киль — не чугунный, не свинцовый — никакой! А что же вернет тогда баржу в нормальное положение? Нет, не специальные машины, а что-то такое, что уже есть, за что не нужно платить...

Вода? Вода!!! Ну, конечно, киль из воды! Просто большая емкость вместо кия. Когда баржа в воде, емкость полная, но вода в воде ничего не весит. А когда переворачивается, киль оказывается в воздухе, вес воды работает — возвращает баржу в нормальное положение.

Новички радостно кричат, даже судьи утратили свою важность. Еще бы, ведь они сейчас решили свою первую изобретательскую задачу! Боря вновь пытается завладеть вниманием:

— Но ведь настоящий изобретатель этой баржи придумал ее наверняка с помощью МПиО?

Здесь он и попадает в ловушку, подстроенную Игорем. Да, действительно. Изобретатель долго искал решение. И однажды нашел его во время... купания в ванне. Он нечаянно уронил в воду пластиковый мешочек, потянулся за ним, чтобы его достать, и вдруг заметил, что пока мешочек был в воде, он ничего не весил, хотя и наполнился водой, а как только оказался над водой, стал тяжелым! Теперь очередь Игоря «давить» на слушателей:

— Подумать только! Через две тысячи лет после Архимеда потребовалось снова залезть в ванну, чтобы обнаружить, что вода в воде ничего не весит! Вот вы, уважаемые судьи, сами решили эту задачу за несколько минут благодаря использованию очень простого правила ТРИЗ — идеальности. А сколько, по-вашему, мучился с этой задачей изобретатель с помощью МПиО?

— Неделю!

— Месяц!

— Два месяца!...

— Год! Целый год! — торжествует Игорь. — Задача не решалась, стояла работа... А Уатт? Ведь у него было типичное противоречие: цилиндр должен быть горячим, чтобы пар хорошо расширялся, и должен быть холодным, чтобы он хорошо конденсировался (Игорь совсем разошелся и упомянул еще одно важнейшее понятие ТРИЗ — противоречие). Его легко разрешить — нужно разделить противоположные требования в пространстве! Уатт это и сделал, но ведь, сколько людей до него не смогли до этого додуматься, и сам он сколько времени потратил! Здесь Игорь допускает небольшую ошибку, и Боря моментально перехватывает инициативу:

— Высокий суд! Прошу обратить внимание, что защитник секции РТВ оскорбляет не только моего подзащитного, но и выдающихся творцов, выставляя их глупцами, которые годами не могли найти простейшие решения! Игорь не теряется:

— Прошу по этому поводу выступить в качестве свидетелей секции РТВ — ее Преподавателей! Преподаватель поднимает вверх две руки и спрашивает:

— Сколько пальцев?

— Десять! — дружный ответ.

— А на десяти руках? — спрашивает он быстро.

— Сто!

Старички хихикают. Новички задумываются и начинают смеяться вместе с ними: — Пятьдесят, конечно, пятьдесят...

Это шутка психологической инерции — так ученые называют привычку к шаблонному мышлению, стремление делать «как всегда, как все». Сама по себе она не вредна — было бы ужасно, если бы каждый раз, завязывая, например,

шнурки ботинок, мы были вынуждены искать новое решение, если бы конструктор в каждом чертеже изобретал новые винты и гайки. Но при поиске нового психологическая инерция — страшный враг.

— Но все-таки, если сделать очень много попыток, то, в конце концов, найдешь нужное решение? — спрашивает Дима. Очень своевременный вопрос.

Теория изобретательства утверждает, что изобретение изобретению рознь. Есть примитивные, когда для того, чтобы найти решение, достаточно перебрать один-два десятка вариантов. А есть изобретения высочайшего уровня, когда для нахождения решения требуется перебрать сотни тысяч вариантов. При решении изобретательской задачи первые пробы всегда делаются в привычном направлении, подсказанном психологической инерцией. И если задача простая, удовлетворительное решение находится быстро. Но справиться со сложной задачей можно, только победив инерцию. Более 50 тысяч разных опытов проделал Томас Эдисон, пытаясь создать щелочной аккумулятор. Десять тысяч опытов понадобилось, чтобы найти наилучший материал для светящегося волоска электролампочки. Привычным, испытанным путем перебора он попытался создать атомный двигатель. Это не удалось. Сегодня можно твердо сказать — и не могло удастся. Использовать атомную энергию стало возможным лишь после открытия распада ядер урана, когда было создано сложнейшее оборудование по разделению изотопов и многое другое.

Нелегко приходилось творцам прошлого. Огромная целеустремленность, годы работы, готовность к преодолению трудностей и даже к жертвам — вот цена, которую требовал за изобретение от человека МПиО!

Древнегреческий герой пробежал около сорока километров от Марафона до Афин и упал замертво. Современные марафонцы пробегают эту дистанцию примерно за два часа. А любой из нас без особых тренировок и затрат сил может преодолеть этот путь на автомобиле минут за тридцать! Но разве это умаляет подвиг древнего грека или достижения спортсменов? Да, конечно, сегодня задачу Уатта можно было решить быстрее и проще, но ведь он ее решал не сегодня! Великий Ньютон сказал: «Если я видел дальше, то потому, что стоял на плечах гигантов!» Мы все стоим на плечах гигантов прошлого и можно только изумляться, как много они сделали, не имея в своем распоряжении ничего лучшего, чем МПиО!

Четыре часа занятий пролетели незаметно. Возвращаясь в лагерь, мы вспомнили, что так и не придумали имя нашему веку. Но оказалось, что вопрос решил сам собой. Творчество! Без него не было бы космических полетов, победы над оспой... ВЕК ТВОРЧЕСТВА...

Вечерние размышления. Первый день занятий — самый ответственный. Главная его цель — заинтересовать ребят. Многие из них записались в секцию РТВ, совершенно не представляя, чем будут заниматься. А в летней школе демократия: не понравилось — можно и в другую секцию перейти. Достичь цели помогает сам предмет. Мы учим творчеству, а такое обучение не имеет права быть нетворческим, скучным. Мы не, пользуемся обычными мерами поддержания

дисциплины на уроках: «Встань в угол! Выйди из класса! Без родителей не возвращайся!» Единственное средство — интерес. Преподаватели ТРИЗ ведут занятия в простой разговорной манере, постоянно обращаясь к ребятам, вовлекая в разговор самых пассивных. Это нетрудно, ведь решать хитрые, не похожие на школьные задачки — любимое занятие ребят!

Очень важно с самого начала «расторгнуть» их, ввести элемент игры. Сегодня неплохо сработал суд над методом проб и ошибок. Постановка и «режиссура» принадлежит старичкам при нашей активной помощи. Конечно, кое-где получился перебор, не хватило вкуса, но ребята очень любят «капустники». Другая цель первого занятия — показать ребятам, как ищут новые решения, познакомить их с методом проб и ошибок, убедить в его неэффективности при решении сложных задач. Конечно, на занятии было приведено больше примеров беспомощности и прямого вреда, наносимого МПиО, чем описано здесь, и на последующих занятиях мы еще не раз будем возвращаться к этому, но начало положено. И скоро ребята поймут, что не стоит выкрикивать «А что, если так? А если...», что есть более осмысленная технология поиска нового. Настоящий иммунитет против слепого перебора вариантов дает только овладение этой технологией. Но это впереди...

Сегодня после обеда мы продолжали оформлять учебный класс, украшали свой домик — предстоит конкурс на лучшее оформление. В классе развесили учебные плакаты с забавными рисунками, коротко рассказывающие об основах теории изобретательства. В книгах по психологии говорится: то, что человек делает, он запоминает на 90 процентов, то, что видит — на 50 процентов, а то, что слышит — только на 10 процентов. Поэтому плакатов у нас много. Не все они выполнены на высоком художественном уровне — часть мы рисовали сами, часть — старички, что очень помогло им усваивать материал.

Для украшения спален пригодились привезенные нами репродукции. Ребята взяли себе гравюры Эшера, девочки — фотонатюрморты чехословацкого художника Пикоуса. Набор репродукций с картин гениального литовского художника М. К. Чюрлениса поделили пополам. Занятия по изобретательству в живописи, для которых мы и везли репродукции и фотографии, проведем прямо в комнатах ребят.

После отбоя в спальнях долго не умолкают споры. Ребята очень возбуждены первым занятием. Скорее бы завтра...

ДЕНЬ ТРЕТИЙ

ЧЕМ ЗАМЕНИТЬ MnuO?

Суд на лужайке продолжается, правда уже без торжественных церемоний. Все равно настоящие судьи — все наши новички, которые должны решить, брать ли им с собой в новый век МПиО. Их решение и будет приговором.

— Да, моему подзащитному МПиО наносят большой урон козни психологической инерции,— начинает Боря.— Но его рано сдавать в архив! Ученые изучают психологию изобретателя, ищут противоядие от психологической инерции. И кое-что нашли,— он оглядывается на Преподавателя. Тот приходит на помощь.

Задача 3. Как поднять тяжелую деталь на стол сверлильного или фрезерного станка?

— Решать эту задачу мы будем при помощи «мозгового штурма»,— поясняет Преподаватель.— Каждый может предлагать любой вариант, пришедший ему в голову, даже если он покажется смешным или глупым. Критика запрещается!!! Более того, старайтесь поддерживать, развивать идеи друг друга. Запомните: никаких ограничений! После минутной паузы начинается общий крик:

— Краном!

— Автопогрузчиком!

— Автокраном!

— Да откуда в цехе автокран?

— Это кто же здесь критикует? — вмешивается Преподаватель.— В нашем цехе все есть!

— Поставить домкрат от автомобиля!

— Взять лебедку и прикрепить блок к потолку!

— Пусть лебедку крутит сам станок — вставил в шпиндель Круглый стержень, привязал к нему трос. Когда станок включится, трос будет наматываться и деталь поднимется.

— Привязать к детали воздушный шар, она сама поднимется!

— Поднимать сжатым воздухом!

— На воздушной подушке...

Высказано десятка полтора идей, и ребята затихли. Нужно подлить масла в огонь:

— Что-то маловато стало идей. Может быть, вообще не обязательно поднимать? Обработать прямо на месте при помощи ручной дрели! Не поднимать деталь, а станок опускать!

— Правильно! Станок пусть будет маленький и крепиться к большой детали!

— Вообще самоходный станок! Подъехал к детали, обработал ее и уехал!

— Как экскаватор к горе!

Опять пауза. Преподаватель поднимает теперь ребят по очереди. Каждый должен дать еще хотя бы по одной идее. Придумывать стало труднее, но идеи становятся все более необычными:

— Станок от детали далеко, а инструмент близко, как у зубного врача бормашина!

— Пусть станок стреляет в деталь инструментом, как пулемет! Несмотря на запрещение критики, все хохочут, представляя, как станок стреляет сверлеми, но потом догадываются: это же дробеструйная обработка!

Всем очень весело. И уже высказано несколько интересных идей. Новички поглядывают на нас вопросительно; что же можно возразить против такого простого метода: пошумели — и изобретение!

Когда появился «мозговой штурм», с ним поначалу связывали много надежд, ведь он помогает преодолевать психологические барьеры.

Действительно, психологическая инерция человека во многом определяется специальностью. Допустим, врачу для решения задачи потребуются знания, например, из электротехники, шансов на успех у него мало. А если вместе работают врач и электрик? Уже шансов больше! Значит, поиск нового нужно вести группой, чтобы психологическая инерция «взаимно уничтожалась». И еще. Одни люди умеют легко генерировать идеи (их называют «генераторами»), а другие — лучше анализируют, критикуют («критики»). Боязнь критики — сильный помощник психологической инерции. Во время «генерации» критиков быть не должно, критиковать можно потом, когда идеи уже есть. Но достаточно ли только победить инерцию?

Задача 4. Нередко зерно приходится убирать во влажную погоду, и мокрые колосья очень трудно обмолотить — «выбить» из них зерно. Сушить — огромные затраты энергии. Ждать, пока высохнет — потери времени и ухудшение качества зерна. Как быть?

Ребята «набрасываются» на задачу. Мы с самого начала не стали разделять их на «генераторов» и «критиков», потому что в этом возрасте практически все — «генераторы». Предложений много, серьезных и шуточных, но хороших нет. Штурм затихает. Несколько лет назад эту задачу предложили участникам телепередачи «Что? Где? Когда?». Знатоки, используя что-то вроде «мозгового штурма», обычно неплохо решают простые задачи, но перед этой спасовали. А дело в том, что мозговой штурм полезен для решения относительно несложных задач, «цена» которых — десятки, сотни проб. Для более трудных задач, требующих тысяч проб, он неэффективен. И это не удивительно, ведь принципиально он ничем от МПиО не отличается — те же пробы, те же ошибки.

Можно ли придумывать новое по-другому, исключив перебор вариантов вообще?

...Древний итальянский город Пиза — одно из самых просвещенных мест в Европе XIII века. Только здесь можно постигнуть величайшее искусство — деление больших чисел. Не каждый достигает успеха — нужны способности и терпение.

— Сказки! Любой третьеклассник разделит два числа «уголком»! — шумят новички.

Преподаватель записывает: ММДСXXXV : ХСII. Общее недоумение. Но наши математики уже сообразили:

— Ничего не выйдет! Римские числа нельзя делить уголком и умножать в столбик, это непозиционная система счисления. Это было величайшим искусством — угадать с нескольких попыток ответ. Нужно было усвоить множество признаков делимости, но главное — практика. Приходили в школу юноши, чтобы выйти из нее мужами средних лет. Но появились арабские цифры, а с ними и правила деления, умножения, и МПиО отступил. А в XV веке устраивались турниры математиков по решению квадратных уравнений — кто быстрее и точнее угадает корни. Но... — Появились формулы Виета! — подсказывают ребята. И отсюда МПиО был изгнан.

Аналогичная картина во всех отраслях науки и техники. Сколько кораблей должно было погибнуть прежде, чем были созданы настоящие «пенители моря»! Но сегодня никто не строит огромное судно с помощью МПиО. Стали ненужными пробы, от ошибок оберегают гидродинамика и сопротивление материалов, механика и теория устойчивости – наука вытеснила МПиО! Так происходило везде.

Но с каким отчаянным сопротивлением уступает МПиО свои позиции! Изобретателей обвиняют в колдовстве и уничтожают их творения. Фанатики сжигают Джордано Бруно. Толпы обманутых людей уничтожают машины, не понимая, что настоящий враг — не они, а общественный строй... А безграмотные лорды британского Адмиралтейства во второй половине прошлого века (совсем недавно!) вопреки расчетам утвердили строительство броненосца с мощным парусным оснащением вдобавок к паровой машине. Небольшой шквал во время пробного плавания опрокинул неустойчивое судно. Из 550 человек спаслись 17. В память о погибших в стену собора святого Павла в Лондоне была встроена бронзовая доска с приговором суда «невежественному упрямству лордов».

Число жертв МПиО невозможно сосчитать. И все равно от него отказывались только тогда, когда появлялась наука. Значит, нужна наука изобретать!

— Представьте себе,— обращаемся мы к ребятам,— что вы стоите у истоков этой новой науки. С чего бы вы начали ее создавать?

— Нужно поговорить с разными изобретателями, пусть расскажут, как они изобретают.

— Нет, лучше за ними наблюдать!

— Нужно изучать, как работает их мозг, когда они придумывают новое!

Вроде все верно, именно так изучали психологию творчества. Но за много десятков лет не удалось получить не только правил, формул создания нового, но и вообще никаких результатов, которые можно было бы использовать на практике. Но что же еще можно изучать в творчестве, если не самого творца?

Трудно уловить неповторимый миг творческого «осенения», увидеть, что происходит в мозгу изобретателя, когда его вдруг озаряет видение будущей машины. Но сама машина — вот она, в металле, мы видим, что в нее вложил изобретатель сегодня, а что было сделано до него, вчера, десять лет назад... Мы много раз читали, слышали, как изобретателю помог случай. Но случайны ли изобретения?

— Кто изобрел телефон?

— Грейам Белл. Лет сто назад.

— Правильно. В 1876 году.

Среди новичков выявляются интересные личности. Например, Женя, который, кажется, знает все на свете.

— А если бы Белл, например, умер в детстве, был бы у нас сейчас телефон? Или мы бы до сих пор посылали друг другу курьеров с записочками?

— Наверное, был бы. Как без телефона?

— А на сколько времени задержалось бы его изобретение?

— На год!

— На десять лет... Нет, невозможно определить! Это как раз возможно. На час-два! Именно на столько опоздал с заявкой на телефон другой изобретатель — Элиша Грей. А через год десять выдающихся изобретателей того времени в суде отстаивали право называться создателем телефона. После ряда открытий в электротехнике появление телефона стало неизбежным, закономерным.

Изобретения, новые идеи появляются не случайно, а по законам, которые можно познать и использовать для сознательного совершенствования любых машин, для создания изобретений. Зайдем в музей автомобиля. Переходя от экспоната к экспонату, мы увидим, как менялись, совершенствовались машины, какие задачи при этом возникали и как они решались. А потом посетим музей авиации, артиллерии, выставку станков или медицинской техники. И окажется, что в их развитии возникали похожие задачи, и приемы их решения — одинаковы. Музеев много, но один из них — уникальный, где есть все — это мировой фонд изобретений, С анализа этих изобретений началась теория изобретательства.

Конечно, выявлять какие-то закономерности, правила, приемы нелегко, проще сидеть и гадать: а если сделать так? И куда веселее пошуметь во время мозгового штурма. Но... не так ли думали и те, кто утверждал проект погибшего броненосца?

Занятия затянулись до самого обеда, а небольшой послеобеденный отдых («час молчания», во время которого, конечно, никто не спит, но шуметь нельзя) ушел на подготовку к конкурсу «Что? Где? Когда?». Он длился до ужина. Мы вместе с другими преподавателями сидели в жюри. После ужина — первые отрядные огоньки. Места для костров были выбраны заранее, приготовлены сушняк, картошка и соль. Мы провели этот вечер с отрядом РТВ. Пели песни — в отряде две гитары: у Комиссара и у Бори, оба хорошо играют. Обсуждали прошедший конкурс. Ребята наблюдательны — заметили, что нам он не понравился. Почему? Ведь было не хуже, чем в популярной телепередаче: минута

на размышления, переживания, музыкальные паузы, удачные ответы. А нам было грустно от демонстрации голой эрудиции, неорганизованного, нетворческого мышления.

— Что нужно для правильного ответа? — спросили мы у ребят.

— Много знать!

— Хорошая память!

— Но тогда идеальным знатоком был бы человек, вызубривший все тома Большой Советской Энциклопедии! — замечает один из Преподавателей.

— Нужно еще остроумие! — никому не хочется считать зубрилу идеалом.

— Остроумие — вещь безусловно полезная, но, к сожалению, имеет косвенное отношение к настоящему творчеству.

— А что имеет?

Последний вопрос задал новичок Дима, но нам отвечать на него не пришлось. Вмешались старички и наперебой стали объяснять, что для творчества, для придумывания нового нужны не только знания, но и богатое воображение, а у эрудитов, как правило, оно подавлено знаниями. И соревноваться нужно не в том, у кого память лучше, а кто лучше думает!

— Но знатоки тоже думают! — не сдается Дима.— У них минута на размышление!

— Да что вообще можно придумать за минуту! И думают они неправильно!

— А как правильно?

Тут мы пришли на помощь старичкам и напомнили ребятам задачу об обмолачивании влажного зерна, которую не смогли решить знатоки. На занятии новичкам тоже не удалось ее решить, а старичков мы просили не вмешиваться, хотя ответа на эту задачу они тоже не знали. А сейчас мы им предложили ее решить.

— Это задача на вепольный анализ,— начал Игорь.

— Да, есть два вещества: зерно и влага.

— А поля нет! Значит, нужно ввести!

— Электрическое?

— Нет, зерно влажное, не получится.

— И магнитное тоже плохо.

— А тепловое?

— Но ведь было сказано, что греть нельзя, много энергии нужно.

— А почему обязательно греть? Может, охладить?

— Правильно, заморозить! Влага превратится в лед, кожура зерна станет хрупкой и отвалится!

Приятно было слушать и смотреть, как ребята расправлялись с задачей. За минуту они вышли на тот самый ответ, который не смогли найти эрудированные знатоки. Правда, новички нашего восторга не разделяли — их сбили с толку непонятные слова вроде «вепольного анализа», да и решение показалось странным. Но главное до них дошло.

— Давайте придумаем новый конкурс! — предложил все тот же Дима. — И задавать не просто вопросы, а задачи, чтобы соображать, а не вспоминать!

— Но тогда все вопросы будут техническими или научными, а это не всем интересно — забеспокоилась Таня, которая еще при первой нашей встрече заявила, что к технике у нее способностей нет, что она увлекается живописью и учится в художественной школе. Но старички быстро ее успокоили, заверив, что в искусстве изобретательских задач не меньше, чем в технике, и вообще искусство — важнейший элемент тренировки настоящего творческого человека.

Пока костер догорал, мы обсудили условия нового конкурса, а главное, придумали название: «Турнир рыцарей творчества».

Вечерние размышления. Мало сил остается к вечеру. Но дел в течение дня столько, что без вечерней «разборки» наша работа через неделю превратится в хаос.

Мы сегодня познакомили ребят с одним из методов психологической активизации творчества — мозговым штурмом. Его предложил А. Осборн в конце тридцатых годов нашего века. При мозговом штурме, процесс поиска разбивается на два этапа. На первом, группа «генераторов», обычно не более десяти человек, ищет решения в совершенно свободной беседе, при условии запрета любой критики высказанных идей. Эти идеи на втором этапе критически рассматриваются ими же или специальной группой «критиков».

Имеется несколько разновидностей мозгового штурма. Самая сильная — созданная в 1960 году У. Гордоном «синектика». Это штурм, проводимый группами специально обученных преодолению психологической инерции профессионалов — синекторов. Основными приемами синекторов являются различные аналогии.

Есть и другие методы психологической активизации. Об одном из них — методе фокальных объектов — расскажем позже. Остальных мы не коснемся в этой книге из-за ограниченности ее объема. Но все они основаны на МПиО, и как их ни совершенствуй, все равно на их базе невозможно учить правильному мышлению. Но преподаватель, ведущий занятий по ТРИЗ, должен их знать, чтобы критиковать со знанием дела, а не понаслышке. Прочитать о них можно в книге Дж. Джонса «Методы проектирования» (М.: Мир, 1987), а также в книгах по ТРИЗ, приведенных в списке литературы.

Нужно отметить, что методы психологической активизации, не справляющиеся со сложными задачами, вполне приемлемы для решения задач невысокого творческого уровня. Кроме того, они позволяют оживить занятие, дать ребятам «выкричаться», пошутить, посмеяться. Однако злоупотреблять ими не стоит. В первые годы работы с ребятами мы много тратили на них времени. А потом убедились, что это мешает восприятию более эффективных инструментов ТРИЗ.

Новый конкурс «Турнир рыцарей творчества» нас немного беспокоит. Проблем с ним будет немало. Ведь ребятам старый конкурс нравился, он, безусловно, зрелищен, как и его прототип — телепередача «Что? Где? Когда?».

Правда, зрелищность обеспечивается в первую очередь малым временем на размышление. Но одна из профессиональных заповедей великого русского поэта А. С. Пушкина: «Служенье муз не терпит суеты!» Творческие задачи должны решаться в спокойном, неторопливом темпе, а здесь — минута на ответ! И многочисленные зрители популярной передачи верят, что именно так и нужно думать! А пресловутая эрудиция! Эрудит «потребляет» знания в готовом, разжеванном виде, как раз и навсегда заданные. Нужно только запомнить — вот и все! Но чем больше объем зубрежки, тем ниже творческий потенциал, восприимчивость к новому. И если к такому всезнающему эрудиту попадет на отзыв работа новая, в которой рассказывается о том, чего не было или не знали раньше,— отрицательный отзыв обеспечен, ведь он точно знает, что этого никогда и нигде еще не было, а, значит, не может быть! Нет, нужен, очень нужен новый конкурс, который, не теряя зрелищности, учил бы правильному, диалектическому мышлению, развивал творческий потенциал участников и зрителей! Вчера и сегодня старички несколько нарушили наши учебные планы своими преждевременными упоминаниями об отдельных элементах ТРИЗ: противоречиях, идеальности, вепольном анализе. Но мы не возражали. Во-первых, «утечка информации» все равно неизбежна после занятий. Во-вторых, неоднократное упоминание незнакомых терминов, слов, полное объяснение которых должно быть дано позднее,— неплохой педагогический прием. Когда дойдет очередь, человек легко усвоит новый материал, воспринимая его уже немного знакомым. Это прием с успехом применяет при обучении малышей учительница С. Н. Лысенкова.

Вообще «утечка информации» ставит перед нами серьезные проблемы. Готовясь к летней школе этого года, мы почти полностью обновили запас учебных задач, благо изобретений сегодня создано более 80 миллионов. Ребята все время «озадачивают» друг друга. К концу обучения мы убедились, что новички знают задачи, решенные старичками в прошлом учебном году. Кстати, в книге приведено решение около сотни задач и много примеров. А за месячный курс занятий в летней школе было решено в несколько раз больше задач, приведено много больше примеров.

ДЕНЬ ЧЕТВЕРТЫЙ

БЫТЬ ИЛИ НЕ БЫТЬ — ВОТ В ЧЕМ ПРОТИВОРЕЧИЕ!

После нескольких погожих дней солнце закрылось тучами, и занятия продолжают в классе. Пожалуй, это и к лучшему, потому что сегодня понадобятся плакаты, что заранее развешены по стенам. Слово адвокату МПиО.

— Я хочу обратить ваше внимание на то, что все изобретатели телефона работали методом проб и ошибок,— начинает Боря,— и почти одновременно изобрели телефон. Значит, нельзя говорить о том, что МПиО виноват в запаздывании изобретений! Тогда снимается одно из обвинений в его адрес!

— Да, в данном случае запаздывания не произошло,— вынужден признать Игорь.— Но тогда налицо другое преступление МПиО — злостное распыление сил, неэкономное использование людских ресурсов! Ведь если бы эти люди не дублировали друг друга, сколько других вещей, не менее полезных, чем телефон, они могли бы придумать!

История телефона не уникальна. Практически любое крупное изобретение создается независимо по несколько раз в разных странах мира. И происходит так благодаря тому, что существуют законы развития, заставляющие на определенном этапе изобретать телефон, автомобиль, самолет... Аналогично развивается и наука, не случайно многие законы и эффекты в физике носят двойное название: закон Бойля-Мариотта, эффект Нернста-Эттингсхаузена. Даже теория относительности была почти одновременно опубликована Альбертом Эйнштейном и Анри Пуанкаре! Какие же законы развития известны сегодня? Законы развития живой природы — эволюционное учение Ч. Дарвина и его последователей, законы развития человеческого общества, открытые К. Марксом и Ф. Энгельсом, законы развития нашей Земли и вообще всей Вселенной.

Между всеми законами развития обнаруживается большое сходство. И это не удивительно, потому что все они являются частными случаями самых общих законов, которым подчиняются любые развивающиеся системы: наука и искусство, машина и живой организм, Земля и Вселенная. Это законы марксистско-ленинской диалектики.

...Одной из самых сокровенных тайн древних жрецов была «Тайна двойного». Доверяли ее лишь тем, кто прошел суровые испытания, доказал твердость духа и воли.

— Осирис — темный бог! — шептал посвящаемому старший жрец.

Это было непонятно и жутко. Осирис — бог добра и света! В том-то и заключалась страшная тайна: добро может обернуться злом, зло — добром. Яд змеи может лечить, а лекарство — отравить человека. Так с понятия противоречия начиналась диалектика. Это слово придумал греческий философ Сократ, так он называл искусство вести беседу, спор, направленный на выявление истины путем противоборства, борьбы противоположных мнений. Стихийные диалектические идеи были развиты у древних философов Демокрита, Эпикура, Лукреция. Они

считали, что появление любой вещи из атомов — диалектический скачок, потому что вещь несет в себе новое качество, которого не было у составляющих ее атомов.

Важнейший вклад в создание классической диалектики внес немецкий философ Гегель, впервые представивший весь природный, исторический и духовный мир в непрерывном движении, преобразовании и развитии. Но он видел развитие только в мышлении, понимании, а не в реальной природе. К. Маркс и Ф. Энгельс, по выражению В. И. Ленина, «поставили гегелеву диалектику с головы на ноги», сделали ее материалистической и построили здание современного диалектического материализма — науки о закономерностях развития любых систем — от простого зерна до человеческого общества.

Противоречие — важнейшее понятие этой науки. Что же это такое? Мы начинаем игру.

— Сегодня пасмурная погода. Это хорошо, потому что в классе заниматься удобнее...

— Заниматься удобно — это плохо, — подхватывают знакомую игру старички, — потому что можно заснуть в удобной позе!

— Заснуть во время занятий — это хорошо, потому что будешь бодрым во время конкурса знатоков вечером.

— Быть бодрым во время конкурса плохо, потому что в полудреме приходят самые неожиданные идеи.

— Приходят неожиданные идеи — это хорошо, они помогут победить.

— Победить — это плохо, потому что... К игре подключились и новички.

Суть ее проста. В любом деле есть плохие и хорошие стороны, нужно уметь их находить, постигать тем самым «Гайну двойного». Чтобы взлетать и садиться безопасно с небольшой посадочной скоростью, самолету нужно крыло довольно большой площади. Но для того, чтобы лететь со сверхзвуковой скоростью, площадь крыла должна быть намного меньше (чем больше площадь крыла, тем больше сопротивление воздуха). Это пример формулирования противоречия. К крылу самолета предъявляются два противоположных требования: быть большим и быть малым. Какие противоречия, например, связаны со школьным портфелем?

— Портфель должен быть большим, чтобы вмещать много книг, и должен быть маленьким, чтобы не занимать много места! — отвечают ребята без особых затруднений.

— А какие еще противоречия можно увидеть в окружающем нас мире?

— Дождь должен идти, чтобы был урожай, и его не должно быть, чтобы можно было загорать!

— Домашние задания нужны, чтобы усваивать материалы, и их не должно быть, чтобы было больше времени на отдых! Ясно, что противоречий вокруг нас великое множество. В. И. Ленин назвал ядром диалектики первый из ее законов — **закон единства и борьбы противоположностей**. Эта борьба и приводит к

появлению противоречий. Допустим, мы хотим увеличить скорость самолета. Для этого что нужно сделать?

— Поставить более мощный двигатель!

— Верно. Но такой двигатель будет и более тяжелым, потреблять больше горючего, на него уйдет больше металла. Попытка выиграть в одном — в скорости привела к проигрышу в другом. Так происходит в любой области человеческой деятельности: технике, науке, спорте, искусстве — везде, где возникает необходимость что-то улучшить, усовершенствовать, приходится сталкиваться с противоречиями. Противоречие — результат развития и его двигатель.

— Результат развития — это понятно,— задумчиво тянет Миша, один из самых «проницательных» новичков,— но двигатель... Ведь противоречие мешает развитию, тормозит его. Мы хотим что-то сделать лучше, а оно не дает!

Отличный вопрос. Что же делать с противоречиями? Один из путей — компромисс, примирение противоположных требований. Так появляется портфель каких-то средних размеров, самолеты с крыльями «средней» площади, которые обеспечивают неплохую скорость и достаточно безопасную посадку. Но наступает момент, когда скорость нужно увеличить еще больше, а поступиться безопасностью посадки нельзя. Противоречие становится острым, развитие останавливается. А остановка в развитии — это смерть для любой системы. И тогда — «через невозможное — вперед!». Противоречие разрешается в результате появления принципиально новой конструкции, качественного скачка. Тогда самолет приобретает крыло с изменяемой геометрией: оно имеет большую площадь при взлете и посадке и малую во время полета. Теперь вопрос к ребятам:

— Приходилось ли вам встречаться с техническими решениями, напоминающими самолет с изменяемой геометрией крыла?

Ребята озадаченно молчат. Нужно помочь.

— Например, стул должен быть низким, чтобы на нем было удобно сидеть высокому человеку, и должен быть высоким, чтобы было удобно сидеть человеку небольшого роста. Теперь сразу трое вспомнили вращающийся стул пианиста, и аналогичные решения посыпались:

— У машины разные скорости, в зависимости от дороги.

— У нас дома есть регулятор яркости освещения.

— Кресло-кровать, раздвижной стол...

— Правильно. А как можно назвать общий для всех этих предметов прием разрешения противоречия?

— Изменяемость, изменчивость!

— В разное время — разное!

— Верно! В теории решения изобретательских задач один из основных приемов разрешения противоречия — **разделение противоречивых требований во времени**. Вот, посмотрите...

Мы снимаем со стены и вешаем поближе к доске плакат «Основные приемы разрешения противоречий». Попробуем использовать его для решения задач.

Основные приемы разрешения противоречий

1. Разделение противоречивых свойств в пространстве.

- 1.1. Разделить систему на части, придав им противоположные свойства.
- 1.2. Вынести из системы часть с ненужным свойством или, наоборот, внести часть с нужным свойством.
- 1.3. Раздробить объект на множество частей.
- 1.4. Использовать имеющиеся пространственные ресурсы: незанятое место, обратные стороны площадей, многоэтажную компоновку, размещение одной части внутри другой.

2. Разделение противоречивых свойств во времени.

- 2.1. Разделить время действия на промежутки, придав системе в разное время противоположные свойства.
- 2.2. Преодолеть опасные этапы с большой скоростью.
- 2.3. Добиться непрерывности полезного действия; использовать паузы и промежуточные ходы.
- 2.4. Совместить несколько действий во времени.
- 2.5. Выполнить вспомогательные действия или часть основного действия до или после основного действия.
- 2.6. Использовать перевод к импульсному действию, к колебаниям.

3. Системные переходы.

- 3.1. Объединить однородные или неоднородные системы в надсистему.
- 3.2. Перейти от системы к антисистеме или ее сочетанию с антисистемой.
- 3.3. Наделить всю систему одним свойством, а ее части — противоположным.
- 3.4. Перейти к системе, работающей на микроуровне.

4. Фазовые переходы.

- 4.1. Изменить фазовое состояние Части системы или внешней среды.
- 4.2. Использовать «двойственное» состояние части системы (переход этой части из одного состояния в другое в зависимости от условий работы).
- 4.3. Использовать явления, сопутствующие фазовому переходу.
- 4.4. Заменить однофазовое вещество на двухфазовое.
- 4.5. Использовать физико-химический переход; возникновение — исчезновение вещества за счет разложения — соединения, ионизации — рекомбинации.

Задача 5. Газосварщик работает в защитных очках со специальными темно-синими стеклами. В инструкции сказано: очки следует содержать в чистоте, протирать стекла мягкой тряпочкой. А как быть с капельками расплавленного металла, прилипшими к темным стеклам? Их не только тряпочкой, ножом не отскоблишь. Сварщик перестает видеть, что сваривает,

стекла надо менять. Но, оказывается, темно-синие стекла — дефицит. Какое здесь противоречие?

— Стекла нужно менять часто, а их не хватает,— рассуждает Дима.

— Стекла нужно менять часто, чтобы сварщик хорошо видел, и нельзя менять часто, потому что их мало,— более четко формулирует Таня.

— А простые стекла ведь нетрудно доставать? — спрашивает Миша.

— Конечно, нетрудно. Но простое стекло не защитит глаз.

— Тогда противоречие можно сформулировать так: «Стекла должны быть синие, чтобы защищать глаза, и должны быть простые, чтобы их было легко достать!».— Отлично! А как такое противоречие разрешить? Посмотрите на плакат!

— В пространстве! В одном месте синее, а в другом — простое!

— Точно! Двойное стекло! Снизу синее, а сверху — простое из оконного стекла. Меняй хоть по два раза в день. А синие стекла — чистые!

— А вот еще противоречие, которое разрешается в пространстве: надувная лодка дома маленькая, а в воде — надутая, большая.— Это наконец заговорил самый младший из новичков — Алеша. Он только перешел в седьмой класс и стесняется высказываться при более взрослых ребятах.— Или это во времени? — вдруг засомневался он.

— Ничего страшного, это не ошибка,— успокаиваем мы Алешу.— Бывает разделение одновременно во времени и в пространстве. Приемов разрешения противоречий много, мы с ними еще будем работать, а сегодня занятие уже пора заканчивать. Но ребята не торопятся уходить.

— А если противоречие разрешилось, оно уже не мешает развитию? — спрашивает Миша.

— Дубинка первобытного охотника должна была быть тяжелой, чтобы поразить зверя, и должна была быть легкой, чтобы ее было нетрудно носить... Катапульта должна была быть тяжелой, чтобы метать большие камни, и легкой, чтобы ее было легко перевозить... Пушка должна быть тяжелой, чтобы... и легкой, чтобы... Противоречие, разрешенное на каком-то уровне, часто возникает снова. Иногда оно маскируется, становится совсем непохожим на себя. А задача изобретателя всегда одна: найти его и разрешить.

— А бывают противоречия в искусстве? — спрашивает Таня.

— Сколько угодно. Вот, например.

Задача 6. Переводя на русский язык «Алису в стране чудес» Льюиса Кэрролла, известная советская переводчица Наталья Димурова столкнулась с трудной проблемой, Стихи в «Алисе...» — пародии на известные каждому англичанину с детства произведения, но русский читатель с ними незнаком. И пародии теряют свой смысл. Можно было, конечно, сделать пародии на известные русские стихи, но тогда пропадает английский характер книжки. Как быть?

Решить эту задачу мы не успели. Появился гонец дежурного отряда и объявил, что если секция РТВ не отправится немедленно в столовую, обедать она

будет в ужин! Ребята (и Преподаватели тоже) вдруг вспомнили, что они здорово проголодались. Все помчались в столовую...

Вечерние размышления. Учить диалектике школьников?! Бесполезно! Слишком это сложно и серьезно. Разнообразить занятия можно разве что за счет анекдотических историй. А они быстро кончаются. Так утверждали многие учителя, ученые-философы, с которыми мы беседовали. Но почему сегодняшним школьникам должно быть непонятно то, что было доступно древним?

Древнегреческий философ Гераклит понимал диалектику как постоянное развитие мира, его движение, изменение. «Все течет, все изменяется» — его бессмертные слова дошли до наших дней. Отдельные элементы диалектики как способа мышления с помощью противоречий были присущи даже первобытным людям. Психологи, этнографы, изучая психологию древних людей и современных племен, еще не знакомых с цивилизацией, пришли к выводу, что первобытное сознание, в отличие от нашего, не боялось противоречий, не стремилось их избегать. Да и дети двух-трех лет вполне спокойно их воспринимают:

- Я еду на саночках, и Луна едет за мной.
- А за Колей она тоже едет?
- Тоже.
- Что же, она едет в разные стороны?
- В разные...

Но вот ребенок подрастает, овладевает основами логики, и реакция его меняется: теперь он очень не любит противоречий, они его сбивают с толку, пугают. Нормальная реакция на противоречие в пять-шесть лет — слезы... Что-то от этого страха мы сохраняем на всю жизнь! В этом — одна из основных трудностей изучения диалектики.

Противоречия разрушают житейскую логику, логику формального, нетворческого, неизобретательского мышления. А для того чтобы находить принципиально новые, изобретательские идеи, нужно не избегать противоречий, а наоборот, смело идти им навстречу, часто даже умышленно их обостряя: чем острее, непримиримее противоречие, тем ближе время его разрешения и тем легче его, как правило, удастся разрешить. Анализ многих тысяч изобретений, проведенный Г. С. Альтшуллером, показал, что противоречие — причина возникновения изобретательской задачи и неотъемлемый ее признак. Оно означает, что попытка решения задачи известными методами и средствами завела в тупик, и сделать следующий шаг в совершенствовании объекта можно, только разрешив это противоречие с помощью специальных приемов, которые тоже были выявлены при анализе изобретений. Поэтому значительная часть обучения методологии изобретательства — тренировка в выявлении и разрешении явных или скрытых в глубине изобретательской задачи противоречий, то есть решение этих задач. Решать их очень интересно. И это тренировка не только в изобретательстве, но и в диалектике. Получается, что основами диалектики можно овладеть без скуки... Завтра открывается дискуссионный клуб. Для нас это еще одна форма учебной работы по привлечению ребят к творчеству, позволяющая

охватить не только нашу секцию РТВ, но и все остальные. Получится ли у нас настоящее обсуждение? Не будет ли это монологом взрослых при пассивном участии ребят? Поэтому на завтра запланирована дискуссия по теме, в которой много нерешенных вопросов.

На первом заседании предстоит выяснить с ребятами, что такое творческая личность, как ею стать, нужно ли к этому стремиться? Непростые вопросы, ответы на которые неочевидны и для многих взрослых. Даже в рассуждениях выдающихся ученых на эту тему царят порой путаница, предрассудки, косность. «Творчество — удел немногих, избранных, получивших свой особый талант от рождения... Нет и не может быть рецептов, как стать творческим человеком» — утверждают они и призывают искать таланты, как грибы в лесу.

Такой взгляд на природу творчества устраивает многих. И тех, к кому, по их собственному выражению, природа оказалась щедра и одарила талантом — им приятно сознавать себя избранными. И, как ни странно, тех, кого природа обделила. «Не дано таланта» — и это оправдание безделью, потребительству... В наше время такой взгляд нетерпим. Эпоха научно-технической революции потребовала миллионов изобретений. Сегодня ясно, что ускорение научно-технического прогресса не может быть достигнуто трудами гениальных одиночек. Каждый на своем рабочем месте должен уметь решать творческие задачи — это одно из условий успеха той гигантской перестройки, которая началась в нашей стране.

Сегодня бурно развивается наука о том, как делать изобретения — ТРИЗ. Этого мало. Срочно нужна наука, как «делать» творческие личности. ТРИЗ начиналась с изучения патентного фонда изобретений, выявления общих закономерностей создания изобретений. Есть ли «патентный фонд» творческих личностей? Конечно. Сотни томов серии «Жизнь замечательных людей», тысячи других книг. А если поискать, что общего у творческих людей, работавших в разных областях, в разные эпохи? Тогда можно будет установить закономерности их становления... С выявления главных качеств творческой личности начали такую работу Г. С. Альтшуллер и И. М. Верткин. Об этих качествах мы и будем говорить завтра. Получится ли дискуссия? Ведь она возникает тогда, когда у участников есть какие-то первоначальные знания, убеждения. Поэтому мы предложили ребятам к ней подготовиться, каждая секция расскажет об одном из творцов науки, которой они занимаются.

Конечно, у нас не хватит времени на подробное обсуждение каждого. Мы договорились, что ребята постараются определить то главное, что сделало человека творческой личностью.

ДЕНЬ ПЯТЫЙ

КАК ВЫГЛЯДИТ СЛОН? СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

Первыми сегодня в классе появились Таня, Миша, Дима, ставшие за эти дни неразлучными. Прошлись, как обычно, вдоль стен и замерли: рядом с плакатами — репродукции странных картин. Фантастические уроды и демоны, химеры, картины адских пыток вперемежку со сценками городской или деревенской жизни, вселенские катаклизмы с тщательной прорисовкой деталей, невиданные сочетания красок... Это работы нидерландского живописца Хиеронимуса Босха, одного из самых загадочных художников XV века. Ребята заинтригованы: зачем картины? Но речь пока о другом. Несколько лет назад на одном заводе проходило обучение ТРИЗ. Как обычно, после учебных задач перешли к нерешенным производственным проблемам. Одну из них не могли решить уже много лет.

Задача 7. Детали, получаемые литьем в земляную фирму, нужно потом очищать от приставшей горелой земли. Делают это с: помощью сильной струи воздуха. Получается неплохо, но есть недостаток: подхваченные струей песчинки взлетают в воздух, засоряют атмосферу цеха. Нужно бы поставить воздухоочистные установки, но участок старый, для них совершенно нет места... Как быть?

К удивлению слушателей, вместо того, чтобы сразу приступить к решению задачи с помощью ТРИЗ, преподаватель стал расспрашивать их о...

— Как вы думаете, о чем он их спрашивал?

Ребята, немного загипнотизированные картинами Босха, отвечают сначала не очень активно, но вскоре на нас обрушивается шквал вопросов:

— Какая это деталь?

— Сколько она весит?

— На каком заводе это происходило? И еще масса вопросов, совершенно бессистемных и, как правило, несущественных...

А о чем спросил бы опытный изобретатель? Его мышление отличается особенностью, которую называют **системным подходом**. Обычно, когда хотят улучшить какую-то деталь или машину, сосредоточивают все внимание на ней. Она перед глазами как на экране: яркая, объемная и... неизменная, не поддающаяся совершенствованию. А в голове опытного изобретателя горят десятки экранов одновременно, как на мониторе телережиссера, на каждом экране — своя картинка, но все вместе они представляют машину с разных точек зрения. Допустим, нам нужно усовершенствовать автомобиль. Вот он перед нами на центральном экране. А вокруг него — другие экраны, поменьше. Вот группа экранов, на которых видны узлы и детали — подсистемы автомобиля. А вот экраны, на которых наш автомобиль представлен как часть некоторой более общей системы (надсистемы) всего автомобильного производства или системы дорожного движения. Целая серия экранов показывает, какие процессы идут внутри автомобиля, как превращается энергия топлива в механическую энергию

движения. А на этом экране постоянно идет кинофильм, где показывают историю автомобиля — от старинной кареты до «жигуленка», и можно даже разглядеть неясные контуры автомобиля будущего. Такую систему Г. С. Альтшуллер назвал **многоэкранной схемой талантливое мышления**.

Практически все современные системы сложны, включают в себя множество подсистем, связанных друг с другом. Связи эти разветвленны и запутанны, поэтому изменения в одной части системы неминуемо отражаются на других ее частях. Вот и получается, что улучшить работу какой-либо ее части можно, совершенствуя не эту часть, а совсем другую, и главное увидеть, какую именно — для этого и нужны все эти экраны. Трудно ли научиться такому мышлению? И опять так же, как и в случае с диалектикой, оказывается, что были в истории человечества времена, когда весь мир представлялся единым таинственным механизмом, все части которого связаны незримыми нитями. В основе средневекового мировоззрения лежала идея о божественной сущности всех вещей и явлений. Поэтому совершенно естественной казалась связь судьбы человека со звездами, а астрология была важнейшей наукой. ...Четыре планеты подчиняют себе каждая один из главных природных элементов или стихий: землю, воду, огонь, воздух. Стихии в свою очередь оказывают влияние на четыре человеческих темперамента. Планеты и стихии имеют своих «представителей», «подшефных» среди минералов, растений и животных, которые являются воплощением некоторых человеческих пороков или добродетелей. Вся система мироздания от светил до насекомых замыкалась на человеке, связывала его мистическими связями, предопределяла его будущее... Картины Босха — яркий пример средневекового системного мышления. За нехитрыми, на первый взгляд, сюжетами скрываются религиозные или космогонические концепции, представления о таинственных связях, тщательно зашифрованные и доступные только посвященным.

Вот, казалось бы, обыкновенная жанровая сценка. Выходит из таверны путник, позади него обычная крестьянская жизнь: на дворе животные — корова, свинья, петух... Но по народным представлениям это не просто животные, а символы нечестивости, человеческих пороков, а в астрологической символике эта картина превращается уже в аллегорию планеты Сатурн, самой несчастливой по тогдашним представлениям планеты, известной своим дурным влиянием на судьбу человека.

Вся эта громоздкая, фантастическая система мышления рухнула вместе с крушением идеи о божественной природе всего происходящего. Распались мистические связи, на смену астрологии пришли настоящие науки, пришли — и разошлись в разных направлениях. И ученые стали часто уподобляться слепцам, которым согласно старинной легенде однажды довелось «познакомиться» со слонем. Один ощупал хобот и потом рассказывал, что слон — это свисающая сверху змея. Другой, которому досталась нога, утверждал, что слон — это толстая

колонна. А тот, кого подвели к слоновьему боку, доказывал, что слон похож на каменную стену...

Сегодня системный подход возрождается на новой научной основе. Появилась наука «Системный анализ». Многие в ней еще не ясно, ученые не договорились даже еще о точном определении, что такое система. Но главное ее свойство очевидно: система обладает неким «системным» свойством, которого нет у ее частей. Например, система «самолет» обладает свойством летать. Однако ни мотор, ни крыло, ни фюзеляж в отдельности не летают.

Системное свойство может быть полезным, а может — и вредным. Со странным явлением столкнулись в электротехнике на заре ее развития: электрические машины, отлично работавшие поодиночке, быстро выходили из строя при совместной работе. Только глубокое исследование показало, что при неудачном сочетании индуктивности машин и емкости соединительных проводов возникают настоящие колебательные контуры, в которых развиваются резонансные явления, разрушающие машину. Проявилось системное свойство. Но вернемся к нашей задаче про очистку литья.

— Так какие вопросы нужно задать «хозяевам» задачи?

— Нужно выяснить, что это за система!

— Что в ней есть еще, кроме участка, где чистят отливки? Так и было.

Преподаватель, задавая вопросы, стал строить системную таблицу: квадратики, связанные между собой линиями. Он выяснил, что участок очистки отливок находится в литейном цехе, где есть и другие участки: вагранки, где плавят чугун, участок разлива чугуна в формы. А в дальнем углу цеха, недалеко от вагранок, стояла установка для очистки печных газов, работавшая с большой недогрузкой.

— Теперь ясно, что предложил преподаватель? — Конечно, очищать воздух от пыли и песка на той установке! — Так не бывает! — возмущается Дима. — Неужели они сами этого не видели!

Не видели. Более того, когда начальник цеха по просьбе преподавателя рисовал схему цеха, он даже не упомянул установку. Только когда его спросили: «А что находится в этом углу?», он пожал плечами и со скукой в голосе (был уверен, что эти вопросы не помогут) сказал: «Да тут у нас...» и ошалело посмотрел на преподавателя...

Ребята просят еще задачку, но мы предлагаем им поиграть в «системную игру».

— Как связаны между собой фонарь около нашей столовой и пароход, плывущий сейчас по Черному морю?

Молчание. Приходится в первый раз помочь: фонарь получает электроэнергию от стоящей на Днестре электростанции, а как раз сейчас (вполне возможно!) воды этой реки омывают корабль. Но это только один вариант. А еще?

Ребята поняли идею игры. Теперь вариантов много:

— Metallург, который отливал сталь для опоры фонаря, теперь плывет на этом пароходе!

— Стекла иллюминаторов и фонаря сделаны на одном заводе! И так далее...

— А вот тридцать лет назад в одном вычислительном центре был обнаружен странный факт,— продолжает Преподаватель.— Электронная машина влюбилась в девушку. Нечего смеяться! Действительно, было замечено, что когда одна из программисток появлялась в машинном зале, ЭВМ начинала ошибаться. Как это объяснить?

Ребята задумались. Легко придумать связь фонаря с кораблем — не проверишь. А здесь нужно проанализировать систему, найти реальную связь. Вообще-то задача очень простая, легко решается методами ТРИЗ, но новички их еще не проходили, а старичкам рекомендовано воздерживаться от подсказок. Новички совещаются, предлагают фантастические варианты: девушка — диверсант; путаются не машины, а обслуживающий персонал при виде красавицы. На ответ выходит Таня. Представив себя на месте девушки, она догадывается, что виновато ее платье. Тогда носили платья из синтетической ткани, на таком платье от трения возникало статическое электричество, сбивающее с толку машину...

— А как связаны между собой звезда Альтаир и кусок мела? Мы смело задаем этот вопрос, потому что уверены, что связи между любыми объектами непременно найдутся. Занятие закончено. Со звездой и мелом разберутся на досуге.

ПЕРВАЯ ДИСКУССИЯ О ТВОРЧЕСТВЕ

(Качества творческой личности)

Солнце еще палит вовсю. На эстраде жарко, в столовой — душно. Поэтому дискуссионный клуб межнаучных контактов собирается за эстрадой, на лужайке в тени яблонь. Первые ряды заняли оперативные группы отрядов. Рядом с ними Советники — преподаватели, помогавшие ребятам готовиться к дискуссии. Ведущий клуба сегодня — преподаватель секции РТВ — предоставляет слово биологам.

— Николай Иванович Вавилов — выдающийся советский биолог. Внес большой вклад в такие разделы биологии, как эволюционное учение, систематика, биогеография, генетика. Отличался огромной целеустремленностью — еще в детстве решил стать биологом, несмотря на сопротивление отца, готовившего его к коммерческой деятельности. Очень много трудился — по 18 часов в сутки. На зарубежных селекционных станциях, где он работал, после его отъезда служащим давали недельный отпуск. Никогда не «давил» научных противников, наоборот, занимая высокий пост президента академии сельскохозяйственных наук, всеми способами поддерживал их, «Буду рад, если вы меня убедите» — таков был его подход к научным дискуссиям. И вместе с тем — верность своим убеждениям: «Пойдем на костер, будем гореть, но от своих убеждений не отступим»...

— Жюль Верн в детстве хотел стать моряком.— Это берет слово оперативная группа РТВ.— А стал писателем. Он наносил на глобус маршруты своих героев, и к концу его жизни на этом глобусе трудно было отыскать свободное место! Он изобрел новый жанр — роман о науке, путешествиях и открытиях. Много лет Жюль Верн изо дня в день с пяти до десяти часов утра

делал выписки в библиотеке из книг по самым разным областям науки и техники. И до последних дней у него был один режим работы: с утра — писание новых книг, после обеда — правка уже написанных. После его смерти осталась сделанная им картотека — 20 000 тетрадок с выписками по разным вопросам развития науки и техники.

Географы рассказывают об Алене Бомбаре, не географе, а враче. Бомбар пришел к выводу, что люди, потерпевшие кораблекрушение, гибнут не от недостатка пищи и воды, а от страха, неумения бороться за свою жизнь. Чтобы доказать это, он ушел в плавание на спасательном плотике один через Атлантику. Плавание длилось 65 дней, во время которых Бомбар питался рыбой и планктоном. Он похудел на 25 килограммов, у него развилось малокровие, слезли ногти, но он доказал, что человек может выжить в океане.

Герой астрономов — Константин Эдуардович Циолковский. В начале нашего века, когда еще и самолетов не было, он заявил, что человек должен выйти в Космос. Над ним смеялись обыватели, но он не обращал внимания и продолжал работать, издавая за свой счет маленькие книжки с первыми математическими выкладками космических путешествий, по которым учились Цандер и Королев.

Физика Петра Леонидовича Капицу молодая Советская страна послала за опытом и знаниями в одну из самых знаменитых физических лабораторий мира — в Англию, к Эрнесту Резерфорду. После длительной плодотворной работы в Кавендишской лаборатории над созданием сверхсильных магнитных полей любимый ученик Резерфорда вернулся домой, где переключился на другую область — физику сверхнизких температур. И еще раз пришлось ему сменить поле деятельности — на работу со сверхвысокотемпературной плазмой, с электроникой больших мощностей. И каждый раз, начиная практически с нуля, он добивался выдающихся успехов.

О литовском художнике М. К. Чюрленисе рассказывают ребята из секции искусствоведения и этнографии. Крупнейший музыкант Литвы начала нашего века, закончивший две консерватории, отказывается от почетной должности и поступает в рисовальную школу учеником. Но его картины не находят признания на родине. Чюрленис уезжает в Петербург, где полуголодный, больной лихорадочно пишет сказочно-фантастические картины, в которых слиты воедино живопись и музыка, динамичные, как еще не родившееся кино... Он умер в 36 лет никем не признанный. Но сегодня мир знает великого художника Чюрлениса — открывателя новых путей в искусстве!

...Люди, чьи жизни останутся в памяти человечества: путешественники Георгий Седов, Роберт Пири, Руаль Амундсен, ученые Эрнест Резерфорд, Павел Ощепков, Роберт Вуд, Джеймс Максвелл, врачи Николай Пирогов, Игнац Земмельвейс, великие артисты Марсель Марсо, Галина Уланова, Мария Ермолова и многие, многие другие... Оперативные группы высказались, начинается обсуждение.

— Сергей Головин, секция астрономии. Я считаю, что главное качество творческой личности — это большая и очень важная для людей цель, как у

Циолковского, Бомбара. Чем больше хочет сделать человек, тем больше он делает.

— Аня Седова, секция биологии. По-моему, очень большая цель может отпугнуть — страшно, не знаешь, с чего начать. Многие начинали с того, что избирали сначала не столько цель, сколько область, в которой они хотели работать. Например, Вавилов хотел стать биологом. А чем он будет в биологии конкретно заниматься, еще не знал. Да и занимался он потом разными направлениями в биологии.

Начинается спор. Одни считают, что цель сразу нужно ставить большую, другие — что можно начинать и с не очень крупной цели, а потом...

Итог обсуждения подводит Советник — преподаватель секции психологии и социологии.

— Вы напрасно спорите, ребята. Просто есть люди с разным психологическим складом. Одни начнут работать только, если увидят перед собой глобальную цель, иначе им скучно. А другие втягиваются в творческую деятельность постепенно. У них цель — как отодвигающийся горизонт.

Итак, первое необходимое качество творческой личности — важная для людей цель. Назовем ее Достойной целью. А как с другими качествами?

— Виорика Мустяцэ, секция физики. Я считаю важнейшим качеством творческой личности творческие способности: гибкий ум, развитое воображение, умение наблюдать и анализировать, создавать новое.

— Таня Демина, секция РТВ. Я думаю, что настоящая творческая личность обязательно должна уметь переносить неудачи и трудности, сохраняя верность избранному пути, как Вавилов, Циолковский!

— И еще очень много работать, как Жюль Верн,— добавляет Аня.

— Дима Орлов, секция РТВ. Творческие способности, умение решать творческие задачи — это владение методами изобретательства, создания нового. Каждая творческая личность должна знать ТРИЗ! Эта теория объединяет все необходимое для техники решения изобретательских и творческих задач!

— Гена Зимин, секция биологии. А талант, интуиция — разве это не важно для творческой личности?

— А что такое, по-твоему, талант? — встречный вопрос Димы.

— Какие-то врожденные способности,— пытается ответить Гена,— так сразу и не определишь...

Пояснения дает Комиссар отряда РТВ, студент педагогического института:

— Сегодня можно с уверенностью сказать, что каждый нормальный ребенок рождается с этими особыми способностями. Иначе невозможно объяснить, как удастся полуторагодовалому ребенку научиться говорить, да еще иногда на нескольких языках сразу! Он сам справляется со сложнейшей работой, слушая нашу речь и постигая ее закономерности.

— Но если все дети от рождения обладают талантом, почему не все становятся гениями? — удивляется Таня.

— На этот счет тоже есть интересная гипотеза. Борис Павлович Никитин, много лет занимающийся вопросами развития способностей, считает, что есть оптимальный возраст для развития той или иной способности. Например, овладение речью приходится на полтора — два года. Возраст трех — четырех лет благоприятен для развития музыкальных способностей и т. д. Творческими людьми, по его мнению, вырастают дети, условия воспитания которых позволили развить способности вовремя. Если же время упущено, утрачивается та или иная способность. Талантливый человек по Никитину — это тот, кто сумел реализовать свои полученные от рождения задатки. Талант — это норма, считает он, а бесталанность — результат неправильного воспитания и обучения.

— Значит, мы уже не можем стать талантливыми? — растерянно спрашивает Таня.

— Нет, почему же? С угасанием способностей можно бороться, но стоит это огромного труда. А тем, кто начал вовремя, все дается играючи.

— А интуиция? — не сдается Гена.— Есть она или нет?

— Академик Алексей Николаевич Крылов в своей книге рассказал о Петре Акиндиновиче Титове, заведовавшем в конце прошлого века кораблестроительной верфью в Петербурге. Не имея даже диплома сельской школы, он был уникальным специалистом своего дела. Бывало так:

— Ну-ка, давай считать какую-нибудь стрелку или шлюпбалку,— предлагал он Крылову. По окончании расчета он открывал ящик своего письменного стола, вынимал эскиз и говорил:

— Да, твои формулы верные; видишь, я размеры назначил на глаз — сходятся.

— Интуиция? Да. Но что же это такое? Да именно то, чем наделен малыш, учащийся говорить,— умение подметить и использовать скрытые закономерности, которые не можешь выразить словами. Эти закономерности целенаправленно использовал Крылов, когда считал балку, и неосознанно, но совершенно точно — Титов, назначая размеры «на глазок». А вот там, где нет закономерностей — в игре в рулетку, например,— никакой интуиции не бывает. Именно те области, где человеку помогает интуиция, могут быть превращены в науку. Интуиция — признак скрытых закономерностей, их нужно выявить и научить каждого ими пользоваться не интуитивно, а осознанно. На этом основана ТРИЗ,— говорит ведущий.

К ТРИЗ в летней школе относятся с уважением. Слова просит Саша Постолаке, секция математики:

— Мы слышали от ваших ребят, что ТРИЗ учит решать творческие задачи, воспитывает творческие способности. Но ведь она появилась недавно. А раньше можно было учиться творчеству? Хотя бы на интуитивном уровне?

— Можно было. В истории человечества есть могучая школа творчества, зародившаяся вместе с человеком. Это искусство. Роли искусства в истории мы посвятим отдельную беседу.

— А вдохновение? — спрашивает Саша.— Все поэты и художники говорят о вдохновении. У Пушкина даже такое стихотворение есть.

«Вдохновение обычно возникает в процессе упорного, напряженного труда. Вдохновение ошибочно считают возбудителем работы. Вероятно, оно является в процессе успешной работы, как следствие ее»,— так говорил Горький.

Из столовой пришли звать дежурный отряд накрывать на ужин. Но ребята не хотят уходить с заседания, пока не будут подведены итоги дискуссии. Это делает ведущий.

— Из того, что здесь было сказано, можно заключить, что творческая личность должна иметь Достойную цель, уметь работать и решать свои задачи, не смиряться под ударами судьбы. Четыре качества. Но есть еще два, о которых говорилось либо вскользь, либо не говорилось вообще. Рассказывая об Амундсене, ребята упомянули, что он четко планировал свое будущее, буквально по годам, месяцам и строго следил за выполнением планов. Это очень важное качество для большинства творческих личностей. Путь к цели разбивается на ступени, которые осваиваются постепенно, возникает программа по достижению цели, выполнение которой тщательно контролируется.

Еще одно важное качество — результативность. О нем почти ничего не говорили, оно как бы подразумевалось. Но оно обязательно, должен быть налицо творческий результат, а не благие намерения. Таким результатом были научные труды Вавилова и Циолковского, десятки томов Жюль Верна, сам факт выживания в одиночном плавании через Атлантику Алена Бомбара. Обязательны ли все шесть качеств? Это зависит от уровня творческой личности. От низшего — человек однажды проявил какие-то творческие качества, решил, например, задачу, до высшего, когда вся жизнь человека — сплошное творчество, все качества работают с максимальной эффективностью. Интересно изучать и тех, и других. Почему вдруг творческие черты проявились в человеке? Почему они угасли? К сожалению, очень мало в истории человечества творческих личностей самого высшего уровня, таких, как Владимир Ильич Ленин, Леонардо да Винчи...

Вечерние размышления. Скоро полночь. Отгремела дискотека, закончился традиционный разбор дня. Мы обсуждаем итоги первой дискуссии. Ребята в обсуждении участвовали активно, хотя и не все. Нужно попытаться и этих, пассивных, включить в работу, но как? Пока не ясно. В целом дискуссия, пожалуй, получилась. Для нас это очень важно. Ведь овладение методами поиска нового еще не делает личность творческой. Наоборот, вооруженный современными приемами жулик, мещанин, властолюбивый маньяк станут только опаснее. Наша цель — не просто научить ребят решать задачи, но, в первую очередь, воспитать в них ростки Творческой Личности, для этого и нужны дискуссии, беседы.

Но почему дискуссии? Ведь мы уже знаем, каковы качества творческой личности, можем привести множество примеров куда убедительнее ребят. Сэкономить на этом массу времени. Можем... Но встает пугающий призрак скучного школьного урока, на котором в одно ухо вошло, в другое — вышло. А во

время дискуссии ребята напряженно слушают друг друга, радуются, когда удается сформулировать что-то новое. Насколько это лучше осознается и запоминается! В принципе это напоминает проблемное обучение, хотя и есть отличия, о которых мы поговорим позднее.

На веранде шум. Дискуссия продолжается в несколько странном направлении: стоит ли женщине становиться творческой личностью... Очень много ребята знают. Читают популярную литературу, смотрят телевизор. Но какая у многих путаница в голове! Хотя понемногу они уже начинают пользоваться понятием противоречия, системным подходом. Они медленно меняются на наших глазах — это так интересно! Вопросов на дискуссии было достаточно. Но не было одного, которого мы ждали. Никто не спросил, зачем нужно, чтобы все люди были творческими личностями? Может быть, для членов научного общества ответ на этот вопрос очевиден? Ведь они попали в летнюю школу, потому что хотят заниматься творчеством. Или просто не задумываются? «...Вся история человечества — это история разрушения пирамид, борьба за равные права», — рассуждает судебный врач Прокшин, герой фантастического рассказа «Опалющий разум» Г. Альтова (это литературный псевдоним Г. С. Альтшуллера). Мы с ребятами читали этот рассказ вчера на пляже. Сначала была пирамида физической силы: кто сильнее, тот получает все. Она была разрушена. Потом пришел черед пирамиды знатности происхождения, разрушенной буржуазными революциями. Ей на смену пришла пирамида богатства, сметенная в нашей стране социалистической революцией. Но настоящего равенства еще нет, осталась пирамида способностей, закрывающая большинству людей доступ к самой большой в жизни радости — к творческой работе. От каждого — по способностям, каждому — по потребности. Этот лозунг все мы знаем с детства. Но ведь на определенном этапе главной потребностью человека становятся сами способности! Сегодня ясно, что любому потреблению, неважно, материальному или духовному, свойственно насыщение. Рано или поздно надоедает гоняться за полированной мебелью и хрусталем, приедаются путешествия и посещения модных концертов, даже чтение хороших книг, если оно не сопровождается самоусовершенствованием. Единственная ненасыщаемая потребность — творчество, заключающееся не в потреблении, а в отдаче.

Судебный врач Прокшин изобрел способ разрушения последней пирамиды.

ДЕНЬ ШЕСТОЙ

КАКОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ КРАСИВЕЕ?

— Вот, ребята, перед вами два изобретения. Какое из них вам больше нравится? Преподаватель взял со стола две карточки и прочитал:

— Для получения тонких труб используют прошивной стан, на котором несколько валков проталкивают вперед и одновременно вращают нагретую докрасна сплошную заготовку, а крепкий стальной штырь пробивает в ней отверстие. Но при этом одни валки давят на заготовку чуть сильнее, чем другие, штырь слегка изгибается — и в результате у готовой трубы получаются стенки разной толщины. Для уменьшения разностенности было предложено снабдить каждую пару валков гидравлическими домкратами, регулирующими нажим на заготовку. Для определения положения трубы была разработана лазерная система измерения, а для управления положением штыря установлен электромагнит. Работой всей этой системы управляла вычислительная машина. Правда, условия работы для электроники не самые лучшие: высокая температура, летит окалина...

А вот другое изобретение. Предложено все оставить, как было, только заготовку в момент прошивки равномерно охладить снаружи. Тогда ее наружный слой будет существенно тверже, чем внутренний, штырь пойдет по мягкой сердцевине и не сможет никуда отклониться.

Ребята с полминуты «переваривают» решения, потом Боря под общий хохот восклицает:

— Как сквозь макаронину!

— Так какое изобретение вам больше нравится?

Большинство за второе. Почему? Ведь в первом так все здорово: лазеры, вычислительная машина.

— Второе красивее,— задумчиво тянет Дима.— Наверное, красивее — это когда проще, как в сказке: раз-два и готово!

— Техника должна становиться проще, незаметнее,— заявляет Таня.

— Ну да, наоборот, все становится больше, сложнее! — возражают ей. Таня и сама это понимает, но упорно отстаивает свою позицию. Страсти накаляются, пора вмешиваться.

— А как бы вы себе представили идеальный автомобиль? — спрашивает Преподаватель.

— Скорость 200 километров в час!

— Литр бензина на 100 километров!

— Чтобы никогда не ломался...

Предложений масса, ребята разбираются в автомобилях куда лучше Преподавателя. Но ответы не те, что нужно.

— Идеальная машина — это машина, которой нет, а ее функция выполняется! — не выдерживает Боря.— Значит, нужен не автомобиль, а чтобы можно было оказаться в любое время в нужном месте!

— Как это — машины нет? — удивляются новички. Да, именно так в ТРИЗ определяется понятие идеальной машины. Важнейший закон развития техники говорит, что все системы стремятся стать идеальнее, приблизиться к идеальной машине. Это, конечно, не значит, что все они должны исчезнуть. Просто идет развитие, в результате которого на каждый килограмм веса машины, на каждый кубический сантиметр ее объема приходится все больше полезных функций. Например, турбогенератор, созданный в пятидесятых годах, при мощности 100 тысяч киловатт весил 250 тонн. А турбогенератор мощностью 500 тысяч киловатт, созданный в семидесятых годах, весил 380 тонн. Если посчитать мощность, приходящуюся на каждый килограмм веса, то у нового генератора она в 3,3 раза больше. Турбогенератор «исчезает» — железа становится меньше, а энергии — больше! Габариты портативных радиоприемников почти не изменились за двадцать лет. Но насколько они лучше работают, насколько больше выполняют функций! Теперь в них встроены магнитофон, стереосистема, электронные часы. А через несколько лет, наверное, будет и телеэкран...

— С генератором и приемником — это ясно. А вот с машиной, которой нет, а функции выполняются — непонятно. Так же не бывает!

Не бывает?

Задача 8. Во время гражданской войны инженер Коржевников сопровождал состав, на платформах которого были закреплены новенькие самолеты со снятыми для удобства перевозки крыльями. На одной из стоянок, когда паровоз ушел заправляться водой и углем, напали белые. Охраны у поезда почти не было, единственный шанс спасти самолеты — уехать, но паровоза нет! Что делать?

— А пулеметы у самолетов были?

— Пулеметы были, но без патронов.

— А моторы?

— Моторы были, даже топлива немного было в баках самолетов.

— Но тогда все ясно! Запустить моторы, пусть они потянут состав!

Такое решение и принял Коржевников. Паровоза не было, а его функции выполнялись.

— Значит, машина исчезает, а свои функции перекладывает на другую машину, которая есть рядом!

— Правильно. Это называется использованием ресурсов в системе. Коржевников использовал взамен паровоза энергию моторов. Такой ресурс называется энергетическим. Есть и другие виды ресурсов, которые можно использовать для повышения идеальности технической системы.

Задача 9. У массивной стальной шестерни привода экскаватора стерлись верхушки зубьев, всего на 1-2 миллиметра, но шестерня диаметром в несколько метров непригодна к работе. Как быть?

— Наварить зубья!

— Это непросто. После наварки нужно все зубья обработать. Ремонт получается сложный.

Больше предложений нет. А если представить себе, как было бы в идеальном случае? Ну, например, у нас есть волшебная палочка, выполняющая любое желание.

— Пусть каждый стершийся зуб сам вырастет!

— Как же, сам!— скептически замечает Женя.— Само ничего не делается. Хотя...

— Я придумал!— кричит Миша.—Нужно зуб немного расплющить!

Действительно, нам не хватает совсем немного металла, а в самой шестерне его много. Металл — наш ресурс вещества. Просто его нужно «перегнать» из одного места в другое. Это правильный ответ. Так ремонтируют не только шестерни. Но важнее другое: ребята поняли, что хорошее, близкое к идеальному решение можно получить, если не вводить «со стороны» энергию, вещества, а использовать то, что в системе есть, но не применяется,— ее ресурсы. Множество изобретений сделано именно таким образом: люди додумались, что можно применить неиспользуемую энергию, пустое место, время, не занятое полезным делом и т. д.

Обычно требуется немалая изобретательская зоркость, чтобы разглядеть нужный ресурс. Но и к этому нужно подойти системно: разобраться, какие виды ресурсов бывают вообще, где они «прячутся», как их использовать с наибольшим эффектом. И, конечно, очень важно попрактиковаться в решении задач.

Задача 10. Танкеры привозят нефть и перекачивают ее на нефтеперегонный завод, стоящий на берегу. Для хранения нефти заводу нужны огромные резервуары. Где взять для них место? Все свободное пространство занято заводскими строениями.

— Какой ресурс нам нужен для решения проблемы?

— Нам нужно место — значит, пространственный.

— Хорошо. С видом ресурсов мы определились. А теперь посмотрим, что у нас есть на самом деле.

— У нас есть система — танкер. А вокруг — море, завод, поверхность земли, воздух...

— Верно. У нас целых пять пространственных ресурсов: поверхность земли, поверхность воды, пространство под водой, под землей и в воздухе. Что использовать?

— Поверхность земли ограничена. Из-за этого и возникла задача. Поверхность воды занимать нельзя — там корабли должны плавать.

— И в воздухе не получится, нужно ставить высокие столбы...

А может быть, хранить в воздушных шарах?

— А как будут летать самолеты?

— Лучше под водой! Затопить старый танкер и использовать его как резервуар.

— Во время Сталинградской битвы в Волге затонула баржа с бензином. Поднять ее было практически невозможно под обстрелом. И тогда водолазы

протянули к ней под водой трубу и спокойно качали топливо под носом у немцев,— рассказывает Преподаватель.

— А подземные хранилища? А вдруг под землей есть пещеры или выработанные шахты? Там тоже можно хранить нефть!

— Конечно! Но мы забыли о ресурсе другого вида. Почему нужны хранилища?

— Завод работает непрерывно, а танкеры приходят редко...

— Пусть танкер сам перерабатывает нефть, пока везет — и не нужны будут хранилища...

Такие решения известны. Здесь использован ресурс времени — время перевозки. Построены танкеры-заводы, которые в пункте назначения сливают продукты переработки.

— А можете сами привести примеры использования ресурсов?

— У нас в селе во многих дворах сажают овощи вокруг фруктовых деревьев,— рассказывает Алеша.— Это пространственный ресурс. И еще я видел опрыскиватель для сада, в котором давление жидкости создается при ходьбе работающего с ним человека: насос закреплен на сапоге.

— А это какой ресурс?

— Энергетический...

— Бетоновоз везет и одновременно перемешивает бетон — это временной ресурс! — вспоминает Таня.

— Не только временной,— замечает Женя.—Еще и энергетический — для вращения бака используется энергия движения автомобиля!

— А я видел: мощный гусеничный экскаватор стоит на специальной платформе, а ее везет по городу колесный трактор...— начал Дима.

— Это потому, что гусеницы испортят асфальт, иначе нельзя,— перебивает его Женя.

— Понятно,— продолжает Дима,— но ведь зря пропадают энергетические ресурсы — мотор самого экскаватора. Наверно, можно было бы его использовать?

— Конечно. Есть такое изобретение — самоходная тележка, у которой колеса соединяются ремнями с ведущими шестернями гусениц, а устройство управления — от рычагов экскаватора.

— Получается, что если найти неиспользованный ресурс, можно сделать изобретение? — спрашивает Дима.

— Можно. Ведь использование ресурсов — это проявление закона повышения идеальности технических систем. А законы сегодня подсказывают нам, какими станут машины завтра.

— Как в хроноскопе! — вырывается у Жени.

— А что такое хроноскоп? — спрашивает Таня.

— Хроноскоп — это фантастический прибор,— обстоятельно объясняет Женя,— который позволяет увидеть прошлое или будущее, как на экране телевизора.

— Но тогда таких экранов должно быть много, столько, сколько законов,— говорит Таня.

— Идея насчет экранов хроноскопа хорошая, мы ее обязательно используем, рассказывая о конкретных законах развития технических систем. Так какое изобретение самое красивое? — возвращаемся мы к началу занятия.

— Ясно, то, которое идеальнее и в котором затрат как можно меньше, а результат — больше!

ТУРНИР РЫЦАРЕЙ ТВОРЧЕСТВА

Все собрались у эстрады. Ужин сегодня приготовили пораньше, чтобы больше времени осталось для турнира. Солнце уже низко, стало прохладней. На сцену с двух сторон выходят восемь боевых групп, в группе — по 6 человек. Своих «боевиков» выставили отряды физиков, искусствоведов-этнографов, математиков, биологов, химиков, техников, астрономов и геологов. Нет только группы отряда РТВ — было бы несправедливо пускать в бой ребят, специально обучающихся решению хитрых задач, против необученных. Но зато в каждой боевой группе есть свой «играющий тренер» из отряда РТВ. Боевые группы выстроились полукругом. У каждой свой герб: у химиков — колба, из которой, усмехаясь, вылетает джинн, у биологов — на фоне резного дубового листа головка ромашки, у астрономов — хвостатая комета с игривой рожицей, танцующий робот у техников, человечек с рюкзаком у геологов.

Появляется Распорядитель — старший судья турнира. Он разворачивает свиток и торжественно зачитывает слова рыцарской клятвы:

Рыцарь — не односторонний специалист, подобный флюсу — ему интересно все на свете.

Рыцарь стремится не выиграть, а научиться думать.

Тот, кто имеет рыбу, сыт один день, тот, кто имеет сеть, будет сыт всегда.

Рыцарь знает: мышление не терпит суеты. Рыцарь предпочитает наказание за избыток фантазии поощрению за ее недостаток.

Не будь пробочником!

Последняя заповедь вызывает смех среди зрителей, и Распорядитель строго объясняет, что пробочник — человек, который ищет решения методом проб и ошибок, кричит «А если сделать так?» вместо того, чтобы подумать. «Боевики» торжественно повторяют заповеди и покидают сцену, на которой остаются только группы физиков и искусствоведов-этнографов — им предстоит сражаться первыми. На сцену вызывается жюри. Пять преподавателей усаживаются в центре, боковые столы занимают «боевики». Сражение будет происходить в три раунда (тут вкрался не рыцарский, а боксерский термин, он точнее отражает суть дела). Первый раунд — представление домашних заданий, второй — решение задач, предложенных жюри, третий — обмен «ударами» (группы решают задачи, заданные противниками). За хорошо выполненное задание или правильный ответ — два балла. За неверный, но остроумный ответ — один балл. За красивую задачу

— один балл. За задачу, решение которой требует только эрудиции, один балл снимается. Зрители тоже могут принять участие в сражении и помочь своей команде — предлагать свои решения Распорядителю, за правильный ответ — 0,5 балла. Система олимпийская — проигравший выбывает из борьбы, отряд-победитель получает Главный Приз и право выбрать королеву заключительного карнавала.

Первыми выступают искусствоведы-этнографы. Они получили задание всесоюзного конкурса «Малый интеркосмос». Вперед выходят две девочки, на головах у них что-то вроде космошлемов.

— Ну, с прибытием!

— А тебя — со скорым отлетом! Даже завидно, никто не летал еще так далеко!

— Да, Денеб — это не шутка, не меньше двадцати лет пути в один конец!

— А вы хорошо подготовились?

— Конечно! Все системы в порядке, подарки для инопланетян...

— А против главного врага оружием запаслись?

— Наши аннигиляционные пушки вдребезги разнесут...

— Да я о Главном враге говорю — о скуке! Что вы будете делать двадцать лет полета?

— Да как-то не думали... Много вещей на борт не возьмешь, каждый грамм на счету. Впрочем, в библиотеке много микрофильмов, книг, учебников...

— Разве это спасает от скуки? Двадцать лет читать учебники! Твое счастье, что о вас позаботились ребята из отряда искусствоведов-этнографов летней школы НОУ «Вииторул»! Ребята по очереди выходят на середину сцены и провозглашают:

— Предлагается игра-детектив, в которой каждый должен разгадать задуманную другими историю!

— Предлагается ввести в ЭВМ корабля программу, по которой время от времени в разных системах корабля возникают неполадки. Их устранение не дает скучать космонавтам, поддерживает их в рабочей форме!

— Предлагаются новые спортивные игры в невесомости: фигурное катание на пылесосах, прыжки между двумя натянутыми сетками батута, дуэли на водяных пистолетах!

— Самый большой недостаток длительного полета — необходимость общения с одними и теми же людьми. С ним трудно бороться — количество людей в экипаже не может быть больше. Но есть выход. Весь полет — спектакль. Каждый космонавт умеет перевоплощаться, как актер в театре по системе Станиславского. Сегодня вы на вахте с задиристым д'Артаньяном, завтра — с героическим бароном Мюнхаузеном, послезавтра — с проницательным Штирлицем!

Зрители долго аплодируют этнографам. Ничего, что некоторые идеи уже встречались в фантастике — зато как здорово они поданы! Теперь очередь их противников. Они взяли другую тему «малого интеркосмоса» — придумать,

усовершенствовать рабочие инструменты космонавта в открытом Космосе. За столом серьезная экзаменационная комиссия. Абитуриент выбирает карточку и зачитывает вслух:

— Билет № 16. Инструменты монтажника-космонавта. Можно, я буду отвечать без подготовки? Комиссия благодушно кивает.

— На заре космической эры космонавт-монтажник таскал с собой большой набор различных инструментов. Сегодня все проще — есть ИМКа — инструмент монтажника-космонавта. ИМКа может все: сверлить, резать металл, полировать его, забить штифт, заварить шов или трещину. Питание — от небольшого аккумулятора, но при необходимости можно воспользоваться механическим заводом с помощью ключика, как у детской игрушки. В ИМКу встроены измерительные приборы, позволяющие проверить качество работы, и радиомаяк — она никогда не потеряется!

— Представьте себе, что вы работаете в дальней монтажной зоне и получили срочный вызов к командиру. Ваши действия? — задал дополнительный вопрос член комиссии и добавил: — Надеюсь, вам известно, что пользоваться ракетными двигателями в зоне монтажа запрещено?

— Конечно! Я воспользуюсь транспортным пистолетом. Выстрел в ближайший транспортный буй. Если немного промахнусь, мощный магнит буя притянет гарпун-репейник, который сцепится с обшивкой буя. Нажму еще раз на курок — и леска, закрепленная на гарпуне, станет наматываться на барабан под стволом. Перелетая от буя к бую, я доберусь до центральной станции.

— А если вам понадобится, например, сменить аккумулятор, сколько времени займет шлюзование? — коварно спрашивает другой экзаменатор.

— Нисколько! Шлюзование не нужно. Дежурный вложит аккумулятор в специальную капсулу и подаст ее в диафрагму эвакуационного модуля. Через несколько секунд капсула в моих руках.

— Как устроен эвакуационный модуль?

— Он представляет собой камеру с диафрагмой, уплотненной ферромагнитной жидкостью, которая удерживается сильным магнитным полем и не допускает разгерметизации станции.

— И последний вопрос! — сказал председатель комиссии. — Кто создал эти образцы современной монтажной техники, без которой сегодня невозможны работы на орбите? Не торопитесь, это сложный вопрос.

— Да нет! Все это придумали ребята из секции физики летней школы НОУ «Вииторул»! Там был мой дедушка!

— Поздравляем вас! Вы зачислены в Высшее космо-монтажное училище! Передавайте привет дедушке!

— Спасибо! Обязательно передам при первом же сеансе связи с Плутоном! Физики тоже заслужили аплодисменты. А теперь — второй раунд. Жюри предлагает «боевикам» творческие задания.

Задание 1. Герои пьесы Шекспира «Сон в летнюю ночь» — эльфы, феи. Актеры обычно играли их в пышных средневековых костюмах, чтобы

показать, что действие происходит в старину. Но один режиссер решил, что это неправильно, Фаи и эльфы — персонажи народных сказок, они не должны быть роскошно одеты. Получилось противоречие: костюмы должны быть пышными, чтобы казаться старинными, и должны быть простонародными. Как быть?

Задание 2. В машинах для получения жидкого гелия самая важная деталь—детандер — представляет собой вертикально стоящую трубу высотой около трех метров и диаметром около десяти сантиметров. Однажды в эту трубу уронили поочередно резиновый мячик, железный болт и медную гайку. Как доставали эти предметы?

Сражение идет, одна за другой сдаются задачи, но... здесь мы не будем публиковать ответы. Попробуйте решить эти задачи сами! Сейчас не получается — вернитесь к ним чуть позже, когда лучше познакомитесь с ТРИЗ.

Третий раунд — обмен ударами-заданиями. Первыми предлагают свое задание физики.

Задание 3. Художнику И. С. Телятникову в 1942 году была поручена разработка ордена Александра Невского. На ордене должен был быть портрет полководца, причем такой, чтобы сразу было ясно, кто это. Но не сохранилось ни портретов, ни описаний внешности русского князя. Как быть?

Задание 4. Во время профессионального матча по боксу спортсмены и их тренеры столкнулись с загадкой. Довольно средний боксер неожиданно одержал ряд побед над кандидатами в призеры, причем все — нокаутом. Проигравшие рассказали, что в начале боя его удары были обычные, но постепенно крепчали, достигая через некоторое время такой силы, будто боксер бил не обыкновенной перчаткой, а камнем. Но перчатки перед боем проверяет судья, булыжник в них не спрячешь. Что же происходило?

Вечерние размышления. Физики победили с небольшим перевесом. Первый турнир прошел интересно, ребятам понравился. Они увидели, что есть вещи более интересные, чем демонстрация эрудиции.

Прошло пять дней занятий. Позади «раскачка», уменьшилось нервное напряжение, связанное с необходимостью «завоевать» ребят. Мы немного отстаем от программы, не всегда удается вести занятие в заранее выбранном темпе. Впрочем, программа — не догма. Иногда мы забегаем вперед и рассказываем о том, что планировали дать позже, но если возник интерес, момент упустить нельзя. То, что в эту минуту волнует ребят, потом может оставить их равнодушными.

Еще один наш принцип — каждое занятие должно быть с сюрпризом. Иногда это награды, выдаваемые за лучшие ответы: интересные книги, которые мы начинаем закупать с зимы, добытые на кухне конфеты, орехи, какое-нибудь особенное яблоко. Выдерживать строгий режим занятий — два полуторачасовых занятия с пятнадцатиминутным перерывом — никак не удастся. Ребята не хотят перерывов, фактически срывают их, задавая вопросы,— по сути дела занятие

продолжается и в перерыве. Но мы включаем магнитофон с записями песен В. Высоцкого, Б. Окуджавы. Есть у нас кассеты с музыкой П. И. Чайковского, М. К. Чюрлениса.

Занятие мы стараемся строить разнообразно. Кроме основной темы:— немного истории техники, немного искусства, если есть возможность — рассказываем о каких-то курьезах, изобретательский анекдот... Со следующей недели станем больше внимания уделять фантастике. Но, как и все детские, да и взрослые группы, больше всего ребята любят решать задачи. Каждая задача — это сделанное кем-то изобретение, иногда — наше собственное или коллег-специалистов по ТРИЗ, иногда — найденное в популярном журнале или в бюллетене изобретений. Каждая задача имеет ответ, который мы называем «контрольный». Но это не значит, что он — единственно возможный. Нередко во время занятий слушатели находят гораздо более интересные решения, чем автор изобретения.

Есть еще одна трудность — задачи нужно формулировать понятным ребятам языком, без технических сложностей. Обычно это удается. Самое интересное, такое «переложение» существенно облегчает их решение!

Задачи желательно выбирать из самых разных областей, тогда помимо основной цели — обучения поиску — ребята познакомятся с техникой, расширят свои знания. Одна задача, вторая... десятая... сотая... Вместе с умением решать приходит уверенность в своих силах — важнейшая черта настоящего изобретателя!

Ребята нетерпеливо ждут следующий турнир. Он состоится через несколько дней. В этой книге мы больше к турнирам не вернемся — слишком много места требует их описание. Но задачи, которые решали ребята на турнирах, мы приведем в конце, чтобы читатели могли попытаться их решить.

ВЫХОДНОЙ

ЗАЧЕМ УЧЕНОМУ ИСКУССТВО?

Воскресенье — день отдыха. Учебных занятий нет, поэтому можно позагорать и искупаться в озере, поиграть на берегу в волейбол, бадминтон, шахматы — кому что нравится. А после обеда ребята собираются на беседу об искусстве. Лет двадцать пять назад в газетах, журналах большое внимание уделялось несколько странному спору: кто важнее — физики или лирики?

Падали конкурсы в гуманитарные вузы и взлетали в политехнические институты, физические и математические отделения университетов.

Что-то физики в почете,

Что-то лирики в загоне...

Дело не в простом подсчете —

Дело в мировом законе!

— писал поэт. Но...

«Ваши успехи есть следствие старых запасов. Это все затухающий процесс как следствие резонанса на прочитанные в детстве книжки, прослушанные песни, просмотренные кинокартины. И поскольку ваша малограмотность в области искусства принципиальна, то вам, Митя, предстоит, исчерпав старые запасы, дотягивать до пенсии. Потому что через несколько лет цена вам как физику будет не больше, чем прибору для автоматической пайки проводов», — говорит коллеге герой повести Михаила Анчарова «Теория невероятности».

Искусство далеко на первый взгляд от науки, техники. Мы учимся в специальных математических, физических школах или классах, стараемся как можно раньше приобщиться к будущей профессии. Это хорошо, потому что ранний выбор цели в жизни — трамплин, необходимый для свершения больших дел. Но при этом не остается времени для занятий музыкой, литературой, живописью... А может быть, и не нужно? Не лучше ли посвятить время углублению знаний? Вот вопросы сегодняшней беседы. Мы знаем, что главными составляющими творческих способностей являются диалектическое и системное мышление, знаем, как их воспитывать, развивать. Но творчество — древнейшее занятие человека, оно появилось, когда ни о диалектике, ни о системном анализе понятия не имели.

Творческое воображение в той или иной мере свойственно каждому человеку. В этом важнейшее отличие человека от других живых существ на Земле. Воображение развивалось вместе с человеком, направляемое противоречивыми тенденциями; слишком бедное воображение не позволяло хорошо приспособляться к изменяющимся условиям жизни, а чересчур богатое — приводило к авантюризму, грозило гибелью. Эволюция вырабатывала, закрепляла некоторый средний его уровень, полезный для существования человека как вида. Но и средний уровень воображения нужно еще создать, воспитать. И появились первые школы развития творческого воображения. Сидя вокруг костров после

трудного дня, первобытные люди рассказывали захватывающие истории о могучих предках, которым ничего не стоило швырнуть во врага целым утесом, знавших язык зверей и птиц, повелевавших Солнцем и Луной... Затаив дыхание от восторга и ужаса, слушали дети предания о великих воинах и путешественниках, побывавших за Большой рекой, где, как всем известно, живут люди с ушами на пятках и без голов... О небесных охотниках, каждый день подбрасывающих хворост в огонь Дня... Мифы превращались в Искусство. Конечно, роль искусства в жизни человека не сводится только к развитию творческих способностей. Искусство выполняет множество функций, в том числе воспитательную, познавательную, даже лечебно-психологическую: помогает разрешать конфликты человека с самим собой, доставляет удовольствие, радость. Но важнейшая его особенность — вовлечение человека в сопереживание, соучастие в отображаемых событиях. Читая книгу, слушая музыку, мы непроизвольно пытаемся угадать — что там дальше, какие будут слова, звуки? Искусство постепенно включает человека в единую цепь: восприятие—сотворчество—собственное творчество.

...Отелло душит Дездемону. По формальной логике он прав — есть убедительные доказательства ее вины. А искусство говорит: «Смотрите, как слепа эта логика! Есть другая логика, по законам которой поступок Отелло — трагическая ошибка». Искусство преподает нам первые уроки диалектической логики — мы вместе с Отелло мучаемся над противоречием: «Дездемона не может обмануть, а налицо улики...».

— Можете привести такие примеры? — обращаемся мы к ребятам.

— У Толстого в «Войне и мире» Платон Каратаев простой солдат, а Наполеон — император, но мы понимаем, что роль Каратаева в войне не меньше, чем Наполеона!

— Примитивный хвостун Хлестаков обманывает многоопытного гордничего — казалось бы, невероятная вещь, а мы верим Гоголю!

Искусство учит не бояться противоречий. В литературе, например, есть интересный механизм использования противоречий — метафора. Она употребляется, когда автор хочет что-то сказать в переносном смысле, когда говорится одно, а понимать нужно другое. Во фразу вводится слово, имеющее несколько значений, причем так, что одна часть фразы оказывается в соответствии с одним из значений слова, а другая — с другим. Так в язык вводится противоречие. Например, в стихотворении Николая Тихонова о моряках:

Гвозди бы делать из этих людей,

Крепче бы не было в мире гвоздей!

Кажется, явная бессмыслица с обычной точки зрения, но в памяти остается чеканная фраза и четкое представление о железных, негибаемых людях.

В «Философских тетрадах» В. И. Ленин написал: «Противоречие есть критерий истины. Отсутствие противоречия есть критерий заблуждения». Истинное художественное произведение всегда противоречиво.

Чем отличается хорошая проза от плохой? Образностью, богатством языка? Да, но не только. Есть сколько угодно подделок, в которых все вроде бы есть, нет

только художественного произведения. Хорошая книга — как песня, из которой слова не выкинешь. Это — система, в которой каждое слово занимает свое место и все вместе составляют целое со своими системными свойствами.

— Кто читал роман Михаила Булгакова «Мастер и Маргарита»? Поднялось много рук. Это радует, ведь роман — одно из высших достижений советской художественной литературы.

— Так вот, в этом романе действие разворачивается в трех, казалось бы, мало связанных между собой плоскостях: Москва тридцатых годов со своим характерным бытом и укладом, древняя Иудея времен римского наместника Понтия Пилата (примерно 2000 лет назад) и существующая вне времени и пространства странная компания Сатаны, устраивающая бал в обыкновенной московской квартире. Историю Понтия Пилата можно рассматривать как отдельный роман и читать подряд, пропуская все остальное.

— А я так и делал! — поднялся с места Сережа.— Очень интересно было читать. Но потом прочел весь роман подряд и понял, что если бы не сделал этого, много бы потерял. Действительно, разноплановые части произведения дополняют, усиливают друг друга. Смех, сатира, поэтические образы и философские обобщения сливаются в единую могучую силу, впечатления от прочитанного возрастает многократно. Возникает **системный эффект**. Он особенно силен в поэзии, где слова объединяет не только смысл, но и ритм, рифма.

Другая важная особенность искусства — **борьба с психологической инерцией**. В 1914 году литературовед В. Шкловский ввел новый термин «остранение», назвав так задачу литературного произведения выводить читателей из автоматизма восприятия, сделать привычное необычным, разбудить воображение. А это очень нужно ученому, инженеру... На занятиях секции РТВ мы рассказывали о синектике — методе активизации творчества и об используемых синекторами разных аналогий для придумывания нового. Например, используется **личная аналогия (эмпатия)**, при которой человек старается представить себя на месте совершенствуемой детали машины, «вжиться» в ее «образ». Искусство помогает человеку научиться этому. Ведь каждое художественное произведение — некая модель жизни, которую читатель или зритель может «примерить на себя».

И еще один прием синектики очень близок к искусству. Это символическая аналогия, которая рекомендует кратко и образно (обычно в двух словах) выразить суть изучаемого явления или предмета. Причем должно получиться что-то вроде названия книги, должна быть связь между словами, обычно не употребляющимися рядом. Например, атом — это «могущественное ничтожество», часы — «страж неуловимого»... Синекторы считают этот прием очень важным, и неудивительно, ведь так они бессознательно формулируют что-то вроде противоречия! Сегодня в ТРИЗ есть простые и четкие правила формулирования противоречий, но синекторы о них не знают и тратят много времени и сил для овладения искусством

символической аналогии. Но оказывается, этим приемом человек уже владел сотни лет назад!

Поэзия скальдов — поэтов древней Исландии — считается самой сложной в мире. Их стихи — многоплановые, с внутренними рифмами, созвучиями, очень «системные». И еще, для украшения стиха поэты-скальды использовали особые образы — «кеннинги». По сути дела это нечто вроде метафоры. Например, корабль скальды называли «конь морей», море — «дом угрей» или «поле корабля», кровь — «море меча», меч — «шип ран». Одно и то же слово могло иметь множество разных кеннингов. На основе простых кеннингов составлялись сложные — многоступенчатые. Например, война можно было назвать «метатель огня вьюги ведьмы луны корабельных сараев». Эта на первый взгляд бессмыслица для слушателей скальдов была вполне понятна: «конь корабельных сараев» — это корабль; «луна корабля» — щит (вспомните рисунки драккаров — кораблей викингов — вдоль борта сидят гребцы и около каждого на борту укреплен щит, начищенный и блестящий как луна); «ведьма щита» — копьё; «вьюга копий» — битва, «огонь битвы» — меч, а «метатель меча» — воин... — Попробуйте сами разгадать кеннинг: «Красноголовая птица строителя судеб».

Шум стоит страшный. Ребята до сих пор молчали, хочется поговорить. Мы с удовольствием предоставляем им такую возможность. Но стихийный шум, когда все кричат и никто не слышит друг друга, малоэффективен. Поэтому мы предлагаем для разгадывания кеннинга образовать группы, а внутри группы — капитанов, чтобы они руководили расшифровкой. Через десять минут все становится на свои места: «красноголовая птица» — это дятел, «строитель судеб» — писатель, а «дятел писателя» — это его пишущая машинка...

Еще один, характерный для искусства способ бороться с шаблонным мышлением — введение условных ограничений, на первый взгляд, стесняющих работу мысли. Но происходит удивительное, хотя и совершенно закономерное, с точки зрения диалектики, явление: ограничения стимулируют творческую работу. Человек по природе экономен. Он думает привычными образами, пишет фразы, над которыми не нужно долго раздумывать. Получаются штампы — смертельные враги творчества в любом виде. И вот на эту «экономю» накладываются жесткие рамки ограничений. В чем?

Не слишком трудно написать сочинение, например, о летних впечатлениях. Но оказывается, нужно не просто написать, а так, чтобы все строчки были одинаковой длины, чтобы ударные и безударные слоги чередовались в строго заданной последовательности — словом, в стихах! В такое сочинение привычные фразы уже не уложатся, придется искать новые формы выражения своих мыслей. И при этом могут появиться новые оттенки старых мыслей, новые идеи.

Несколько лет назад в ленинградской молодежной газете «Смена» был проведен интересный эксперимент. Набрали группу людей различных специальностей для обучения журналистике. В число предметов входил и курс развития творческого воображения. Как-то слушателям было предложено упражнение: взять самую обычную информацию, например о том, как студенты

помогали убирать картошку, и изложить ее в стихах. Задание оказалось нелегким. Слушатели сдавали преподавателю листочки с довольно плохими стихами. А затем последовало второе задание: сохранив смысл и идею стихотворения, изложить его в прозе. В результате получились интересные, оригинальные заметки, высоко оцененные профессиональными журналистами. Можно привести еще примеры, рассказать о приемах, которыми искусство обучает, вовлекает в творчество, но время беседы на исходе. Да и не нужно, похоже, никого убеждать в пользе искусства для творческой личности. Может быть, есть вопросы?

— Все ли жанры искусства хороши для развития творческих способностей?

— Каждый жанр оказывает свое специфическое действие, и при этом все они полезны. Но есть жанры как будто специально предназначенные для развития фантазии, воображения. Конечно, это фантастика и детективы.

— А давайте поговорим о них тоже!

— Вообще-то разбору, изучению фантастических и детективных произведений отводятся специальные занятия на секции РТВ, но мы можем их вынести на дискуссионный клуб.

— Вы говорили, что в ТРИЗ сегодня есть правила формулирования противоречий, специальные упражнения в диалектической логике и системном анализе. Может быть, сегодня в искусстве уже нет такой необходимости, как раньше?

— Во-первых, ТРИЗ появилась недавно, а искусство существует всю человеческую историю. В нем могут быть приемы, еще и не познанные нами, но необходимые для полноценного творчества. А во-вторых, мы уже говорили, что у искусства много разных ролей и все они очень важны для человека. В конце концов, ТРИЗ — это техника решения творческих задач, а для того чтобы стать творческой личностью, как мы установили на прошедшей дискуссии, нужны и другие качества, в том числе и нравственные. И здесь искусство вне конкуренции. Вопросов больше нет, и Таня Демина читает отрывок из фантастической повести братьев Стругацких «Трудно быть богом»:

«Никакое государство не может развиваться без науки — его уничтожат соседи. Без искусств и общей культуры государство... начинает ежесекундно порождать лицемеров и подонков, развивает в гражданах потребительство и самонадеянность и в конце-концов опять-таки становится жертвой более благоразумных соседей... рано или поздно... приходится разрешать университеты, научные общества... создавать кадры людей мысли и знания... людей ...с совершенно иными потребностями, а эти люди не могут существовать и, тем более, функционировать в прежней атмосфере низкого корыстолюбия, кухонных интересов... Им нужна новая атмосфера — атмосфера всеобщего и всеобъемлющего познания, пронизанная творческим напряжением, им нужны писатели, художники, композиторы, и ...люди, стоящие у власти, вынуждены идти и на эту уступку. Тот, кто упрямится, будет сметен более хитрыми соперниками... в борьбе за власть, но тот, кто делает эту уступку, неизбежно и парадоксально, против своей воли роет тем самым себе могилу. Ибо смертелен для

невежественных эгоистов и фанатиков рост культуры народа во всем диапазоне — от естественно-научных исследований до способности восхищаться большой музыкой... А затем приходит эпоха гигантских социальных потрясений, сопровождающаяся невиданным ранее развитием науки и связанным с этим широчайшим процессом интеллектуализации общества, эпоха, когда серость... терпит поражение и уже в обществе, свободном от классового угнетения, исчезает как реальная сила навсегда». Так рассуждает, глядя на засыпающий город, благородный дон Румата Эсторский, но в действительности никакой не дон, а просто Антон, человек из нашего будущего, разведчик на чужой планете в средневековом сером Арканаре.

Вечерние размышления. Воскресенье прошло весело. Приятное явление — ребята скучают по занятиям. С утра они набегались, а потом стали «клянчить» задачи. Получилось импровизированное занятие на пляже.

Во время дискуссий ребята вначале как-то скованы. Привычка к школьным «мероприятиям»! Но жизнь в летней школе «мероприятием» не назовешь. В этом заслуга наших верных помощников — комиссаров, будущих инженеров, педагогов, врачей. Трудно им — попробуй управлять отрядом сорванцов, когда сам старше их всего на два-три года. С утра до поздней ночи носятся они по лагерю, после отбоя обсуждают свои проблемы на «комиссарниках», и еще умудряются выкраивать время на подготовку и участие в дискуссиях. Вот и сегодня они первыми затеяли разговор-спор об искусстве. Потом и ребята подключились. Привычная грустная картина — большинство не любит произведений, которые «проходили» в школе. Работает настоящая система воспитания отращения к хорошей литературе. Неужели так трудно увлечь ребят? Нет, просто нужно, чтобы ребятам предлагали увлекательные, творческие, требующие изобретательности задания, как это делает ленинградский учитель Е. Н. Ильин.

Ребята расходятся на вечерние «огоньки». Но наши никуда уходить не захотели. У них после дискуссии лирическое настроение. И мы устраиваем «огонек» в спальне. Погашено электричество, на тарелке горит свеча. Ребята вспоминают, читают из привезенных с собой сборников любимые стихи. Как жаль, что их нет в школьной программе! Или наоборот, хорошо? После отбоя заходим в наш класс. Завтра начинается новая, очень важная тема — изучение законов развития технических систем. Нужно перевесить поближе плакаты по законам развития, чтобы они с утра привлекли внимание ребят. Плакаты мы перевешиваем часто, чтобы к ним не привыкали. Ребятам нравится в классе. Они заглядывают сюда и после занятий, среди них все чаще появляются ребята из других секций, также разглядывают плакаты, читают разложенные на столах газеты со специальными выпусками заочной школы РТВ («Молодежь Молдавии») и клуба РТВ «Мысль» («Юный ленинец»). Иногда они заходят на занятия (когда в работе их секций «окна»), бывают и коллеги-преподаватели. Со следующей недели начинаем по вечерам занятия по ТРИЗ для всех желающих...

ДЕНЬ ВОСЬМОЙ

НА ЭКРАНАХ ХРОНОСКОПА

После веселого воскресенья ребята сосредоточенно листают тетрадки — мы предупреждали их, что сегодня начнем с повторения. Правда, записей у них не слишком много, да и мы не собираемся их всерьез опрашивать. На занятиях все говорят, что хотят и когда хотят, поэтому мы и так представляем себе, кто что знает.

— Позавчера Женя и Таня высказали интересную идею — представлять законы развития технических систем как экраны хроноскопа — прибора, позволяющего заглянуть в будущее. Давайте так и сделаем. Преподаватель рисует на доске группу пустых квадратиков.

— Квадратик — это экран. Какие экраны вы уже знаете?

— Противоречия!

— Идеальность!

— Верно. Эти названия мы впишем в центральные квадратики как самые важные законы. Давайте определим закон противоречий — что это такое?

— Противоречия возникают, когда мы хотим улучшить что-то в машине, а при этом что-то другое в ней ухудшается! Например, придумали автомобильные ремни, чтобы удержать человека при аварии. Теперь водитель не разобьется. Но если машина загорелась, ремни мешают быстро выбраться из нее...

— Хороший пример. А как иначе можно сформулировать это противоречие?

— Ремни должны держать крепко, чтобы водитель не разбился, и не должны держать крепко, чтобы он мог быстро освободиться!

— Правильно. К ремням предъявляются противоречивые требования. А как такое противоречие разрешено?

— Я знаю,— говорит Миша.— Придумали специальную пружину, которая отпускает ремни через несколько секунд после сильного толчка.

— Из-за противоречий возникают изобретательские задачи — дополняет Женя.— Чтобы их решить, нужно разрешить противоречие!

Ребята неплохо усвоили тему. Можно переходить к новому экрану.

— Что мы видим на экране «идеальность»?

— Системы в своем развитии становятся идеальнее: увеличиваются их полезные функции. Комбайн может делать намного больше, чем простой трактор!

— А еще системы становятся легче и меньше! Раньше ламповый приемник занимал сколько места, а сейчас весь он на маленькой микросхеме!

— Иногда система вообще исчезает! Папа придумал вместо специальной антенны на автомобиле использовать стеклоочиститель. Соединил его с радиоприемником проводочком — здорово вышло!

Собственно, материал уже повторен. Можно переходить к новым экранам-квадратикам. Вот к этому, например, со странным названием «СОГЛАСОВАНИЕ—РАССОГЛАСОВАНИЕ».

Задача 11. На испытательном стенде крутится колесо. Как разглядеть, что с ним происходит?

— Очень просто! В замедленной съемке!

— На съемку уйдет время. Желательно увидеть все прямо на стенде.

Ребята думают. Они еще не знают закона согласования — рассогласования, поэтому нужно помочь.

— Какие процессы происходят в нашей системе?

— Колесо вращается. И еще мы наблюдаем за колесом.

— Какие у этих процессов ритмы?

— Колесо быстро вращается, а наблюдение ведется постоянно.

— Вот видите, ритмы колеса и наблюдателя не согласованы. Из-за этого трудности. Закон говорит, что нужно согласовать.

— Но мы не можем остановить колесо! И сами вращаться с колесом не можем! Здесь противоречие!

— Ну зачем же самому вращаться. Вот, посмотрите,— Преподаватель положил на стол свои часы. Ребята столпились вокруг.

— Что нужно сделать, чтобы секундная стрелка казалась неподвижно стоящей у числа 12? Какие ритмы согласовать?

— Можно закрыть глаза и открывать их раз в минуту, когда стрелка находится в нужном месте,— предложил Алеша. С минуту ребята стоят и моргают, глядя на часы. Забавно! Сели.

— А как же с колесом? Мигать с такой частотой невозможно!

— А не нужно мигать,— отвечает Женя.— Пусть свет мигает. И колесо как бы остановится!

— Молодцы! Вы изобрели прибор, который называется стробоскоп. С его помощью можно рассматривать вращающиеся детали. А как сделать, чтобы частота миганий была именно такой, какой нужно? Колесо может вращаться по-разному...

— Регулировать частоту вспышек! А еще лучше, чтобы колесо само устанавливало нужную частоту, пусть само включает лампу.

— Хорошо. Согласовали частоту лампы с частотой вращения колеса. Теперь лампа мигает как бы в резонанс с колесом.

— А что такое резонанс? — спрашивает Алеша.

— Каждое тело обладает собственной частотой колебаний, зависящей от его массы. И если на него подействовать с этой частотой, оно начинает сильно колебаться. Например, чтобы раскачать качели, нужно...

— Толкать их в такт!

— Качели на это рассчитаны. Но если раскачивать в такт дом... Кто-то вспоминает пример с мостом, который разрушился из-за идущих в ногу солдат. Известен и другой случай — разрушение одного из первых чугунных мостов. Когда стали расследовать причины катастрофы, обнаружили, что у многих заклепок почти полностью срезаны головки. Оказалось, что во время строительства моста при ударах по заклепкам чугунные конструкции иногда

трескались. Проблему решили просто: подложили под головки заклепок медные шайбы, как подушку. Чугун больше не трескался. Но во влажном воздухе медь и сталь заклепки образовали электрохимическую пару. И сталь постепенно стала разрушаться. Теперь каждый конструктор знает о такой опасности и тщательно подбирает материалы, которым предстоит «работать» рядом. Не только ритмика, но и материалы должны быть согласованы.

— Если материалы не согласованы — это всегда плохо?

— Наверное, не всегда.

— Верно! Нет такого вреда, которого нельзя было бы обратить в пользу!

Ту же электрохимическую коррозию можно превратить в защитника.

Например, на корпусе корабля закрепляют кусок цинка — сплав цинка с алюминием. Он образует со сталью электрохимическую пару, в которой сам разрушается. И пока он не разрушится полностью, а на это нужны годы, сталь не ржавеет. Цинкаль становится защитником стали.

Почему всегда стараются сделать обтекаемой форму корабля, самолета? Это согласование формы. Его цель — достижение минимального сопротивления движению. Но когда исчерпаны все резервы согласования, наступает очередь рассогласования. На носу современного судна можно увидеть странное утолщение, его называют «бульб». На первый взгляд кажется, что бульб вреден — он создает дополнительное сопротивление. Но оказывается, что размеры бульба рассчитаны так, что создаваемые им волны взаимодействуют с волнами от корпуса корабля, ослабляя друг друга. И в результате суммарное сопротивление корабля оказывается меньше, а скорость выше!

Задача 12. Как уменьшить боль при лечении зубов?

— Ну, известны всякие обезболивающие средства...

— Нет, в данном случае разрешается только одно обезболивающее средство — закон согласования ритмики!

— Какие там ритмы? Ну, бормашина крутится. С чем ее согласовывать?

— С человеческими ритмами!

— С биением сердца? А зачем?

— Зачем? Врачи установили, что в момент сокращения сердца давление крови в сосудах повышается и болевые ощущения становятся в несколько раз сильнее. Каждый знает, как «дергает» нарыв, ранка. Значит, если сделать так, чтобы бор касался зуба только между ударами сердца, боль станет меньше. А еще есть

суточные ритмы: доказано, что по утрам чувствительность человека ниже, чем вечером. И есть месячные ритмы, Можно выбирать время для лечения зубов! А теперь приведите сами примеры согласования или рассогласования других свойств.

— Температурные свойства можно рассогласовать — использовать материалы с разными коэффициентами теплового расширения — получится биметаллическая пластинка! — радостно заявляет Миша. — Как в уютге. Когда

пластинка нагревается, ее части расширяются по-разному и пластинка изгибается и отключает уют!

— А зачем может понадобиться рассогласование надежности или долговечности деталей? Нужно ведь, чтобы вся машина работала, не ломалась,— удивляется Таня.

— Между прочим, у тебя дома есть хотя бы в одном приборе деталь, которая специально сделана менее надежной, чем другие, чтобы выйти из строя,— хитро заявляет Преподаватель.— Какая?

Таня сначала теряется, но потом начинает формулировать задачу. Зачем может понадобиться такая деталь? Разве только, чтобы не дать выйти из строя другим деталям? Да это же предохранитель!

Процессы согласования — рассогласования сопровождают систему от рождения до старости. Посмотрим на экране хроноскопа, как это происходит.

Вот родилась новая система. Лавочник Бенц поставил на обыкновенную коляску мотор и получился автомобиль. Но он еще очень смешной и неуклюжий. Путь усовершенствования — согласование. Нужно согласовать коляску с мотором — придумать более подходящий для машины кузов, тормоза, управление. А дальше нужно согласовать автомобиль с окружающей средой. Когда в Лондоне было меньше десятка автомобилей, два из них умудрились столкнуться! Правила уличного движения — это правила согласования автомобиля с дорогой, пешеходами, другими автомобилями. Потом согласуется расписание движения автобусов с режимом работы и отдыха людей, с другими видами транспорта. Сложный и неизбежный процесс, в котором согласованию (и рассогласованию) подлежат все: ритмика, форма, размеры и материалы.

Первоначально процесс согласования идет с помощью специально вводимых согласующих элементов: коробка скоростей в автомобиле, шлюзы в каналах и т. п. Но закон повышения идеальности требует, чтобы согласование происходило само — и функции эти берут на себя другие элементы системы, а согласующие исчезают или начинают выполнять дополнительные полезные функции. На более высоком уровне развития систем появляется самосогласование: станок, сам выбирающий наилучший режим своей работы, самозатачивающиеся в процессе работы лезвия. Системы становятся изменяемыми, они приспособляются к работе в постоянно меняющихся условиях. Это лучше видно на другом экране хроноскопа. Он так и называется «ДИНАМИЧНОСТЬ».

Чтобы хорошо «срезать» мяч, теннисная ракетка должна быть жесткой. А чтобы принимать сильные удары, подавать «крученые» мячи, ракетка должна быть мягкой. Как быть?

— Мы уже рассматривали такие противоречия несколько дней назад,— вспоминает Дима.— Они разрешаются разделением во времени. Когда нужно — ракетка мягкая, когда нужно — жесткая.

— Ракетка должна быть изменяемой жесткости, чтобы ее можно было перенастраивать прямо во время игры!

— Правильно. Это разделение во времени, И еще это решение диктуется законом повышения динамичности технических систем. Все системы рождаются жесткими, статичными, неизменяемыми, а потом... У первого планера, построенного Лилиенталем, даже не было специального управления — пилот поворачивал аппарат, перемещая собственный центр тяжести. Потом появились рули управления и высоты, убирающиеся шасси, катапультируемые сиденья, сбрасываемые баки, тормозные парашюты, поворачивающиеся крылья, отклоняющийся нос и еще множество изменяемых, регулирующихся, приспособляющихся во время полета и на земле частей самолета. А в проектах есть уже самолеты с полностью гибкими крыльями, принимающими нужную в данный момент форму... Все видели дорожные знаки? Конечно, все.

— А как их сделать более динамичными?

— Пусть на них в зависимости от обстоятельств появляются разные изображения.

— Светящиеся в темноте!

— Меняющие цвет!

Некоторые из этих идей известны. Например, знаки на жидких кристаллах, меняющие цвет в зависимости от температуры и потому информирующие о возможности гололеда и других дорожных неприятностях. А вот знаки, изображение которых может изменяться, еще не применяются. Можно представить знак, который утром показывает «Дети», а когда дети уже в школе, исчезает, затем снова появляется, когда нужно. Пока не очень ясно, как это технически реализовать, но и это можно обдумать... Вообще, используя только один из законов — повышение динамичности, можно сделать интересные изобретения. Впрочем, как и любой другой закон.

Нелегко упасть с трехколесного велосипеда и непросто удержаться на двухколесном. Зато скорость у последнего существенно выше. И чем скорость выше, тем устойчивее он в движении. Такая устойчивость называется динамической. Издавна известно было противоречие в конструировании самолетов: если самолет обладает высокой устойчивостью, то есть хорошо сохраняет свое положение в пространстве, он безопасен, но не маневренен. Это хорошо для учебного самолета, но плохо для истребителя. А если устойчивость низкая, маневренность высокая, то малейшая ошибка в пилотировании или при посадке может привести к катастрофе. Устойчивость тем выше, чем дальше друг от друга расположены две точки в самолете — точка приложения сил и центр тяжести. Как быть?

— Менять центр тяжести, перемещая специальный груз.

— Перекачивать горючее в разные баки! В принципе эти решения можно использовать, но быстродействие и эффективность их мала. В последние годы появились самолеты, у которых устойчивости в обычном понимании вообще нет — предоставленный самому себе такой самолет моментально потеряет курс. Но автопилот все время чуть-чуть шевелит рули управления, возвращая самолет на прежний курс. Это тоже динамическая устойчивость, как у двухколесного

велосипеда. Такой самолет куда легче и маневреннее обычного. Следующий экран называется «МИКРОУРОВЕНЬ». Что это такое?

Задача 13. На дрейфующей полярной станции случилось ЧП: уронили в прорубь важную часть прибора — медную трубку диаметром 100 миллиметров. Стали искать замену — нашлась только труба диаметром около 80 миллиметров. Но с такой прибор работать не будет. Как быть?

— Нужно расширить трубку до нужного диаметра.

— Понятно. А как это сделать?

— С помощью давления!

— Для этого понадобится очень мощный компрессор, такого на станции нет.

— Можно сначала нагреть, тогда не нужно будет большое давление.

— Все равно на станции никакого компрессора нет. Да и греть нечем до нужной температуры. Там холодно.

— Нужно использовать холод! — догадался Алеша.— Налить в трубку воду и закрыть с обеих сторон. Вода замерзнет и расширит трубку!

— Ничего не выйдет! — возразил Женя.— Вода при замерзании действительно увеличивается в объеме, но не настолько, чтобы из трубки диаметром 80 миллиметров получилось 100.

— Нет, выйдет! — поддержал Алешу Миша.— Только нужно эту процедуру повторить не один, а много раз, пока не получится нужный диаметр!

— Задача решена верно. Обратите внимание: вместо сложных и громоздких компрессоров, печей сработали холод и молекулы воды. В этом суть закона перехода технических систем к работе на микроуровень: вместо «железок» работают молекулы, атомы. Не всегда этот переход происходит так быстро, как на полярной станции,— там нужда заставила. Обычно этот переход совершается постепенно, по этапам.

Вот мощный инструмент, работающий на самом «верхнем» уровне — макроуровне,— фреза. Первый шаг на микроуровень — появление иглофрезы, напоминающей круглую стальную щетку. И не поверишь, что эта «щетка» снимает толстые слои металла, оставляя за собой чистую и ровную поверхность! Следующий шаг — металл режут мельчайшие зернышки твердого минерала, заключенные в шлифовальный круг или нанесенные на мягкую материю... Еще шаг — и перед нами уже не станок, а ванна, в которой кислота аккуратно снимает тонкие слои металла. А следующий шаг — использование полей — электрического, магнитного, теплового. И появляются электродуговая и электроплазменная резка металлов, электронная сварка. Импульсные магнитные поля штампуют металлические детали, а луч лазера делает любую работу — от раскройки толстых листов до тончайшей операции на хрусталике глаза...

Вечерние размышления. Ребятам сегодня было нелегко — материал сложный. Но постепенно все уложится. Конечно, было бы проще, если бы они умели конспектировать. Но школа воспитала почти патологическую ненависть к записыванию. Поэтому мы заранее готовим и размножаем для ребят материалы с основными сведениями по ТРИЗ. Сегодня раздали несколько листочков по

законам развития. На них слов немного, но они служат опорными сигналами, мы используем идею донецкого учителя В. Ф. Шаталова.

При обучении взрослых тема законов — самая трудная. Нелегко многим бывает понять, поверить, что техника развивается закономерно. Всегда находится кто-то, затевающий бессмысленный спор: «Это не закон, а закономерность, потому что закон должен осуществляться всегда, а законы техники нередко нарушаются...» Иногда спор начинается из-за терминологии: можно ли это называть рассогласованием или это такое согласование, правильно ли считать использование порошков переходом на микроуровень... И другие придирки. Требуют точных и четких определений, забывая, что это — привилегия развитой, достигшей своих высот науки, а ТРИЗ — наука молодая, она в становлении. Если бы с такими мерками в свое время подходили к Ньютону, кто знает, возможно «анализ флюксий» никогда не превратился бы в дифференциальное исчисление. Ведь с современных позиций понятие «флюксии» не выдерживает никакой критики. Насколько приятнее учить детей, которые стараются вникнуть, а не спрятаться от нового за высокоумными рассуждениями!

ДЕНЬ ДЕВЯТЫЙ

ОДИН — ХОРОШО. А ДВА ЛУЧШЕ!

Хорошо в лагере! Каждый день вмещает столько интересных и разнообразных событий, что только диву даешься. Но одно неизменно: десять часов утра — начало занятий. Мы продолжаем разбираться с экранами хроноскопа. Сегодня рассмотрим два новых: «РАЗВЕРТЫВАНИЕ» и «СВЕРТЫВАНИЕ». Ребята смеются. Похоже на стол упаковки... Но вперед!

— Сколько будет, если к одному прибавить один?

Ребята оскорблены в лучших чувствах и ожидают подвоха. Кто-то все-таки нехотя отвечает:

— Ну два, а что?

— Всегда ли один плюс один равняется двум?

Задача 14. На заводе, производящем кабель, возникла проблема.

Кабельные катушки положено перевозить в железнодорожных вагонах «на ребре». Чтобы катушки весом в несколько тонн не катались по всему вагону, под них устанавливают полукруглые подставки. Требуется много древесины, труда. Как быть?

Ребята обсуждают задачу. Идеально было бы, конечно, если бы подставок не было, а катушка не каталась. Сделать ее квадратной! Но тогда как с ней работать? Ведь для того, чтобы сматывать кабель с катушки, она должна кататься! Противоречие: катушка должна быть круглой, чтобы удобно было сматывать с нее кабель, и не должна быть круглой, чтобы не кататься по вагону. Как такое противоречие разрешить? Хорошие решения получаются, когда используются ресурсы. В данном случае — сами катушки, их ведь в вагоне много.

— Связать две или три катушки вместе! Связка будет некруглой, она не сможет кататься!

— К одной круглой катушке прибавили другую круглую и получили...

— Некруглую!

— Верно. Получили новое качество, новое свойство, которого не было раньше. Такой прием разрешения противоречия в ТРИЗ называется системным переходом. Помните, мы говорили, что система — это то, что имеет системное свойство, не сводящееся к свойствам составляющих ее элементов и возникшее благодаря их объединению. Можете привести примеры проявления новых системных свойств при объединении?

— Мы на прошлом занятии говорили о биметалле. Соединили два разных металла и получили новое свойство — изменение формы от температуры, — вспомнил Дима.

— Отличный пример!

— На самолетах используют турбовинтовые двигатели — объединение винта и реактивного двигателя. Первыми живыми организмами на Земле были одноклеточные. Возможности их были невелики. И они стали объединяться в

колонии. Чем больше в колонии клеток, тем она сильнее. Но появляются и неудобства — мешают они друг другу. Тогда возникает «разделение труда». Разные группы клеток начали выполнять разные функции: добычу пищи, переваривание, защиту от врагов, общее управление... Появляется иерархия — подчинение одних групп другим. Происходит постепенное развертывание системы. Чем выше по развитию организм, тем сложнее и многоступенчатая его структура. Аналогично развиваются и технические системы.

Развертывание в технике происходит двумя путями: системы объединяются друг с другом (такое объединение называется переходом в надсистему) либо система постепенно дробится на части.

Самый первый шаг к объединению — это попарное объединение. В ТРИЗ это называют переходом к **би-системе** (сдвоенной). Просто поразительно, как много новых свойств дает би-переход! Особенно эффективен он, когда объединяются системы-конкуренты, предназначенные для выполнения одной и той же функции, но работающие на разных физических принципах. Объединение конкурентов чаще всего используется, когда одна система уже исчерпала возможности своего развития, а другая только-только родилась. Первые паровые машины ставили на парусные корабли, потому что машины были еще недостаточно экономичными. Но во время штиля они выручали. Таким образом, парусно-паровой корабль сочетал в себе достоинства парохода — независимость от ветра — и экономичность парусника. И первые реактивные двигатели были установлены на самолете с обычными поршневыми моторами. Работать они могли всего несколько минут, но разгоняли самолет до рекордной скорости. Набрав силы в «содружестве» со старой системой, новая постепенно занимает ее место.

Конечно, при объединении систем нужно следить, чтобы появились полезные качества и исчезли ненужные, вредные. Иначе может получиться как у одного незадачливого огородника: после многолетней работы он вывел гибрид репы с капустой, у которого верхки были от репы, а корешки от капусты!

Задача 15. В середине пятидесятых годов советский ученый Николай Федотович Казаков изучал странное явление — при больших скоростях резания металла на резце возникали небольшие бугорки — наросты. Оказалось, что причина их появления — диффузия атомов металла заготовки в резец, происходящая при высоких температурах и высоких давлениях в зоне резания. Так была открыта диффузионная сварка, позволяющая надежно соединять самые разные металлы и даже металл со стеклом, керамикой. Но процесс этот очень капризный. Необходимо практически полное отсутствие кислорода, потому что даже тончайшая окисная пленка на поверхности металла мешает диффузии. Существуют два способа проведения такой сварки. Первый — в вакуумной камере. Но требуется откачка воздуха до миллионной доли атмосферы — это трудоемкий и дорогой процесс. Другой способ — сварка в инертном газе. Но для этого

нужен дефицитный газ высокой очистки, в котором примеси кислорода не превышают миллионной доли. А в имеющемся в любом количестве обычном инертном газе примесей — тысячные доли. Как быть?

— Эта задача на объединение конкурентов? — спрашивает Женя.

— Да.

— Тогда все просто. Нужно заполнить камеру дешевым инертным газом и откачать. Теперь можно откачивать не до миллионной доли атмосферы, а только до тысячной. Все равно кислорода останется, как при миллионной. Так у нас и газ дешевый, и откачка намного проще...

Развертывание системы на би-переходе не останавливается. Следующий шаг — переход к полисистеме, когда объединяется либо много систем, либо однородная система разбивается на множество элементов.

Задача 16. Приходит грузовое судно в порт и ждет, пока его разгрузят и загрузят снова. Даже при самых производительных способах разгрузки и загрузки это приводит к большим убыткам. Как быть?

— Я читал, что теперь используют суда, состоящие из отдельных частей, каждая из которых может самостоятельно держаться на плаву. Их можно собирать вместе и возить как поезд.

— Верно, такие судна называют лихтеровозами. Баржи-лихтеры соединяют друг с другом, к ним пристыковываются носовая и кормовая части с двигателями — и судно готово в дальний путь. В порту каждый лихтер самостоятельно становится под разгрузку, а новый лихтеровоз собирается из заранее нагруженных барж и уходит без задержки в следующий рейс. Это типичный переход к полисистеме.

И на полисистемах развитие не останавливается. Полисистемы усложняются, внутри появляется собственная структура, иерархия, внутренние связи. Это хорошо видно на развитии одной не совсем технической системы.

...В 490 году до нашей эры огромная армия персов высадилась на побережье Греции. Их встретило сравнительно небольшое войско афинян. Но сражение при Марафоне, как известно, закончилось разгромом завоевателей. Всего 192 афинянина погибли в нем, а персов — свыше 6 тысяч, остальные бежали в панике. Как это могло случиться? Персы были прекрасными воинами. Но они умели биться только каждый за себя. А афиняне были обучены сражаться в строю — знаменитой греческой фаланге. 10 тысяч афинян, построенные в ровные шеренги, оштитившиеся копьями, бегом бросились на лагерь персов и промчались через него, сокрушая все на своем пути. Так система победила бессистемность.

А можно ли победить фалангу? Ее «победил» через несколько столетий римский легион. При своих достоинствах фаланга была крайне неуклюжа. Как развернуть 10 тысяч человек при неожиданном нападении с фланга? Римский легион состоял из отдельных небольших фаланг, которые назывались манипулами. Каждая манипула могла маневрировать самостоятельно, а при необходимости манипулы объединялись в единую грозную фалангу.

— Как лихтеровоз! — воскликнул Алеша.

— Да. Сначала все манипулы были однородными. В более поздние времена манипулы разделились на три линии: в первой шли малообученные и легковооруженные бойцы, а в третьей — тяжеловооруженные опытнейшие воины — триарии, прослужившие 20 и более лет.

В античные времена командир легиона сам участвовал в сражении, или командовал, посылая ординарцев. Сегодня армия—это сложнейшая многоуровневая иерархическая система с множеством внутренних связей, по которым снизу вверх поступают сведения, а сверху вниз — приказы. В ней взаимодействуют различные подразделения, специалисты многих военных профессий. Словом, армия напоминает современный обрабатывающий центр с множеством разных инструментов, датчиками, которые сообщают «командованию» — центральному процессору — ЭВМ информацию, с рабочими органами, выполняющими «команды».

— Значит, все технические системы в конечном итоге превратятся в автоматизированные, роботизированные, компьютеризованные комплексы? — ставит вопрос ребром Женя. — И да, и нет. Пора обратить внимание на экран «СВЕРТЫВАНИЕ».

Задача 17. Для заклейки автомобильных шин применяют портативный вулканизатор — прибор, позволяющий выдержать место склейки в течение 10—15 минут при точно заданной температуре. Он состоит из электронагревателя, питающегося от автомобильного аккумулятора, датчика температуры и электронного коммутирующего устройства. Нагреватель доводит температуру до заданной, датчик температуры сигнализирует об этом, и электронное устройство отключает нагреватель. Если температура снизилась, по сигналу датчика нагреватель включается. И так 10—15 минут. Дорогое и не очень надежное устройство. Можно ли предложить что-нибудь лучше?

— Сделать другую, более надежную схему!
— Выполнить коммутатор на микросхеме!
— Тогда вулканизатор станет еще дороже!
— Нет, ребята, вы предлагаете сделать нашу систему еще более сложной и дорогой, продолжаете ее разворачивать. А нужно попытаться свернуть.

Преподаватель рассказывает случай из собственной практики. Ответственные детали мощных автоматических выключателей покрывают серебром. Деталь опускают в ванну с раствором соли серебра. Но выяснилось, что серебрить нужно не всю деталь, а только небольшой «хвостик». Тогда предложили накрывать ванну сеткой, на которую укладывали детали «хвостиками» вниз. Это позволило экономить серебро. Но оказалось, что получается много брака. Уровень раствора в ванне колеблется, соответственно «хвостик» либо покрывается серебром не на полную высоту, либо уходит лишнее серебро. Решили создать установку для контроля и поддержания уровня раствора. Конструкторам выдали техническое задание на его разработку. Установка должна была включать датчики уровня, систему кранов для впуска и выпуска раствора,

управляющее устройство и т. п. Конструкторы брались за дело очень неохотно. Известно, что производство грязное, датчики будут засоряться, отказывать. И тогда на помощь пришли специалисты по ТРИЗ. Какое решение было бы идеальным?

— Чтобы положение деталей само изменялось с изменением уровня электролита, тогда никакие датчики и устройства будут не нужны...

— А как это сделать?

— Так это же просто! Нужно, чтобы сетка плавала в ванне!

Это и было предложено. Система была «свернута», еще даже не развернувшись. И помогла изобретателям физика. Какой закон физики был использован?

— Закон Архимеда!

— Верно. Закон Архимеда «сработал» и за датчики, и за управляющее устройство. А теперь вернемся к вулканизатору. Знаете ли вы такой закон физики, который мог бы там заменить сложное устройство?

Ребята молчат. Законов много, так сразу и не вспомнишь. Нужно сформулировать идеальное решение.

— Идеально было бы, если бы температура поддерживалась сама все время, без регуляторов.

— Давайте нарисуем график температуры, который нам нужен. К доске выходит Дима и начинает рисовать, комментируя:

— Сначала температура растет, пока не достигнет заданной. Потом в течение 10-15 минут она должна не меняться.— На графике появляется горизонтальная площадка.—А потом она может снижаться.

— Что нам необходимо?

— Чтобы была «площадка»...

— Вспомнил! — вмешивается Миша.— Я видел такую площадку в учебнике физики, называется «теплота плавления»! Если какое-то вещество начало плавиться, то пока все не расплавится, температура не повышается!

— Верно. Это происходит, потому что энергия нагрева идет не на повышение температуры, а на плавление. Аналогично и при охлаждении: пока всё не затвердеет, температура не падает. Теперь понятно, какое решение нужно?

— Понятно! Нужно снабдить нагреватель некоторым количеством вещества, которое плавится при нужной нам температуре!

— А как обеспечить необходимое время выдержки?

— Наверное, это зависит от количества вещества?

— Правильно. Вот мы и «свернули» нашу систему. Датчиков нет, коммутатора нет. Получилось очень простое устройство.

— Здорово!

— Конечно! Какой был самый массовый самолет во время Великой Отечественной войны?

— Ла-5?

— Як-3! Ил-2!

— Ил-2. Знаменитый штурмовик конструктора С. Ильюшина. Перед войной в разных странах пытались создать самолет такого класса. Но штурмовик должен быть с броней, и самолеты получались слишком тяжелыми. Все пытались крепить броню к корпусу самолета. А Ильюшин предложил делать сам корпус из брони — и Ил-2 стал лучшим самолетом войны!

— А велосипедный ключ на разные размеры — это ведь тоже «свертывание»?

— Конечно. Все системы так и развиваются. Сначала развертывание, обеспечивающее появление и эффективное выполнение новых функций за счет усложнения системы, а потом — свертывание, когда за счет перехода на микроуровень, повышения динамичности системы упрощаются, становятся надежнее, проще, дешевле, сохраняя полезные функции.

Вечерние размышления. Мы подробно рассмотрели сегодня еще несколько закономерностей развития технических систем. Интересно, что они действуют не только в технике. В психологии давно известны понятия «свертывание» и «погружение» — основные способы изучения, понимания, запоминания любого материала, освоения навыков. Боксер отработывает технику удара по частям: движение ног, корпуса, поворот плеча, движение руки, потом локтя, кисти. Даже в медленном темпе вначале это трудно выполнить правильно. Но постепенно отдельные движения сливаются в одно, доведенное до полного автоматизма,— мгновенный удар. Комплекс движений «свернут» и «погружен» в подсознание, перешел на инстинктивный уровень. Мало кто способен запомнить подряд хотя бы сотню несвязанных слов. А стихотворение, даже длинное, запомнить несложно — оно легко «свертывается», укладывается в памяти и так же легко потом «развертывается»: слова, строчки тянут за собой другие слова и строчки. Понять — значит уметь свернуть и потом развернуть. Почему же так мало используется этот универсальный механизм? Пожалуй, только В. Ф. Шаталов применяет его сознательно. Даже обычный лист бумаги свертывается не как попало, а в закономерных направлениях. Хорошо свернуть материал можно, только зная его внутренние закономерности построения. Когда информация свернута, остается несколько основных «памятных знаков», тех «ниточек», за которые нужно потянуть, чтобы информация развернулась. Такие «ниточки» и знаки — опорные конспекты В. Ф. Шаталова, его выразительные рисунки и схемы. Аналогичную роль выполняют и наши плакаты, рисунки на доске, интересные истории, технические примеры. Это наши «памятные знаки», помогающие ребятам понять, «свернуть» и «погрузить» в себя элементы ТРИЗ.

ДЕНЬ ДЕСЯТЫЙ

ВЫЗЫВАЕМ НА БОЙ ИНЕРЦИЮ!

Не просто быть новатором, изобретателем. Чтобы создать и внедрить новое, зачастую нужно преодолеть множество препятствий, но самая первая победа — победа над собой, над собственной психологической инерцией.

Задача 18. Очень трудно разгружать смерзшийся груз. Огромные комья не поддаются не только ломам и лопатам, но и мощным экскаваторам. Как быть?

— Отогреть груз. Лед, скрепляющий куски груза, растает, и он рассыплется на мелкие куски: станет податливее.

— Сформулируем эту задачу иначе; как сделать хрупким, рассыпчатым нечто?

— Многие тела становятся хрупкими, если их охладить,— солидно излагает Женя,— если обычную резину облить жидким азотом, ее можно разбить молотком на кусочки. Оказывается, можно не греть, а охлаждать! Сделать наоборот — не так, как обычно,— один из приемов, которым издавна пользовались изобретатели. Сила его в том, что он заставляет преодолеть психологическую инерцию, мешающую поиску нового. Но вернемся к нашей задаче.

— Чем отличаются две формулировки задачи и почему вторая облегчила решение?

— «Мерзлый» — какое-то слово, толкающее не туда!

— Агент психологической инерции!

— Верно! «Мерзлый» — это термин. С детства нас учат четко и понятно выражать свои мысли, пользоваться терминами. Это необходимо для того, чтобы специалисты лучше понимали друг друга, чтобы не возникало недоразумений. Термин сокращает речь, зашифровывая одним словом много понятий. Металлист произносит слово «быстрорез» — и его коллеги уже знают, что это специальная сталь, в которую введено от 6 до 18% вольфрама и которая сохраняет высокую твердость даже разогретая докрасна. Они об этом не задумываются, подробности уже неважны. Но при решении изобретательских задач именно в этих подробностях ключ к решению задачи, термины необходимо расшифровать.

Задача 19. В конце прошлого века великий русский ученый-химик Д. И. Менделеев обратил внимание на чрезвычайно опасную операцию — сушку пороха теплым воздухом, при которой иногда происходили взрывы. Как быть?

— А почему его нужно сушить?

— Его сначала обрабатывают в воде, такая технология.

— Значит, нужно изменить технологию!

— Зачем же менять? Технология всем хороша, вот только взрывы. Но вы не с того начинаете решение. Уберите термины.

— А где здесь термины? Порох? Пусть будет взрывчатка.

— «Сушка»! Это тоже термин. Нужно его убрать.

— Что такое сушка? Удаление влаги.

— Снова влага! Как в задаче с мерзлым грузом!

— Греть — плохо, поэтому и взрывы.

— Значит, выморозить!

— А еще можно промокнуть,— робко добавил Алеша.

— Ну да! Промокашкой!— засмеялся Женя.

— Это критика! Нельзя сразу атаковать идею, показавшуюся смешной! А нельзя ли ее развить?

— Может быть, в самом деле, ввести в мокрый порох какое-то вещество, которое поглотит влагу?

Именно такое решение и предложил Д. И. Менделеев — обезвоживать порох спиртом. Это совершенно безопасно, и с тех пор эта операция во всем мире проводится по способу русского химика.

Как «бороться» с терминами? Один из способов — представить себе, что вы излагаете задачу ребенку 12 лет. Наши взрослые слушатели признавались, что нередко после этой непростой операции они сами начинали понимать, чего хотят. Самый большой враг инерции — свежий взгляд. Как правило, задача, над которой долго думаешь, становится привычной, мышление ходит по кругу, затормаживается. Для того чтобы «растормозиться», используют специальный прием: представляют, как бы решалась задача, если бы некоторые привычные характеристики системы изменились во много раз. Например, размеры нашей системы увеличились в 10 раз... в 100 раз... в миллион раз? Или, наоборот уменьшились? Или скорость увеличилась (уменьшилась) в тысячи раз? Как будет выглядеть наша система при отрицательных температурах, вблизи абсолютного нуля или в пламени вольтовой дуги?

Другой прием заключается в снятии привычных ограничений. Исчезло гравитационное поле — как это скажется на нашей задаче? Мы поместили наше устройство в вакуум или на дно Марианской впадины — как изменилась задача? Каждый такой вопрос требует глубокого, неторопливого размышления. Часто после этого решение становится очевидным.

Задача 20. Бегуны тренируются на движущейся ленте. Так можно не сходя с места пробежать под наблюдением тренера хоть марафонскую дистанцию. А как быть конькобежцам?

— Пусть будет лента из скользкого фторопласта!

— Нет, нужен настоящий лед!

— Нельзя лед, он не сгибается! Не получится замкнутого конвейера!

— А как бы решалась эта задача, если лента была бы очень длинной?

Тысяча километров? Десять тысяч?

— Один конец в Европе, а другой — в Америке!

— Нет, лучше, если другой конец будет в Африке. Там жарко, лед растает и лента согнется. Дружный смех.

— Зря смеетесь. Ведь это решение. На одном конце ленты устанавливают разбрызгиватель воды и холодильную установку, а на другом — нагреватель. А теперь задача на снятие ограничений.

Задача 21. Пилот в современном самолете при посадке должен видеть землю и следить за множеством приборов. Внимание рассеивается, возможны аварии. Как быть?

— Пусть посадку производит ЭВМ!

— Пусть ЭВМ проектирует на специальный экран только те приборы, показания которых вышли за допустимые пределы!

— Все это делается. Но мы предупреждали, что нужно снять ограничения!

— А какие здесь ограничения?

— Информацию воспринимает один человек. Пусть посадку осуществляют несколько пилотов!

— А если самолет одноместный? Лучше пусть у пилота будет десять глаз!

— Это уже хорошо! А еще?

— Может быть, у него появятся новые органы чувств? Например, использовать телепатию. Или получать информацию по запаху...

— Наощупь!

Снова дружный смех. Преподаватель достает карточку, на которой наклеена записка из популярного журнала: «Эксперты сумели отыскать в человеке новый информационный канал — поверхность живота, которую до сих пор никто не догадывался использовать для передачи осмысленных сообщений... На летчика надели пояс с электродами. При наклонном положении самолета к ним подводится небольшой ток и летчик ощущает легкое щекотание с одной стороны, пока не выровняет самолет». Вот вам и наощупь!

Ребята разбегаются на перерыв, обсуждая варианты использования почесывания живота. Вот бы придумать на этом принципе устройство для подсказки!

— Ребята, помните, что такое эмпатия? — спрашивает Преподаватель.

— Конечно! — отвечает Дима. — Это когда изобретатель должен «влезть в шкуру» технической системы!

— Эмпатией пользуются синекторы, — уточняет Женя.

— Верно. Однажды синекторам пришлось решать задачу о высокопроизводительной чистке грецких орехов. Синектор представляет себя внутри ореха, его сердцевиной. Нужно выбраться наружу, разорвать прочные стенки. Результатом было предложение просверлить орех полым сверлом и подавать туда воздух под давлением. Попробуйте, используя эмпатию, сами решить задачу.

Задача 22. В металлургическом цехе для защиты рабочих от брызг металла и шлака устанавливают сетчатые защитные экраны. Чем меньше ячейки, тем надежнее защита, но через такие экраны плохо видно, что происходит. Через крупные ячейки все хорошо видно, но брызги могут травмировать рабочего. Как быть?

Ребята в затруднении. Во что «перевоплощаться» — в сетку или в брызги? Ничего не получается. Собственно, это не удивительно. Эмпатия — неплохой метод, но обладает большими недостатками. В первую очередь он приводит к психологическим перегрузкам. Синектор представляет себя каким-то предметом, вживается в его «образ». Делать это нужно очень старательно, иначе результат незначителен. А чересчур глубокое «вживание» опасно: представил себя человек чайником, да так и не может выйти из образа. Другой недостаток тоже психологического характера. Человек, вжившись в объект, инстинктивно избегает решений, связанных с его дроблением. В самом деле, не особенно приятно воображать, как тебя «дробят на части»! А между тем «дробление» — один из самых результативных изобретательских приемов.

Сохранить и даже усилить эффективность эмпатии и устранить свойственные ей недостатки позволяет широко применяемый в ТРИЗ метод **моделирования маленькими человечками — ММЧ**. При использовании ММЧ нужно представить в виде толпы маленьких человечков ту часть объекта, к которой предъявляются противоположные требования, ее называют оперативной зоной. Для решения задачи нужно перестроить группы человечков таким образом, чтобы конфликт исчез. Используем ММЧ для решения нашей задачи.

Теперь сетчатый экран — это множество человечков, взявшихся за руки. Мимо них пытаются проскочить горячие брызги. Сетка с мелкими ячейками — человечки толстые и короткорукие. Они не пропускают брызги, но заслоняют рабочее поле. Сетка с большими ячейками — тощие и длиннорукие человечки. Сквозь них видно, но брызги пролетают. Как быть?

— Человечки должны быстро бегать! Очень быстро, чтобы не пропускать брызги!

— Но тогда сетка распадется!

— Нет, они могут бегать, не отпуская рук! По команде!

— Хорошо! А сейчас вернемся от человечков к «железкам». Что у нас получится?

— Двигающаяся сетка!

— Вибрирующая!

Теперь ответ готов. Помогли маленькие человечки. «Поэксплуатируем» их еще.

Задача 23. Полюса электрических машин пропитывают эпоксидной смолой и выпекают в печи. При этом образуются очень твердые натёки смолы, которые очищают вручную. Было предложено обрабатывать их потоком быстро летящей стальной дроби. Однако после испытаний машины от этого способа пришлось отказаться: отдельные дробины раскалывались, кусочки застревали в обмотках, что приводило к электрическим замыканиям. Тогда решили заменить дробеструйную обработку пескоструйной. Но песчинки стали попадать в подшипники, приводя их в негодность. Как быть?

Решить эту задачу мы не успели. Подошло, как всегда незаметно, время обеда. Но к задаче мы, конечно, еще вернемся.

Вечерние размышления. Завтра вторая дискуссия о творчестве. Первая прошла хорошо, приятно было видеть заинтересованные лица, живые глаза. Когда мы только начинали работу с детьми, некоторые умудренные опытом взрослые спрашивали нас, сознаем ли мы, что толкаем ребят на довольно тернистый путь? Ведь жизнь в творчестве — это титанический труд, вечная война с теми, кто тормозит прогресс. Конечно, у нас есть аргументы в защиту своей позиции. Во-первых, известно, что творческое обучение в отличие от обычного облегчает молодому человеку адаптацию в современном переменчивом мире. Еще в 1961 году Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культур — ЮНЕСКО — заявила, что в наше время человек должен быть готов к неоднократной переквалификации и даже полной смене профессии в течение жизни. Такая перестройка — очень болезненный процесс, и помочь здесь может активная творческая позиция. И еще. Люди, занимающиеся творческим трудом, до глубокой старости сохраняют высокую работоспособность и вообще дольше живут. В 65-70 лет еще в полную силу трудятся ученые, работают артисты, дирижеры оркестров. Творчество — самое лучшее лекарство от скуки, настоящий эликсир жизни, источник счастья!

Все это так, но отрицательные стороны все равно остаются. Смириться с ними? Конечно, нет! Для успешной борьбы нужно хорошо изучить врага, нужно знать, какие трудности — закономерное проявление взаимоотношений творческой личности с жизнью, а какие — возникают из-за недостаточной подготовленности к этой жизни! Стало ясно, что нужен научный подход к этим вопросам. И началась работа. Ее первый результат — деловая игра под названием «Жизненная стратегия творческой личности», разработанная Г. С. Альтшуллером и И. М. Верткиным. Центральная идея их работы — создание «идеальной» партии в «игре» — борьбе, которую ведет творческая личность против «антитворческих» жизненных обстоятельств. И здесь авторов ожидали сюрпризы. Вот как они об этом рассказывают:

«Метод и план разработки — обычные для ТРИЗ. Изучение «патентного фонда»: биографий выдающихся ученых, изобретателей, писателей, художников... Анализ и выявление наиболее сильных ходов, которые сделал тот или иной человек. Анализ слабых ходов... Анализ действий обстоятельств. Составление на этой основе сводного алгоритма, обобщающего опыт «игры» творческих личностей и позволяющего по возможности избегать ошибок... Мы предполагали разработать гамму алгоритмов, отразив, так сказать, игру «перворазрядника», «мастера», «гроссмейстера». Выяснилось, однако, что возможен только один алгоритм, который перворазрядник одолевает на одну десятую, мастер — на треть, а гроссмейстер — полностью...» Выяснилось и другое. Жизненные обстоятельства не всегда действуют против творческой личности прямо (костер Джордано Бруно, ссылка В. И. Ленина, насмешки над К. Э. Циолковским). Иногда они как будто признают ее, вознаграждают личными благами (дом, машина, дача),

дают административные возможности для внедрения результатов своего творчества. И человек перестает быть творческой личностью. Победы и поражения меняются местами. Признание может обернуться поражением, а то, что обыватели считают неудачей, становится выигрышем для творческой личности...

Трудно играть против жизненных обстоятельств. У них множество разнообразных ходов, возможностей, «вагон ферзей». Но и творческая личность не беззащитна — можно заранее предусмотреть удары противника, защититься от них «упреждающими» ходами. Вот об этом — о самых сильных упреждающих ходах, которые должен сделать человек, чтобы не дать жизненным обстоятельствам «причесать себя под одну гребенку» и выдержать свой бой, мы и постараемся рассказать. Самый важный упреждающий ход — это как можно более ранний выбор цели. История говорит, что это может произойти уже в 12-15 лет. В юном возрасте человек еще не втянут в трясины житейских мелочей, меркантильности, сохраняет привычку к освоению больших объемов знаний, жаждет принести в дар человечеству свои достижения. Не страшно, если цель потом как-то изменится. Ведь цель — сложная система, она не стоит на месте, у нее свои законы развития и свои противоречия. Первое налицо:

чем раньше человек выберет цель, тем больше у него шансов ее достигнуть, стать творческой личностью. Но и тем меньше информации для ее выбора. Эти вопросы и предстоит нам завтра обсудить на заседании дискуссионного клуба. И поговорить о других упреждающих ходах.

ДЕНЬ ОДИННАДЦАТЫЙ

КТО КОМАНДУЕТ МАЛЕНЬКИМИ ЧЕЛОВЕЧКАМИ?

Неожиданность. Во всю ширину доски рисунки цветными мелками. Узнаем руку художницы Тани. Похоже, она ночью мучилась над решением вчерашней задачи. Вот поверхность обмотки, покрытая твердыми желтыми каплями — натеками эпоксидной смолы. Рой зубастых маленьких человечков хищного вида набрасывается на капли, грызет их и запутывается в щелях и выемках катушки.

— Отличный рисунок, — отмечает Преподаватель, — хотя в нем есть неточности. Так как же решить нашу задачу? Как избавиться от этих... — Преподаватель ищет подходящее слово, и ребята подсказывают: человеко-акул?

— Выдувать их сжатым воздухом!

Неудачное решение. Кого-то выдует, а кто-то еще глубже заберется в щель. Ведь закон повышения идеальности подсказывает, что «акулы» должны были бы исчезнуть сами. Беда в том, что рисунок неточен. По правилам работы с человечками нужно каждую песчинку представить в виде толпы, И Таня исправляет рисунок. Теперь песчинки похожи на ядра, сбивающие натеки смолы. А ядро состоит из множества маленьких человечков, крепко схватившихся за руки. Вот ядро выполнило свой «долг» и теперь должно исчезнуть.

— Материя не может исчезнуть, — не утерпел Миша, — она может только превращаться в другие виды!

— Вот пусть она и превратится в такой вид, который сам исчезнет из машины.

— Да ясно, нужно сделать песчинки изо льда!

— Лучше из сухого льда! — уточняет Женя. — Тогда даже воды не останется в катушке.

— Так и была решена эта задача. Но вот вопрос: почему все-таки разбежались человечки, составлявшие песчинку?

— Очень просто — из-за нагрева.

— Вспомните, вы решали задачу об увеличении диаметра трубы на полярной станции. Как изобразить это решение в виде человечков?

— Человечки воды при замораживании расталкивают друг друга, занимают больше места, давят и растягивают стенки.

— Кто командует действиями человечков?

— Тепло... или холод!

— Что же могут делать человечки по их команде?

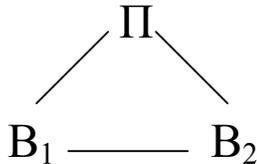
— Разбегаться в разные стороны — испаряться. Собираться вместе.

Держаться крепче или слабее. Тогда вещество становится мягче, пластичнее — так было в задаче о прошивке труб.

— Человечки могут по команде тепла расталкивать друг друга — это тепловое расширение.

— Все правильно. Назовем тепло и холод тепловым полем^{*}. А какие еще поля могут командовать человечками?

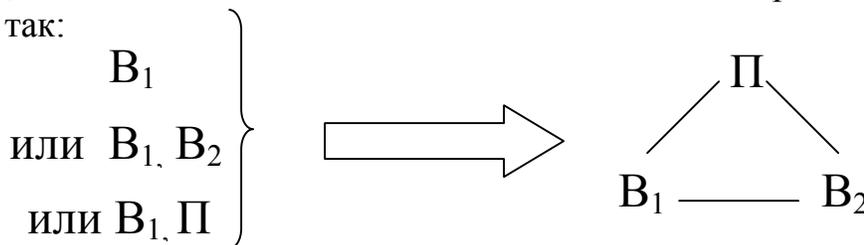
— Магнитные поля! Электрические... Какой отсюда следует вывод? Ребята совещаются, шумят и наконец формулируют: маленькие человечки слушаются команды полей. Одним полям подчиняются все человечки, а другим — не все. Есть человечки «разного сорта», они по-разному реагируют на команды полей. С помощью человечков строится модель того, что происходит в задаче. И тогда видно, как и что нужно перестроить, чтобы найти решение. Любая техническая система создается для того, чтобы что-то производить, обрабатывать, измерять. Это что-то — изделие. А для обработки изделия нужны инструмент и энергия. Получается, что нужно два вещественных элемента (изделие, инструмент) и один энергетический (будем называть его «полем»). Если коротко, два ВЕщества и ПОЛе. Такую модель технической системы называют ВЕПОЛЬ и выглядит она так:



Веполь — простейшая работоспособная модель технической системы. Изучением и преобразованием таких моделей занимается специальный раздел ТРИЗ — **вепольный анализ**. Оказывается, что система только тогда хорошо работает, когда налицо все три элемента. А если какого-то не хватает, возникает задача. Помните такие?

— В самом начале занятий была задача об обмолоте мокрого зерна, с которой не справилась команда знатоков клуба «Что? Где? Когда?», а наши старички ее быстренько решили вепольным анализом. Там было два вещества — зерно и вода. Для решения они ввели тепловое поле — охлаждение.

— Отлично! Такое преобразование системы называется **достройкой веполя**. Правило достройки такое: если есть неполный веполь, его нужно достроить, введя недостающие элементы. Схематически правило достройки выглядит так:



^{**} Физическое поле — особая форма материи. К физическим полям относятся электромагнитное и гравитационное поля, а также поля ядерных сил. В ТРИЗ термин «поле» употребляется в более широком смысле, чем в физике. Изобретатели редко сталкиваются с ядерными полями, зато постоянно применяют поля «технические»: тепловое, звуковое, оптическое, различные разновидности механических полей — давление, удары...

Задача 24. На заводе есть станок для резки труб. Отрезанный кусок скатывается вниз по направляющим со страшным грохотом. Как уменьшить грохот?

К доске выходит Саша. Он вызвался сам. В первый раз. Постепенно все ребята втягиваются в активную работу на занятиях. Саша рисует исходную вепольную схему: вещество В1 — труба, вещество В2 — направляющие. Веполь неполный, поэтому и возникла задача. Для ее решения веполь необходимо достроить. Не хватает поля П. Но какого? Придется призвать на помощь человечков. Вот человечки трубы, они падают на направляющую и подсакивают — отсюда шум. А если человечек направляющей схватит человечка трубы и прижмет к себе? Тогда труба тихо соскользнет вниз. Значит, нужно поле, которое могло бы удерживать человечков трубы. Нужен магнит! Трубы и направляющие из стали. Если направляющие намагнитить, трубы будут «прилипать» к ним, и шума не будет.

Задача 25. При опрыскивании растений ядохимикатами капли попадают на листья только сверху. И гусеницы, живущие на нижней поверхности листа, остаются невредимыми. Как быть?

Дима рисует исходную вепольную схему: В1 — капля ядохимиката, В2 — лист. Нужно ввести поле П. Какое? Разберемся с человечками. Как зазвать человечка капли под лист? Затащить? Магнитное поле не годится, человечки капли его не слушаются. Тогда электрическое поле! Капли нужно зарядить, и они облепят весь лист.

Задача 26. Ягоды облепихи успешно сопротивляются всякому механизированному сбору. Нужно придумать способ уборки, не повреждающий ягоды.

Эту задачу ребята решают самостоятельно — каждый у себя в тетради. Мы ходим между рядами и смотрим, что у кого получается. Исходную вепольную формулу нарисовали все: это В, — ягода. Некоторые уже успели достроить веполь и теперь рисуют человечков. Человечки ягоды — хилые. Нужно ввести других человечков — твердых, которые под действием поля прочно схватятся с мягкими человечками ягоды и не позволят грубым машинам их ранить. Вот и решение: заморозить ягоды. В ягоде много воды — будущих «твердых» человечков. Использование теплового поля в сочетании с водой, вообще очень сильный изобретательский прием. Трудно найти вещество дешевле и доступнее воды. А в сочетании с тепловым полем вода может совершать работу — это известно еще со времен изобретения паровых машин. Но, как мы убедились, работать может не только пар, но и лед!

Похоже, что правило достройки веполя ребята усвоили. Даем несколько задач для самостоятельного решения.

Задача 27. Придумать удобное крепление переносной автомобильной лампы к днищу автомобиля, чтобы руки оставались свободными.

Задача 28. Серьезную проблему в производстве представляет обработка слоистых материалов: слюды, стеклопластиков и т. п. При сверлении

происходит их расслоение, края отверстий получают рваными. Придумать способ сверления слюды на обычном станке обычными сверлами, но без расслоения.

Задача 29. На птицефабрике необходимо очищать яйца от прилипшей грязи. Мыть нельзя — снижается срок хранения. Нужно протирать, но щетка бьет яйца, быстро загрязняется и пачкает больше, чем чистит. Как быть?

Задача 30. Придумать способ повышения эффективности сбора пыльцы пчелой.

Ребята пытаются решать задачи сразу, выкрикивают ответы, среди которых есть и правильные. Но мы делаем вид, что не слышим. Пусть подумают. Выгоняем всех на перерыв.

После перерыва переходим к следующему разделу вепольного анализа.

Как быть, если в нашей технической системе уже есть полный веполь, но по какой-то причине он нас не устраивает: недостаточно эффективный, плохо управляемый или просто неподходящий по условиям задачи?

Вопрос непростой, но после небольшого обсуждения ответ на него ясен: ну конечно же, вепольные модели должны развиваться по законам развития технических систем! Они должны стремиться к идеальности, используя как можно эффективнее ресурсы, становиться динамичнее и переходить на микроуровень, развертываться, становясь сложнее, и свертываться, уменьшая количество необходимых элементов!

Задача 31. В горных работах применяются гидромониторы — устройства, создающие мощные струи воды, под высоким давлением разламывающие, разрезающие самый твердый камень. Как улучшить работу гидромонитора?

— А что в нем плохо?

— Да вроде все хорошо. И веполь есть: В1 — камень, В2 — струя воды, поле П — высокое давление. Но для чего мы изучаем законы развития техники?

— Чтобы заглянуть в завтра! Чтобы знать, какой будет техническая система.

— Верно. Нет предела совершенствованию. Так зачем же ждать до завтра? Новая система нам пригодится и сегодня! Что нам рекомендует, например, закон согласования ритмики?

— У нас струя бьет постоянно. Можно сделать ее импульсной, чтобы она била толчками. Толчки будут сильнее, ведь в импульс можно вложить ту же энергию, но в короткое время,— рассуждает Женя.

— А еще лучше, если частота толчков будет соответствовать резонансной частоте камня! — добавляет Саша.

— Отлично! А если перейти на микроуровень?

— Можно добавить химическое действие. Например, струя не из воды, а из серной кислоты! — предлагает Миша.

— Хорошо! А теперь вспомним закон перехода к би-системе.

— Две струи!

— Ну, это слишком просто,— замечает Дима.— Можно еще добавить поле, электрическое, например. Пусть к струям подведут напряжение, тогда между ними будет проскакивать искра и разрушать камень дополнительно.

— А вот это уже очень интересно, потому что такого способа еще нет. Правда, для его реализации потребуются решить несколько проблем технического характера, но идея замечательная. Молодец! — А конкуренты у гидромонитора есть?— спрашивает Таня.

— Конечно, есть,— отвечает Миша.— Взрывы, например.

— Вот и объединить гидромонитор со взрывами! Или еще лучше — добавить в воду песок. Он твердый и тяжелее воды, значит, струя станет сильнее...

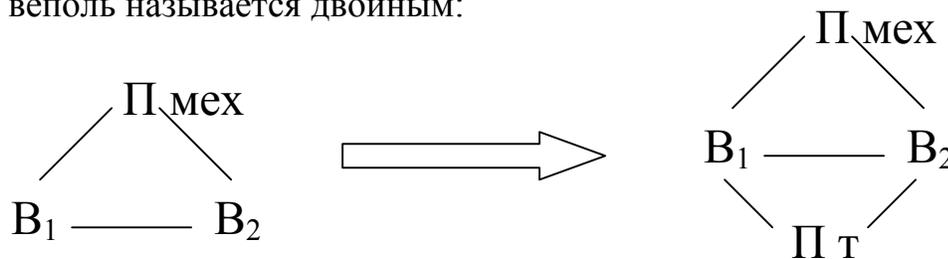
— Очень хорошая идея. И тоже новая!

— Можно еще использовать тепловое поле. Вода попадает в щели камня, а потом замерзает. Или быстро испаряется. Так ведь и разрушаются камни в природе. Но там это происходит за много лет, а мы можем сами то нагревать, то охлаждать.

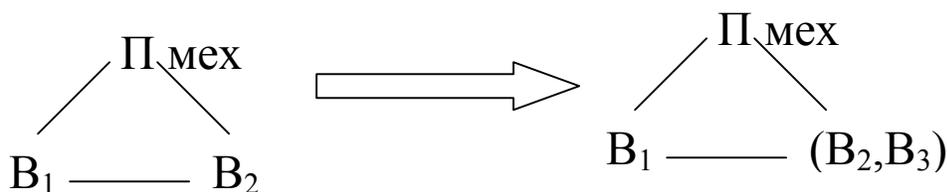
— Как раз недавно было сделано подобное изобретение. Воду нагревают до сотен градусов. При большом давлении в камере гидромонитора она не кипит, а вскипает в мельчайших щелях камня, вбитая туда страшной силой давления, и рвет камень. Производительность гидромонитора с перегретой жидкостью выше в десятки раз! Молодцы, ребята, отлично поработали.

— Это законы поработали.

— И вы тоже. А теперь переведем все ваши идеи на язык вепольных формул. Начнем с последней. Мы дополнительно ввели тепловое поле. Такой веполь называется двойным:



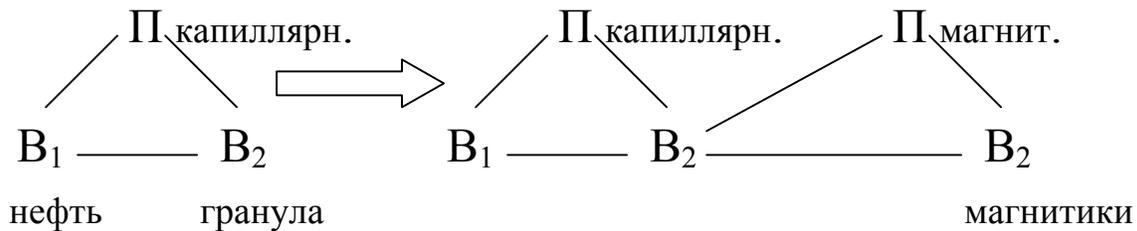
А веполь, в который добавили песок — третье вещество B_3 ,— получился комплексным:



Переход к комплексным вепольям — очень эффективный шаг. Вот, например.

Задача 32. Разлившуюся по поверхности моря нефть собирают с помощью плавающих пористых гранул, не смачиваемых водой, но хорошо впитывающих нефть. А как потом быстро собрать эти гранулы?

Решение предлагается тут же: ввести в гранулы маленькие магнетики и собирать большим магнитом. На вепольном языке решение выглядит так:



Сегодня известны сотни изобретений, в которых для повышения управляемости вводится, правда, не магнетики, а ферромагнитный порошок.

Двойные и комплексные веполи в вепольном анализе называются **сложными**, а комплексный веполь с ферромагнитным порошком — **комплексно-форсированным**. Веполи, в которых происходит замена поля на более сильное, эффективное, например механического на электромагнитное, называются **форсированными**. Форсирование веполей происходит в соответствии с законами развития техники. Получается цепочка: простой веполь — сложный веполь — форсированный веполь — свернутый веполь. Занятие заканчивается. Ребята сегодня очень возбуждены — познакомились с очень сильным и довольно несложным инструментом ТРИЗ, который так хорошо помогает изобретать. А сколько нового еще впереди!

ВТОРАЯ ДИСКУССИЯ О ТВОРЧЕСТВЕ

(Выбор Достойной Цели)

Когда лучше выбирать цель в жизни? Обязательно ли выбирать цель самому? Хорошая ли цель создать вечный двигатель? Предложите новую цель, важную для той науки, которой вы увлекаетесь, или для всего человечества! Плакат с этими вопросами висит у входа в столовую несколько дней. С них начнется сегодняшнее заседание клуба. Оперативные группы заняли места, «группы поддержки» и Советники — тоже. Сначала обсудим предложения секций по новым целям. Первое слово — биологам.

— Многие врачи, биологи считают, что большинство болезней, уносящих жизнь людей, можно было бы победить разумным ограничением в пище. Сегодня ожирение — главный фактор риска для человечества. Казалось бы, что проще: есть меньше и все. И исследования говорят, что человек способен интенсивно жить, работать при употреблении пищи вдвое меньше обычной нормы. Но это трудно. Человек испытывает сильную потребность в избыточной пище, похожую на пристрастие к алкоголю. Как помочь человечеству сберечь свое здоровье?

Цель очень важная. Сформулирована она с помощью Комиссара биологов.

Сегодня на Земле еще тысячи людей умирают от голода, о миллионы объедаются и не знают, как избавиться от этой напасти. Если бы эта проблема была решена, можно было бы накормить всех голодных!

После небольшого обсуждения цель принимается. Теперь очередь физиков.

— Могучий скачок в физике произошел, когда атомы перестали считать неделимыми, появилось представление об их структуре. Ученые открыли элементарные частицы, радиоактивность, проверили первую цепную ядерную реакцию. Сегодня в физике тоже есть неделимый элемент — квант энергии. Какова структура кванта (у атома оказалась сложная структура, может быть, и у кванта есть какая-то структура в пространстве или во времени?)

Выступают ребята из секции психологии и социологии.

— Сколько недоразумений возникает оттого, что люди не понимают друг друга! Из-за этого — ссоры, подозрения, вражда. Вот если бы люди умели видеть друг друга насквозь, тогда можно было бы достигнуть полного взаимопонимания. Но, с другой стороны, у каждого есть «тайна личности». Сознание того, что ты весь как на ладони перед первым встречным, просто непереносимо. Получается противоречие: понимание должно быть, чтобы исключить недоразумения, и его не должно быть, чтобы сохранить душевное здоровье каждого отдельного человека. Цель — как это противоречие разрешить!

Цель предлагают ребята из секции РТВ.

— Стало банальным повторять, что открытия делаются на стыках наук. Похоже на военные действия — там тоже предпочитают штурмовать оборону на стыках полков, армий, так как стыки всегда хуже обороняются. И в науке порой приходится штурмовать не столько саму науку, сколько ее жрецов, закрепившихся на определенных высотах и не желающих отходить даже под ураганным огнем новых фактов. Стыки прикрыты хуже, здесь легче прорваться в новое. Но вот беда — ведь и специалистов по штурму стыков нет, их никто не готовит. Да и как это делать? Специальностей тысячи, стыков между ними столько, что и не сосчитать. Единственный выход — специальная подготовка таких специалистов м поисковиков. Они должны обладать широким кругозором, знать о самых разных, отдаленных областях науки, истории, общих закономерностях развития. А самое главное — они должны понимать различных специалистов, помогать им найти общий язык, уметь организовать их совместную работу. Поисковик — это как дирижер, управляющий музыкантами так, чтобы игра каждого сливалась в общую мелодию оркестра. При подготовке поисковиков широкого профиля возникает много вопросов: как составить программу такого обучения, систему подготовки, пособия, учебники. Ясно, что без ТРИЗ в этом деле не обойтись. Итак, цель — создание новой системы организации работы в науке.

Несколько совсем новых целей — это неплохо. Пицца для размышлений не только для детей. А как насчет вечного двигателя?

— А разве правильно ставить цель, которая заведомо не может быть достигнута?

— А почему нельзя? Конечно, если пытаться создать вечный двигатель бездумно, бесконечно соединяя так или иначе разные детали, ничего не выйдет — это типичный метод проб и ошибок. Создать вечный двигатель запрещает термодинамика. А если изучить эту науку как следует, ее неясные места и

парадоксы? Безусловно, маловероятно, что такая цель будет достигнута. Но ведь на пути к ней наверняка будут сделаны удивительные открытия!

— Лучше, когда цель никогда «не кончается». Еще вчера человек усиленно работал, чего-то добивался, а сегодня — все позади? Это ощущение знакомо многим, после последнего экзамена так бывает.

— Это явление называют «синдромом пенсионера». Многие сразу теряют жизненный тонус, начинают болеть.

Какой же должна быть цель — посильной или великой, недостижимой? Все дело в том, что цель — сложное понятие, она имеет свою структуру и законы развития.

Несколько лет назад одновременно с работой по изучению качеств творческой личности началось исследование природы целей. Человек, творческая личность, постепенно переходит от цели низшего уровня к высшему: от профессиональной цели — к общенаучной, от общенаучной — к общечеловеческой. От детской цели «быть кем-то» (дворником, пожарным, летчиком, полярником и т.д.) к цели «сделать что-то». Так происходит превращение Изобретателя в Мыслителя.

Когда лучше всего выбирать цель в жизни?

— Конечно в детстве!

— Но ведь в этом возрасте мало знаешь, легко ошибиться!

— Ну и что же? Главное, начать работу над целью! А потом можно ее скорректировать!

— Или перерастет в новую! По закону!

— Должна ли цель быть конкретной?

— С конкретной лучше начинать, сразу видно, что нужно делать.

— Но большая цель может быть и неконкретной. Что тогда?

— Об этом уже говорили — нужно составить пакет конкретных программ по ее достижению!

— А у меня такой вопрос. На занятиях в секции РТВ нам говорили, что развитие науки, техники происходит закономерно, что можно эти законы познать и создавать новое по правилам, без мучений. Может быть, тогда вообще творческие личности будут не нужны? Закон и правила введем в машину, она и будет придумывать новое!

— Нет, так быть не может! Творческие личности всегда будут нужны. Бывали же случаи, когда работа, раньше требовавшая творчества, становилась обычной. Но тогда появлялись другие, более сложные творческие задачи, о которых и не подозревали.

— А мы не смогли придумать новую цель, — пожаловались математики.

— Давайте подумаем вместе. Есть одно правило: нужно взять какое-то положение, которое сегодня считается незыблемым, и подумать, что будет, если оно окажется спорным. Какой главный принцип в математике? Ребята задумались. Им на помощь пришел Советник:

— Пожалуй, требование непротиворечивости.

— Отлично. А теперь предположим, что может быть создана математика, в основе которой будет именно противоречивость. Какая она будет? Есть ли в ней необходимость? Может быть, она станет математическим аппаратом ТРИЗ?

— Значит, интересную цель можно найти в любой области?

— Видимо, так. Есть люди, которые всю жизнь меняют одно место работы на другое, жалуются, что ищут творческую работу и никак не могут найти. А другие за что ни возьмутся — везде им интересно. Они умеют находить себе цель, а первые — нет.

— Как же научиться находить цели?

— Сегодня идет большая работа в этом направлении. Кстати, построить алгоритм выбора цели — тоже большая и достойная цель. Кое-какие идеи здесь есть, но еще требуют проверки. Например, профессиональная цель должна быть, по-видимому, достижимой. А как заранее узнать, достижима она или нет? Здесь может помочь правильный прогноз развития данной отрасли знаний. Ведь цель нужно выбирать в перспективном, прогрессивном направлении, иначе она теряет смысл. Например, К. Э. Циолковский всю жизнь наряду с вопросами покорения мирового пространства занимался дирижаблестроением. Но эта область перестала развиваться. Если бы Циолковский связал свою жизнь только с дирижаблями, возможно, мы и не знали бы о нем сегодня.

Итак, цель можно спрогнозировать, причем наиболее достоверные результаты получаются при использовании законов развития техники, науки. И все же главный рецепт — как можно раньше начать серьезную работу, без скидок на возраст. Мы рассказываем ребятам о жизненной стратегии творческой личности, о том, что ранний выбор цели — один из самых сильных упреждающих ходов в борьбе творческой личности против жизненных обстоятельств.

— А какие еще упреждающие ходы есть у творческой личности?

— Немало. Например, развитие творческого мышления, нравственная закалка, воспитание высокой работоспособности, памяти, умение находить «лишнее время» для работы...

— Об этом тоже нужно поговорить!

— Конечно. Но это — тема отдельной беседы. А сейчас немного пофантазируем. Представьте себе, что в нашем городе открылся магазин целей. Заглянули ли бы вы туда?

— А зачем? Человек должен сам себе выбрать цель, иначе неинтересно.

— Ну почему? Любопытно посмотреть, что там есть!

— А что там может быть, как вы думаете?

— Консультационный пункт!

— Целевой суперкомпьютер!

— Ну и что вам этот «супер» предложит?

— Разные цели!

— А платить за них нужно?

— Нужно! А цена — это твой труд и время, которое нужно затратить для достижения!

— И еще нужно указывать, что получишь, если достигнешь цели!

— Отлично. Получается такая картина. Компьютер выдает нам список целей, к каждой приложена справочка: сколько часов работы требует, что сулит, какова вероятность достижения. Например, такие.

Цель № 1. 1000 часов работы, вероятность достижения — 85%, над целью работают 150 человек, результат достижения — признание специалистов...

Цель № 1001. Сотни тысяч часов работы, над целью никто не работает, вероятность достижения — 0,2%, но если добьешься успеха — благодарность всего человечества...

Интересно побывать в таком магазине? Дискуссия окончена.

Ребята расходятся в задумчивости. В самом деле, какую выбрать цель? Большинство на эту тему думают впервые. Ну что же, лучшего результата дискуссии нечего и желать!

Вечерние размышления. Вторая дискуссия прошла лучше. Ребята были живее, очевидно, больше готовились, было, что сказать. Эти дискуссии, в сущности, важная часть нашей работы. Творческая личность невозможна без большой и благородной творческой цели. Мы надеемся, что ребята это поняли. Во всяком случае, они осознали самое серьезное противоречие: для того чтобы цель вела за собой, вдохновляла, она должна быть «своей», выношенной. И чем раньше встанешь на путь к цели, тем дальше пройдешь. Но с другой стороны, трудно выбрать цель рано, когда еще мало знаешь и все на свете кажется интересным. Выбрать цель — значит сразу себя в чем-то ограничить. Долг взрослых — помочь в выборе. Как? Нужно думать. Здесь готовых рецептов еще нет. «Магазин целей», скорее всего, останется фантастикой. Хотя... Сегодня специалисты по ТРИЗ формируют специальные фонды Достойных Целей, разрабатывают методы прогнозирования, которые должны подсказать, какие цели нужны и какова вероятность их достижения. Может быть, создание такого «магазина» — тоже Достойная Цель?

ДЕНЬ ДВЕНАДЦАТЫЙ

ВЕПОЛИ — ДРУЗЬЯ И ВРАГИ

Занятие началось с общего шума. Ребята выкрикивали решения задач, предложенных им вчера. Но мы шум пресекли и потребовали, чтобы они обосновали свои предложения. При обучении методике изобретательства главное не угадать решение, а работать по «правилам». Ребята рисуют веполи. Задача о креплении переносной автомобильной лампы: В1 — днище автомобиля, В2 — лампа. Построили комплексный веполь—ввели в В2 магнит — В3 и магнитное поле. Теперь лампу легко прикрепить в любом месте, и руки свободны. Для того чтобы слюда (В1) не расслаивалась, ввели В2—воду и тепловое поле — замораживание.

Усовершенствовать очистку яиц просто: нужно ввести ферромагнитный порошок и вращающееся магнитное поле, создающее вихри порошка, которые и будут чистить яйца. А для повышения эффективности сбора пыльцы пчелу можно подзарядить электричеством, чтобы пыльца лучше прилипала. Во всех задачах ребята вышли на контрольные ответы — решения, признанные изобретениями. Правда, они немного сомневались насчет пчел, но мы показали им описание изобретения. Предлагаем новую задачу.

Задача 33. На тепловых станциях работают так называемые мокрые золоуловители. В специальную трубу подаются горячие топочные газы и впрыскивается вода. В результате получается смесь газа, воды, пара, золы, а также продукты соединения топочных газов с водой, например серная кислота, разные соли. Поток этой смеси со скоростью около 100 метров в секунду бьет в стальные стенки трубы, которая быстро изнашивается. Как увеличить срок службы золоуловителей?

Все строят вепольную схему исходной ситуации. В1 — стенка, В2 — смесь, есть и поле П — вредное действие смеси на стенку. Получается, что веполь уже есть. И называется он вредным. Чтобы решить задачу, его нужно разрушить. В ТРИЗ есть несколько способов разрушения вредного веполя. Самый простой — ввести между инструментом и изделием какое-то третье вещество—защитник:



А разве это хорошо? — спрашивает Дима.— Ведь защитник тоже будет разрушаться! Получается противоречие: «защитник» должен быть, чтобы

защитить трубу, и его не должно быть, чтобы не возиться с его установкой, восстановлением, не платить за него. Идеальный защитник должен сам возникать там, где нужно. Короче, он должен быть сделан из ресурсов. Каких?

— У трубы ресурсов мало, только металл.

— Зато у потока хоть отбавляй: вещественные — вода, зола, всякие соли, газы; энергетические — тепло, давление, скорость потока...

— Есть еще один аргумент в пользу потока — это инструмент, его ресурсы выгоднее использовать в первую очередь.

— Можно использовать воду! — у Миши есть решение.— Если сильно охладить стенки трубы, то на них будет нарастать слой льда. Он и будет защитником. Неожиданно возражает Таня:

— Нет, лед — это плохо, ведь у нас нет среди ресурсов холода. А тепла много. Если трубы нагреть, то на стенках будет оседать накипь, как в чайнике!

— Отличное решение! Когда несколько лет назад работник тепловой станции, решавший эту задачу вместе со специалистами по ТРИЗ, вышел на него, он застыл, как от удара. Оказалось, что у них на станции иногда бывало, что при случайном перегреве потока на стенках откладывалась накипь. Но ее счищали! И не догадывались, что она может стать другом.

Задача 34. Мелкие металлические шарики изготавливают, разбрызгивая расплавленный металл. Капли падают в воду и застывают. Но при ударе о воду они немного сплюсываются, что недопустимо. Как быть?

Снова вредный веполь: В1 — капля, В2 — вода, П — вредное поле взаимодействия капли и воды. Для разрушения нужно ввести В3 — модификацию имеющихся ресурсов. Что у нас есть?

— Вода! И еще воздух!

— А что нам нужно?

— Смягчить удар. В3 должно быть мягче воды и получаться из воды или воздуха.

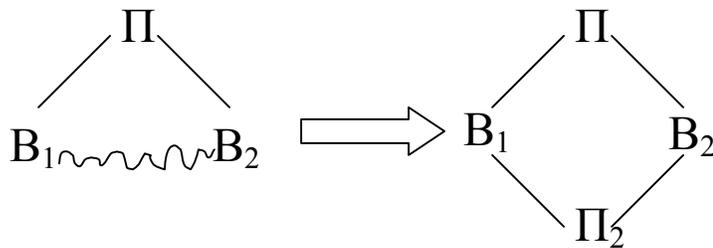
— Да это же пена! Только добавить немного мыла.

Задача 35. Для экономного полива воду нужно очень мелко распылить. Но вылетающие из распылителя мельчайшие капельки слипаются друг с другом, образуя капли побольше, что нежелательно. Как быть?

Веполь, конечно, вредный: В1 — одна капелька, В2 — другая, П — вредное поле слипания. Как его разрушить?

— Нужно что-то ввести между капельками, чтобы они не липли друг к другу. У нас только капли и воздух. Пена не годится, ею капельки не покроешь, да и неизвестно, помешает ли она слипанию.

— Действительно, с введением модификации у нас не получается. В таких случаях применяют второй способ разрушения вредных вепелей — вводят поле, противодействующее вредному:



— Электрическое поле! Нужно зарядить капельки одноименным электричеством, тогда они будут отталкиваться!

— Верно. Электрическое поле часто используется в таких случаях. Например, для эффективной сушки меховых шкурок после влажной обработки их заряжают: слипшиеся щетинки распушаются, и мех быстрее сохнет. А один изобретатель придумал новый способ получения пышной прически. Женщину в парикмахерской сажают на ...«электрический» стул с изолированными ножками и подводят напряжение. Волосы встают дыбом, их укладывают и обрызгивают лаком.

Задача 36. Эталонем прямолинейности может служить натянутая стальная нить. При этом она немного прогибается под действием гравитационного поля. Как устранить прогиб?

— Расположить ее вертикально!

— Пожалуй. Но нужна именно горизонтальная нить. И не предлагайте заменить ее лазерным лучом. Рисуйте веполь. Изделие — нить, инструменты... Здесь возникла заминка, но большинство записали верно: земля. А вредное действие создает ее гравитационное поле. Здесь должно помочь противоположное поле, которое скомпенсирует прогиб. Какое же?

— Антигравитация! — резвятся любители фантастики. Но задача-то реальная...

— Магнит! Проволока стальная, ее притянет! В принципе верно. Но контрольное решение проще. Протягивают рядом с первой нитью вторую и пропускают по обеим ток: одноименные токи отталкиваются, разноименные притягиваются. Можно использовать и то и другое, разместив вторую нить выше или ниже эталона.

Задача 37. Экскаватор рыл котлован. Неожиданно ковш заскрежетал по металлу. Машинист взглянул в яму и замер: бывший солдат мгновенно узнал тысячекилограммовую бомбу. Приехавшие по срочному вызову саперы установили, что у сброшенной во время войны бомбы замедленного действия взрыватель не сработал. Но кто знает, может быть, достаточно ее тронуть,

чтобы рвануло? А вокруг жилые дома, детсад, школа... И в этот момент саперы слышали, что внутри бомбы затикали часы. Что делать?

Ребятам трудно. Слишком мало информации. Неизвестно, какой у бомбы механизм замедления взрыва, какой взрыватель. Ничего не ясно, и времени на выяснение нет — часы-то тикают! Но ТРИЗ учит тщательно анализировать ситуацию, даже если кажется, что нет нужной информации. Почему происходит взрыв? Одна часть взрывателя ударяет по другой или соприкасается, соединяется с другой. Значит, по крайней мере, есть В1 и В2 и вредное поле, хотя мы и не знаем, какое — механическое, химическое, тепловое? Но одно мы знаем твердо — у нас вредный веполь. И его нужно разрушить. Вещество внутрь бомбы вводить опасно. Остается только поле. Какое поле может проникнуть внутрь бомбы и не дать сработать взрывателю?

- Магнитное или электромагнитное?
- Задержит стальная оболочка бомбы.
- Гравитационное? Оно всюду проникает.
- Но мы не умеем управлять гравитационном полем, к сожалению.
- Электрическое? Опасно «дергать» бомбу током.
- Тепловое?
- Акустическое, ультразвук, вибрация? Опасно, можно вызвать взрыв.
- А если все-таки тепловое поле?
- Нагревать бомбу тоже нельзя... Но можно охладить!

Сильный холод замедляет химические процессы, может остановить любой механизм, не подготовленный специально для работы при низких температурах: замерзнет смазка, попавшие внутрь пары воды, изменятся размеры некоторых деталей — перестанут вращаться оси в подшипниках, где-то что-то заклинит.

- Да, такую задачу методом проб и ошибок долго решать не будешь.

Первая ошибка и все!

- Неужели так и было? Как же решили эту задачу саперы?
- Сейчас, конечно, трудно сказать, как пришел к этой идее командир саперов. Может, он о ней раньше знал. Но когда раздалось тиканье, он приказал принести с соседнего завода емкость с жидким азотом. Им стали поливать бомбу, и когда холод дошел до механизма (температура жидкого азота минус 196 градусов), он остановился!

- Здорово! А есть еще какие-нибудь способы разрушения вредных веполей?

- Есть. Но введение вещества-модификации или противодействующего поля — наиболее часто используемые. Пожалуй, нужно отметить еще один способ, он называется «оттягивание вредного действия». Есть задачи, в которых вредное действие связано с избыточностью полезного действия. Тогда избыток поля «оттягивают» с помощью специально введенного вещества, а избыток вещества — полем.

Задача 38. Каждый, кому приходилось ездить ночью в автомобиле, знает, как неприятно и даже опасно ослепление светом фар встречной машины. С этим пытаются бороться. Есть изобретение, по которому левую фару делают менее мощной, чем правую. Но его, может быть, внедрят в новых моделях. А как быть владельцу старой машины?

Строим веполь. В2 — глаз водителя, П — свет фары встречной машины. По правилу избыток поля нужно «оттянуть» каким-то веществом. Причем ввести его нужно в свою машину. Между глазом и светом только стекло. Ввести какую-то модификацию стекла?

Дальше дело затормозилось. Предлагались заслонки, темнеющие стекла... А решение есть совсем простое. Несколько лет назад один из слушателей семинара по ТРИЗ ехал на машине и вдруг обнаружил, что очень удобно «прятаться» от света встречных машин за небольшое пятнышко грязи, оставленное пролетевшей птичкой. Назавтра он вырезал из темной липкой ленты несколько маленьких кружков. Теперь перед ночной поездкой он приклеивал их на лобовое стекло — и свет чужих фар не страшен! Избыток поля убран веществом!

Задача 39. Жидкий гелий перевозят в специальных сосудах — дьюарах (что-то вроде большого термоса с узким отверстием сверху). Гелий во время перевозки плещется, из-за этого сильно возрастает его испарение. Закупорить сосуд нельзя — разорвет испаряющийся газ. Как быть?

Построили исходную вепольную модель: В1 — гелий, В2 — воздух, П — механические толчки, колебания. Вредный веполь. Нужно для разрушения ввести В3 — модификацию.

— Пену из жидкого гелия и воздуха?

— Нет, из гелия пены не получается.

— Тогда можно сделать пену из пластмассы.

— Плавающая пластмассовая крышка! Так в деревне на поверхность воды в ведре кладут круги из фанеры, чтобы вода не выплескивалась при переноске.

— А как такой круг в сосуд всунуть? Горлышко-то узкое!

— Накидать туда шариков от пинг-понга! Они и образуют крышку.

— Мы тоже пришли к такому решению, — сказал Преподаватель. — Но оказалось, что наше предложение только увеличило испарение. Выяснилось, что во время перевозки от толчков шарики слегка тонут, а потом всплывают, вынося наверх гелий из объема, и испарение возрастает. Целая крышка была бы лучше.

— Получается противоречие: «крышка» должна быть целой, чтобы гелий не плескался, и должна быть из шариков, чтобы ее можно было ввести в узкое горлышко.

— Как такое противоречие разрешить?

— Во времени! Сначала она должна быть из шариков, а внутри стать сплошной!

— Можно применить системный переход: сделать так, чтобы отдельные шарики держались вместе, как одно целое!

— Шарики должны быть с магнетиками! Тогда они не будут болтаться в сосуде.

— Вот это другое дело. Это решение мы реализовали и добились желаемого результата. Но совершенно неожиданно решилась другая мучившая нас не один год задача: как измерить в сосуде уровень гелия?

— А как уровень бензина измеряют — опускают в бак линейку, вытаскивают и смотрят, до каких пор она мокрая.

— С гелием так не получится, он мгновенно испаряется на воздухе и ничего не увидишь. Да и горловина сосуда закрыта переливным устройством.

— Сделать в сосудах окошки!

— В принципе можно, но сосуды станут дороже, да и теплоизоляция может ухудшиться. Посмотрите, что у нас получилось. На поверхности гелия плавают шарики с магнетиками. Как узнать, где они находятся?

— Понятно, можно компас использовать — он покажет, где магнетики расположены.

— Верно. Задачи такого вида мы еще не решали. До сих пор мы работали с техническими системами, в которых что-то нужно было усовершенствовать, изменить. А есть целый класс задач, в которых нужно получить некоторую информацию о состоянии системы, о ее параметрах. Для них тоже справедливо правило достройки веполя, но есть особенности. В обычных задачах (их в ТРИЗ называют **задачами «на изменение»**) поле играет роль либо посредника между инструментом и изделием, либо управляет инструментом, обрабатывающим изделие. А в задачах «на измерение или на обнаружение» поле выносит из системы интересующую нас информацию, воздействуя либо прямо на органы чувств человека, либо на специальные измерительные приборы.

Задача 40. Как заранее достоверно определить, что начала разрушаться ответственная конструкция, например деталь самолета?

Исходная вепольная ситуация затруднений не вызывала; есть В1 — деталь. И больше ничего. Веполь нужно достроить — ввести В2 и поле П. Какие это вещество и поле? Неясно. Мы знаем только, что именно В2 должно стать источником такого поля, которое отреагирует на изменение состояния В1.

Предложений поступило много. Всем понравилась идея Светы. Она вспомнила, как Шерлок Холмс в период обострения его отношений с главой преступного мира профессором Мориарти натягивал у входа тонкую, практически невидимую глазу нить, чтобы узнать, не посещалась ли квартира в его отсутствие. Если в деталь заранее заложить специальные нити? Например, световоды. По нитям идет световой луч, попадающий в конце на световой индикатор, если все в порядке. При недопустимой деформации световод рвется, это означает начало разрушения. Другой вариант решения — в ответственные места закладывают

микрокапсулы с сильнопахнущими веществами. При разрушении капсулы ломаются и запахом сигнализируют о поломке. Иногда в системе уже есть вещества, способные стать источниками легко обнаруживаемых полей. Так всем известные миноискатели находят стальные предметы. Но чаще такие вещества нужно вводить.

Задача 41. Как сделать, чтобы пузырек воздуха в жидкости был виден даже в темноте? Речь идет об уровне — приборе, показывающем отклонение поверхности, на которой он стоит, от горизонтали.

— Нужно заставить пузырек светиться! Напустить туда светлячков!

— Или пусть жидкость светится!

Все ясно — нужно ввести в пузырек вещество, способное светиться в темноте. Такие вещества известны — это люминофоры. Но они, как правило, светятся при воздействии на них ультрафиолетового излучения. Люминофор — такой же универсальный помощник в решении задач на обнаружение, как и ферромагнитный порошок. С помощью разных люминофоров метят айсберги и отдельные бактерии.

Задача 42. Хорошо ли выполнена контактная сварка, можно узнать по температуре разогрева сваренных листов в зоне контакта. Как легко и быстро определить эту температуру?

У нас неполный веполь B_1 — зона контакта и поле Π — температура в этой зоне. Нужно достроить веполь — ввести вещество B_2 , которое может преобразовать тепловое поле в легкообнаружимое, например в оптическое. На наружные поверхности листов наносят термокраску — состав, меняющий свой цвет в зависимости от температуры. Запатентована даже кастрюля с ручкой, покрытой такой краской — по ее цвету можно определить, хорошо ли разогрето содержимое кастрюли.

— Прошу слова!

Оказывается, Боря снова хочет продолжить защиту метода проб и ошибок. Старички на занятиях внимательно ведут подробные конспекты — учатся сами преподавать. Собственно, их выступления на наших занятиях — тоже стажировка в ведении кружка.

— Прошу судей заметить, что Преподаватели непоследовательны, они еще недавно ругали моего подзащитного, заслуженного товарища МПиО, а теперь прибегают к его помощи и вас этому учат! Вепольный анализ ведь основан на переборе: «Попробуем магнитное поле... или тепловое... А если вибрацию?» Безобразия!

Боря сел на место очень довольный собой. Что же, в его словах есть доля истины, вот только какая?

— Сколько примерно мы перебираем полей?

— Магнитное, электрическое, механическое, гравитационное, — перечисляют ребята, — тепловое, звуковое...

Есть и другие поля, но эти встречаются чаще всего.

— Ничего не забыли?

— Наверное, что-нибудь забыли. Нужно придумать специальное слово или фразу, чтобы как стихи — запомнить самые важные поля,— предлагает Таня.

Отличная идея. Ребята предлагают свои варианты «магического слова».

Совместно выбрали лучшее легко запоминающееся слово «ТЭММАГ»: Т — тепловое (нагрев или охлаждение), Э — электрическое (токи или заряды), М — магнитное (поле токов или постоянных магнитов), М — механическое (давление, вибрации, удары), А — акустическое (обычный звук, ультразвук, инфразвук), Г — гравитационное (сила тяжести, инерционные и центробежные силы). А теперь вернемся к обвинению в переборе.

— Какого уровня задача, для решения которой нужно перебрать десяток-полтора вариантов?

— Первого!

— Правильно. А задачи, которые мы решали,— примерно 3— 4-й уровень. Вепольный анализ свел их к первому уровню. Никто не возражает против перебора десятка вариантов. Для этого достаточно нескольких минут. Страшно потерять годы на перебор тысяч вариантов.

Вечерние размышления. Ребята легко и быстро решили задачу на обезвреживание бомбы. А когда даешь эту задачу взрослым, порой поднимается что-то вроде «микробунта» — они отказываются решать, требуют дополнительную информацию: «Каково устройство бомбы, взрывателя? Какие еще есть аппараты?» И еще множество других вопросов. А откуда все могли знать саперы? Да и времени у них не было. Наша работа в области решения изобретательских задач показала, что инженерная привычка к получению как можно большего количества информации очень часто оказывается просто вредной — погоня за информацией заменяет попытки размышления, творчество, приводит к творческому бесплодию. Но и без информации не обойтись. Получается противоречие: информация нужна, чтобы решить задачу, но если ее слишком много, она используется неэффективно. Информационный взрыв — болезнь нашего времени. Беда не в том, что информации много, а в том, что много информации необработанной, ненужной, из-за этого невозможно найти то, что действительно необходимо. В «Кибериаде» фантаста Станислава Лема великие конструкторы Трурль и Клапауций победили страшного разбойника Мордона, завалив его лавиной осмысленной, правдивой, но совершенно ненужной информации!

Лавина информации захлестывает. Как с ней бороться? Сегодня в школах ввели новый предмет — информатику. Мы познакомились с новеньким учебником — первой частью курса, и он нам понравился — об ЭВМ рассказано понятно и убедительно. Но главного, с нашей точки зрения, мы там не нашли — рассказа о месте информации в нашей жизни, о связанных с ней противоречиях, о

том, как бороться с информационным взрывом. Впрочем, может быть, это будет во второй части? Борьба с излишней информацией всегда была в центре внимания науки. Сама наука — способ свертывания информации, позволяющий заменить множество примеров одним правилом, законом. Такая «свернутая» информация нужна и ТРИЗ, которая имеет свой информационный фонд. Он включает набор приемов разрешения противоречий, специально подобранные сведения о физических, химических и других эффектах и явлениях, которые можно применять в изобретательстве. Завтра мы приступаем к его изучению.

ДЕНЬ ТРИНАДЦАТЫЙ

ФИЗИКА СЛУЖИТ ИЗОБРЕТАТЕЛЮ

— Нужна ли физика изобретателю? Или это тоже «лишняя» информация? — задаем мы провокационный вопрос в начале занятия.

— Конечно, нужна! Мы же решали задачи, где изобретения «физические», — отвечают ребята. — Про поплавков, плавающий в ванне с раствором. И про вулканизатор, который должен поддерживать постоянную температуру. Мы «свертывали» сложные системы!

— И когда решали задачи по правилам вепольного анализа: намагничивание, притяжение заряженных капель, люминесценция...

— Достаточно! А что, по-вашему, труднее всего при решении таких задач?

— Наверное, найти, какой именно физический эффект нужен в данной задаче?

— Что же здесь трудного? — удивился Женя. — Есть учебники, справочники, даже энциклопедия...

— Хорошо. Вот вам задача. Попробуйте отыскать в этом томе физический эффект, нужный для ее решения. — И Преподаватель протянул ребятам толстый физический энциклопедический словарь.

Задача 43. Как слегка изогнуть твердый, но хрупкий кристалл?

Ребята листают тонкие страницы. Где искать? В разделе о кристаллах? Или про изгиб?

Сегодня в физике имеются сведения более чем о 5000 разных эффектах, которые можно использовать в изобретательстве. Разве все запомнишь? Выпускник высшей школы «проходил» двести-триста эффектов. А сколько остается в памяти? Мы на занятиях у взрослых даже призы обещали тем, кто больше эффектов вспомнит — более полутора-двух десятков никто не называет. А в физической энциклопедии все есть, но излагаются они совсем не так и не в той последовательности, в какой нужно изобретателю.

— Из чего сделаны все вещества? — спрашивает Преподаватель.

Водопад эрудиции: из атомов, молекул, протонов, электронов, бозонов и лептонов, кварков... Ребята начитанные, телевизор смотрят.

— Ничего там такого нет, — невозмутимо заявляет Преподаватель. — Там только маленькие человечки! Ни удивления, ни возражений. Ребята сообразили: наверное, для поиска нужного физического эффекта можно использовать метод ММЧ?

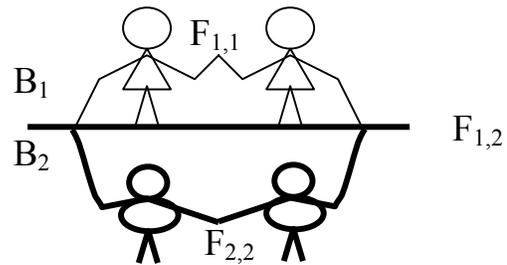
— Конечно. Как, например, изобразить твердое вещество?

К доске выходит Таня и рисует шеренги человечков, крепко взявшихся за руки.

— Какие особенности у этих человечков?

— Они никого не пропускают. Через них можно пройти, только разорвав им руки. Но можно их немного потянуть в разные стороны, они потом снова сойдутся. Или сжать... Человечки жидкости толстые, а ручки слабые. Разорвать ряд ничего не стоит. А сжать трудно. Человечки газа просто не любят друг друга и стараются разбежаться подальше. А теперь рассмотрим две группы человечков, расположенные одна над другой — «верхние» и «нижние». Каждую группу можно охарактеризовать силой (F) взаимодействия человечков между собой. Человечки притягиваются — F положительная, человечки отталкиваются — F отрицательная, человечки «равнодушны» друг к другу — F нулевая. Точно такие же значения может принимать сила взаимодействия между человечками разных групп. Все это можно записать в таблицу:

| Сила | Знак | | |
|-----------|------|---|---|
| | + | 0 | — |
| $F_{1,1}$ | | | |
| $F_{2,2}$ | | | |
| $F_{1,2}$ | | | |



Представим себе, что и в верхней, и в нижней группах силы положительны — человечки притягиваются. А между группами взаимодействия нет. Какой картине это соответствует?

- Два твердых тела просто лежат один на другом.
- Хорошо. А теперь между группами появились силы притяжения, причем достаточно сильные. Что будет?
- Человечки верхней группы начнут притягивать человечков нижней и наоборот.
- Как называется такое явление?
- Кажется, диффузия.
- Правильно. А если в верхней группе притяжение между человечками исчезло?
- Сверху, значит, жидкость. Она растечется по нижнему твердому телу.
- Это явление называется смачиванием. А если сейчас между группам появятся отталкивающие силы? Таня рисует, как человечки верхней группы собираются в комок. Совсем оттолкнуть их нижние человечки не могут — сила тяготения не позволяет. Получается что-то вроде круглой капли.

— Это несмачивание! Как масло на тарелке. Наша табличка маленькая. Но даже она может дать 27 различных эффектов, хотя и не все они реализуются в природе. А мы рассмотрели только одно свойство человечков — притяжение - отталкивание. Но ведь у человечков может быть множество других свойств; они могут нести электрический заряд, иметь собственный «магнитик», светиться (человечек с «фонариком»). У каждой группы человечков есть начальники — поля

— младшие и старшие. Старшие могут отменять приказы младших. Например, если мы нагреем магнит выше определенной температуры (так называемой точки Кюри), то магнитные свойства исчезнут — тепловое поле «главнее», чем магнитное. Словом, у человечков множество возможностей. Любой физический эффект можно с помощью человечков изобразить. Вот только что это даст изобретателю?

Ответ на этот вопрос быстрее всех находит Таня. Занятия в художественной школе развили у нее образное мышление, и ей метод ММЧ дается легче всех.

— Сначала рисуем с помощью человечков нужное действие, а потом ищем эффект! Сначала придумать, а потом искать! Именно так мы и будем поступать.

Задача 44. На производстве для зачистки деталей используют вращающийся фанерный круг, к которому маленькими гвоздями прибит кусок наждачной бумаги. Всякий раз, когда бумага изнашивается, необходимо останавливать станок, вытаскивать гвозди, забивать новые. Как ускорить работу?

Исходная вопольная ситуация: В1 — фанера, В2 — бумага. Поля нет (гвозди не в счет, они нас не устраивают). Но какое?

Бумага и фанера немагнитны. Электрическое поле нежелательно по требованиям безопасности. Можно вместо наждачной бумаги взять ферромагнитный порошок, а круг сделать из магнита. Это решение соответствует вопольным формулам, но очень сильно меняет исходную систему. Нужно постараться найти решение, которое как можно меньше требует изменений. В ТРИЗ это называется — решить мини-задачу.

Рисуем человечков. Человечки круга хватают и держат человечков наждака — эта схема соответствует ферромагнитному порошку и магнитному кругу. Тогда по-другому: человечки наждачной бумаги сами «липнут» к кругу.

— Нужно откачивать воздух между бумагой и кругом! Тогда она будет прилипать.

— Правильно! Поставить насос...

— А без насоса нельзя обойтись?

— Может быть, и можно. Какие у нас ресурсы есть?

— Энергия вращения круга. А можно, чтобы круг работал как вентилятор?

— Конечно, можно.

Так и была решена эта задача: на обратной стороне круга поставили лопатки, а в самом круге просверлили отверстия.

Задача 45. Растения нуждаются в микроэлементах — очень небольших количествах некоторых металлов: меди, железа, марганца и других — доли миллиграмма на квадратный метр поля. Удобнее всего вводить их во время полива, но металлы в воде не растворяются, а измельчить их до нужных размеров практически невозможно. Как быть?

— Есть человечки воды и металла, например меди. Нам нужно, чтобы человечки воды «хватали и несли» человечков меди. Но последние крепко держатся друг за друга, и у человечков воды не хватает сил. Нужно им помочь.

— Ввести поле, которое будет «выгонять» человечков меди в воду! Да это просто электрический ток. Электрорастворение — вот что нужно.

Техническое решение ясно. Сделать из меди или другого нужного металла кольца, вставить их в шланг, по которому вода течет, и подвести к кольцам и к воде полюса батарейки. Меняя ток, можно регулировать количество уходящего в воду металла.

— Неужели существуют любые эффекты, какие бы ни понадобились?

— Конечно, не любые. Но что-то подходящее всегда находится, в крайнем случае — сочетание эффектов, с добавлением изобретательских приемов или других эффектов, например, химических.

— А химическое решение можно найти с помощью маленьких человечков?

— Давайте посмотрим.

Задача 46. Электрические лампочки накаливания перегорают из-за того, что с раскаленной вольфрамовой нити испаряются атомы вольфрама. Они осаждаются на внутренней поверхности стекла, снижая его прозрачность. Как быть?

Непонятно, с чего начинать. Значит, рисуем маленьких человечков.

— Вот человек вольфрама оторвался от других и побежал. Нужны человечки-конвоиры, которые поймают его и вернут на место.

— Какие требования к конвоирам?

— Захватив человека вольфрама, они не должны садиться на стекло, могут летать по всему баллону. Но если попадут на то место, откуда человек вылетел, они должны его тут же отпустить.

— Отлично. Теперь переведем наше решение с «человеческого» языка на язык химии.

— Нужно, чтобы в баллоне был газ, который захватит убежавшие атомы вольфрама и образует летучее соединение. А когда оно попадет на раскаленную нить, пусть соединение распадется и выделит вольфрам.

— А как сделать, чтобы вольфрам выделился именно на то место, с которого он ушел?

— А чем это место может отличаться от другого?

— Там, где вольфрама меньше, сопротивление нити выше, следовательно, там выше нагрев.

— Тогда все ясно. Нужно, чтобы температура, при которой разлагается соединение, соответствовала перегретой нити.

— Молодцы. Именно так все и должно происходить. Осталось взять справочник и найти, что это за газ. Нужными свойствами обладают галогены: хлор, фтор.

Занятие подошло к концу. Но тема информационного фонда ТРИЗ, конечно, не исчерпана, мы к ней еще вернемся, в особенности к использованию физических эффектов. Мы собираемся отпустить ребят, но Миша вспоминает:

— А как же решается задача с изгибом кристалла? В самом деле, забыли про задачу. Ну что же, вепольная схема проста — В1 и больше ничего. Нужно ввести В2 и поле. Рисуем человечков. Изогнуть кристалл — значит сжать человечков с одной стороны. Как заставить их сомкнуться? Какое поле может дать такую команду человечкам?

— Тепловое. Но оно одинаково действует на всех человечков, изгиба не получится.

— А мы забыли про В2! У нас же есть еще одна группа человечков!

— Верно. Если этих новых человечков расположить с одного края кристалла, то им можно командовать приблизиться. А они за собой потянут человечков на торцах кристалла.

— Получается что-то вроде биметалла, только без металла.

— Почему без? Новые человечки могут быть из металла.

— Нужно напылить на одну сторону кристалла металлическую пленку и нагреть. У кристалла один коэффициент теплового расширения, а у металла — другой. Вот кристалл и изогнется.

— Но когда кристалл остынет, он снова выпрямится.

— Верно. Но можно использовать прием наоборот: напылять металл в горячем состоянии. Кристалл изогнется, когда остынет.

— Я, как защитник ТРИЗ, хочу обратить ваше внимание на существенную разницу в отношении к информации при использовании МПиО и ТРИЗ,— неожиданно вмешивается Игорь.— При поиске перебором вариантов любая информация может оказаться нужной, натолкнуть на полезную ассоциацию. А в ТРИЗ лишняя информация не нужна, здесь на необходимую информацию выходят целенаправленно!

Ребята внимательно слушают. Боря не возражает. Игра в суд, похоже, потеряла смысл. Больше мы о нем не будем вспоминать до конца школы. Только в последний день организуем торжественную процедуру осуждения — чтобы запомнилось, да и чтобы был повод для веселья в грустный день расставания...

Вечерние размышления. Несколько лет назад, когда только начинали работу с детьми, мы очень удивились: десятиклассники не смогли даже с нашей помощью решить простую задачу, требовавшую только понимания закона Архимеда. Закон они знали наизусть, но не понимали. Аналогичный эксперимент со взрослыми удивил нас еще больше — в том же положении оказалась половина инженеров. У людей нет наглядного представления о механизме действия закона. Это издержки методики преподавания физики в школе. В наш век в «большой» физике возобладал математический, формализованный подход. Это обосновано — квантовые превращения невозможно представить наглядно, их описывают

математически. А может быть, просто пока не найдены наглядные модели? Впрочем, с точки зрения физики это ересь. Правда, столь же еретичны казались когда-то попытки представить электромагнитное поле, а сегодня это несложно. Беда в том, что часто формализованный подход распространяется и на школьную физику, что резко осложняет ее использование в изобретательстве. Одна из целей нашего обучения — выработка умения «видеть», представлять себе самые сложные физические явления, действия. ММЧ здесь сильный помощник. Иногда он кажется «легкомысленным», но это полезно — помогает преодолевать психологическую инерцию.

ВЫХОДНОЙ

ПОЛИГОН ДЛЯ ТВОРЦА

(Беседа о фантастике)

Ребят сегодня собралось особенно много. Это неудивительно — фантастика многих привлекает. Мы говорили о роли искусства в воспитании творческих способностей и отмечали, что разновидность искусства, называемая фантастикой, наиболее соответствует этой роли. Фантастика в литературе, живописи, музыке. Познакомимся с ней поближе! «Почему мы часто отдаем предпочтение детективным картинам и романам, как бы скверно они ни были написаны? Почему многие весьма уважают любовные истории от анекдотов до «Декамерона»? Интересно? А почему интересно? Да потому, что накрепко записанные в спинном мозгу инстинкты самосохранения и продолжения рода заставляют нас накапливать знания — отчего помереть можно? — чтобы в случае чего спастись. Как и почему получается счастливая,вершенная в наследниках любовь? Как и почему она разрушается? Чтобы самому не оплошать... Если коровы когда-нибудь в процессе своей эволюции научатся читать, то они начнут именно с детективов и любовных историй», — так рассуждает профессор Андросиашвили, герой фантастической повести В. Савченко «Открытие себя». Итак, древние инстинкты. Но они не могут объяснить, почему издавна помимо детективов и романов писали, рассказывали, пели о том, чего никогда не было, но, возможно, когда-нибудь будет. Может быть, у человека есть еще один инстинкт, инстинкт мечты и предвидения, породивший фантастическое искусство? Фантастика стара как мир. Древние герои, седлавшие орлов или привязывавшие крылья, еще не выходили за пределы земной атмосферы, но персонажи «Правдивой истории», написанной греческим писателем Лукианом между 165 и 175 годами нашей эры, первыми попадают на Луну. Ж. Берн и Г. Уэллс, справедливо признанные основателями нового литературного жанра — научной фантастики, — тем не менее, только часть могучей цепи, первыми звеньями которой являются мифы, Гомер, Овидий, Лукиан, Кампанелла, де Бержерак, Гофман, Мэри Шелли, Эдгар По... Чем отличается фантастика от обычной литературы?

— Там выдуманные герои, сюжеты.

— Но и в обычной литературе авторы часто выдумывают своих героев и сюжеты.

— Выдуманные в обычной литературе герои могли бы и быть, а фантастические — нет.

— Верно. В реалистической литературе сюжет складывается из элементов окружающего нас мира. А фантастика отличается наличием элементов, не существующих в реальности, либо нереальным сочетанием реальных элементов. Изучение фантастики входит в курс обучения изобретательству. Неоднократно

проводились опросы, заполнялись анкеты для выяснения отношения к фантастике специалистов различных профессий. И оказалось, что человек, который любит, знает и систематически читает фантастическую литературу, как правило, имеет творческие способности выше среднего. Близость фантастики и изобретательства неслучайна. Ведь что главное в фантастическом произведении?

— Какая-то неожиданная ситуация.

— Положение, из которого, кажется, нет выхода.

— Совершенно верно! В центре любого фантастического произведения проблема, которую нужно решать изобретательно. Давайте познакомимся с одной фантастической ситуацией.

Радиоловитель часто возился со своим телевизором. Однажды он что-то перепаял и вдруг увидел на экране расплывчатое изображение горящего самолета. Он совсем забыл об этом, но через неделю увидел эту катастрофу в «Последних новостях»! Когда такое повторилось, радиоловитель понял, что его телевизор приобрел способность заглядывать в будущее, стал хроноскопом. Чаще всего хроноскоп показывал вещи самые обычные, но иногда — аварии, стихийные бедствия, преступления. Конечно, люди старались их предотвратить, но это никогда не удавалось. Ведь прибор показывал то, что уже случилось в будущем, значит, ничего нельзя изменить. В этом быстро убедились — все усилия, направленные на предотвращение, например, аварии, неминуемо оказывались частью событий, которые к ней приводили. Не спасало, конечно, и бездействие. И вот однажды изобретатель увидел на экране самого себя в великой опасности. Что ему делать?

— Уехать в другой город!

— Лучше на другую планету!

— Спрятаться!

— Так у вас ничего не получится. Между прочим, фантасты оказались бессильными, не смогли справиться с этой ситуацией решения, ими предложенные, никуда не годятся. Например, в рассказе Г. Шаха «Берегись, Наварра!» предлагается вообще запретить путешествия во времени, чтобы не сталкиваться с подобными проблемами. В других рассказах тоже нет решения — сплошные натяжки, попытки воспользоваться нечеткостью изображения. А решение проблемы есть, нужно только правильно к ней подойти. Правильно — это значит, как к изобретательской задаче. С чего начнем?

— С противоречия! — подсказывают «эртэвэшники».

— Ну и какое здесь противоречие?

— Авария должна произойти, чтобы хроноскоп ее показал, и аварии не должно быть, чтобы человек не пострадал.

— И как же такое противоречие разрешить?

— Во времени не получается. Может быть, в пространстве?

— Авария в одном месте, а человек в другом? Но тогда пострадает другой человек.

— Лучше пусть вместо человека будет кукла или робот, похожий на него!

— Да просто разыграть аварию! Пригласить каскадера.

— Вот и решение! А какой изобретательский прием применен?

— «Использование копии». Если нельзя по какой-то причине работать с объектом, можно попробовать ввести вместо него копию (отражение) и работать с ней. Это очень старый прием. Когда древнегреческому герою Персею нужно было сразиться с Медузой Горгоной, он тоже столкнулся с противоречием: чтобы убить чудовище, нужно видеть, куда бить, но видеть нельзя, потому что окаменеешь от его взгляда. И Персей воспользовался зеркалом — полированным щитом.

Все правильно. Но вернемся к фантастике. Кстати, если любовь к фантастике говорит о творческих способностях человека, то обратное неверно. Часто люди, не любящие фантастику, тоже отличаются высоким творческим уровнем. Как правило, они невзлюбили ее потому, что прочитали несколько слабых, неинтересных произведений и решили, что такова вся фантастика. К сожалению, плохой фантастики немало. Знаете такие примеры? Получилось что-то вроде пятиминутного конкурса на худшее произведение. На первое место ребята поставили произведения В. Немцева. Удивительное дело! Один из сторонников «фантастики ближнего прицела», «фантастики в пределах пятилетки», он издавал множество книг лет 20-25 назад. Но именно из-за слабости его книг, выходявших большими тиражами, они отлично сохранились в библиотеках до сих пор.

— Вокруг фантастики много споров на тему, что для нее важнее: идея или литература, А вы как думаете?

— Конечно, идея! Она обязательно должна быть новой! Иначе неинтересно читать!

С одной стороны, это правильно. Лев Толстой в романах много раз описывает светские балы, даже в «Войне и мире» их несколько — и ничего, интересно читать. И другие авторы после него возвращались к этой теме. А в фантастике происходит что-то вроде инфляции идей. Если Жюль Верн запустил своих героев из пушки на Луну, то уже в другом романе запуск из пушки не может быть главным содержанием, в крайнем случае, деталью сюжета. Но и литература, конечно, важна, иначе получаются слабые произведения, отвращающие от фантастики.

— И идея, и литература! Новизна идеи и художественная ценность фантастического произведения — две важнейшие характеристики. А по каким еще характеристикам можно оценить фантастику?

— А зачем оценивать?

— Как зачем? Нужно же отличать хорошую фантастику от плохой?

— А без оценки ты не отличишь?

Спор переходит на личности, а это недопустимо.

— Один писатель сказал, что умение оценивать, сравнивая, уже само по себе говорит о благородстве духа. Не оценив, не осознав недостатки того, что уже есть, не сделаешь лучше.

— Ну, для писателей-фантастов это, может быть, и важно.

— А вы считаете, что вам не под силу придумать хорошую фантастическую идею?

— Мы же не писатели.

— О методах генерации фантастических идей мы еще побеседуем и даже вместе что-нибудь интересное придумаем. А пока поговорим об оценке фантастики.

Несколько лет назад писателями-фантастами Г. Альтовым и П. Амнуэлем была разработана шкала «Фантазия». По этой шкале научно-фантастическое произведение оценивается по пяти показателям: новизне идеи, убедительности ее обоснования, человековедческой ценности (вся литература, и фантастика в том числе, — человековедение), художественному уровню, а также по чисто субъективному принципу: «Нравится — не нравится». Каждый показатель оценивается в баллах — от одного до четырех. Например, в рассказе используется уже известная, взятая без каких-то изменений у другого писателя идея, здесь оценка по новизне — один балл. Если идея в целом известна но как-то изменена, позволяет увидеть в старой ситуации что-то новое — два балла. А четыре балла — «цена» совершенно новой идеи. К сожалению, немногие писатели могут похвастать «четырёхбалльными» произведениями. Аналогично ставятся оценки и по другим показателям.

— А почему мало четырехбалльных идей?

— Дружная работа фантастов вычерпала банк лежавших на поверхности идей. А повторять нельзя. Сегодня без специальных методов трудно найти оригинальную идею.

— А что это за специальные методы?

— Фактически они мало отличаются от методов, используемых в теории изобретательства. Не зря так много сходства у фантастической идеи с изобретением. Кстати, и требования к новизне у обоих жесткие. Но об этом чуть позже. Вчера мы всем лагерем смотрели кинофильм «Человек-невидимка» по роману Герберта Уэллса. Понравилось?

— Нет, совсем непохоже на книгу.

— Ну и что же? Все равно интересно!

— Так хороший или плохой фильм? Ребята спорят, пока не раздастся голос одного из наших старичков.

— Да все равно так не договоримся! Нужно по «шкале» оценить!

Мы вывешиваем плакаты со шкалой. С непривычки медленно, но придирчиво анализируют ребята роман Г. Уэллса. Конечно, идея невидимости

бывала и раньше — в сказках, но здесь она позволяет совершенно по-новому показать ситуацию — новизна идеи не менее 3 баллов. Такая же высокая оценка по убедительности — автор, биолог по образованию, серьезно обосновывает свои идеи. Конечно, сегодня многое из этого кажется наивным, но ведь роман написан почти 90 лет назад! Высока и художественная ценность: Уэллс — классик. А вот человековедческая ценность получается где-то между единицей и двойкой. Вся история Гриффина — талантливый, даже гениальный ученый, но банального мещанина и обывателя, ничего нового ни о человеке, ни об обществе не рассказывает. (В фильме, правда, несимпатичные черты Гриффина переданы доктору Кемпу, но это мало что меняет.) Трудно поверить, что такой мелкий человечешка способен совершить великое открытие. Мы ведь знаем, что большие ученые — это и настоящие, большие люди. Достаточно вспомнить такие имена, как Эйнштейн, Менделеев, Капица...

Шкала «Фантазия» подсказывает, что классика можно «подправить», подняв человековедческую ценность. Как это сделать?

— Нужно, чтобы возник общественный конфликт! Например, «невидимок» стало много, и они затеяли войну с «видимками»!

— Хороший ход. Он соответствует изобретательскому приему — переходу от моносистемы к полисистеме — от одного невидимки к большой группе невидимок. А дальше что?

— Может быть, «невидимость» станет заразной? Или передаваться по наследству?

Постепенно складывается коллективно придуманный новый сюжет.

...Невидимка не погиб. Преследуемый всеми, он решает отомстить. Вот он готовит «порошок невидимости» и пробирается на водопроводную станцию. Вещество действует всего несколько часов, но те, кто в это время выпил хоть глоток воды, — становятся невидимыми! Невидимость делает «друзьями по несчастью» аристократа и нищего. Перестраивается вся общественная жизнь. Невидимок преследуют, но и они объединяются, переходят в атаку. Ученые работают над способами обнаружения невидимок, развивается локация. Грозит опасность и от ставших невидимыми домашних и диких животных. Вот премьер-министр произносит в парламенте речь, требуя беспощадной войны с невидимками до полного истребления, а в это время невидимка подсыпает ему порошок в стакан. Премьер пьет и, продолжая настаивать на уничтожении невидимок, сам постепенно становится невидимым...

Мы использовали всего один прием, а сколько нового он может дать для фантастического сюжета!

— А какие еще есть приемы?

Лет тридцать тому назад Г. Альтов начал составлять «Регистр фантастических идей». Постепенно в Регистр вошли тысячи идей, использованных в десятках тысяч фантастических произведений.

Проанализировав их, писатель пришел к выводу, что большинство их получено путем некоторого преобразования совершенно реальных объектов, и выявил приемы, с помощью которых эти преобразования осуществляются.

— Подход такой же, как и в создании методики изобретательства и в работе по качествам творческой личности!

— Верно. И приемы эти в основном оказались аналогичными изобретательским приемам. Г. Альтов свел их в таблицу, которая называется «Фантограмма». Вот она на плакате. Давайте разберем несколько приемов.

Большинство из них, как уже было сказано, совпадает с изобретательскими. Например, прием **«сделать наоборот»**. Возьмем реальный объект, например дождь. Что такое «дождь наоборот»?

Может быть, это струи воды, бьющие снизу, из-под земли? От обычного дождя может укрыть зонтик, плащ. А как укрыться от необычного дождя? А может быть, дождь наоборот — это твердые частицы? Такая планета, где время от времени идут страшные метеоритные дожди, описана Станиславом Лемом в «Звездных дневниках Иона Тихого». А как представить себе «радугу наоборот» или землетрясение? Прием **«увеличение-уменьшение»** особенно охотно использовали фантасты и сказочники всех времен. Вот, например, планета, где дождь падает каплями размером от мячика до целой горы! Или капли, летящие со скоростью пули! А если ускорить обычно медленный процесс, например смену времен года? Можно представить себе планету, на которой зима сменяется летом и снова зимой за один день! Интересно, как чувствуют себя на такой планете растения? Или, наоборот, планета, на которой год — тысяча земных лет. Люди, рожденные летом, не знают, что такое снег, а потом десятки поколений удивляются старинным легендам о дожде и радуге.

Придумать фантастическое животное непросто. Лезут в голову банальные кентавры или сфинксы. А если применить прием **«дробление-объединение»**? Тогда получится животное, представляющее собой объединение мелких живых существ, которые могут при необходимости разбегаться или, наоборот, собираться в одно целое (такие есть в фантастике). Вот прием **«динамизация-статика»**. Сделать динамичным, изменяемым то, что всегда было неизменным, или, наоборот, пусть станет постоянным то, что всегда менялось. Например, мы привыкли к тому, что размеры нашей планеты неизменны. А как будет выглядеть жизнь на планете, радиус которой все время меняется? Изменяется сила тяжести, рельеф поверхности. Пульсирующая планета. На нашей Земле все время меняется освещенность: в течение дня, в течение года. А если она станет постоянной?

Хорошо использовать в фантастике прием **«изменение законов природы»**. Возникла бы на Земле жизнь, если бы не действовал закон Архимеда? Что будет, если скорость света уменьшится до нескольких сантиметров в секунду, как в рассказе Александра Беляева «Светопреставление»?

Очень любят фантасты и сказочники прием **«оживление»**. В разных произведениях «оживают» камни и вычислительные машины, автомобили и умывальники — Мойдодыры. А у Павла Амнуэля живые мыслящие существа — звезды, огромные туманности, вся Вселенная.

В завершение беседы — приятный сюрприз. Вручаются дипломы и призы победителям изобретательского конкурса заочной школы РТВ в газете «Молодежь Молдавии», среди заданий которого было немало фантастических. Ребята, в течение года выполнявшие задания, получают книги «Изобретения Дедала», сборники произведений выдающегося советского фантаста Ивана Ефремова. Гордые победители отвечают на вопросы ребят, расспрашивающих их о конкурсе, читают свои фантастические рассказы. Сразу появляется множество желающих участвовать в новом конкурсе, познакомиться с газетой. Мы приглашаем их в наш класс, где на столах разложены все выпуски заочной школы РТВ с изобретательскими конкурсами. После ужина у нас толпятся ребята.

Вечерние размышления. После дискуссии некоторые ребята подходили к нам и жаловались, что учителя, родители запрещают читать фантастику. Многие до сих пор считают ее литературой «второго» сорта. А ведь никакой другой жанр не представляет такой свободы художнику, возможности поставить самый сложный литературный, да и не только литературный «эксперимент». Безнадежную и вредную войну с фантастикой ведут люди, сами когда-то обокраденные и теперь обкрадывающие души своих детей. Конечно, нельзя читать только одну фантастику — но эта пора в жизни самого яркого «фантастолоба» быстро проходит. От фантастики переходят к другим жанрам: от повести «Трудно быть богом» братьев Стругацких к историческим романам, от героев приключений Жюль Верна — к научно-популярной литературе. Элементы фантастики вплетены в романы и повести И. В. Гоголя, Н. Г. Чернышевского (помните сны Веры Павловны?). К жанру фантастики можно отнести и романы «Мастер и Маргарита» М. Булгакова, «Гаргантюа и Пантагрюэль» Ф. Рабле и многие другие величайшие достижения мировой литературы! Мы не только агитируем за чтение фантастики, но и приучаем к нему. Среди наших запасов — пухлая папка с фантастическими рассказами из различных журналов. Ежедневно ребята получают по одному-два рассказа, потом меняются. Рассказы не все хорошие, но это не беда, даже в плохом могут быть интересные идеи, а за хороший ребята его не примут — на каждом занятии мы обсуждаем хотя бы один рассказ, оцениваем его по шкале «Фантазия» (подробнее об этой шкале и работе с ней можно прочитать в журнале «Техника и наука», № 8 за 1983 год.). И, наконец, плохой рассказ можно улучшить, воспользовавшись фантограммой или другими методами генерации фантастических идей.

Прошло уже около половины занятий. Много задач решено, многое ребята умеют, поверили в свои силы. Но есть и обратная сторона медали — появление чувства превосходства перед другими ребятами, да и взрослыми, не знакомыми с

ТРИЗ. «Звездная» болезнь. Об этой опасности мы знаем и стараемся заранее приготовить «противоядие» — показать, что дело не в них самих, а в методике, что хвастать перед другими все равно, что считать себя гениальным счетчиком, зная таблицу умножения. Самое радикальное средство — предложить парочку задач, методики решения, которых они пока не знают. Так еще позавчера мы дали ребятам несколько карточек с условиями задач, которые не решаются применением вепольного анализа, обещали призы за решение. Они постоянно бегают к нам со своими идеями, но задачи не поддаются. Конечно, они будут решены, когда мы познакомимся с алгоритмом решения изобретательских задач, с использованием физических эффектов. Но пока — пусть помучаются!

ДЕНЬ ПЯТНАДЦАТЫЙ

САМЫЙ ГЛАВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Плакат с текстом висит уже три дня. Это одна из задач, которую мы использовали как противоядие «звездной» болезни. Сегодня, наконец, пришел ее черед.

Задача 47. Для резки толстых листов металла применяются плазмотроны. На рисунке показано, как он устроен. Мощный источник тока одним полюсом подключен к разрезаемому металлу, а другим — к катоду плазмотрона, и между ними загорается электрическая дуга. В зону дуги через сопло под давлением подается воздух или инертный газ, который под действием дуги ионизируется и превращается в плазму. Достигнув поверхности металла, ионы снова превращаются в молекулы газа. При этом выделяется огромная энергия, как бы «взятая взаймы» у электрической дуги. Температура в зоне резания достигает до десятков тысяч градусов. Металл плавится, испаряется. Плазмотрон — высокопроизводительный инструмент, чем мощнее дуга, тем быстрее режется металл, но при этом быстро разрушается катод. Как быть?

Ребята строят вепольные схемы, рисуют маленьких человечков, но ответа не находят. Затруднения вызваны тем, что обычно мы давали решать уже достаточно четко сформулированные задачи, а сейчас перед ними даже не задача, а изобретательская ситуация. Рассказано о технической системе, в которой есть какие-то недостатки. К ситуации можно подходить по-разному: отказаться совершенствовать предложенную систему и заменить ее другой, например, плазменную резку лазерной или работать над созданием нового материала для катода, который сможет выдерживать высокие температуры без малейших разрушений.

Превратить ситуацию в четко сформулированную задачу, а потом найти и разрешить противоречие, скрытое в данной задаче,— для этого и существует **алгоритм решения изобретательских задач - АРИЗ.**

Мы вывешиваем первый плакат. Это младший брат АРИЗа — АРИЗЕНОК.

Аризенок

Часть 1. Анализ задачи

1.1. Мини-задача.

ТС для... включает... ТП-1: ТП-2:.....

Необходимо при минимальных изменениях в системе....

1.2. Конфликтующая пара. Изделие (изделия) — Инструмент (инструменты)

1.3. Графические схемы ТП-1 и ТП-2.

1.4. Выбор ТП.

1.5. Усиление ТП.

1.6. Модель задачи.

А. Дано (указать конфликтующую пару).

Б. Усиленное ТП. В. Необходимо найти такой икс-элемент, который устранил, предотвратит, обеспечит..... сохранив.....

Кто помнит, что такое мини-задача?

Это задача, в которой решение должно быть получено путем минимальных изменений в уже существующей системе.

— А какие у мини-задачи преимущества?

— Меньше изменений — значит, получится более идеальное решение!

Легче будет внедрить!

— Верно. И еще одно преимущество: мини-задачу проще всего сформулировать. Все в системе остается, как было (или почти все), а вредный эффект, недостаток должен исчезнуть. В АРИЗ мини-задача строится по строгой схеме. Необходимо отказаться от терминов. И еще нужно уметь сформулировать техническое противоречие (ТП). Так в ТРИЗ называется ситуация, когда попытка улучшить одну характеристику системы приводит к ухудшению другой. В мини-задаче технические противоречия «ходят парой», потому что на любую проблему всегда можно взглянуть с двух противоположных сторон.

1.1. Техническая система для резки металла включает электрод, газ, разрезаемый металл и электрическую дугу. ТП-1: если дуга очень сильная, она быстро режет металл, но разрушает электрод. ТП-2: если дуга слабая, она не разрушает электрод, но плохо режет металл. Необходимо при минимальных изменениях в системе обеспечить неразрушение электрода при быстрой резке. Следующий шаг — выбор конфликтующей пары, включающей изделие и инструмент. Иногда в задачах бывает два изделия или два инструмента. В нашем случае:

1.2. Изделие — металл (М) и электрод (Э). Инструмент — дуга (Д) (сильная или слабая).

«Взаимоотношения» между инструментом и изделиями изображаются графически.

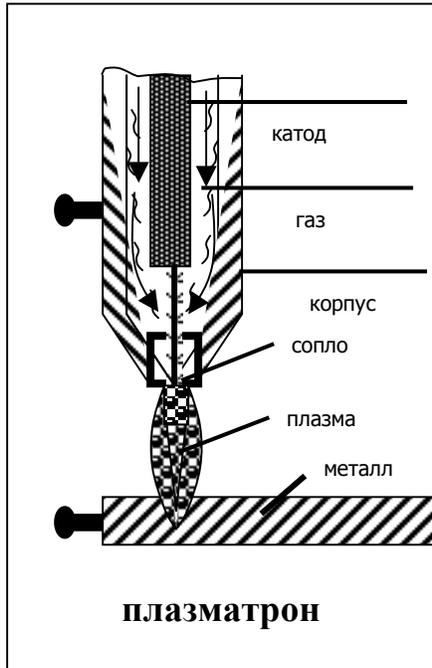
1.3. ТП-1: сильная дуга хорошо режет металл, но портит электрод — на графике выглядит так:



ТП-2: слабая дуга не портит электрод, но плохо режет металл:



Следующий шаг — выбор ТП. Фактически у нас в мини-задаче две задачи. Можно «идти» от ТП-2 — слабой дуги. Но тогда придется искать новые способы повышения производительности резки, а это приведет к отказу от мини-задачи. Лучше «работать» с ТП-1: у нас уже производительность обеспечена, нужно только решить проблему разрушения электрода.



1.4. Выбираем ТП-1. Выбрав конфликт, мы снова выбрали задачу. Теперь главное — не терять ее, не путаться, не возвращаться раньше времени к другой. Для этого следующий шаг — усиление конфликта, чтобы не «тянуло» к компромиссу, к какой-то средней по силе дуге. Обострение противоречия — шаг к его разрешению!

1.5. Усиление конфликта: очень сильная дуга прекрасно режет металл, но быстро разрушает электрод. Заключительный шаг первой части как бы подводит итог анализу. Но в ней появляется и новое действующее лицо — икс-элемент — таинственный незнакомец, который должен помочь нам решить задачу. Правда, его полномочия обычно не очень широки. Ведь у нас есть инструмент — дуга, которая с одной частью работы справляется хорошо — прекрасно режет металл. Здесь ей помогать не надо.

На долю икс-элемента остается обеспечить неразрушение электрода. Но при этом он не должен мешать дуге, иначе «за что боролись?» Икс-элемент как в алгебре — неизвестное, которое нужно найти. Это может быть вещество или поле, или просто какое-то изменение в системе.

1.6. Модель задачи. Даны сильная дуга, металл и электрод. Очень сильная дуга прекрасно режет металл, но сразу разрушает электрод. Необходимо найти такой икс-элемент, который устранил разрушение электрода, не мешая очень сильной дуге резать металл.

Теперь можно использовать вепольный анализ. Здесь — слово ребятам.

— Это типичный вредный веполь, — рассуждает Женя. — В1 — электрод, В2 — дуга, П — вредное тепловое поле. Нужно ввести модификацию, скорее всего дугу, которая бы защищала электрод.

— Какую модификацию?

Ответа нет. Трудно придумать модификацию дуги. А противодействующее поле? Охлаждать электрод?

— До этого, конечно, давно додумались, но эффект не очень большой.

— Оттянуть каким-то веществом лишнее тепло? Ребята хотят продолжить поиск решения с помощью вепольного анализа. Но Преподаватель против. Если решение не очевидно, нет смысла тратить много времени на перебор веществ и

полей — лучше продолжить уточнение задачи по АРИЗ. Мы вывешиваем второй плакат.

Часть 2. Анализ модели задачи

2.1. Оперативная зона.

2.2. Оперативное время.

2.3. Ресурсы (внутрисистемные, внешнесистемные, над-системные).

Продолжаем разбор нашей задачи.

2.1. Оперативная зона — место конфликта—там, где дуга касается электрода.

2.2. Оперативное время — пока горит дуга.

2.3. Ресурсы. Вещественные, энергетические, из оперативной зоны и вне ее.

— Плазма, газ, воздух, металл электрода, разрезаемый металл...

— Высокая температура, давление, скорость...

— Гравитационное, магнитное поле Земли... Перечисляя ресурсы, ребята тут же пытаются «пристроить их к делу». Это не страшно, но много времени терять на такие попытки не стоит. Ведь обзор ресурсов на этой стадии — предварительный. Вообще попытки найти решение, не дожидаясь конца анализа, всегда есть. Это немного странно — ведь если решаешь квадратное уравнение по формулам Виета, нет смысла где-то посередине бросать вычисления и начинать гадать. Но так уж устроен человек — при решении изобретательских задач всегда хочется побыстрее угадать ответ. Мы в таких случаях рекомендуем пришедшие в голову идеи обдумывать, записывать, а потом идти дальше по АРИЗ. Итак, третий плакат.

Часть 3. Определение ИКР и ФП

3.1. ИКР-1.

Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет (предотвращает, не допускает)..... (указать вредное действие)... в течение оперативного времени в пределах оперативной зоны, сохраняя способность инструмента (не мешая инструменту) совершать... (указать полезное действие).

3.2. Усиленный ИКР-1.

В систему нельзя вводить новые вещества и поля, икс-элемент должен быть из ресурсов.

3.3. ФП на макроуровне.

Оперативная зона в течение оперативного времени должна быть (указать физическое макросостояние, например, «быть горячей»), чтобы выполнять (указать одно из конфликтующих действий), и должна быть (указать противоположное состояние, например, «быть холодной»), чтобы выполнять (указать другое конфликтующее действие).

3.4. ФП на микроуровне.

В оперативной зоне должны быть частицы вещества (указать их физическое состояние и действие), чтобы обеспечить (указать требуемое

физическое макросостояние), и не должны быть такие частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы (указать противоположное макросостояние).

3.5. ИКР-2.

Оперативная зона в течение оперативного времени должна сама обеспечивать (указать противоположные физические микросостояния).

3.6. Применение вепольного анализа.

Плакат требует пояснений. Сама идея идеального конечного результата (ИКР) понятна — ребята хорошо усвоили понятие идеальности. Но раньше эту идеальность формулировали как кто захочет. В АРИЗ же ИКР строится по определенной схеме (шаг 3.1). А на шаге 3.2 нужно постараться еще раз пересмотреть ресурсы и выбрать из них наиболее подходящий на роль икс-элемента. Далеко не всегда можно сделать этот выбор. Тогда нужно идти дальше, не выпуская из виду наиболее реальных кандидатов. Физическим противоречием (ФП) называется ситуация, когда к физическому состоянию объекта (оперативной зоны) предъявляются противоположные требования. ФП как бы прячется внутри технического противоречия и является его причиной. Противоположные требования могут предъявляться ко всей оперативной зоне (ФП на макроуровне) или к ее частицам (ФП на микроуровне).

ИКР-2 — завершающий шаг в этой части. Вы сейчас увидите, насколько изменилась в результате анализа наша задача.

3.1. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет разрушение электрода в зоне его контакта с дугой во время ее горения, не мешая дуге резать металл.

— А зачем нужно писать каждый раз «абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений»? И так понятно, только лишняя писанина!

— Я знаю!— кричит Саша.— Это для преодоления психологической инерции лучше лишний раз напомнить об идеальности! Совершенно верное рассуждение. Но в тетради он написал: X-Э, а.н.у.с.ин.в.в.я... Это безобразие. Нельзя экономить на формулировках.

3.2. Пересмотрев еще раз имеющиеся в оперативной зоне и вокруг нее ресурсы, мы не нашли ничего подходящего. Формулируем физическое противоречие.

3.3. Оперативная зона должна быть электропроводной, чтобы загоралась дуга, и не должна быть электропроводной, чтобы...— Женя остановился. Почему же ей, собственно, не быть электропроводной? Ведь не в этом причина разрушения электрода.

— Оперативная зона должна быть холодной, чтобы электрод не разрушался, и должна быть горячей...— То же затруднение — нет причин, чтобы оперативная зона была горячей — не получается противоречие. Нелегко найти ту именно характеристику, то состояние оперативной зоны, к которой предъявляются

противоречивые требования! Но найти обязательно нужно. И если все-таки не удастся, в АРИЗ есть запасной вариант — краткое ФП: в оперативной зоне должно быть нечто, чтобы..., и не должно этого быть, чтобы...

С немалым трудом ребята выходят на удовлетворяющую всех формулировку ФП на макроуровне. В оперативной зоне во время работы дуги должен быть контакт между дугой и электродом, чтобы горела дуга, и его не должно быть, чтобы электрод не разрушался.

3.4. Переход к ФП на микроуровне уже не так труден. Частицы дуги в зоне контакта должны соприкоснуться с частицами электрода, чтобы контакт был, и не должны соприкоснуться, чтобы контакта не было.

3.5. Поверхность электрода сама обеспечивает во время горения дуги наличие и отсутствие контакта дуги с частицами электрода. Вот такая получилась новая формулировка нашей задачи. Она кажется странной, «дикой», не похожей на первоначальную! Но опыт решения многих изобретательских задач говорит, что нарастание «дикости» — признак верного пути к решению.

3.6. И снова пробуем вепольные преобразования. В1 — поверхность электрода, В2 — частица дуги. Нет поля, обеспечивающего наличие и отсутствие контакта между ними. Задача, которая раньше требовала для решения разрушения веполя, превратилась в задачу на его достройку. Что же это за поле? Магическое слово ТЭММАГ не помогло...

В трудной работе прошли обычные четыре часа занятий. Но после обеда ребята снова вернулись в наш класс. Очень уж им хотелось узнать, что дальше будет с нашей задачей. И мы продолжаем. Четвертый плакат.

Часть 4. Мобилизация и применение ресурсов

4.1. Применение метода ММЧ.

4.2. Шаг назад от ИКР,

4.3. Применение смеси ресурсных веществ.

4.4. Применение пустоты или смеси ресурсных веществ с пустотой.

4.5. Применение веществ, полученных из ресурсов (производных).

4.6. Применение электрических полей.

4.7. Применение вепольных групп «поле — вещество, отзывающееся на это поле».

4.1. Маленьких человечков все рисуют с удовольствием. Получается у ребят примерно одно и то же: шеренга человечков электрода. К небольшой группе (двум-трем человечкам) этой шеренги выстроилась «очередь» из красных «горячих» человечков. По одному они касаются бедных человечков из шеренги и постепенно «сжигают», уничтожают их. Это картинка — «было». А теперь по правилам шага 4.1 нужно эту картинку переделать: так перестроить человечков, чтобы их вредное действие исчезло. Как это сделать? Все в затруднении. Преподаватель вызывает к доске добровольцев для изображения человечков в натуре. Все желают участвовать в эксперименте, но Преподаватель оставляет

только шестерых. Четверо изображают человечков электрода, а двое — человечков дуги. «Человечки катода» перед проблемой — противоречием: они должны держать «человечков дуги», но у тех очень горячие руки, они обжигают.

Нужно передавать человечков дуги из рук в руки, как печеную картошку у костра!

Воспоминания о наших вечерних огоньках самые приятные, и идея сразу всем понятна: нужно, чтобы точка контакта непрерывно перемещалась по электроду! И можно сразу представить, как эту идею реализовать.

— Электрод должен перемещаться, например, вращаться!

— Лучше, чтобы двигался не электрод, а дуга — она ведь легче!— говорит Миша. Он прав — двигать дугу с позиций ТРИЗ предпочтительнее. Но как?

4.2. Шаг назад от ИКР делают следующим образом. Из анализа задачи бывает ясно, как должна выглядеть искомая система, а вопрос только в том, как ее получить. В таких случаях рисуют готовую систему, а потом вносят минимальное отклонение от результата. Например, если две детали в конечном итоге соприкасаются — ввести между ними маленький зазор. Возникает новая микрозадача — как ликвидировать этот недостаток? Иногда она легко решается и подсказывает решение общей задачи. А как изобразить ИКР у нас?

— На электроде горит дуга, а он не разрушается.

— А теперь внесем маленькое разрушение. Дуга все-таки «съела» одну частицу, одного человечка электрода. Что нужно сделать, чтобы вернуть его на место?

— Пусть на его место встанет какой-то другой человечек, из запасных или из...

— Из ресурсов! Тогда все будет как было.

— А как обеспечить такую возможность взаимного замещения человечков?

— Человечки могут менять места только в жидкости. А электрод нельзя сделать жидким, он тогда сразу вытечет.

— Нужно перевернуть электрод вверх ногами,— медленно тянет Саша,— тогда он не вытечет.

— Правильно! Пусть электрод будет внизу, а разрезаемый металл сверху!

Эту идею стоит запомнить и продумать отдельно. Она новая, не совпадает с имеющимся у Преподавателя контрольным ответом. Вполне возможно, что это изобретение! Вообще, в четвертой части от каждого шага в принципе можно ждать новой идеи. Если в первых трех частях АРИЗ идет анализ и прояснение задачи, то в четвертой части — собственно решение. Но в отличие от аналитической части, где выполнение каждого шага дает гарантированное сужение поля поиска, в «решательной» части далеко не все шаги и не всегда могут дать результат. На шагах 4.3 и 4.5 новых идей не получили. А на шаге 4.4 долго обсуждали возможность использования в нашей задаче пустоты или смеси ресурсных веществ с пустотой. Вообще пустота — идеальный ресурс для

изготовления икс-элемента. Ее всегда достаточно, платить за нее не надо. Пустота — это не обязательно вакуум, это просто незанятое место, пространственный ресурс. Но пустота может быть и пузырьками газа в жидкости, и порами в твердом теле.

— А пена? Это смесь пустоты с водой!

— Правильно, только не обязательно с водой, с любой жидкостью. Для пустоты есть даже свои маленькие человечки — «пустячки». А есть ли «пустота» в нашей задаче? Электрод плазмотрона — массивная деталь, она сделана из сплошного материала. А если... И вот на рисунке новый электрод с пустотой — стакан, охлаждаемый снаружи. Дуга опирается на внутреннюю поверхность стакана. Если привлечь ресурс — поток воздуха или газа, который будет вращаться и непрерывно подгонять дугу, не давая ей задерживаться ни на миг, дуга не успеет «сжечь» человечков электрода.

4.6. Нельзя ли использовать электрические поля или их взаимодействие? Не случайно электрическим полям такое предпочтение — быть самостоятельным шагом в АРИЗ. Все вещества содержат электроны, ионы, то есть человечков, «послушных» электрическому полю. Правда, в обычном состоянии они «замкнуты» друг на друга и электрического поля не слушаются, но их в принципе несложно «освободить». Как раз такой случай в нашей задаче — у нас поток плазмы, то есть ионов, подвластных электрическому полю. Что из этого следует?

— Нужно вращать дугу не воздухом, а с помощью электрического поля — как в телевизоре.

Ребята сначала скептически относятся к этому предложению — придется пристраивать к плазмотрону целый электронный блок от телевизора! Но сторонники электрического поля не сдаются. Очень интересно — у ребят появилась уверенность: раз ТРИЗ подсказывает идею, стоит за нее побороться!

— Можно использовать не только, электрическое поле, но и магнитное. Если сверху стакана поместить магнит? Тогда силовые линии его будут действовать на плазму дуги, как на проводник с током. Правда? Это по правилу левой... или правой руки,— вспоминает неуверенно Света. На помощь ей приходит Женя:

— Можно и без магнита. Нужно вокруг электрода намотать провод и пустить по нему ток. Получится соленоид, он и создаст нужное магнитное поле!

Вот теперь решение получено. Общая радость — ведь решена задача высокого уровня — в практике ее решали десятилетиями, изобретатели медленно шли от одного небольшого улучшения к другому. Конечно, все получилось не без помощи Преподавателя. Но помощь эта была методической, мы не подсказывали ребятам идей, а только объясняли, как сделать тот или иной шаг, не позволяли уклоняться в сторону или раньше времени бросить решение. Но со временем эта помощь станет ненужной, ребята сами смогут пользоваться сложным, но могущественным инструментом решения задач, инструментом мышления.

Сегодня мы решали задачу почти семь часов. Много? Но задачи такого уровня, как мы уже говорили, решаются десятилетиями. Поэтому сколько бы ни было потрачено времени на анализ задачи по АРИЗ — час, два, три, неделя даже — все равно это немного. И решать задачу нужно спокойно, не торопясь, все равно выигрыш во времени огромный.

Вечерние размышления. Изучение АРИЗ — кульминационный момент в обучении. Здесь много трудностей. Во-первых, нельзя решать задачу по АРИЗ без записи — через несколько шагов формулировки забываются. А заставить ребят вести записи — отдельная проблема, о которой мы уже говорили. Во-вторых, АРИЗ куда сложнее и более громоздок, чем вепольные преобразования (это естественно, ведь АРИЗ «берет» плохо поставленные задачи, с которыми вепольный анализ не справляется), поэтому всегда есть соблазн вместо длительного анализа по алгоритму попробовать перебрать парочку-другую полей. Это плохо, потому что вепольный анализ — только инструмент, а АРИЗ — еще и средство воспитания диалектического мышления. Да и результаты разные. Глубокое проникновение в задачу с помощью АРИЗ приводит к более эффективным решениям, к лучшему использованию ресурсов.

С этой трудностью мы успешно боремся во взрослых группах, где даем сначала АРИЗ, потом — вепольный анализ. Но в детских группах этот прием нам использовать не удастся. Мы растеряем ребят, если в первые занятия вместо того, чтобы за два-три часа решить десяток разных задач, разберем только одну задачу, долго ее «пережевывая».

Ребятам мы даем для изучения АРИЗЕНОК — собственно говоря, это тот же АРИЗ-85 В, последняя модификация, но без многочисленных правил, примечаний и примеров. Полный объем АРИЗ-85 В — более 50 страниц текста, его не вынесешь на плакаты и не приведешь в этой книге. Да и не заставишь ребят его целиком прочесть. На плакатах — только шаги методики, а все остальное мы просто рассказываем ребятам по ходу дела. Здесь мы даем только общее представление об алгоритме. Для его изучения необходимо познакомиться с литературой по ТРИЗ, приведенной в конце. Для того чтобы преподавать АРИЗ, необходимо пройти полный курс обучения (объемом не менее 140 часов).

ДЕНЬ ШЕСТНАДЦАТЫЙ

ПО ШАГАМ АЛГОРИТМА

Сегодня мы продолжаем изучение АРИЗ. Знакомимся с пятым плакатом.

Часть 5. Применение информационного фонда

5.1. Применить вепольный анализ.

5.2. Рассмотреть возможность решения по задачам-аналогам.

5.3. Рассмотреть возможность устранения ФП с помощью типовых приемов разрешения ФП.

5.4. Применение «Указателя физических эффектов».

— Снова вепольный анализ?— удивляются ребята.

— Да, снова. Ведь вы уже видели, что по мере продвижения по шагам алгоритма задача все время меняется. Значит, могут срабатывать и разные правила вепольного анализа. Правда, в АРИЗ для взрослых используется не вепольный анализ, а другой инструмент — «Стандарты на решение изобретательских задач». Каждый стандарт — это комплекс, включающий один или несколько изобретательских приемов в сочетании с физическим эффектом и предназначенный для решения определенного типа задач. Вепольный анализ — это язык, с помощью которого легко находить и применять нужные стандарты. Некоторые стандарты совпадают с уже известными вам вепольными правилами, например, правила достройки, правила разрушения. Стандартов много — сегодня используется система из 77 стандартов. Система стандартов — это целая книга, с множеством примеров. У нас, к сожалению, нет возможности изучить стандарты подробно, поэтому мы будем продолжать пользоваться вепольным анализом. А теперь поговорим о задачах-аналогах.

Задача 48. Каждый знает, как непросто чистить сладкий перец. Нужно аккуратно отрезать и вынуть шляпку с семенами. Но это еще приемлемо в домашнем хозяйстве, когда перцев немного. А как быть на консервном заводе, где их тонны?

— Вам эта задача ничего не напоминает? Ребята думают. Количество решенных здесь, в летней школе, задач уже приближается к сотне, не так просто перебрать их в памяти. Наконец, вспомнили.

— Была похожая задача. Как раскалывать орехи, ее еще синекторы решали!

— Действительно, была. Помните решение?

— Там предлагали прокалывать орехи полым шприцом и разрывать воздухом.

— Подходит нам такое решение в случае с перцами?

— В принципе подходит... Только...

— Что вас смущает?

— Да решение какое-то не очень идеальное. В каждый перец шприц вводить.

— Вот и сформулируйте ИКР. К доске выходит Саша и пишет:
«Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, проталкивает воздух внутрь перца...»

— Икс-элемент должен быть из ресурсов, чтобы решение получилось идеальнее, чем со шприцем. А какие у нас ресурсы?

— У перца есть поры! Сквозь них может проникать воздух!

— Но просто так давление внутри перца не станет больше, чем снаружи!

Саша записывает формулировку ФП:

«Давление воздуха внутри перца должно быть больше, чем снаружи, чтобы перец лопнул, и не должно быть больше, потому что воздух не пойдет внутрь перца».

— Это противоречие разрешается во времени!— кричит Алеша.— Сначала снаружи давление должно быть большим, чтобы воздух зашел внутрь перца, а потом — стать маленьким, и воздух разорвет перец.

Теперь смело можно приниматься за проектирование новой несложной установки. В большой бак засыпают сразу несколько сот килограммов перца. Плотнo завинчивается крышка, и медленно поднимается давление. Сквозь поры перца воздух постепенно проникает внутрь. За 5—10 минут давление в баке (а значит, и внутри перца) достигает нескольких атмосфер. А потом открывается клапан, и воздух в доли секунды вырывается из бака наружу. Давление в баке сразу падает до атмосферного. А вот воздух, «плененный» внутри перца, не может так быстро уйти через мельчайшие поры, и на какое-то мгновение внутри перца давление становится намного выше, чем снаружи. Воздух ищет выхода и находит его в самом слабом месте — у шляпки. Она вылетает вместе с семенами — перец очищен! Все сотни килограммов сразу.

— С чего мы начали решение?

— С того, что вспомнили похожую задачу.

— Верно. Такие «похожие» задачи в ТРИЗ называются **задачами-аналогами**. Нашли прием решения одной задачи, а потом оказывается, что его можно применить и для решения других задач. Не всегда внешне задачи-аналоги похожи. Иногда сходство «прячется» довольно глубоко и становится явным только после того, как сформулированы ИКР или ФП, или нарисованы маленькие человечки. Какой прием мы использовали для решения?

— Мы сначала постепенно поднимали давление, а потом резко сбросили.

— Правильно. Вот еще задача.

Задача 49. При изготовлении искусственных алмазов иногда кристаллы получаются с мелкими трещинками. Эти трещинки опасны — может преждевременно выйти из строя инструмент, в котором будут использованы

такие алмазы. Лучше уж заранее расколоть алмаз по трещинам, пусть будут помельче — это ничего, всем работа найдется — но зато целые. Но как это сделать? Алмаз хрупок, и если по нему ударить, он расколется, но при этом могут возникнуть и новые трещины. То же самое может получиться, если использовать термоудар — быстрое нагревание и охлаждение. Как быть?

— Очень просто! Как с перцем, не задумываясь отвечают ребята.

— Смотрите, что, казалось бы, общего между перцем и алмазом? А проблема была решена точно так же, только давление пришлось поднимать до нескольких тысяч атмосфер! А если нужно чистить картошку в столовой? Или семечки на кондитерской фабрике? Очищать от панцирей мельчайших морских рачков — криль? Снимать с деревьев кору? Ведь это же все — одна задача! А решения ее получены в разное время, разными изобретателями, в разных концах света!

Для будущих изобретателей очень важно знать, что многие идеи, решения могут быть использованы многократно. Именно на этом основаны стандарты на решение изобретательских задач, задачи-аналоги.

С приемами разрешения физических противоречий мы в основном знакомы. Ребята уже умело пользуются разделением противоречивых требований в пространстве, во времени, получили понятие о системном переходе. Есть еще фазовый переход, то есть использование фазовых превращений. Впрочем, их мы тоже применяли. Где?

— Мы решали задачу, как увеличить диаметр трубы. Там вода превращалась в лед.

— Верно. А еще?

— А еще задачу про вулканизатор — поддержание температуры во время плавления.

— Хорошо. Следующий шаг — применение **«Указателя физических эффектов»**. Мы уже говорили, что физических эффектов, используемых для решения изобретательских задач, — тысячи. Как среди них найти нужный?

— Сначала «сконструировать» с помощью маленьких человечков, а потом найти.

— В принципе верно. Но даже зная, что нужно, не всегда легко найти это нужное среди множества эффектов. Поэтому в начале 70-х годов был создан первый Указатель. Он представлял собой справочник, в котором кратко рассказывалось о каждом физэффекте, о том, как он может быть использован, приводились ссылки на литературу, где об этом эффекте рассказано подробнее. Поиск нужного эффекта облегчала таблица, состоящая из двух граф: в первой указывалось нужное действие, а во второй приведены эффекты, способные осуществить это действие. Например, микроперемещение можно осуществить с помощью теплового расширения, магнитострикционного или пьезоэлектрического эффекта.

В АРИЗ есть еще шестая, седьмая, восьмая и девятая части, о которых мы расскажем лишь в общих чертах. Шестая часть предназначена для изменения или замены мини-задачи на другую, если решение первоначальной задачи не удалось найти. В седьмой части идет проверка, разрешено ли физическое противоречие, достигнут ли ИКР, содержит ли новая система хорошо управляемые элементы — словом оценивается качество найденной идеи. И если оно не удовлетворяет приведенным в тексте алгоритма требованиям, рекомендуется повторить решение. Здесь же выявляются дополнительные задачи и подзадачи, которые необходимо решить для того, чтобы внедрить найденную идею. Ведь для внедрения одного изобретения высокого уровня иногда приходится решить немало задач более низкого уровня.

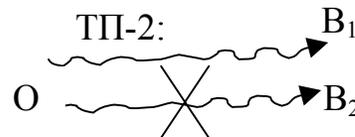
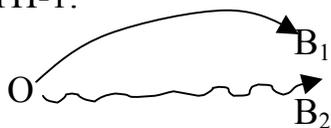
Задача 50. Знаменитый ученый-изобретатель первой половины нашего века Огюст Пиккар прославился изобретением стратостата и батискафа. При их создании ему пришлось решить немало задач, в частности об управлении клапаном гондолы стратостата. Управление производилось с помощью веревки, пропущенной через металлическую оболочку герметичной гондолы внутрь нее. (Электронике Пиккар не доверял, считая ее ненадежной.) При этом возникла проблема: через узкое отверстие не выходил воздух из гондолы, но тяжело проходила веревка. А через широкое веревка проходила легко, но так же легко уходил и воздух. Как быть?

Решим задачу по АРИЗ, но запишем только узловые шаги.

1.1. Мини-задача. Техническая система для полета и управления стратостатом включает гондолу, веревку, отверстие и воздух. ТП-1: если отверстие большое, то веревка свободно ходит через него, но выходит воздух. ТП-2: если отверстие маленькое, воздух не выходит, но веревка ходит с трудом. Необходимо при минимальных изменениях в системе обеспечить свободное продвижение веревки без потери воздуха.

1.2. Изделие — веревка (B1), воздух (B2). Инструмент — отверстие (O) (большое, маленькое).

1.3. ТП-1:



1.4. Главный производственный процесс — управление гондолой. Выбираем ТП-1.

1.5. Отверстие очень большое, огромное.

3.1. ИКР-1. Икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, устраняет выход воздуха, не мешая проходить веревке.

3.2. Икс-элемент должен быть из имеющихся ресурсов.

3.3. ФП на макроуровне. Оперативная зона (ОЗ) должна быть проницаемой, чтобы пропускать веревку, и должна быть непроницаемой, чтобы не пропускать воздух.

3.4. ФП на микроуровне. Частицы оперативной зоны должны быть связаны, чтобы ОЗ была непроницаемой, и не должны быть связаны, чтобы ОЗ была проницаемой. Проницаема для веревки (твердого тела) и непроницаема для воздуха... Да это же жидкость! Действительно, если ввести в отверстие жидкость, например воду, то веревка свободно будет проходить, а воздух — нет. Но возникает новая подзадача: как удержать жидкость? Во-первых, она растечется, во-вторых, перепад давления вытолкнет ее из гондолы.

— Перепад давления можно уравновесить столбом жидкости.

— Ого! Для этого нужен столб в десять метров воды!

— Почему обязательно воды? Если жидкость тяжелая, можно и поменьше.

— Ртуть?

— Нет, ртуть нельзя, все в гондоле отравятся.

— Вы решаете сразу две задачи,— замечает Преподаватель.— Сначала решите задачу, как сделать, чтобы вода или ртуть удерживалась в отверстии, а потом — как бороться с отравлением.

— Я знаю, как удержать. Как в школьном манометре — там трубка V-образной формы, заполненная ртутью, через нее можно пропустить веревку.

— Хорошо. Но как быть с ртутью? Отчего происходит отравление?

— Из-за испарения ртути.

— А можно сделать, чтобы она не испарялась? Вспомните вепольный анализ!

— В1— ртуть, В2— воздух, вредное поле П — испарение.

— Вредный веполь можно разрушить введением В3— прослойки.

— Можно ввести ту же воду или масло. Вот теперь решение готово для использования. Пришлось решить не одну задачу, а три. И так всегда, задачи «обрастают» более мелкими задачами, нужно только решать их не все сразу, а по очереди.

В восьмой части АРИЗ рассматриваются вопросы применения полученного решения. В первую очередь необходимо выяснить, как должна быть преобразована надсистема, в одной из систем которой произошли существенные (или не очень) изменения. Делать это необходимо, потому что случаются курьезные случаи. На одном заводе в цехе, где происходило покрытие деталей электролитическим способом, придумали ценное усовершенствование, позволившее загружать в электролитическую ванну вдвое больше деталей, чем раньше. Производительность возросла в два раза, все радовались. А потом обнаружилась неприятность. Когда детали пошли в дело, оказалось, что половина из них — брак. И сразу выяснилось, почему. Деталей в ванну стали загружать больше, а электролит по-прежнему меняли раз в смену.

— Не согласовали!

— Вот именно. Не посмотрели, как внесенное изменение отразится на всем процессе.

Очень важный шаг восьмой части предусматривает ответ на вопрос, нельзя ли полученный в результате решения принцип применить для других задач.

Задача 51. Во время блокады Ленинграда единственной связующей нитью осажденного города со страной была Дорога Жизни через замерзшее Ладожское озеро. От состояния льда на нем зависела жизнь многих людей. За льдом вели постоянные наблюдения. Для этого во льду бурили проруби, в которые на тросиках опускали приборы. Но проруби быстро замерзали и тросики вмерзали в лед. Нужны были незамерзающие проруби. Как быть?

— Эта задача похожа на задачу о гондоле,— замечает Света.

— Здесь тоже нужно ввести что-то в проруби, чтобы она не замерзала!— поддержал ее Дима.

— Какую-то незамерзающую жидкость, например, масло.

— Но масло унесет течением.

— Нужно масло удержать. Для этого даже сифон не нужен. Можно взять обыкновенную трубу и налить в нее масла. Она легче воды и будет держаться на поверхности. Именно так и решили задачу во время войны. А недавно выяснилось, что проблема не потеряла актуальности. Незамерзающие проруби требуются пожарникам в сельской местности.

Вечерние размышления. Работа над АРИЗ идет медленно. Ребята должны понять, что анализ по алгоритму отличается от бездумного деления уголком. Не дает успеха формальное, без размышлений, выполнение шагов, как и неорганизованное фантазирование без всяких правил. Главная особенность АРИЗ — сочетание четкости, строгости в формулировке шагов и управляемой фантазии. Не случайно Г. С. Альтшуллер всегда предупреждает: «АРИЗ — средство для мышления, а не вместо него!» Еще об одном противоречии в изучении АРИЗ. Для успешного освоения АРИЗ нужно решить побольше задач, то есть работать быстро. Но суэта противопоказана творческой работе. При решении незнакомой задачи нужно работать не торопясь, в спокойном, даже несколько замедленном, сонном темпе. При решении мы подгоняем слушателей, а потом требуем от них углубленных размышлений. После первых учебных разборов по АРИЗ взрослые слушатели нередко начинают бунтовать: «Вы тянете нас к решению за уши!» В чем-то они правы. Мы действительно оказываем на них «давление», отсекаем кажущиеся заманчивыми направления поиска, ведущие в тупик психологической инерции. Не даем им думать приблизительно, как подсказывает «здравый смысл», нарушать правила и пренебрегать примечаниями АРИЗ. Помогаем идти к нарастанию «дикости», к решениям высокого уровня. Немало еще пройдет времени, пока трудная логика АРИЗ сама станет здравым смыслом, а повышение «дикости» будет восприниматься как признак близости решения, свидетельство

©Б.Л. Злотин, ©А.В. Зусман (2006) . Месяц под звездами фантазии. <http://www.jlproj.org>

правильности рассуждений. АРИЗ погрузится в подсознание, став основой нового, многоэкранного талантливое мышления.

ДЕНЬ СЕМНАДЦАТЫЙ

ЗАНЯТИЯ ВЕДУТ ДУБЛЕРЫ

Сегодня в лагере день самоуправления. Рапорты на линейке принимает Председатель Совета летней школы Гена. А преподаватели и начальник скромно заняли места возле отрядов. Занятия в секциях тоже проводят ребята. «Эртэвэшники» расскажут о применении физики в изобретательстве: о тепловом, электрическом и магнитном полях.

Задача 52. Как осуществить очень точное микродозирование жидкости?

Ребята решают предложенную Борей задачу. Строят веполь: В1 — жидкость, В2 — емкость, в которой жидкость находится. Нет поля. Значит, нужно ввести. Какое поле? Вспоминают магическое слово ТЭММАГ. Тепловое? Конечно, если нагреть сосуд с жидкостью до температуры, при которой жидкость расширится на нужную дозу, то задача решена. А если нужно еще точнее дозировать?

— А чем определяется точность?

— Наверное, коэффициентом теплового расширения. Чем сильнее расширяется жидкость, тем лучше.

— А если все равно недостаточно?

— Нагревать сильнее.

— Пока она в газ не превратится, тогда ее объем резко возрастет и можно еще точнее отделить нужную дозу.

— С тепловым полем связаны такие физические превращения веществ, как фазовые переходы и в первую очередь изменение агрегатного состояния. Это мы использовали только что при решении. Но особенно велико количество задач, решаемых с превращением воды в лед. Помните их?— спрашивает строго Боря.

— Задача с увеличением диаметра трубы.

— Правильно. Вода, превратившись в лед в замкнутом объеме, развивает огромные усилия. На этом принципе устроен ледяной пресс. А изобретатель П.А. Радченко придумал очень простое устройство для развальцовки трубок. Когда он продемонстрировал такую трубку инженерам, те очень заинтересовались. «Нам удалось найти вещество, которое, когда нужно, расширяется и раздает трубку, а потом само превращается в жидкость и вытекает»,— объяснил, хитро улыбаясь, изобретатель. Специалисты завздохали: «Наверное, это очень дорогое, редкое вещество, оно очень нужно заводу, да разве достанешь...» Но, конечно, это была обыкновенная вода! А еще были задачи со льдом?

— Были! Уборка влажного зерна, ягод облепихи!

— Лента для конькобежца!

— Сверление слюды!

— Во всех этих задачах использовалось свойство льда придавать прочность тем веществам, с которыми он соединяется. Мы много решали задач с тепловыми полями. Такие веполи, в которых поле — тепло, даже получили особое название — теполы. Но о чудесных свойствах льда еще не все рассказано. Например, лед можно использовать как клей (приморозить небольшие предметы) или, наоборот, для уменьшения трения при перевозке тяжелых грузов, чтобы они скользили как санки. Сначала кажется, что возможности теплового поля не такие уж и большие. Нагрели — охладили. При нагревании тела расширяются, при охлаждении — сжимаются, причем ненамного. Но уже лед ведет себя иначе. Есть и другие вещества, например висмут, которые при нагревании уменьшаются в размерах. Этому странному веществу, конечно, тут же нашли «работу» — в качестве очень чувствительного предохранителя электрической цепи. В тонкой стеклянной трубке запаян висмут, трубка включена в электрическую цепь. Когда ток в цепи превышает определенную величину, висмут плавится и при этом уменьшается в объеме настолько, что столбик разрывается на отдельные части. Что при этом происходит?

— Ток прекращается.

— Правильно! — важно замечает Боря. — А когда висмут остынет и снова займет положенное место, ток потечет снова. Вообще, необычные металлы и вещества резко расширяют возможности теплового поля. Например, использование биметаллов. Совершенно удивительны возможности новых сплавов, обладающих «эффектом памяти формы» (ЭПФ). Сделали из такого вещества трубку и обработали при определенной температуре. Затем изменили ее, например, развальцевали (расширили). Теперь если эту трубку снова нагреть до той температуры, при которой проводилась первоначальная термообработка, она «вспомнит» старую форму и диаметр трубки уменьшится, как бы сам по себе. Получилась идеальная муфта — устройство для соединения труб, стержней. И ничего загадочного в химическом составе вещества с ЭПФ нет, это сплавы на основе меди, железа, никеля, марганца. В настоящее время наиболее известен нитинол — никелид титана.

Материалы с ЭПФ могут запоминать не одну форму, а две — «холодную» и «горячую», и если их то нагревать, то охлаждать, они будут попеременно «вспоминать» то одну, то другую форму, причем делать это многократно. Трудно даже перечислить возможности применения этих материалов. Интересно, что свойство запоминать форму сегодня известно не только у металлов, но и у некоторых полимеров. В Молдавии выпускают пластмассовые трубки, способные от тепла резко уменьшать свой диаметр. Они могут применяться для многих целей, например для соединения разных деталей. О применении электрического поля рассказывает Андрей:

— Еще в 1733 году Шарль Франсуа Дюфе, директор Парижского ботанического сада, показал несложные опыты по притягиванию и отталкиванию

электрических зарядов. Казалось бы, более чем за 250 лет можно было узнать все об электричестве, но и сегодня люди продолжают изучать его свойства и находят все новые применения этой необыкновенной силе. С задачами на использование электрических полей мы тоже встречались. Например, для улучшения распыления ядохимикатов ввели электростатические заряды. Способность их притягивать к себе малые, даже незаряженные частицы и таким образом служить центрами сбора, конденсации используется в технике очень широко — от туманной камеры Вильсона для наблюдения за элементарными частицами до коагуляции пыли в электрических фильтрах. Электростатическое поле — весьма эффективный клей для малых частиц, тонких пленок. Еще одна особенность электростатического поля — умение порождать электрические заряды, то есть «своих человечков». Так сильное неоднородное электрическое поле вызывает «коронный разряд». Ионизированный газ светится вокруг источника этого поля, и светящееся облако напоминает корону. Это можно использовать либо для проверки состава или плотности газа, либо для измерения размеров и степени заострения источника короны.

Задача 53. Бумагоделательная машина имеет длину несколько сот метров. На входе ее — сырье, а на выходе — рулон, в который сворачивается бумажная лента. Как узнать, не произошел ли где-то на линии обрыв?

Строим веколь. Есть В1 — лента бумаги. Нужно ввести В2, которое вместе с В1 дает легко обнаружимое поле. И хорошо бы В2 и поле П получить из ресурсов. Какие у нас ресурсы?

— Лента движется, энергия движения ленты.

— Можно ли эту энергию использовать или преобразовать в другой, более удобный вид?

— Бумага обычно электризуется от трения. Это можно использовать?

— Конечно, можно. Бумага несет на себе заряд, с ним борются, а его можно пристроить к делу. При обрыве ленты заряд пропадает, это легко зафиксировать и таким образом получить информацию о неполадке.

Электростатика может быть не только полезной, но и вредной. С электризацией кузова автомобиля борются, цепляя антистатические «хвостики» из металлизированной резины, отводящей заряд в землю. Приносит огромные убытки коронный разряд на линиях электропередач. Статическое электричество вызывает взрывы на мельницах, сахарных заводах, портит точную аппаратуру. Интересно, что борются с ним тоже с помощью электричества или ионизируя воздух с помощью радиоактивного излучения. Но с электростатики только начинается электричество. Изобретатели заставили работать и электрический ток, и искру. Мы решали задачу о введении микроэлементов в почву. Электрический ток переносил ионы меди в воду. Кто-нибудь слышал о такой медицинской процедуре — электрофорезе?

— Я знаю,— говорит Дима.— Салфетку смачивают лекарством и кладут на места, куда нужно ввести лекарство. К этому месту подводят один электрод, а к салфетке другой и пропускают небольшой ток.

— Правильно. При пропускании через жидкость электрического тока твердые частицы переходят от катода к аноду. Но электрофорез — не только медицинская процедура. Например, выяснили, что можно повысить выводимость цыплят, если ввести в яйцо некоторые химические вещества. Но как их ввести, не повредив скорлупу? Конечно, электрофорезом! В растворах, через которые пропускают ток, наблюдается явление, обратное электрофорезу,— электроосмос. Это перенос жидких частиц в направлении, обратном переносу твердых. Электроосмос можно использовать для сбора, концентрации влаги.

Задача 54. Подъем затонувших кораблей иногда осложняется тем, что корабль засасывается илом. Для того чтобы вытащить такой корабль, приходится использовать лишние понтоны, что сложно и опасно: как только корабль удастся вытащить, избыточные понтоны могут со страшной силой выбросить его из воды, после чего он может просто разломаться. Такие случаи были. Как быть?

— Это задача на разрушение вредного веполя,— говорят ребята.— В1 — корабль, В2 — ил, П — вредное поле сцепления. По правилу разрушения необходимо ввести модификацию имеющихся ресурсов. У нас много воды и ила, то есть смеси той же воды с песком и органическими остатками. Можно сделать водяную прослойку с помощью электрофореза и электроосмоса. Нужно один электрод подключить к корпусу корабля, а другой опустить в воду. Тогда твердые частицы «уйдут» от корпуса, а жидкие создадут около него тончайший слой воды.

— А может возникнуть газовая прослойка. Ведь при электролизе вода разлагается на водород и кислород. Пузырьки газа облепят корпус и тоже ослабят его сцепление с илом.

— Да, именно так и было решена задача. Газовые пузырьки, образующиеся при электролизе, часто используются. Например, нужно обнаружить в жидкости мельчайшие частицы твердого вещества. Разглядеть их невооруженным глазом трудно. Хорошо бы увеличить, но как?

— Очень просто! Облепить пузырьками, как в пузырьковой камере для обнаружения элементарных частиц! А пузырьки создать электролизом!

— Так и делают. Или, например, нужно увидеть завихрения, струи в потоке воды. Пузырьки их покажут. Андрей садится на место. Поднимает руку Женя:

— А можно, я расскажу об использовании электрической искры?

— Ты знаком с работами супругов Лазаренко?— спрашивает
Преподаватель.

— Да, мой отец работает в Институте прикладной физики АН МССР, который создал Борис Романович Лазаренко. Я там был много раз.

...При размыкании электрической цепи между контактами возникает искра, которая постепенно разрушает самые твердые материалы и приводит к преждевременному выходу из строя сложного оборудования. Это явление называется эрозией контактов. Пути борьбы с ней безуспешно искали во многих странах. Велись такие работы и у нас.

Два молодых инженера (было это в военные годы) — супруги Б. Р. и Н. И. Лазаренко сначала искали более стойкий к разрушению материал. Но не нашли. Тогда попробовали найти подходящую внешнюю среду, в которой контакты бы меньше разрушались. Они помещали контакты в жидкости, газы, разреженный воздух. Однажды поместили контакты в бак с трансформаторным маслом. Эрозия несколько уменьшилась, а масло вскоре стало мутным. Несколько раз они меняли масло, а потом заинтересовались, отчего оно мутнеет. И выяснили, что на дне бака накапливается мелкий порошок. Они испытывали вольфрамовые контакты. Значит, это порошок вольфрама — исключительно ценный продукт, который, учитывая его твердость и тугоплавкость, очень сложно получать. Исследователи поняли, что нашли способ получения любых металлических порошков. Сделали специальную установку для этого. Она была просто устроена: медный стержень, к которому было подведено напряжение, мелко дрожал, то касаясь вольфрамовой пластины, то отходя от нее. Возникали разряды, получался порошок.

Однажды они увидели, что в вольфраме образовалось отверстие, точно повторяющее форму стержня. Случилось невероятное — мягкий медный стержень обрабатывал твердый вольфрам!

Так родилась электроискровая обработка металлов. Время было военное. На заводе, производившем двигатели, в блоках цилиндра нужно было сверлить отверстия и нарезать резьбу. Иногда при этом ломался метчик — инструмент для резьбы. Чтобы спасти почти готовый блок, приходилось нагревать его весь до высокой температуры, при которой сталь метчика потеряет свою твердость, после чего осторожно высверлить сломавшийся инструмент. Это была трудная и длительная операция, и на заводе скопилось гора испорченных блоков. Применение электроискрового метода сняло проблему: достаточно было залить отверстие маслом, опустить туда электрод, и через несколько минут в обломке метчика выжигалось квадратное отверстие, засунув в которое специальный стержень, метчик выворачивали. Если это не удавалось, метчик полностью выжигали. Когда наши войска вступили на территорию Германии, на одном из заводов они увидели целые склады испорченных блоков. Фашисты до электроискровой обработки не додумались. Создатели электроискровой обработки были удостоены Государственной премии СССР. Институт прикладной физики, который возглавляет Б. Р. Лазаренко, широко известен во всем мире своими работами в области электроискровой обработки. И все время появляются новые области ее приложения. Совсем недавно молдавские ученые разработали новый метод повышения эффективности производства фруктовых соков —

электроплазмолиз. Под действием электрических искр разрушаются межклеточные оболочки, что резко увеличивает выход сока.

— Можно и мне добавить?— поднимает руку Преподаватель. Ведущий занятие Боря разрешает. Преподаватель рассказывает о применении электрических искр на колхозных полях.

— Медленно движется по полю культиватор — враг сорняка, с виду совсем обычный. Но он снабжен двумя электродами. Один из них перемещается под землей, другой — на некотором расстоянии от поверхности. Вот верхний электрод коснулся сорняка. Вспышка, электрический разряд — и сорняк испепелен. А для обеззараживания полезных растений их нужно только прогреть, и тогда не страшен вилт — грибок-вредитель, уничтожающий урожай.

Необычным стал и плуг: вместо тяжелых лемехов ползут под землей маленькие «утюжки» — электроды. Между ними каждую секунду проскакивают электрические разряды — маленькие молнии, создающие микровзрывы испаряющейся воды, и почва разрыхляется на мелкие комочки, очень удобные для растений. При этом она еще и обогащается азотом. Сегодня электрические веполи — эполи используются очень широко. И это неудивительно. Очень простые устройства позволяют получать впечатляющие результаты. Особенно выгодна электростатика, ведь она дает решения практически без введения дополнительных веществ! Носителями поля легко становятся уже имеющиеся в системе вещества! На рассказ о магнитном поле времени осталось маловато, но Игорь обещает уложиться. Он напоминает о задачах, которые мы уже решали — о креплении автомобильной переносной лампы, сборе гранул с впитавшейся нефтью, очистке яиц. Но это лишь тысячная доля изобретений, в которых используется магнитное поле, особенно в сочетании с ферромагнитным порошком, так называемые феполи.

К волоке — детали с калиброванным отверстием, через которую протягивается проволока при изготовлении — очень много претензий. Для того чтобы проволока вытягивалась, волока должна крепко держать поверхностные слои протягиваемой проволоки. Но при этом истираются стенки волоки, отверстие становится больше, точность изготовления проволоки сразу падает. Изобретатели придумали выход: протягивать проволоку через емкость с ферромагнитным порошком, сжимаемым магнитным полем.

Задача 55. В одной из социалистических стран возникла сложная проблема. На заводе изготавливались большие бетонные трубы на оборудовании, закупленном за рубежом. Бетон заливали в формы и уплотняли вибраторами. Из-за вибраторов и возникла проблема. Жить вблизи завода стало практически невозможно — очень сильный шум. Попробовали бороться с ним, закрывая формы крышками, но это не дало эффекта. Как быть?

Снова строим исходную вепольную модель: В1 — бетон, В2 — вибратор, П — механическое поле. Получается вредный веполь, попробуем его разрушить.

Ребята пробуют ввести модификацию — не получается. Противополе — тоже. Может быть, рассмотреть исходный веполь не как вредный, а как не эффективный? Ведь все неприятности происходят из-за механического поля, которое по законам развития техники и вепольных систем нужно заменить на более эффективное.

Отказываемся от вибратора и механического поля. Теперь у нас задача на достройку веполя: есть только В1 — бетон, который нужно уплотнить. Для этого нужно ввести В2 и новое поле, воздействующее через В2 на бетон. Какое поле? — Ферромагнитный порошок ввести и электромагнитное поле. Вместо механического вибратора уплотнять бетон с ферропорошком электромагнитным вибратором, который не создает шума.

Именно такое решение и предложил инженер, прошедший у нас в стране обучение ТРИЗ. Правда, сначала возникла новая проблема — где взять столько ферропорошка? Но все оказалось просто. Рядом с городом находился металлургический завод, где в отвалах лежали горы окалины — отходов производства. Когда у администрации завода спросили, за какую сумму они согласны продать окалину, те обещали еще доплатить, если ее увезут с территории завода. Но на этом история не окончилась. Оказалось, что бетонные трубы с порошком в качестве наполнителя получились намного лучше, чем были, и производство упростилось. Новая технология была запатентована во многих странах. Еще только-только вырисовываются огромные перспективы использования в технике обычных ферромагнитных порошков, а их уже теснит совершенно новое вещество — магнитная жидкость. Это тот же ферромагнитный порошок, но образующий эмульсию в жидкости — керосине, масле, воде... Полезных свойств у магнитной жидкости больше — ведь к возможностям порошка прибавляются и возможности жидкости. Например, плотностью этой жидкости удобно управлять с помощью магнитного поля.

Посетителям лаборатории с неизвестным вчера названием — феррогидродинамики — часто показывают фокус. В стакан с жидкостью темного цвета опускают пятикопеечную монету. Она, естественно, тонет. Затем щелкают тумблером какого-то прибора, и монета медленно всплывает на поверхность. Секрет прост: включили электромагнит под сосудом, жидкость стала «тяжелее» — и немагнитная монета всплыла. Все новые и новые свойства открывают у магнитных полей. В 1945 году обнаружили, что после пропускания воды через магнитное поле, растворенные соли не откладываются на стенках котлов, как обычно, а остаются в массе воды и выпадают из нее потом в виде легко удаляемого осадка. «Омагниченная вода» оказалась прекрасным средством от накипи. Омагниченная смазочно-охлаждающая жидкость повышает скорость алмазного шлифования в полтора раза. Использование для замеса бетона

омагниченной воды повышает прочность бетона и экономит цемент. Даже морская вода, которой нельзя поливать растения, если ею поливать после омагничивания, стимулирует их рост. В текстильном производстве применение омагниченной воды позволяет повысить яркость окрашенных тканей, экономить краситель и воду, ускорить процесс окрашивания.

Магнитные поля сегодня нужны всем. И ученые много работают над созданием магнитов из новых материалов. Уже существует магнитное стекло. Самые сильные магниты — кобальто-самариевые. Таблетка массой 50 граммов может удерживать груз в 140 килограммов! Возможности новых магнитов заинтересовали даже дантистов после того, как был изготовлен протез челюсти, удерживаемый во рту пациента с помощью небольшого, но сильного магнита.

Задача 56. В ящике для отходов находится стружка разных марок стали. Как разделить ее по маркам?

В АРИЗ есть правило: если в задаче много однотипных элементов, то нужно сначала взять одну конфликтующую пару и решить задачу для нее, а потом «распространить» решение на остальные элементы. Поэтому мы не будем пытаться разделить все виды стружек сразу, а возьмем только стружку двух марок. Если сумеем их разделить, то сумеем и остальные. Исходная неполная ситуация: В1 — одна марка стали, В2 — Другая. Нужно достроить неполную — ввести поле П, которое их разделит. Какое поле выбрать?

— У нас вещества уже заданы, поэтому нужно взять поле, которое может действовать на эти вещества. Сталь — вещество магнитное. Значит, можно использовать магнитное поле.

— Но обе марки стали магнитные. Если поднести магнитное поле, обе стружки притянутся и не разделятся.

— А может быть, одна стружка сильнее притянется, чем другая? Ребята вопросительно смотрят на Преподавателя, но он объясняет, что так не получится. Как же заставить стружку по-разному реагировать на магнитное поле? Вот если бы одна была магнитная, а другая — нет. А ведь мы знаем, что тепловое поле может «отключить» магнитное!

— А можно сделать так! Если нагреть стружку до точки Кюри, то она станет немагнитной, тогда другую можно притянуть магнитным полем. Нужно только, чтобы точки эти были разные.

— А они и есть разные,— говорит Преподаватель.— Температура Кюри зависит от марки стали.

— Тогда все ясно! Берем хоть десять видов стружки, нагреваем их до самой высокой температуры Кюри, чтобы они все стали немагнитными, а потом потихоньку охлаждаем. Вот стала магнитной первая стружка, мы ее отобрали. Вот вторая — и ее тоже. И так до последнего кусочка.

Занятие заканчивается. Наши старички хорошо поработали. Можно доверять им ведение занятий и по другим темам.

Вечерние размышления. О дне самоуправления ребята мечтали с начала смены. И сегодня с утра они очень старались — подчеркнуто дружно организовали подъем, без опозданий вышли на зарядку. Но после завтрака все стало понемногу разлаживаться. Не все понимают, что самоуправление и самоуправство — вещи разные. Сознательная дисциплина — дело нелегкое. Выбранные ребятами командиры, комиссары, преподаватели и сегодняшний Начальник лагеря — восьмиклассник из отряда математиков — несколько дней проходили стажировку, и все равно не могли представить, сколько разных неотложных дел навалится на них. Но все постарались, и день закончился благополучно. Правда, когда на вечернем сборе ребятам предложили еще денек «поцарствовать», они отказались. Оказывается, быть взрослым — это не так просто.

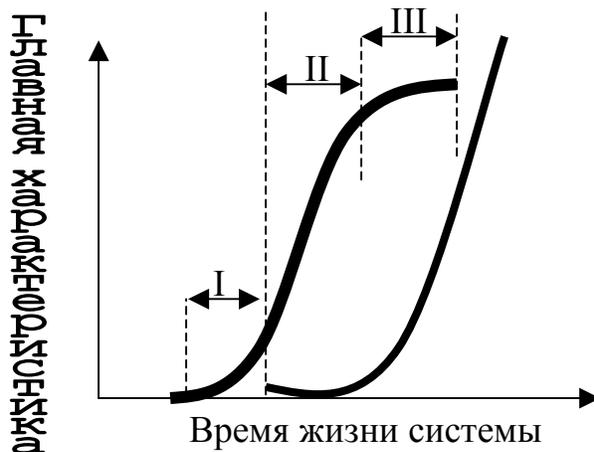
В этот вечер зашел разговор о том, что же означает «быть взрослым»? Мы убедились, что «взрослость» не определяется однозначно ни знаниями, ни ростом и даже ни возрастом. А чем? Завтра у эстрады появится новый плакат: «Что такое «быть взрослым»? Подумай и ответь!» Ответы ребят мы обсудим в последнее воскресенье.

Мы старательно готовили ребят к роли преподавателей, хотя опасений было много. Все прошло неплохо, нужно почаще давать ребятам такую возможность, снабдив, разумеется, всеми необходимыми материалами. Интересно, что к «своим» преподавателям они прислушиваются внимательнее, никаких неточностей не прощают, порой придираются к мелочам. Такие занятия полезны всем. У слушателей появляется ощущение: «он смог и я смогу». Но особенно они полезны временным преподавателям, ведь чему учишь других, сам никогда не забудешь!

ДЕНЬ ВОСЕМНАДЦАТЫЙ

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ — ВЗГЛЯД С ПТИЧЬЕГО ПОЛЕТА

На экране хроноскопа кривая, похожая на большую латинскую букву S. Ее так и называют — S-образная кривая. На вертикальной оси координат — главная характеристика системы, на



S-образная кривая развития

горизонтальной — ее возраст. Это — «линия жизни» технической системы.

Вот первый участок — начало развития. На экране проезжает старинный автомобиль — коляска на высоких колесах с мотором, летит похожий на воздушного змея самолет братьев Райт, дымит кирпичной трубой первый пароход. Новая система рождается очень слабой и несовершенной, в нее никто не верит. Над энтузиастами — ее создателями — смеются, им мешают, но они медленно (этот участок кривой очень

пологий), но верно совершенствуют свое создание.

Вот начинается новый этап — оказывается, этот забавный уродец — новая машина — может быть полезна. Даже необходима! И уже не отдельные энтузиасты, а множество специалистов принимаются за нее. Решаются сотни технических проблем, казавшаяся игрушкой или ненужной роскошью машина находит себе применение в других областях, быстро улучшается. В начале прошлого века появился велосипед. Два тяжелых тележных колеса с седлом между ними. При езде нужно было ногами отталкиваться от земли. Потом догадались приделать к колесу педали, изобрели тормоз, заменили тележные колеса тонкими металлическими, укрепили оси на подшипниках и, наконец «обули» его в надувные резиновые шины. Только теперь он расстался с обидной кличкой «костотряс» и вошел в моду. В 1886 году в Англии из 30 тысяч выданных патентов 5 тысяч были посвящены велосипеду! Сколько появилось его разновидностей! Спортивные, дорожные, грузовые, двух-и трехколесные, мопеды, неподвижные велотренажеры. Есть даже велосипеды, с помощью которых электромонтеры «залезают» на гладкие железобетонные столбы и ездят по проводам высоковольтных линий электропередач!

Кажется, нет предела развитию, но вот оно почему-то начинает замедляться. И это несмотря на то, что все больше и больше специалистов пытаются систему улучшить, тратится все больше средств. Но закон развития неумолим: система вступила в третий этап, когда возможности, заложенные в исходной идее,

исчерпаны. Как быстро росла скорость велосипеда в начале века! А сегодня малейшее прибавление в скорости требует массы труда и усилий, бессонных ночей изобретателей, спортсменов и тренеров. Что же дальше? Может ли остановиться прогресс?

Прогресс, понятно, не останавливается. Вместо устаревшей системы появляется другая, основанная на совсем ином принципе.

— На смену паровозу пришел тепловоз!

— А вместо поршневого самолета появился реактивный!

— А как же с велосипедом? Его вроде бы сменил мотоцикл, но ведь и велосипед остался?

Действительно, многие системы, достигнув последней, третьей стадии, не исчезают, хотя на смену им и появляются новые, высокоэффективные. Не исчезли обычные пилы, лопаты с появлением электропил и экскаваторов. Просто они перестали быть «главными персонами» в своей области и ушли на ее «окраины», где простота важнее высокой эффективности, например в дачном хозяйстве.

— По S-образной кривой развиваются только самостоятельные системы, такие как велосипед, автомобиль, самолет, или их подсистемы тоже?

— Как правило, подсистемы сначала возникают самостоятельно. Например, отдельно появился планер, предком которого был воздушный змей. А двигатель, созданный первоначально для судов и потом перекочевавший в автомобили, лишь позднее был «позаимствован» авиацией. У каждой из подсистем была своя кривая развития. Когда они соединились в самолет — в новую систему, их кривые слились, превратившись в общую кривую развития самолета. Но если внимательно приглядеться, их можно увидеть. Теперь в развитии подсистем уже нет прежней независимости. Они скорее напоминают группу бегунов, связанных веревкой — общим делом. В этом много преимуществ — вместе работать легче, но есть и недостатки: ведь теперь скорость бега определяет самый слабый бегун. Вот достигли предельной для него скорости, и быстрее никто двигаться уже не может. Что делать?

— Да заменить этого бегуна, который всех тормозит!

— Да, на примере с бегунами это очевидно. А в технике, к сожалению, это не всегда так.

Первый самолет взлетел в 1903 году. И развитие его сначала шло весьма неторопливо. До 1912—1914 года, по сути дела, пробы и прикидки. Где лучше поставить мотор? Спереди или сзади? Толкающий винт или тянущий? Одна пара крыльев, две или восемь, как было в одном из проектов? Где расположить рулевые плоскости — впереди, как в самолете братьев Райт, или позади? Какова должна быть форма крыла — в виде простого прямоугольника или более сложная, напоминающая птичью? Вопросы, вопросы... И скорость, одна из главных характеристик самолета, еще низка — десятки километров в час. Но вот конструкция более-менее определилась. И тут началась первая мировая война,

появилась огромная потребность в самолетах. Развитие стало бурным, скорости возросли до сотен километров — появился первый перегиб на кривой развития. К началу двадцатых годов первоначальная конструкция самолета отработана: это преимущественно высокоманевренный биплан или моноплан с толстым крылом, открытой кабиной, неубирающимся шасси, довольно примитивной аэродинамикой. Из этой конструкции практически было выжато все, что возможно. И за следующие десять лет почти никакого прироста скорости. Теперь-то ясно, что нужно было менять общую конструкцию, искать новую компоновку, а делали совсем не то — наращивали и наращивали мощность мотора. Все равно что в нашей компании бегунов назначить усиленное питание самому сильному — авось он потянет на себе других, более слабых! И вот после длительного поиска и борьбы пришли в самолет новые подсистемы: убирающиеся шасси, закрытая кабина, хорошая аэродинамика, мощное вооружение. Все это есть у самолетов, сыгравших выдающуюся роль во время Великой Отечественной войны: «Яков», «Лавочкиных», «Петляковых»... Но прошло время — и они тоже достигли предела в своем развитии. Когда скорость достигает 700 километров в час, воздушный винт не справляется с работой и...

— Появились реактивные самолеты!

— Да, но не сразу. Сколько опять было затрачено сил, чтобы «перекормить» первого бегуна! Мощность мотора истребителя от 1000 лошадиных сил, с которых начинали войну, возросла до 1800! А прирост скорости опять был невелик. При подходе к звуковому барьеру перестали справляться крылья. И опять пытались преодолеть звуковой барьер за счет увеличения мощности двигателя. Одна из самых частых и дорогостоящих ошибок в развитии техники — попытка совершенствовать не достигшую насыщения в развитии подсистему, а ту, которая лучше совершенствованию поддается!

— Совсем как в анекдоте! — неожиданно заметил Саша.

— В каком? — раздалась дружные крики.

— Человек озабоченно разглядывает землю под фонарем. «Что ты ищешь? — спрашивают его. — Ключи. — Ты их здесь уронил? — Нет, уронил я их вон там, но зато здесь, у фонаря светло, искать легче».

Ребята смеются, а нам грустно. Слишком часто так бывает. Характерным признаком последнего, третьего этапа в развитии системы является гигантизм — слепое наращивание мощностей, размеров, массы вместо того, чтобы перейти к новым принципам создания машин. Динозавровой болезнью болели не только вымершие динозавры, но и вымершие паровозы. Гигантизм — последний шаг системы перед полным исчезновением. Далеко не каждая вытесненная система исчезает навсегда. Иногда она «затаится», «выжидает», пока возросшие технические возможности не предоставят ей новый шанс, и тогда она вновь «дает бой». Так возрождаются сегодня парусные корабли, приобретая новые конструкции, автоматическое, с помощью ЭВМ, управление парусами. Новые

синтетические материалы и развитие производств гелия дают новую жизнь дирижаблям. Снова становится опасным конкурентом автомобилю с двигателем внутреннего сгорания электромобиль, экологически более чистый.

— Системы борются, вытесняя друг друга. А кого вытеснила самая первая система, только появившаяся, подобно которой раньше не было?

Вопрос Преподавателя кажется странным — не было, значит, никого не вытесняла.

— Но ведь система создается для выполнения каких-то функций, которая, как правило, как-то раньше выполнялась. Кем?

— Конечно, человеком! Человека вытесняет техника. Вот с чего она начиналась.— Преподаватель показал слегка оббитый камень, одолженный у историков.— Это первое из каменных орудий, оно почти ничем не отличается от природных камней, несколько сот тысяч лет назад такие орудия использовались везде. Оно заменило когти и зубы.

Прошли тысячелетия, и простые инструменты типа ножа, скребка, копалки перестали удовлетворять человека. Мы ведь можем развивать сравнительно небольшие усилия в течение длительного времени, но не можем поднять тяжеленное бревно или далеко бросить камень — эти действия требуют большой мощности в короткий временной промежуток. Как быть?

Техника вытесняет человека

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| Устройства получения информации | Преобразователи информации | Источник решений |
| Устройства управления | Преобразователь команд управления | Источник команд управления |
| Инструменты | Преобразователь энергии | Источник энергии |

Направления вытеснения человека →

— Нужен рычаг! Праща! Метательные приспособления!

— Конечно, это все преобразователи энергии, резко расширяющие возможности человека. Но на следующем этапе человек вытесняется и как источник энергии — появляются ветряные и водяные мельницы, наконец, паровые машины.

— Человек перестал быть источником энергии — значит, он полностью вытеснен?

— Нет. Это только первый этап. Теперь начинается вытеснение из систем управления. На первых планерах человек управлял полетом, просто меняя положения тела. Потом появились специальные устройства — рули высоты, направления. Как вы думаете, почему знаменитые в тридцатых годах летчики —

Валерий Чкалов, Михаил Громов, Михаил Водопьянов — все как на подбор были очень сильными людьми? Громов, например, бывший чемпион СССР по штанге.

— Очень большим было усилие поворота рулей. На самолете, на котором Чкалов летел в Америку,— почти 60 килограммов.

— Да. Десятки часов ворочать такие рычаги! А у современного самолета усилия эти измеряются уже в тоннах! Какие здесь нужны мышцы?

Смех. Ясно, что никакой силач не справится. За него работают специальные гидравлические или электрические преобразователи команд.

— А команды подает человек?

— Пока он не будет вытеснен и как источник команд, впрочем, уже появились автопилоты.

— Что же остается человеку?

— Человек получает и анализирует информацию, принимает решения.

— Но и здесь его вытесняет техника! Есть датчики, заменяющие органы чувств человека: термометры, усилители звука, фотоэлементы.

— Верно. Есть и машины-преобразователи информации.

— ЭВМ!

— Да, когда в систему включается ЭВМ, она становится полностью самостоятельной. Человек принимает решение один раз, когда проектирует и программирует систему. Все, о чем мы только что говорили, можно увидеть на плакате. Три уровня вытеснения: рабочий уровень, уровень управления, уровень принятия решений. И на каждом уровне — источник, преобразователь, исполнитель. Все это увязано в единую систему. На что похож этот процесс?

— На развертывание системы.

— Да, происходит ее усложнение, появляются новые узлы и связи, в том числе и обратные — на плакате они не показаны, чтобы не затемнять рисунок. А какой следующий этап?

— Свертывание.

— Безусловно. У обычного автомобиля велика цепочка превращений энергии: возвратно-поступательное движение поршня в цилиндре с помощью коленчатого вала превращается во вращательное, которое и передается на колеса. А у автомобиля с двигателем Ванкеля движение с самого начала вращательное, преобразователь не нужен. Растет идеальность. А как интересно проявляется закон согласования-рассогласования! Первый каменный нож — согласователь между человеком и объектом труда — деревом, корнем, хищником. С объектом согласуется лезвие — выбирается форма, материал, а с человеком — рукоятка, ее форма, способы крепления. Любой преобразователь — по сути согласующее устройство между источником (энергии, команд, информации) и исполнителем — инструментом.

— А техника вообще — согласующее устройство между природой и человеком!

— Похоже, что так. Развитие ее напоминает наступление армии. Она движется вперед широким фронтом. В единой линии идут разные отрасли науки и техники и каждая необходима для успешного продвижения. Казалось бы, где-то появится препятствие — и весь фронт остановится. Но так не бывает. Трудно представить себе, что развитие авиации вдруг остановилось бы, например, из-за отсутствия стекол, способных выдерживать сверхзвуковой напор воздуха. А если бы таких стекол действительно не оказалось бы?

— Кинули бы в эту область людей и деньги, сделали бы эти упрямые стекла!

— Или нашли бы способ, как от них отказаться!

— Конечно. Если вся армия пошла вперед, а один батальон застрял перед мощным укреплением, ему обязательно помогут. Бывает, конечно, что фронт ушел вперед, а в тылу остались «белые пятна». Или какая-то техническая система резко вырвалась в своем развитии вперед. Но рано или поздно «пятна» сдадутся, а вырвавшемуся вперед отряду инженеров и ученых придется притормозить — скажется отставание основных сил.

— И внутри этой технической «армии» отношения непростые. Часто они напоминают биологическое взаимодействие «волк-заяц». Так, взаимно подстегивая друг друга, совершенствуются броня и снаряд, самолет и зенитное орудие. И конкуренция идет, как в живых системах, между различными видами транспорта, например. Есть и более сложные зависимости между машинами, их продукцией, технологией изготовления.

— Получается, что законы развития технических систем — очень важные для человека, их нельзя нарушать?

— К сожалению, их часто нарушают.

— Но ведь за эти нарушения не наказывают?

— Еще как наказывают! Но о нарушениях и наказаниях за них мы поговорим в День Памяти.

— А какое отношение имеют нарушения законов развития к Дню Памяти?

— Гитлеровская Германия нарушала не только человеческие законы, но и законы развития техники. И жестоко за это поплатилась. Об этом и будет разговор.

Занятие заканчивалось, но ребята сразу не ушли.

— Послезавтра конкурс отрядных газет, давайте придумаем самую оригинальную газету!

— Давайте,— согласились Преподаватели.— Какой метод выбираете?

— Может быть, мозговой штурм? — предложил Дима.

— Можно,— ответил Преподаватель,— но, пожалуй, больше подойдет другой метод психологической активизации — **метод фокальных объектов**. Впрочем, пусть о нем расскажет и, главное, покажет, как он работает, кто-нибудь из старичков. Игорь, справишься?

Несколько обиженный недоверием Игорь тут же взялся за работу.

— Пусть выйдут три человека,— сказал он.— Разделите доску на три части. А теперь по очереди ткните пальцем в эту книгу и выберите наугад первое попавшееся существительное. Диме досталось слово «политика», Саше — «стол», Тане — «сорняк». По указанию Игоря они стали записывать каждый на своем участке доски прилагательные — признаки случайных объектов. «Политика» — внешняя, агрессивная, миролюбивая, подлая, последовательная, кнута и пряника...

«Стол» — дубовый, научный, диетический, антикварный, вычурный, изящный, тяжелый, пластмассовый, складной... «Сорняк» — вредный, живучий, колючий, корявый, несъедобный...

Ребята помогали стоящим у доски. Потом стали переносить эти случайные признаки на совершенствуемый объект — нашу газету, которая теперь должна была быть в фокусе внимания, стать фокальным объектом — отсюда название метода.

— Агрессивная газета — не дает себя сорвать.

— Складная!

— Диетическая!

Сначала признаки переносятся напрямую. Но нужно создавать цепочки ассоциаций, расширяя область поиска. Первые предложения, как обычно, были малооригинальными. Но работа продолжалась, и кое-что интересное получилось. Посмотрим, удастся ли ребятам реализовать найденные идеи?

Вечерние размышления. Прошло восемнадцать дней занятий. Интересно наблюдать за ребятами. Даже те, кто раньше ничего не слышали о ТРИЗ, уверенно формулируют противоречия, грамотно пользуются понятием идеальности, ориентируются в законах развития технических систем. Все то, что усваивалось с немалым трудом, постепенно превращается в контуры нового метода мышления.

Почти исчезла разница между старичками и новичками. Все-таки ежедневные занятия — большая сила! Но достигнутый успех нужно развить и закрепить. Поэтому со второй половины занятий постепенно объединяем разрозненные знания в единую систему, в слитное представление о развитии как едином процессе, в котором все законы вместе. Это особенно важно сегодня, когда на повестке дня в нашей стране стоит задача всестороннего ускорения развития народного хозяйства. Рассказывая об общих законах, мы все время повторяли пройденный материал, чтобы ребята почувствовали единство техники, общность и взаимосвязь ее разных отраслей. Понимание этого единства — гарантия от явления, которое К. Маркс назвал «профессиональным кретинизмом» — узости и ограниченности, мешающей поиску нового. А на следующих занятиях мы охватим связями общности науку, искусство, самые разные стороны человеческой деятельности!

ДЕНЬ ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ

КАК ДЕЛАЮТСЯ НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ?

— Можно ли научиться делать открытия? В ответ — молчание, правда, недолгое. Вот первые соображения:

— Наверное, можно, вы как-то говорили, что открытие — это тоже изобретение!

— Нет, изобретение и открытие — разные вещи.

— Ну и что? А если у них много общего?

— Чем отличается открытие от изобретения? Если изобретатель придумывает и создает то, чего никогда не было, то ученый открывает природные явления и закономерности, существующие в природе, но до сих пор человечеству не известные. Различие существенное, но нет ли сходства?

Разработка ТРИЗ началась с осознания того, что существуют объективные закономерности в развитии технических систем, которые можно выявить и сознательно использовать для целенаправленного совершенствования техники. А есть ли подобные закономерности в развитии научных теорий?

— Наверное, есть! Ведь в науке тоже есть случаи одновременного открытия одних и тех же законов, как одновременные изобретения в технике, например закон Бойля — Мариотта! — Как всегда обстоятельно излагает Женя. — Бойль и Мариотт открыли его независимо!

Таких примеров немало. Есть и другие моменты, общие для развития науки и техники. Так, научная теория в своем развитии повторяет те же стадии, что и техническая система: зарождение, бурный рост, замедление и остановка. И если это сходство — не случайное совпадение, то многое из того, что нам уже известно в ТРИЗ, может оказаться полезным и в решении задач «на открытие».

Мы знаем, что двигатель развития технической системы противоречия. А в развитии научной теории? ... В 1893 году физик В. Вин, исходя из положений термодинамики, вывел закон распределения энергии по длинам волн в спектре излучения черного тела. В 1897 году экспериментальная проверка показала, что закон Вина согласуется с экспериментом только в области коротких волн. В 1900 году другой физик — Рэлей, исходя из других положений термодинамики, вывел свой закон распределения, причем форма этого закона радикально отличалась от закона Вина. Закон Рэрея, давая согласующуюся с экспериментом картину распределения в области длинных волн (где «не работал» закон Вина), в области коротких волн приводил к бесконечно большим количествам энергии, что противоречило всем понятиям термодинамики.

Оба закона были строго выведены из доказанных положений термодинамики, поэтому их странное поведение озадачило физиков. Они стали тщательно проверять все исходные моменты. Наиболее основательно этим

занимался Дж. Джине, он даже нашел некоторые неточности в законе Рэлея, но положения это не исправило. Чем глубже вникал Джине в существо проблемы, тем яснее он понимал, что классическая физика не в состоянии решить проблему излучения. Возникло противоречие, настолько драматическое, что П. Эренфест назвал ситуацию «ультрафиолетовой катастрофой». Как известно, разрешил это противоречие М. Планк, предложивший идею неделимых порций энергии — квантов.

...Принцип относительности, сформулированный для классической механики Галилеем, гласил, что механические явления в системах, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, происходят одинаково и независимо от движения. Опыт Майкельсона доказал, что скорость света не зависит от скорости движения Земли, и значит, принцип относительности должен быть справедлив и в электродинамике. Но электромагнитные уравнения Максвелла, многократно подтвержденные экспериментально, не допускали относительности в электродинамике. Это противоречие было разрешено А. Эйнштейном в специальной теории относительности. Таких примеров множество в самых разных науках. Они подтверждают, что противоречие в науке, как и в технических системах, является движущей силой развития научных систем — гипотез, теорий. Значит, должны быть и способы выявления и разрешения этих противоречий, овладев которыми, можно научиться делать открытия.

Какие же законы действуют в развитии науки? До XVIII века основным понятием оптики был световой луч. Геометрическая оптика, основанная на законах прямолинейного распространения, преломления, и отражения световых лучей, позволила заложить основы теории оптических приборов, объяснила многие световые явления. Из принципов геометрической оптики естественно вытекала корпускулярная теория Ньютона: свет — это поток особых мельчайших частиц, испускаемых светящимся телом и движущихся по инерции. Однако с позиций корпускулярной теории оказалось невозможно объяснить дифракцию — проникновение света в область геометрической тени. Для объяснения этого явления современник И. Ньютона Гюйгенс создал новую оптику — волновую, основанную на представлении о свете как упругих волнах, распространяющихся в особой среде — эфире.

Волновая теория объясняла дифракцию и сложное явление двойного лучепреломления в кристаллах, но не могла объяснить поляризацию света и прямолинейность его распространения. Это оказалось решающим, и корпускулярная теория одержала победу. Ее господство продолжалось около ста лет, пока не был открыт Т. Юнгом принцип интерференции (наложения) волн. А решающий удар корпускулярной теории нанес О. Френель, восстановивший волновую теорию на основе синтеза принципов Гюйгенса и Юнга. Новая теория прекрасно объяснила и прямолинейность света, и явление дифракции, а заодно и поляризации. Для этого только нужно было допустить, что световые волны

являются не продольными, а поперечными. Волновую теорию подтвердил опыт Фуко, который показал, что в воде скорость света меньше, чем в воздухе.

Торжество волновой теории длилось тоже около ста лет — до начала XX века. К тому времени она впитала в себя учение об электричестве и магнетизме, электродинамику Максвелла. Свет уже не считали механическим волновым процессом, а представляли как совокупность движущихся друг за другом электромагнитных волн. Но в начале XX века снова пришлось вернуться к корпускулярной теории, чтобы объяснить фотоэффект и другие явления. С этого времени обе теории стали сосуществовать, «работая» каждая в своей области: свет — череда бегущих волн; свет — поток летящих частиц — фотонов.

Как физики примирились с таким вопиющим противоречием? Почему, вместо того чтобы доказывать, какая теория лучше, они перестали спорить и стали работать, изучая по своему выбору ту или иную сторону поведения света? В этом огромная заслуга Нильса Бора, предположившего, что противоречие лежит не в природе света, а в нашем представлении о ней, и сформулировавшего в 1927 году принцип дополнительности. Оказалось, что двойственная природа свойственна не только свету, но и электрону и другим частицам. Для описания электрона как частицы В. Гейзенберг создал матричную механику, а Э. Шрёдингер — волновую механику для электрона — волны. Трудно было решить, какая из теорий справедлива. Тогда Бор понял, что обе они, хотя и взаимно исключают друг друга, только в совокупности обеспечивают полное описание картины микромира. Сформулировав это важнейшее положение квантовой механики, Бор пошел дальше. Он осознал его как философский принцип: когда существуют две взаимоисключающие (конкурирующие), но согласующиеся с экспериментами теории, необходимо рассматривать их как **взаимодополняющие**. Что напоминает вам этот принцип?

— Закон объединения конкурентов!

— Конечно! Ведь корпускулярная и волновая теории несколько раз сменяли друг друга, значит было в обеих рациональное зерно! Еще до принципа дополнительности Нильс Бор сформулировал другой принцип, который тоже сначала относился к физике, а потом приобрел общенаучное, философское значение — **принцип соответствия**: научная теория, подтвержденная экспериментально в определенной области, с появлением новых знаний не отвергается полностью, а сохраняет свое значение для этой области как частный случай новой, более общей теории. Например, с появлением волновой оптики геометрическая оптика не утратила своего значения. Было доказано, что в тех случаях, когда длину волны света можно считать малой по сравнению с шириной светового пучка, законы геометрической оптики выводятся из волновой.

Аналогично классическая механика — частный случай теории относительности.

— Похоже на согласование новой теории со старой.

— Да, наверно, можно считать его аналогом закона согласования в технике.

А что такое идеальность в науке?

— Меньше формул — больше результатов!

— Или уменьшение исходных для теории аксиом?

— Есть немало примеров, когда первое доказательство теоремы сложное, со множеством выкладок, а постепенно оно упрощается.

— Вроде свертывания!

— Действительно, похоже. Но вопрос об идеальности в науке пока открыт, здесь только начинается работа. Итак, научная теория — это тоже система. Только состоит она не из «железок», как техническая, а из информации. Информационные системы — это не только теории, но и языки, литературные произведения. Здесь тоже проявляется системный эффект — объединение двух информационных элементов дает новую информацию.

— Как вы считаете, с чего следовало бы начать работу по созданию алгоритма научных открытий?

— С изучения уже сделанных открытий.

— С выявления тех приемов, которые использовались учеными.

— Как при создании ТРИЗ. Ведь у научных и технических систем много общего.

— В принципе верно. Начинать нужно с классификации открытий. Какие бывают открытия?

— Например, как у Лазаренко. Искали способ борьбы с искрением контактов — нашли способ получения порошков!

— И Беккерель обнаружил радиоактивность случайно!

— Резерфорд бомбардировал атомы альфа-частицами и открыл существование ядра.

— Экспериментальные открытия, когда открывают новое явление.

— Теоретические, теория объясняет какое-то явление.

Самая простая классификация — разделение на две группы:

открытие новых фактов и объяснение уже известных, установление новых закономерностей.

Раз существуют открытия двух видов, то и приемы создания их должны в какой-то мере отличаться. Рассмотрим приемы открытий в первой группе.

1. Поиск нового за границами известного. Например, Камерлинг-Оннес, изучая электрическое сопротивление при все более низких температурах, открыл сверхпроводимость. Этим приемом практически всю жизнь пользовался П. Л. Капица: сначала получение и изучение сверхсильных магнитных полей, потом — сверхнизкие температуры, затем сверхвысокие — плазма.

2. Изучение ранее известных аномалий, отклонений от нормы, пусть даже совсем незначительных. Так из «маленького облачка» на горизонте классической физики — опыта Майкельсона — выросла теория относительности.

Неизменно достигали успеха исследования внутренней структуры уже известных объектов. Так постепенно уточнялась структура атома, атомного ядра, элементарных частиц. Приемы открытий второй группы — открытия новых закономерностей можно было бы назвать «изобретением гипотез», объясняющих те или иные факты. Преодоление противоречий в науке чаще всего происходило либо путем введения гипотетического соотношения, связывающего противоречивые положения, либо с помощью гипотетического явления, которое могло бы объяснить факты, не соответствующие уже имеющейся теории. ...На основе наблюдения неба древними Птолемей создал геоцентрическую теорию, согласно которой Земля находилась в центре Вселенной, а Солнце и другие планеты вращались вокруг нее. Но по мере повышения точности астрономических наблюдений выяснилось, что планеты время от времени описывают «петли». Была предложена идея «эпициклов», согласно которой каждая планета, двигаясь вокруг Земли, дополнительно вращается по небольшой по сравнению с орбитой окружности. Дальнейшее повышение точности наблюдений показало, что и эта картина не соответствует фактам, поэтому были введены еще дополнительные эпициклы. «Дошли» до семи эпициклов, и такое «уточнение» могло бы продолжаться до бесконечности, но слишком уж сложными стали расчеты положений планет. А без них не могла существовать одна из важных наук средневековья — астрология. Для составления гороскопов нужны были простые, но точные методы расчета.

Н. Коперник сначала чисто формально предложил другую схему движения небесных тел, которая позволила отказаться от эпициклов и упростила вычисления; Солнце находится в центре, а Земля и другие планеты вращаются вокруг него. А потом стало ясно, что речь идет не просто о формальной картине, облегчающей вычисления, а о реальной гелиоцентрической картине мира.

Исследователи электромагнетизма Ампер, Вебер, Фарадей, Нейман проделали множество опытов, доказывающих, что электричество и магнетизм тесно связаны, порождают друг друга. Однако построить единую систему уравнений для электричества и магнетизма не удавалось, пока Максвелл не ввел чисто формально в уравнения еще один член — ток смещения, протекающий в диэлектриках и вакууме и никогда ранее не наблюдавшийся. В результате появилась идея об электромагнитных волнах, свободно, без всяких проводников распространяющихся в пространстве. Через двадцать лет эти волны экспериментально обнаружил Г. Герц.

Формально отнесся к своим знаменитым преобразованиям Х. Лоренц, а вслед за ним и крупнейший ученый и теоретик науки Пуанкаре. А ведь этим преобразованиям, позволившим примирить принцип относительности с уравнениями электродинамики, Эйнштейн дал физическое толкование. Это и позволило создать теорию относительности.

Не было физического обоснования и у гипотезы кванта Планка, но Эйнштейн, предположивший, что кванты — не формальные образования, а реально существующие частицы материального мира, создал теорию фотоэффекта и заложил основы квантовой механики. Формально ввел свои орбиты и Бор... Подобных примеров в науке множество, и все они отличаются некоторой последовательностью действий: сначала находится чисто формальный способ разрешения противоречия с помощью какого-то математического преобразования, затем формальное преобразование осмысливается и наполняется физическим содержанием и, наконец, на базе нового физического содержания делается шаг вперед к познанию новой объективной реальности.

Материал сегодня трудный, и ребята устали. Поэтому разговор об изобретении гипотез мы продолжим завтра. А сейчас поговорим о другом. Допустим, мы уже знаем, как создавать гипотезы. Но они не станут точным знанием до тех пор, пока не будут подтверждены практикой. Следующий шаг научного исследования — нужно поставить перед природой вопрос, верна ли наша гипотеза. Умение задавать такие вопросы — важнейшее качество исследователя.

... На далекой планете космонавты обнаружили мыслящее существо, по внешнему виду напоминающее мешок. Последний представитель некогда могущественной цивилизации «Мешок» обладает удивительным даром — отвечать на любые вопросы, в том числе и о будущем. В мире капитала этим даром распорядились хищнически. Расписали время «Мешка» на минуты, которые за огромные деньги продают всем желающим. И он трудится по 24 часа в сутки, исправно отвечая на вопросы типа «Разбогатею ли я, если куплю акции такой-то компании?» Небольшое время отведено и ученым. В конце концов «Мешок» устал от глупых вопросов. Он с разочарованием сообщает своему собеседнику, что вопросы, которые ему задают, совсем не те, которые следовало бы задать. А что спросили бы вы, если бы вам представилась возможность задать «Мешку» вопрос? Объявляется конкурс на самый главный вопрос. У каждого — всего одна попытка.

— Как предотвратить войну?
— Как лечить все болезни?
— Как разрешить проблемы перенаселения и питания?
— Как научиться передвигаться быстрее скорости света и достичь звезд?
— Как сохранить нашу Землю?
— Вопросов много, и все они действительно важные. Но психологическая инерция помешала вам. Ведь «Что спросить у «Мешка?» — это тоже вопрос.

«Что же мы должны спрашивать?» — «Вот вопрос, которого я ожидал»... Это строка из фантастического рассказа У. Моррисона «Мешок». Самым главным «Мешок» считал вопрос, приносит ли он своими ответами пользу или вред.

Вопросы нужно уметь задавать, это ясно. Но какие из них самые «правильные»? Конечно, те, которые позволяют быстро и соответственно дешево найти ответ. Говорят, чтобы задать правильный вопрос, нужно наполовину знать ответ. «В каждой шутке доля правды», но в этой — все 100%.

... Новая игра: отгадать задуманного Преподавателем литературного героя. Можно задавать любые вопросы, на которые Преподаватель имеет право отвечать «да» или «нет», или «не могу ответить». (Не правда ли, именно так и отвечает природа на вопрос исследователя?)

— Это Гулливер? Дюймовочка?

— Таких вопросов можно задать сотни и не угадать. Главное условие игры — вопросов должно быть как можно меньше. Выберите капитана, пусть он отбирает лучшие вопросы и следит за тем, чтобы вы слушали друг друга и не повторялись. Дело пошло чуть-чуть лучше, но ненамного. Тогда мы рассказали о правилах задавания таких вопросов. Мы ищем литературного героя. Все возможные герои могут быть разделены на две группы: например реальные (человек или животное) и нереальные (сказочные, фантастические). Задав вопрос, реален ли наш герой, мы сразу отбрасываем одну группу. Допустим, наш герой нереальный. Тогда следующий вопрос: сказочный или фантастический? Снова разделили на две группы и так далее. Этот метод называется дихотомией — последовательным разбиением на две группы. Теперь вопросы пошли толковые:

— Герой одушевленный?

— Да.

— Человек?

— Нет.

— Живет на суше?

— Нет.

Время от времени нужно подводить итоги, чтобы не запутаться.

Итак, наш герой — сказочное живое существо, живущее в воде.

— В море?

— Да.

Возникло затруднение. Не перебирать же всех морских обитателей! Теперь можно со стороны литературы.

— Сказка русская?

— Да.

— В прозе?

— Нет.

Морское существо, герой русской сказки в стихах... Да это же рыба-кит!

...Миллиарды тратятся во всем мире на экспериментальные исследования по принципу: «Спрошу у природы что попало, а там видно будет». Ставя эксперимент, исследователь заранее должен представлять, какой в принципе ответ он может получить. Всем известно изречение, что в науке отрицательный

результат — тоже результат. Но его нужно уточнить. Оно справедливо только тогда, когда, получив от природы в ответ «нет», мы теперь точно знаем, в каком случае она ответит «да» без дополнительных экспериментов. То есть, ставя решающий эксперимент по проверке той или иной гипотезы, нужно его спланировать так, чтобы получить ответ «да» или «нет».

Вечерние размышления. Есть закономерности развития научных теорий и закономерности природы, которые теории описывают. Как они между собой связаны? Не повторяют ли друг друга?

Представьте себе огромную, спрятанную в тумане вершину горы. Вот ветром отнесло туман в сторону, и мы увидели над головой выступ, закинули туда веревку. Вырубаем ступени, с трудом продвигаемся. За нами тянется веревочная лестница — другим подниматься будет легче. Уходят вверх передние, а завоеванные позиции обживаются: веревочные лестницы заменяют деревянные леса, появляются перила, правила техники безопасности. На следующих этапах перестраивается основание лестницы, возводятся каменные столбы, пускают лифты, пробивают туннели, наводят мосты через непроходимые ранее участки. Так «строятся» наука, отдельные научные теории. Строительство зависит и от конфигурации горы, расположения фактов-зацепок, к которым крепится теория-лестница, и от конструкции самой лестницы, от строительной механики, обеспечивающей ее прочность, то есть от собственных критериев построения научной теории. Законы развития научных теорий — это законы развития наших лестниц, перехода от веревки, по которой карабкается альпинист, к комфортабельному лифту. Писатель М. Анчаров в повести «Теория невероятности» пишет:

«Наше время не любит изобретений. Оно любит исследования. Кому труднее всего — изобретателям. А исследователю? Все институты научно-исследовательские, разве не так? Исследование — это значит исследование того, что природа изобрела. А изобретение — это человеческое создание, продукт творчества, синтез.

Без исследований не будет изобретений. — Правильно. А без изобретений вообще ничего не будет. Жизни не будет. Человек от обезьяны отличается не исследованием дубины, а изобретением дубины».

Конечно, автор этой цитаты и мы не против науки, исследований. Но очень хочется напомнить о том, что часто забывают: о роли изобретения, творческого скачка в создании самих теорий, в открытии новых явлений. Наши ребята начитаны, эрудированны, но представление о деятельности ученого у них мало соответствует истине. И если бы только у них!

Сколько раз приходилось слышать: «Ну, возможно, изобретательство еще можно как-то организовать, алгоритмизировать. Но не науку!» Наука — это нечто непознаваемое, пути ее неисповедимы, только гений может... Старая песня! Когда-то это говорили и о возможности алгоритмизации в изобретательской работе.

Сегодня опыт, множество изобретений доказывают, что учить изобретательству можно. Теперь на очереди — поиск методов создания нового знания в науке. Многие наши ребята мечтают стать и, без сомнения, станут учеными. Ведь не зря у нас НОУ — научное общество учащихся. Поэтому очень хочется вооружить их современными сильными методами поиска нового. Сегодня мы познакомили их немного с некоторыми закономерностями, а завтра займемся непосредственным решением исследовательских задач.

ДЕНЬ ДВАДЦАТЫЙ.

КАК РЕШАТЬ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЗАДАЧИ?

Противоречия вроде «ультрафиолетовой катастрофы» в науке встречаются не каждый день. Гораздо чаще ученым приходится искать объяснения новым явлениям, выяснять механизмы, их порождающие. И не только ученым, но и производственникам, когда в цехе вдруг неожиданно появляется брак и причины его неизвестны. И еще сыщикам, разгадывающим преступление.

— Какой самый распространенный вопрос задают себе детективы?

— Кому преступление выгодно?

— А как бы я поступил на месте преступника?

— Совершенно верно. Оказывается, это очень эффективный подход к решению не только детективных задач. За последние годы специалистам по ТРИЗ пришлось решать не только изобретательские, но и исследовательские задачи. Специальной методики не было, использовался «тризный подход». Когда этот опыт был изучен, оказалось, что чаще всего интуитивно использовался один конкретный прием. Вместо вопроса «Как это объяснить?» задавался вопрос «Как это сделать?» — как в детективе. Но тогда исследовательская задача превращается в изобретательскую и можно применять весь аппарат ТРИЗ: вепольный анализ, стандарты, АРИЗ. Мы назвали этот прием обращение исследовательской задачи.

Задача 57. На радиоэлектронном заводе заметили, что при перевозке микросхем из одного цеха в другой часть из них по непонятным причинам выходила из строя. Перевозили их в обычных пенопластовых коробках. Проверка микросхем перед транспортировкой показывала, что все они годные, а сразу после нее у некоторых обнаруживался электрический пробой. Чтобы бороться с браком, нужно знать его причины. Почему же пробивались микросхемы?

— Может быть, на заводе завелся шпион-диверсант?

— Нет, шпионов там не было. Давайте воспользуемся приемом обращения. Какая сейчас у нас задача?

— Как добиться, чтобы при перевозке микросхемы были испорчены?

— Верно. Специалист по ТРИЗ В. В. Митрофанов, который решал эту задачу, даже усилил ее, поставив условие, чтобы не часть, а все микросхемы оказались пробитыми. А сейчас воспользуемся вепольным анализом. Есть В1 — микросхема. Нужно ввести В2 и поле П. Какое нужно поле?

— Электрическое.

Изобретательская задача на этом шаге была бы решена. Но с исследовательскими дело обстоит немного иначе. В самом деле, ведь нет шпиона с портативным электрическим генератором для пробоя микросхем. Электрическое поле должно быть получено из ресурсов. В этом особенность исследовательских

задач. Они должны быть решены только за счет ресурсов — никто не принимает специальных мер, например, для порчи продукции. Какие ресурсы у нас есть?

— Коробка пластмассовая.

— Это вещественный ресурс, он нам пригодится, возможно, в роли В2. А энергетические есть?

— Микросхемы везут. Могут быть толчки, вибрации.

— Значит, у нас есть механическое поле. А нужно электрическое. Как быть?

— Можно получить электрическое из механического — электризация трением.

— Ну конечно! Из-за вибраций микросхемы перемещаются внутри пластмассовой, коробки, трутся об нее.

— Отлично! Причина найдена. Но с браком нужно бороться. Что делать теперь?

— Покрыть коробки антистатиком или заменить на металлические.

— Сделать громоотвод!

Подошло первое предложение. И пробои прекратились.

Задача 58. Для шлифования поверхности изделий сложной формы (представим себе для простоты обыкновенную ложку) существует метод магнитоабразивной обработки. Стальной порошок наносят на круг из магнитного материала. Круг вращается, удерживаемый магнитным полем порошок мягко касается детали, принимая форму ее поверхности, и позирует ее. Так шлифуют изделия из мягких материалов. Но однажды с удивлением заметили, что не менее эффективно идет шлифование и гораздо более твердых, чем ферропорошок, материалов, например вольфрама. Как это объяснить?

— А что тут странного? Известно же, что мягкая паста полирует твердый металл!

— Паста действительно мягкая, но в ней находятся твердые частицы. А здесь этого нет. Сформулируйте обращенную задачу.

— Как добиться, чтобы мягкий ферропорошок обрабатывал твердый вольфрам?

— Верно. А сейчас воспользуемся вепольным анализом. Что у нас есть? Исходная вепольная схема; В1 — ферропорошок, В2 — вольфрам, П — механическое поле. Какой у нас веполь?

— Неэффективный. Механическое поле не может обеспечить обработку твердого вольфрама.

— Что же нужно делать?

— Форсировать веполь! Перейти к использованию более эффективных полей.

— Можно воспользоваться магическим словом ТЭММАГ?

— Можно. Что нам подойдет?

- Тепловое поле.
- Электрическое... Электроискровая обработка!
- Как мы уже говорили, изобретательская задача была бы решена. А что нужно для нашего случая?
- Найти нужные поля среди ресурсов. У нас есть тепловое поле — порошок трется об изделие — от трения. Есть магнитное, механическое поле вращения. А электрического нет.
- В задаче о пробое микросхем тоже сначала электрического поля вроде не было, а потом оно нашлось — получилось из механического. Может, и в нашем случае тоже так?
- Нет, у нас электризации трением не получится — там была пластмасса, а у нас — металлы.
- А разве кроме трения нет других способов получения электрического поля?
- Есть. У нас есть вращающееся магнитное поле, то есть переменное. Оно может индуцировать электрический ток.
- И тогда может проскочить искра. Получится электроискровая обработка, как мы и думали!
- Погодите радоваться,— остановил ребят Преподаватель.— Вы забыли, что у нас еще было тепловое поле. Две версии, какая верная?
- Нужно провести эксперимент! Обнаружить искры. Тогда все будет ясно!
- Как же обнаружить искру? Увидеть ее непросто. Это новая задача.
- Её тоже можно решать вепольным анализом, как задачу на обнаружение.
- Нужно преобразовать поле электрической искры в другое, которое легко обнаружить. Увидеть, вы сказали, трудно. Может быть, можно услышать?
- Конечно, услышать! В обыкновенном приемнике искры создают помехи — треск, щелчки.
- Правильно. Когда сделали так, как вы предлагаете, слышали отчетливые шумы. Гипотеза подтвердилась.

Задача 59. При исследовании спектра водорода физик Р. Вуд столкнулся с загадкой. В длинной вакуумной трубке находился при низком давлении водород, через который шел электрический разряд. В коротком боковом отростке трубки была помещена вольфрамовая проволока, подключенная к аккумулятору. Вуд хотел посмотреть, как действуют на разряд электроны, испускаемые раскаленной проволокой. После окончания опыта аккумулятор отключили, но проволока осталась раскаленной добела. Опасаясь каких-то паразитных связей, проволоку совсем отсоединили от проводов, но она оставалась раскаленной. Как это объяснить?

Обращенная задача: дана техническая система, включающая водород при низком давлении и электрический разряд в нем, а также вольфрамовая проволока. Необходимо обеспечить нагрев вольфрамовой проволоки. В1 —

вольфрамовая проволока. Нужно достроить веполь — ввести В2 и тепловое поле П (или такое, которое может превращаться в тепловое). Тепло можно получить либо за счет высокочастотного нагрева электромагнитным полем, либо за счет химической реакции. Ресурсы: водород и электрический разряд. Электрический разряд — постоянный ток, он не может дать высокочастотного поля. Рассмотрим вариант с химической реакцией. Реагировать может либо вольфрам с водородом, либо водород с водородом. В процессе реакции вольфрам не расходуется, поэтому остается реакция водорода с водородом. Теперь можно обратиться за помощью к химикам. Они говорят, что если в системе есть атомарный водород, то он может рекомбинировать в молекулы с выделением энергии, а вольфрам служит катализатором такой реакции.

Задача 60. В одной лаборатории было обнаружено странное явление: некая химическая реакция в закрытой колбе происходила только в том случае, если ее проводил один из сотрудников. Коллеги стали подозревать его в фальсификации. Дело осложнилось еще и тем, что если в лаборатории находился кто-нибудь еще, кроме него, реакция тоже не шла. Как это объяснить?

Обращенная задача: дана техническая система, включающая закрытую колбу с реактивами и экспериментатора. Как обеспечить протекание реакции в присутствии только этого экспериментатора?

Исходная ситуация — неполный веполь: В1 — реактивы, В2 — экспериментатор. Нужно ввести поле П. Ресурсы: поля, характерные для человека, причем индивидуальные, возможные поля — электростатическое, тепловое, механическое, акустическое (звуки). Никаких специальных действий для прохождения реакции этот человек не предпринимал (фальсификатором он не был), поэтому тепловое и механическое отпадают. Электростатическое тоже, потому что человек близко к колбе не подходил. Остается акустическое.

— Он, наверное, пел? — робко спрашивает Алеша.

— Да. Он имел красивый низкий голос и очень любил петь, но стеснялся в присутствии посторонних, так как слух был плохой. А частота его голоса оказалась «подходящей» для реакции.

— А какие открытия сделаны с помощью ТРИЗ?

— Около десяти лет назад выпускник политехнического института Валерий Цуриков прошел курс обучения по ТРИЗ и решил попробовать применить изобретательский подход к проблеме межзвездной связи с чужими цивилизациями. В шестидесятые годы газеты были полны сенсационными сообщениями о сигналах «маленьких зеленых человечков». Так на западе под влиянием фантастики называют инопланетян. Группа английских астрономов впервые обнаружила в Дальнем космосе источник пульсирующего излучения. Прерывистость сигнала, казалось, указывала на его искусственное происхождение. Но очень скоро раздалось отрезвляющее голоса астрофизиков:

никаких «зеленых человечков», излучение имеет природный, естественный характер, давно предсказано теоретиками. Через несколько лет источники пульсирующего излучения были обнаружены в разных концах Вселенной. Сенсация не состоялась. Но и после этого случая чуть ли не каждое открытие астрономов любители сенсаций сразу объявляли сигналом «братьев по разуму». Дальше все шло по старой схеме: доказывался природный характер явления, потом его обнаруживали и в других местах, оно переставало быть уникальным.

В. Цуриков сформулировал противоречие: «Сигнал должен быть природным, например, в виде света или радиоизлучения, чтобы его можно было принять, и он должен быть невозможным в природе, чтобы сразу стало ясно его искусственное происхождение». И использовал системный переход для разрешения этого противоречия: нужно, чтобы сигнал имел, по крайней мере, две характеристики, вполне природные в отдельности, но несовместимые в природе. Тогда их совмещение и может быть признаком искусственности сигнала!

Было найдено немало вариантов, позволяющих реализовать такое противоречие. Например, сегодня ученые, анализирующие спектры излучения космических объектов, могут выделить линии, соответствующие различным органическим веществам: аминокислотам, спиртам и т. д. Но эти линии обнаруживаются только в спектрах холодных туманностей — ведь органические соединения не могут существовать при высоких температурах, они неизбежно распадутся. А что если такие линии окажутся в спектре горячей звезды?

Вот другой вариант. Нетрудно установить, в каком направлении движется та или иная звезда: к Земле — в ее спектре все линии смещаются в сторону коротких волн («синее» смещение) или от Земли — в область длинных волн («красное» смещение). Это называется эффектом Доплера. А если бы удалось обнаружить звезду, в спектре которой наблюдалось бы одновременно и синее, и красное смещение? Это означало бы, что звезда одновременно движется в двух противоположных направлениях. Наличие в спектре красного и синего смещения может быть признаком искусственности сигнала.

Статья В. Цурикова с описанием возможных вариантов построения искусственных сигналов появилась в печати весной 1978 года. И надо же было случиться такому совпадению — в декабре того же года американские астрономы открыли, что в спектре звездного объекта SS—433 в созвездии Орла, на расстоянии всего около 30 тысяч световых лет от Солнца, ясно видны одновременно синее и красное доплеровские смещения! Конечно, сегодня никто не торопится кричать; «Это маленькие зеленые человечки!» Теоретики строят хитроумные схемы, которые могли бы объяснить существование в природе таких странных объектов, астрономы-практики старательно обшаривают небо в поисках подобных звезд.

— А теперь вспомним задачу, которую вы решали в автобусе по дороге сюда, в лагерь.

— Про черта и путников?

— Да. Нужно было придумать невыполнимое задание для черта, чтобы спастись. Вы тогда ничего умного не придумали. А сейчас давайте подойдем к этому заданию по-научному. Какое задание будет заведомо невыполнимым?

— Противоречивое задание!

— Верно. Ну и что вы предлагаете?

— Пусть черт сотворит такую реку, которую он не сможет переплыть.

— Пусть черт сам себя съест!

— Пусть сядет на стул, которого нет!

— Отлично, у всех вас теперь есть шансы перехитрить черта. Эта задача взята из старой английской сказки. В ней третий путник громко свистнул и сказал: «Теперь пришей к этому пуговицу!»

Не менее интересные открытия сделаны другим специалистом по ТРИЗ из г. Свердловска Г. Головченко. Однажды на занятиях к нему подошли несколько студентов-биологов и поделились сомнениями, может ли помочь ТРИЗ в работе по их специальности.

— В биологии тоже должен выполняться закон повышения идеальности,— заявил он.— Например, должны использоваться все возможные ресурсы. Какие ресурсы используют растения?

— Воду, питательные вещества из почвы, солнечный свет.

— И ветер — он семена переносит.

— Нет, семена — это мало,— сказал Головченко,— раз в год. Растения должны использовать ветер постоянно! Ветки качаются, листья шевелятся — для чего-то это нужно.

И Головченко поставил опыт. Взял два черенка с парой листьев на каждом и опустил их в стаканы с подкрашенной жидкостью. Один оставил в покое, а листья второго целый час раскачивал, удерживая пинцетом. Потом оба черенка разрезал вдоль оси и увидел, что в том, где листья двигались, подкрашенная жидкость поднялась значительно выше, чем в контрольном. Так сформировалась гипотеза, что ветер помогает растениям качать воду из почвы.— Преподаватель взял со стола резиновую трубку и опустил в стакан с водой. Потом сжал ее пальцами и повел вверх. Из открытого конца трубки брызнула вода.— Каждая пора в растении — как эта трубка когда растение качается, пора сжимается и гонит воду снизу вверх.

— А это признали открытием?

— Пока нет. В отличие от изобретений признание открытия — процесс долгий. Со статьей должна ознакомиться научная общественность, оценить сделанное. А вот для второго открытия Головченко даже опыты делать не пришлось. Он решил, что в растениях (к этому времени он уже неплохо разобрался в фитологии — науке о растениях) должны быть веполы. Растения

должны использовать поля. Прочитав массу литературы, Головченко установил следующее:

а) питательные вещества в растениях откладываются в местах соединения веток со стволом, а листьев — с веткой, то есть в тех местах, где есть механические перемещения под действием ветра;

б) отложение питательных веществ существенно усиливается при воздействии электрического поля;

в) живая влажная древесина обладает слабым пьезоэлектрическим эффектом.

Последний факт он вычитал не в биологической литературе, а в книгах по деревообрабатывающей промышленности. Что получится, если принять во внимание все три факта?

— Что растение под действием ветра получает механическую энергию, преобразует ее с помощью пьезоэффекта в электрическую, за счет чего откладываются питательные вещества в определенных местах.

— Правильно, это очевидно.

Вечерние размышления. При обучении взрослых были трудности с освоением приема «обращения задачи». Но ребята сразу приняли его на вооружение. Бытует мнение, что умение решать исследовательские задачи нужно только ученым. Зачем оно, например, производственнику? Но оказывается, что на производстве таких задач даже больше, чем изобретательских. Почему идет брак? Почему возникло «узкое» место? Стоит применить прием обращения, как многие из них становятся простыми, их даже без ТРИЗ можно решить. Интересно, что и многие житейские задачи носят характер исследовательских. Почему рассердился на меня друг? За что получил выговор от учителя? Почему меня не поняла мама? Сложные, вечные вопросы. Но если задать вопрос себе по-другому:

«Как сделать, чтобы друг рассердился?» — и становится ясно, что именно так ты и сделал, совсем этого не желая и даже не заметив своего поступка.

Конечно, создание методики научного поиска — очень большая работа. Она пока только начинается. Но мы рассчитываем на продолжение, в том числе и силами сегодняшних учеников и читателей.

ВЫХОДНОЙ

«РОДИТЕЛЬСКИЙ» ДЕНЬ

С утра в лагерь приезжают родители. Они ходят по лагерю, сидят на скамеечках, беседуют с ребятами. На сегодня намечено много мероприятий. Сначала — экскурсия по лагерю, она уже началась. Потом преподаватели и ребята покажут родителям свои учебные классы, расскажут, чем занимаются. После обеда — спортивные соревнования по волейболу, бадминтону и шахматам, а вечером финал турнира рыцарей творчества. Его победителей ждет еще одно испытание — соревнование с командой родителей.

В нашем классе родители, ребята и Преподаватели увидели Диму, переписывающего в блокнот формулы вепольного анализа. Объясняет — это для папы. Папе на работе часто приходится решать разные задачи — формулы ему помогут. Ребята рассказывают о жизни в лагере. Когда речь заходит о теории изобретательства, в глазах взрослых недоверие: неужели этому можно учить? Они задают вопросы, на них отвечают ребята. Впрочем, им не привыкать: по вечерам идут занятия по ТРИЗ для всех желающих — ребят из других секций, комиссаров, преподавателей. Здесь часто стихийно возникают дискуссии. Для формирования убежденности, четкой жизненной позиции очень важно научиться защищать свое дело в остром и принципиальном споре.

Ребятам трудно говорить по очереди, они часто перебивают и дополняют друг друга, рисуя перед родителями контуры новой науки.

— Поиск новых решений всегда велся методом проб и ошибок. Этот древнейший метод годится для решения несложных задач, когда достаточно перебрать несколько десятков вариантов. Но для задач высокого творческого уровня он неэффективен. Конечно, и такие задачи решались, но ценой огромных усилий, потери десятков лет, многих человеческих жизней, прошедших в бесплодных поисках.

— Больше всего мешает поиску психологическая инерция. Борьба с ней помогают методы психологической активизации творчества, созданные в нашем веке, например «мозговой штурм» или метод фокальных объектов,— ребята тут же демонстрируют, как ими пользоваться. Родители довольны — полезное дело. Но дети возражают — разве этим они занимаются? У них дело гораздо более серьезное — и импровизированный рассказ продолжается:

— Техника развивается не произвольно, как захотелось тому или иному изобретателю, а по законам, которые выявляются при изучении истории техники. Законы можно использовать для решения технических задач, целенаправленного совершенствования техники.

— Когда мы пытаемся улучшить одно свойство какой-нибудь машины, часто ухудшается другое ее свойство. Это называют противоречием. Чтобы

создать новое, изобрести, нужно разрешить это противоречие. Тогда машина становится идеальнее — выполняет больше функций, делает это лучше, но сама при этом становится проще, дешевле. Вообще идеальная машина — это когда машины нет, а ее функции выполняются. Ставшая привычной для ребят формулировка вызывает протест родителей. Но «бунт» подавляется в зародыше массой убедительных примеров.

— Для разрешения противоречий есть специальные приемы. И еще в ТРИЗ для решения изобретательских задач есть вепольный анализ, метод моделирования маленькими человечками, можно использовать ресурсы технических систем.

— А для самых трудных задач есть алгоритм решения изобретательских задач. Он помогает выявить суть задачи — спрятанное в ней противоречие и разрешить его. У родителей уже нет вопросов, но ребята продолжают «дожимать»;

— Законы развития есть не только в технике, но и всюду. С помощью ТРИЗ можно решать творческие задачи в спорте, искусстве, науки! Да, и в науке! Мы решаем исследовательские задачи! — и ребята рассказывают о нескольких решенных вчера задачах.

— Убедили! — смеются родители. — Вы все поголовно будете изобретателями!

Но ребята опять не согласны:

— Не просто изобретателями! Главное — не только задачи решать научиться, а найти свою Большую Цель! Ради ее достижения и стоит решать сложные задачи, много работать и не бояться ударов судьбы! Стать Творческой Личностью! ...Ребята снова занимают места на эстраде. Полчаса назад закончилась финальная встреча Турнира Рыцарей Творчества. В суровой борьбе биологи победили физиков, за ужином они получают Главный приз — большой торт. Но сейчас им еще предстоит работа. Мы отказались от первоначального намерения провести настоящий тур сражения победителей-рыцарей с родителями. Очень уж неравны силы, не стоит ставить взрослых в неловкое положение перед детьми, которые уже в силу своего возраста легче решают хитрые задачи, а в лагере они еще многому научились. Поэтому соревнование будет неявным — родители предложат ребятам несколько собственных проблем, решения которых очень важны для их производств. Задания мы отобрали заранее, и сейчас Распорядитель знакомит с ними команду победителей, укрепленную несколькими ребятами из секции РТВ.

ПЕРВОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Сегодня самый большой спрос на стиральные машины, снабженные двумя баками, в которых можно одновременно стирать одну порцию белья, а другую, постиранную — отжимать в центрифуге. Центрифуга отжимает белье и перекачивает отжатую воду снова в бак для стирки. Льется мыльная

вода, пузырится, и поднимается шапка пены. Несмотря на то, что бак прикрыт крышкой, пена вылезает из машины, ползет на пол. Как быть?

Начинается обсуждение. Впрочем, есть вопросы:

— А разве нет специальных порошков для стиральных машин, которые дают мало пены?

— В принципе есть, но не всегда их можно достать. И разве плохо, если удастся найти способ убрать пену для любого порошка? Ответ ребятами принят. И появляются первые предложения.

— Можно разместить внутри машины над уровнем воды мелкоячеистую сетку. Она будет разбивать пену.

— Может быть, закрыть машину герметической крышкой и создать под ней давление? Тогда пузырьки будут лопаться, и пены не будет.

— Да, и крышку закреплять с помощью электромагнитов — очень удобно. Когда стирка идет, включен ток и крышка притянута. Стирка окончена, ток выключен, и крышку можно открыть!

— Еще можно вместо крышки попробовать плавающие листы пенопласта.

— Или пенопластовые шарики!

— А если подавать воду из центрифуги в бак не сверху, а снизу? Тогда пена будет разрушаться, проходя через толщу воды. Против этого предложения есть возражения, но ребята работают в режиме мозгового штурма, когда критика запрещена.

— Хорошо бы использовать поля,— предлагает играющий тренер физиков Боря.— Например, вибрации. Но, конечно, нужно проверить, получится или нет.

Взрослые внимательно слушают предложения, а поставивший задачу что-то быстро записывает в свой блокнот. «Спасибо, ребята,— говорит он.— Мы обязательно рассмотрим все ваши предложения и расскажем вам, что у нас получилось».

ВТОРОЕ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

У коров нет рук. Как отбиваться от мух, слепней, оводов? Опыт животноводов показал, что из-за невозможности почесаться у коровы могут значительно снизиться удои. Казалось бы, чего проще — вкопать столбы, пусть чешутся. Но на самом деле этого недостаточно. Нужно, чтобы корова могла не только почесаться, но чтобы на зудящее место попала дезинфицирующая жидкость, которая не допустит заражения и не даст животному расчесать шкуру до крови, заставит отойти, уступив место другому. Любые пипетки, сложные и тонкие устройства не годятся — они быстро забьются коровьей шерстью, кроме того, корова — сильное животное, способное свалить непрочную конструкцию. Проблема стоит во всем мире, но удачных конструкций пока нет.

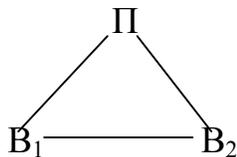
Снова кипит работа. Ребятам из отряда победителей помогают и зрители. Особенно активны члены секции РТВ. Два специалиста торопливо записывают предложения ребят, а затем комментируют их:

— Сначала хочу отметить ваше предложение, заключающееся в том, чтобы на столбе, о который будут чесаться коровы, установить ампулки с шариками на конце (как в шариковой ручке), но заполнять их не пастой, а дезинфицирующим раствором,— говорит один из «заказчиков».— Не потому, что оно самое лучшее, а потому что оно сходно с тем решением, которое сейчас разрабатывается в нашем институте. Мы собираемся проверить его на практике и волнуемся, не будут ли шарики забиваться шерстью. Самое простое по конструкции предложение — обмотать столб войлоком или мешковиной, которые можно поливать сверху дезинфицирующим раствором. Но в нем видны недостатки: раствор будет испаряться. При этом его концентрация повысится, что может привести к ожогам. А предложение интересное, есть смысл его доработать, в частности, использовать, как вы предлагаете, электрофорез. Интересно предложение воздействовать на корову ультразвуком, здесь могут быть любопытные конструкции.

В решении задач родителей давно принимают участие не только команда победителей, но и все ребята. Третью задачу ставит прямо сейчас научный сотрудник.

— В чертежных автоматах используют тоненькие капиллярные трубочки, соединенные с емкостью для чернил. По команде ЭВМ трубочка опускается на бумагу и вычерчивает различные линии. Время от времени трубочка поднимается, и механизм переносит ее на другое поле чертежа. При этом чернила на конце трубочки подсыхают, приходится автомат останавливать и прочищать ее. Как быть?

— Здесь не обойтись без вепольного анализа,— объясняют наши ребята биологам.— Мы начнем решать, а вы будете помогать. Боря рисует на доске веполь:



— Здесь B1—трубочка, B2—чернила, P—поле капиллярных сил,— объясняет он.— Но поле не очень хорошее — чернила-то засыхают. Нужно веполь форсировать, поискать другое, более эффективное поле.— Боря пишет сверху магическое слово «ТЭММАГ» и начинает перебирать поля с помощью ребят из секции РТВ.

— Тепловое поле. Тепло только помогает чернилам засохнуть.

— Ну и пусть. Может быть, лучше сухие чернила? Например, порошок, который будет плавиться при заданной температуре. Для этого у трубочки

поставим нагреватель. Включил его — и чернила полились, выключил — и затвердеют!

— Это что-то новенькое,— недоверчиво тянет «хозяин» задачи.

— Вот и отлично! — радуются ребята.— Но если не годится, есть другие поля!

— Электрическое поле. Можно зарядить чернила одним знаком, а бумагу — другим. Тогда вместо капиллярных сил чернила в трубку будут подаваться под действием электрических сил. Чернила в нерабочее время будут находиться в емкости, там они не засохнут. А когда нужно рисовать, подаем напряжение — и чернила идут в трубочку. Только, наверное, так не выйдет — напряжение нужно очень высокое.

— Почему же? — возражает заказчик.— В нашем автомате для прижима бумаги используется высокое напряжение — 24 тысячи вольт.

— Здорово! Значит, можно использовать ресурсы — идеальность повысится! Но электрическое поле можно и по-другому применить.

— Электрогидравлический удар! Этот эффект возникает, если между контактами, погруженными в жидкость, проскакивает искра. Под ее действием из трубочки вылетит капелька чернил. Если разряды следуют друг за другом, через доли секунды, на бумаге получится цепочка из капелек — линия. В этом случае трубочка может не касаться бумаги — целее будет и бумага (иногда трубочка ее рвет), и сама трубочка.

— Магнитное поле. Можно трясти трубочку, не давая чернилам засохнуть. Только вот линия получится чересчур жирной. Но этого не будет, если трубочка будет колебаться в направлении ее движения. Значит, меняя направление вибрации, можно изменять толщину линии!

— Омагниченная вода не дает накипи, может быть, омагниченные чернила не будут осаждаться,— вспоминает Женя.— Механическое поле—изменение давления, удары по трубочке — все может оказаться полезным для улучшения подачи чернил. Но, очевидно, еще полезнее тогда должно быть акустическое поле — вибрации, колебания в разных диапазонах — от инфра- до ультразвука.

Не нашлось применения только для гравитационного поля. Турнир закончен. И ребята, и родители довольны — хорошо поработали. Все отправляются в столовую, где победителей ждет обещанный приз. Впрочем, засиживаться за ужином никто не будет: после ужина — дискотека. На дискотеку идут не все. До самого отбоя на нашей веранде группа ребят продолжает вместе с научным сотрудником разбирать какие-то задачи. Он опоздал на все поезда и остался ночевать в нашем отряде.

Вечерние размышления. Подводим итоги третьей недели. Результаты неплохие. Очень радует нас Таня, которая уже забыла, что начала с заявления «Не люблю технику!». Перед отъездом к нам подошла ее мама и сказала: «Знаете, я сегодня вдруг поняла, что у меня взрослая дочь! Вы научили ее думать». Вечное

родительское заблуждение! Мы только организовали мышление ребят, заинтересовали серьезным делом, и стало очевидно, что они — личности, чего родители обычно не замечают. Неплохо решает задачи и маленький Алеша. Он перестал стесняться старших ребят, осмелел, и старшие относятся к нему с уважением.

Сегодня ребята, сами не подозревая, сдали экзамен — хорошо решали практические задачи, убедительно отстаивали свои взгляды на ТРИЗ. Перед тем, как уйти спать, научный сотрудник расспрашивал нас, где могут изучить ТРИЗ взрослые. Мы готовимся к очередному занятию. Завтра у нас гости — ребята из секции биологии. Работы Г. Головченко очень заинтересовали Комиссара биологов, она рассказала о них своим ребятам. А у ТРИЗ интерес к биологии давний. Ведь в этой науке, в ее важнейшем разделе — эволюционном учении — накоплен наиболее ценный опыт анализа развития. И не раз возникала мысль — нельзя ли в ней почерпнуть полезное и для науки о развитии технических систем?

Несколько десятилетий назад появилась и сразу стала очень популярной бионика. Изобретя ультразвуковую локацию, человек обнаружил, что летучие мыши давно ее используют. А реактивный способ движения «открыли» кальмары. Казалось, все ясно — нужно подсматривать у природы устройство живых организмов и копировать их для технических нужд. Но простота подхода оказалась обманчивой. Живые организмы очень сложные, и копировать их — нелегкая задача.

Поиск природных прототипов был даже заложен в одну из ранних модификаций АРИЗ, но потом этот шаг был исключен из алгоритма. Он оказался очень трудоемким — нужно было потратить немало времени и сил на поиск прототипа, а результаты были невелики. С открытием законов развития техники интерес специалистов по ТРИЗ к биологии обострился. И обнаружилось, что главная линия борьбы в биоэволюции проходит там же, где и в теории творчества, — в вопросе о роли метода проб и ошибок, ненаправленного перебора вариантов в эволюции. До Ч. Дарвина эволюция живых организмов считалась целенаправленной, а управлял ею, естественно, бог. Дарвинизм и его современная модификация, впитавшая генетику, — синтетическая теория эволюции (СТЭ) — отстаивают другую позицию: биоэволюция происходит в результате случайных мутаций (изменений) и последующего естественного отбора наилучших вариантов. С этой точкой зрения не согласны многие выдающиеся современные биологи; Л. С. Берг, А. А. Любищев. Конечно, они не собираются снова возрождать идею божественного управления. Но расчеты вероятностей появления тех или иных признаков говорят, что если бы развитие шло как чисто случайный перебор вариантов, за миллион лет эволюции рыбы не успели бы выйти на сушу, а о появлении человека даже и речи быть не могло. Вместо СТЭ эти ученые предлагают иные модели эволюции, основанные на предположении о существовании законов развития (учение о номогенезе Л. С. Берга). Идея о

существовании законов развития живых систем очень близка идее о существовании законов развития технических систем и так же еретична для многих биологов, как и для теоретиков психологии творчества. Мы уже говорили о том, как происходит вытеснение метода проб и ошибок в науке. В этом процессе можно выделить четыре основных этапа;

1. Пробы и ошибки реальные, вещественные, когда делается и испытывается дубина или лодка. В случае неудачи — обычно гибель как несовершенного орудия, так и его обладателя. Но неудачную попытку могут неоднократно повторять другие с тем же результатом.

2. Реальные пробы «с памятью», когда неудачные пробы запоминаются и больше не повторяются.

3. Переход от реальных проб к пробам на модели, к расчетам «в уме».

4. Переход от проб к использованию выявленных закономерностей.

Сейчас в методологии поиска новых решений — четвертый этап — ТРИЗ. А как обстоит дело в биоэволюции? Здесь можно проследить первые два этапа. Эволюция простейших шла за счет реальных проб, без запоминания ошибок. Ошибочные мутации, естественно, устранялись, но это не мешало их появлению в следующих поколениях. Появление полового размножения означало переход к пробам с памятью. Все мутации независимо от полезности записывались в рецессивном (неявном) виде в геномном аппарате. Так формировался генофонд, в «памяти» которого могло храниться множество разных мутаций, в том числе и неполезных на данном этапе существования. Но при попадании в другие условия эти мутации могли стать полезными, и тогда они быстро «проявлялись». Генная память дает возможность запоминать и составлять полезные комплексы мутаций, обезвреживать опасные.

Использовала ли биоэволюция третий и четвертый этап вытеснения перебора вариантов? Сегодня это спорный вопрос. Попытки применить методы ТРИЗ к этой проблеме дали неожиданные, пожалуй, даже фантастические результаты. Об этом мы и хотим поговорить завтра с нашими гостями — ребятами из секции биологии.

ДЕНЬ ДВАДЦАТЬ ВТОРОЙ

БИОЛОГИ В ГОСТЯХ У СЕКЦИИ РТВ

Сегодня пришлось потесниться, принимая гостей. Отряд биологов многочисленный — почти сорок человек. Среди них ботаники, зоологи, группа ребят, увлекающихся микробиологией. Но большинство заинтересовала тема нашего занятия — эволюционное учение. Это неслучайно. Сегодня любой конкретный фактический материал, добытый в разных областях биологии, требует осмысливания с эволюционных позиций. Любые гипотезы, теории в биологии приемлемы, если они удовлетворяют эволюционному принципу.

— Один из примеров поиска нового в науке — анализ имеющихся противоречий. Какие противоречия вам известны в биологии, в теории эволюции? Вопрос сложный, ребята думают. На помощь им приходит Комиссар. Немного познакомившись с нашей наукой, она быстрее ориентируется.

— Известно, что по мере развития мозга эволюция ускоряется. Но, с другой стороны, развитие мозга, психики и, соответственно, приспособляемости живого организма к окружающей среде должно приводить к замедлению развития, так как развитый мозг может компенсировать неблагоприятное изменение внешних условий за счет изменения своего поведения (обезьяны умеют согреваться, зарываясь в опавшие листья, первые люди научились прятаться от холода в пещерах). Вот такое противоречие.

— Очень интересно. Есть еще неясности в учении об эволюции?

— Есть,— подключаются теперь и ребята.— Известно, что главное для эволюции — это выживание вида, а не отдельного организма. Зачем же тогда ему такой совершенные аппараты, как мозг и нервная система, направленные на выживание именно отдельной особи?

— Да, это непонятно еще и потому, что у человека занята полезной работой лишь незначительная часть клеток мозга. Зачем тогда остальные?

— Иногда новый орган в зачаточном состоянии не может еще быть полезным организму. Например, электрический орган у ската стал ему приносить пользу только, когда он развился настолько, что стал вырабатывать достаточно электричества. Откуда же естественный отбор «знает», что этот орган может оказаться полезным?

— А иногда у животных развиваются признаки, которые могут оказаться полезными только в будущем!

— Да, противоречий хватает. Но самая большая загадка — кто же может направлять эволюцию живых организмов? И есть ли такой фактор вообще? Перед нами исследовательская задача:

понять природу эволюционного аппарата, разобраться, как он устроен, как работает. В ТРИЗ есть прием решения подобных задач — нужно превратить ее в

изобретательскую. Для этого давайте пофантазируем. Представим себе, что мы хотим спроектировать такой аппарат. Как это сделать? Составим «техническое задание». Какие требования можно к нему предъявить?

— Это должна быть мощная вычислительная машина — электронный мозг, который мог бы представить: вот, например, обезьяна, вот окружающая ее среда. Что будет, если удлинить у нее руку? Лучше или хуже? А если укоротить? Увеличить или уменьшить рост, прибавить или убрать воображение? Лучше ей будет жить или хуже? Все это ЭВМ должна проверить и отобрать наилучшие варианты. А еще лучше, если в машину будут заложены какие-то закономерности развития, чтобы знать, какое направление эволюции перспективнее.

— И еще, эта машина должна уметь влиять на наследственность, чтобы организм изменялся в «вычисленном» направлении.

— Хорошо. А теперь обратимся к ресурсам. Нет ли в природе такого аппарата в готовом виде или в почти готовом? По идее нам нужна довольно совершенная вычислительная машина, умеющая влиять на наследственное вещество.

— Мозг человека — это тоже вычислительная машина.

— Он умеет создавать модели себя и внешней среды. И анализировать варианты умеет.

— И накапливать информацию. Получается очень здорово! Тогда становится ясно, почему обычная работа не может загрузить мозг полностью.

— Но мозг не может влиять на наследственное вещество!

— Да, так всегда считали. Но последние исследования В. А. Геодакяна, создателя генетической теории полов, говорят, что это может быть иначе.

— Гипотеза «эволюционного мозга» позволяет разрешить некоторые противоречия, о которых вы говорили. Если часть «проб» реализуется в «уме», то развитие может идти намного быстрее, чем при случайном переборе вариантов. И чем более развит мозг, тем быстрее может идти эволюция, как это и есть в действительности, несмотря на то, что при этом действие естественного отбора ослабляется. Мозг выступает как инструмент сохранения вида. Тогда легко можно объяснить появление опережающих признаков, постепенное развитие органов, бесполезных для организма в зачаточном состоянии, но перспективных. Одновременно с Ч. Дарвином к идее биологической эволюции за счет естественного отбора пришел и другой ученый — А. Уоллес. Но потом он отказался от нее, потому что не смог объяснить, как появился и так быстро развился мозг у человека. Ведь заложённая природой «мощность» человеческого мозга была явно избыточна для того времени. А с позиций «эволюционного мозга» все получается просто — разум возник в результате «переключения» части имеющейся у мозга мощности в область повседневного мышления.

— Но тогда можно объяснить и то, почему после появления кроманьонского человека эволюция человека практически прекратилась — мозг полностью переключился с «эволюционных вопросов» на повседневные задачи и заботы.

— А как же тогда происходила эволюция растений? Ведь у них нет мозга?

— Действительно, здесь у нас слабое место. Впрочем, в последнее время появляются различные сенсационные сообщения о том, что растения могут «общаться» друг с другом, «чувствовать». Может быть, у растений обнаружатся какие-то органы, аналогичные нервным клеточным узлам насекомых — ганглиям?

— Все-таки с влиянием на наследственное вещество получается не очень хорошо. Это похоже на возрождение ламаркизма.

— Даже на его отдельную ветвь — психоламаркизм!

— А что это такое? — спрашивает кто-то из «эртэвэшников», не особенно сведущий в биологии.

— Основная идея психоламаркизма заключается в том, что организм может желать, чтобы в нем произошли какие-то изменения, это желание отражается на наследственности, и у потомков это изменение происходит. Ж. Б. Ламарк так объяснял, почему у жирафа длинная шея — из-за того, что он тянулся за листочками на высоко расположенных ветках, и вытянулся. Но эта идея считается неверной. Приобретенные упражнениями новые признаки не наследуются, — объясняют биологи.

— Дарвинизм и ламаркизм борются друг с другом уже более 100 лет. И вот что странно: несмотря на то, что постоянно «победу» одерживает дарвинизм, ламаркизм все никак не сойдет с арены борьбы окончательно.

— Может быть, как и в случае борьбы волновой и корпускулярной теорий света, эти теории должны не бороться, а дополнять друг друга? — Было время, когда дарвинизм противопоставлялся только появившейся тогда генетике. А потом была создана СТЭ. Оказалось, что они прекрасно могут сосуществовать, и развитие науки двинулось вперед. Вполне возможно, что с ламаркизмом нужно поступить так же.

— Нет, биологи на это никогда не пойдут, — упрямо заметил один из ребят-биологов.

— Взрослые биологи, может быть, и нет. Но вы другое поколение. Когда-то, в предисловии к русскому изданию своего труда «Происхождение видов...» Ч. Дарвин скромно заметил, что не рассчитывает на признание своих коллег-биологов, а свои надежды связывает с молодым поколением.

— Все равно, это же фантастика; мозг — аппарат эволюции!

— Ну и что, если фантастика? Ведь как часто бывает: фантаст придумывает фантастическую задачу и ее не менее фантастическое решение, а потом оказывается, что задача вполне реальна! — вступается «за идею» кто-то из наших ребят. Пора заканчивать занятие. Оно получилось очень интересным, ребята были бы не прочь продолжить разговор на эту тему, но после обеда у нас не менее

интересная беседа в ДКМК о детективе. Мы давно обещали ее ребятам, и они ее ждут.

ДЕТЕКТИВ И ТВОРЧЕСТВО

— Что такое детектив?

— Это про разведчиков и шпионов!

— Разгадывание преступлений!

— Детектив — это литературный жанр, — поясняет Сережа. — Название произошло от английского слова *detection* — определение, поиск. Получается — рассказ-поиск или логический рассказ. Появился он в середине XIX века, его придумал американский писатель Эдгар По. Его герой — сыщик Дюпен, раскрывающий преступления путем анализа фактов и логических рассуждений. И еще, я на беседе об искусстве хотел спросить. Вы говорили, что с помощью формальной логики нельзя решать творческие задачи. Но и Дюпен, и его последователь Шерлок Холмс пользовались именно ею и успешно. Или разгадывание преступлений — не творческая задача?

— Безусловно, творческая. А вот о методе великих сыщиков мы как раз сегодня и поговорим.

Расцветом логический рассказ обязан Артуру Конан Дойлу, и с тех пор популярность его не падает. Власть детектива над людьми огромна. Даже те, кто не любят этот жанр, тем не менее, начав читать детектив, обязательно дочитают до конца. Видимо, секрет в том, что если произведения других жанров искусства увлекают человека в сотворчество незаметно, исподволь, то лучшие образцы детективного жанра делают именно творческое мышление человека, работающего над разгадкой тайны, главным героем произведения.

«Нам то и дело показывают самый процесс мышления, а это в беллетристике — величайшая редкость, — пишет К. Чуковский в предисловии к книге «Записки о Шерлоке Холмсе». — Каждый рассказ... есть, так сказать, наглядный урок о могуществе человеческого разума. Здесь главная ценность всего этого цикла рассказов... Каждый из них есть гимн победительной логике...» В чем же заключалась логика Шерлока Холмса? Каков его метод? «У него свои собственные любимые методы, которые, позволю себе заметить, несколько отвлеченны и фантастичны, но тем не менее дают отличные результаты» — заявляет агент полиции Питер Джонс из рассказа «Союз Рыжих». Сам Шерлок Холмс, не возражая против утверждения об эффективности его метода, не считает его ни отвлеченным, ни фантастичным. Вслед за Дюпеном он называет свой метод дедуктивным. Слово «дедукция» означает логический (по правилам формальной логики), переход от общего к частному. Действительно, в финале каждого рассказа, когда Шерлок Холмс с видимым удовольствием излагает ход своих умозаключений доктору Ватсону или чину официальной полиции, его рассуждения кажутся настолько логичными, что вызывают у слушателя скорее

досаду, чем восхищение: оказывается, все было так просто! Но и эта простота, и абсолютная логичность лишь кажущиеся. Рассуждения великого сыщика так же логичны, как логично доказательство теоремы, проведенное «от конца», когда уже известно то, «что и требовалось доказать». Но ведь он решал свои сложнейшие задачи «с начала»!

Разгадка тайны — процесс, обратный дедуктивному, он требует умения по отдельным, частным фактам восстановить неизвестную общую картину. Так что не мог Шерлок Холмс решать свои задачи дедуктивным методом. Но тогда как? «Косвенные доказательства обманчивы... Они могут совершенно ясно указывать в одном направлении, но в то же время уводить в противоположную от истины сторону... Ничто так не обманчиво, как слишком очевидные факты», — утверждает Холмс в рассказе «Тайна Боскомской долины». На что похоже действие косвенных доказательств?

— На психологическую инерцию! Она также толкает изобретателя в неправильном направлении.

— Да, знаменитый сыщик, очевидно, прекрасно был знаком с ее кознями. Как же он боролся с ней?

«Вы со следователем страдаете одним и тем же недостатком: отбрасываете все положительное, что есть в показаниях молодого человека», — говорит Шерлок Холмс доктору Ватсону. Показания молодого Мак-Карти, заподозренного в убийстве своего отца, и в самом деле противоречивы. Одни ответы усугубляют подозрения в его виновности, другие — отрицают. И следователь, и Ватсон склонны принимать во внимание только те факты, которые подтверждают версию о виновности, и отбросить, считать несущественными противоположные. А Холмс категорически возражает против такого однобокого подхода. Он не произносит слов «противоречие», «системность», но убежден, что нужно принимать во внимание все факты (при всей их противоречивости).

«Чем нелепее и грубее кажется вам какая-нибудь деталь, тем большего внимания она заслуживает. Те обстоятельства, которые, на первый взгляд, усложняют дело, чаще всего приводят нас к разгадке», — заявляет Холмс. Он понимает, что обострение противоречия ведет не в тупик, а к его разрешению. И это понимание — диалектическая логика, а не формальная дедукция, которая не выносит противоречий, а тем более обостренных. Часто разрешению загадки помогает знаменитая наблюдательность сыщика, поставляющая недостающие звенья в цепи фактов и рассуждений. Разговоры о наблюдательности сыграли злую штуку с почитателями Шерлока Холмса. Когда появились первые рассказы, его методы поразили читателей видимой легкостью овладения. Самой существенной казалась необыкновенная наблюдательность Холмса. Наверное, каждый, прочитав рассказ «Скандал в Богемии», начинал пересчитывать ступеньки в своем доме, вырабатывая наблюдательность. Но, к сожалению, этого

оказалось недостаточно. Нужно еще научиться увязывать в единое целое (систему!) многочисленные и порой малозначительные факты.

...В деле об «Обряде дома Месгрейвов», на первый взгляд, три отдельные загадки: бессмысленные вопросы и ответы старого манускрипта, исчезновение дворцового и горничной. Но Холмс знает, как маловероятно существование отдельных загадок. Скорее всего, есть только одна, как бы распавшаяся на три части, и в их объединении должен быть ключ в разгадке всей истории. Так в чем же заключался метод великого сыщика?

— Он использовал диалектическую логику — через противоречие, хотя и не называл его так.

— И еще системный подход!

— А кто помнит, какими еще методами пользовался Холмс?

— У него была огромная картотека, он в ней искал похожие случаи для того, чтобы прояснить дело,— говорит Миша.— В ТРИЗ это называется использованием задач-аналогов.

— Мы все говорим о Шерлоке Холмсе, о его методе, но ведь он же не существовал! На самом деле этот метод придумал, развил его автор — Конан Доил! Он, наверное, сам был сыщиком?

Сыщиком знаменитый писатель не был. Он закончил медицинский факультет Эдинбургского университета. И, может быть, не родился бы Шерлок Холмс, если бы во время учебы в университете Артур не встретился с профессором медицины Джозефом Беллом, удивительным диагностом. Профессор учил своих студентов быть внимательными к пациентам, чтобы самим, не дожидаясь их рассказов и объяснений, установить причины недуга. Он утверждал, что пациенты часто забывчивы, а иногда и скрытны, и поэтому постоянно тренировал наблюдательность будущих врачей, заставляя по внешнему виду человека, идущего под окнами университетской аудитории, определить его профессию, образ жизни, привычки и семейное положение. Конан Доил стал лучшим учеником профессора. Доказательством служат не только рассказы о Шерлоке Холмсе, но и услуги, оказанные самим писателем полиции, обращавшейся к нему в запутанных случаях, а также правительствам некоторых стран. Несколько дел он распутал сам, причем по просьбе не полиции, а людей, пострадавших из-за ее профессиональных ошибок и недобросовестности. Не так уж мало — восстановить доброе имя человека. Но Конан Доил сумел сделать больше — благодаря усилиям его и других передовых людей того времени в Англии был создан не существовавший до этого кассационный суд, в котором можно было обжаловать несправедливый приговор.

Конан Доил предвосхитил новую науку — криминалистику, научный метод расследования преступлений. «Расследование преступления — точная наука, по крайней мере, должна ею быть»,— заявляет он устами своего героя в рассказе «Знак четырех». Помните знаменитую работу сыщика об исследованиях

различных сортов табака? По его методике стали исследовать состав пыли, сохраняющейся в швах одежды. Криминалисты стали использовать методы статистики, с которыми Холмс был неплохо знаком. Но самый важный, на наш взгляд, вклад Конан Доила — это возвеличивание человеческого мышления. В том же «Знаке четырех» Холмс говорит: «Я никогда не гадаю. Очень дурная привычка: действует губительно на способность логически мыслить». У Шерлока Холмса были не только предшественники, но и последователи. Еще при жизни Конан Доила стали выходить рассказы молодого английского писателя Г. К. Честертона, главным героем которых был патер Браун — во многом полная противоположность Холмсу, но достойный соперник. Патер Браун отличается от Холмса как внешне (вместо элегантного джентльмена с железными мускулами — маленький, смешной человек в бесформенной одежде и помятой шляпе), так и методом работы. Если Холмс в своем поиске идет от внешних обстоятельств, то патер Браун — от внутренних человеческих побуждений: «Я пытаюсь проникнуть внутрь... Я — внутри человека. Я поселяюсь в нем, у меня его руки, его ноги. Но я жду до тех пор, пока не начну думать его думы, терзаться его страстями, пылать его ненавистью...»

— Но это же эмпатия — метод синекторов! — говорит Дима.

— Да, этот изобретательский прием неплохо служит патеру Брауну. Умеет он справляться и с противоречиями. Помните рассказ «Невидимка»? Убит человек. А в дом, по показаниям соседей и слуг, никто не входил. Но так же не бывает. Трудная загадка. Но не единственная. Девушка получает письма, читает их в одиночестве, но слышит какие-то голоса, угрозы, грубый смех... И снова вторая загадка вместо того, чтобы усложнить и без того непростую ситуацию, помогает разрешить ее. Фактически патер Браун формулирует противоречие: кто-то должен был войти в дом, чтобы убить, и не должен был, потому что его никто не видел. Кто-то должен был быть рядом с девушкой, когда она читала письма, чтобы она слышала голос, и не должен быть, потому что она никого не видела. С такой ролью мог бы справиться только невидимка. И патер Браун, как и положено тонкому знатоку психологии, открывает явление психологической невидимости. Люди никого не видели не потому, что никого не было, а потому, что не обратили внимания. Значит, его присутствие в этом месте должно быть естественным, привычным. Письма девушке приносил почтальон. И в дом он может войти и выйти практически незамеченным — психологическая невидимка. Итак, можно сформулировать основные положения метода Дюпена, Шерлока Холмса, патера Брауна и их последователей:

а) рассматривать все имеющие отношение к делу факты в системе, ничего не отбрасывая, какими бы противоречивыми они не представлялись;

б) не бояться противоречий, а наоборот, стремиться к их обострению, ибо разгадка — это разрешение обостренного до предела противоречия;

в) не поддаваться психологической инерции косвенных улик, «правдоподобных» объяснений;

г) пользоваться аналогиями, вести картотеку разгадок таинственных историй;

д) уметь пользоваться эмпатией, то есть, ставить себя на место преступника и задавать себе вопрос «как это сделать?». А сейчас попробуем сами разгадать несколько серьезных криминалистических загадок.

Задача 61. Есть подозрение, что шпион убил своего сообщника, выстрелив в него через окно. Но вот загадка — не удалось обнаружить пулю, хотя из закрытой комнаты ее никто унести не мог! Куда девалась пуля?

— Может быть, она застряла в теле?

— Нет, конечно, это проверили в первую очередь. Но не будем гадать.

Сформулируйте противоречие.

— Пуля должна быть, потому что убит человек, и ее не должно быть, потому что ее нигде нет.

— Хорошо. А как разрешить это противоречие? Ребята из секции РТВ, помогите!

— Можно разрешить во времени. В момент убийства пуля была, а потом исчезла.

— Как же это могло произойти?

— Да очень просто! Если она была изо льда. Тогда она испарилась.

— Вот видите — школьная физика для младших классов. И немного знания по ТРИЗ. Так что тех, кто собирается стать следователем, приглашаем в нашу секцию!

Задача 62. Одна страна купила в музее другой страны старинную картину. По правилам продажи картину осмотрели в присутствии нотариуса три эксперта и признали подлинником. Эксперты тут же расписались на задней стороне полотна, и нотариус поставил свою печать. Картину упаковали и отправили покупателю. Но когда она прибыла на место, разразился скандал. Картина оказалась подделкой, причем настолько грубой, что и речи не могло быть об ошибке экспертов. Тем не менее, на ее задней стороне оказались их подписи и печать!

— Подделаны, конечно? — первый вопрос ребят.

— В том-то и дело, что нет! И печать, и подписи подлинные.

— Тогда здесь противоречие: картина должна быть подлинной, чтобы ее признали эксперты, и не должна быть подлинной, потому что подписи оказались на подделке.

— Это противоречие легко разрешить в пространстве. Пусть картина с обратной стороны будет подлинником, а с лицевой — подделкой.

— А как это может быть?

— Да очень просто! Сложить вместе две картины — подлинник и подделку!

— Так оно и было. Под массивной рамой эксперты не заметили, что полотно сдвоенное, и, глядя на лицевую сторону подлинного полотна, расписались на обороте поддельного. Беседа наша закончена. Но ребята не уходят. В этом году по телевидению показывали экранизации рассказов о Шерлоке Холмсе, что вызвало даже некоторый наплыв ребят в юридическую секцию НОУ. Может быть, они придут и к нам учиться разгадывать криминалистические загадки методами ТРИЗ?

Вечерние размышления. После утреннего занятия наши «эртэвэшники» были очень возбуждены. Идея «эволюционного мозга» им понравилась. Среди биологов настроения были разные. Одни приняли все это за фантастику, другие — как шутку, но кое-кто задумался, и мы этому очень рады. Конечно, шансов на то, что эта идея окажется серьезной, немного. Но важность того, что сегодня происходило, в другом. Мы знаем наших ребят-биологов. Многие из них серьезно работают под руководством ученых в институте экологической генетики, институте защиты растений, Ботаническом саду, в лабораториях университета. Они привыкают к научной работе, ее кропотливости, точности. Но одновременно теряется характер праздника от общения с наукой, затягивает рутинность работы. И ребята начинают напоминать маленьких старичков, ограниченных рамками узкой специальности, где главное — изучение какого-то частного факта, диссертация, карьера. А ведь в их возрасте нужно гореть, их должны переполнять великие идеи! Иначе наше смена не сможет принять эстафету поколений в науке, развитие которой идет путем революций в научных представлениях. Очень важно научиться придумывать новые гипотезы. Ближе к концу летней школы мы планируем провести «День безумных идей». «Эволюционный мозг» — достаточно безумная идея.

ДЕНЬ ДВАДЦАТЬ ТРЕТИЙ

КАК ЗАГЛЯНУТЬ В ЗАВТРА?

— Какими мы будем в 2025 году?

— Сколько же нам будет тогда лет?

— Где-то за пятьдесят.

— Много.

— Да нет, это возраст больших дел. Чем же вы будете тогда заниматься?

— Разве сейчас угадаешь? Вы же говорили на первом занятии, что в двадцать первом веке все профессии изменятся, появятся новые.

— Это верно. Но неужели сегодня ничего нельзя узнать о том, что будет лет через сорок-пятьдесят?

— Ну почему же нельзя? Есть же методы прогнозирования, даже наука появилась — футурология,— не выдерживает один из гостей, присутствующих на сегодняшнем занятии. С некоторых пор на наших занятиях постоянно сидят гости. Это свободные от многочисленных дел комиссары — студенты разных специальностей, преподаватели, ребята. Иногда они мешают — задают вопросы, которые нашим ученикам кажутся наивными. И мы даем возможность «эртэвэшникам» самим отвечать на вопросы гостей, пусть учатся отстаивать свои убеждения. Но чаще гости внимательно слушают, потом просят литературу, интересуются, как попасть на обучение ТРИЗ. Но поговорим о прогнозах.

— Однажды могучий царь обратился к предсказателям с вопросом: стоит ли начинать войну с не менее могущественными соседями. «Начав войну, ты разрушишь великое царство» — таков был ответ. Начал. И разрушил... свое. Потребность узнать будущее, свою судьбу человек испытывал с древнейших времен. Будет ли хорошая погода или готовиться к неурожаю? Заключить сделку или придержать товар? Жениться или повременить?.. Множество вопросов, с которыми люди обращались к «специалистам»: магам, колдунам, оракулам, гадалкам. Судьбу предсказывали внутренности жертвенных животных и звезды, бред одурманенной ядовитыми испарениями жрицы, вещие книги и карты.

— И сбывались такие «прогнозы»?

— Представьте себе, довольно часто. Во-первых, главный принцип опытного гадалщика — давать предсказания неконкретно, иногда двусмысленно, чтобы невозможно было проверить и предъявить претензии. Во-вторых, гадалщики старались разузнать, что могли, и использовали полученную ими информацию. В-третьих, жизнь в те времена была достаточно однообразна, многое можно было предсказать по принципу «завтра как вчера». Ну и, в-четвертых, мы уже говорили, что есть неосознанное знание каких-то закономерностей — интуиция. Впрочем, предсказания, независимо от того, были ли они верными или нет, ничего не меняли в жизни общества. Средневековье

вообще не понимало идеи развития. Считалось, что все неизменно, а если что-то и меняется, то к худшему, что люди идут вспять в своей истории — от бывшего когда-то «золотого века» к страшному суду, который обязательно состоится, лишь только прегрешения людей превысят божью меру. Только в эпоху Возрождения изменились взгляды, стало ясно, что впереди не тупик, а широкая дорога. И так заманчиво было узнать, что же нас на этой дороге ожидает! Утопии Кампанеллы и Томаса Мора не только рисовали картины лучшего будущего, более совершенного общества, но и звали к нему. А утопия-фантастика Фрэнсиса Бэкона «Новая Атлантида» впервые привлекла внимание к будущему науки — занятию, которое в те времена было уделом чудаков, показала, что она может дать людям, какой силой стать! Важнейшая область знаний, появившаяся в прошлом веке, — наука о развитии общества. И неудивительно, что именно в ней впервые оказался возможен настоящий научный прогноз, основанный на выявлении и использовании объективных законов развития общества, движения исторических сил. Этот прогноз, сделанный К. Марксом и Ф. Энгельсом и развитый В. И. Лениным, и сегодня является основным руководством развития нашего социалистического общества.

Создатели марксизма-ленинизма показали классический пример научного прогнозирования на основе законов диалектики и, казалось бы, аналогичным путем нужно было идти и в других областях: выявить на базе диалектики объективные законы развития технических, научных, художественных и любых других систем и использовать их для дальнейшего целенаправленного развития этих систем, для точного предсказания, какими ни станут в будущем. Просто?

— Конечно,— говорит Алеша,— А разве можно по-другому?

— Смотрите сами. В конце прошлого века появился один из первых «научных» прогнозов — будущее Лондона через 50 лет. Одно из предсказаний: «к 1930 году мостовые города скроются под трехметровым слоем конского навоза». Прогноз был действительно научным. Подсчитали скорость роста поголовья лошадей, необходимого городу, «навозную» производительность одной лошади — и готово! Не учли только... Что не учли?

— Появление автомобиля!

— Качественного скачка!

— S-образной кривой развития!

— Вытеснения лошадиного транспорта!

— Вообще законов развития не учли!

— Как же их можно было учесть, если о законах развития тогда еще никто не знал?

— И так, и не так. Законы диалектики уже были известны, только в них не верили, не умели применять. Поэтому и не использовали их при прогнозировании.

— А как же получался научный прогноз?

— Были кое-какие методы. Например, «лошадиный» прогноз был получен методом, который называется экстраполяцией тенденций. Экстраполяция — это значит распространение, продолжение, существующие тенденции распространяются на будущее. Вот еще один пример такого прогноза.— Преподаватель достал карточку и прочитал:

«За 176 лет Нижняя Миссисипи стала короче на 242 мили. В среднем это составляет чуть больше, чем миля с третью за год. Отсюда следует — в этом может убедиться каждый человек, если он не слепой и не идиот,— что в нижнесилурийском периоде (он закончился как раз миллион лет тому назад, в ноябре юбилей) длина Нижней Миссисипи превышала один миллион триста тысяч миль. Тогда отсюда же следует, что через семьсот сорок два года длина Нижней Миссисипи будет равна одной миле с четвертью, Каир и Новый Орлеан сольются и будут процветать, управляемые одним мэром и одной компанией муниципальных советников. В науке действительно есть что-то захватывающее, такие далеко идущие и всеобъемлющие гипотезы способна она строить на основании скудных фактических данных». Ребята хохочут. Не нужно быть литературоведом, чтобы узнать «перо» Марка Твена. Великий юморист справедливо высмеял «прогнозы» подобного рода.

— Но метод экстраполяции часто прекрасно работает! — снова не выдерживает гость — преподаватель физики.

— Конечно, но на короткий период. Метод экстраполяции исходит из предположения, что существующие темпы развития будут продолжаться. На S-образной кривой развития можно выделить несколько участков практически прямолинейных. «Лошадиный» прогноз был сделан на втором таком участке линии развития лошадиного транспорта. В то время не ожидали, что бурный рост количества лошадей резко замедлится, потом прекратится, а затем поменяет плюс на минус.

— Но ведь в области насыщения, загиба кривой прямолинейность сохраняется довольно долго! Система почти не меняется — легко предсказать, что будет дальше!

— Верно, только нелегко предвидеть, когда эта кривая кончится, произойдет качественный скачок, появится другая, более прогрессивная система на смену старой — а ведь это главное в прогнозе!

— Но можно эти кривые математически обработать, с учетом всех загибов и «вычислить» прогноз! — не сдаётся физик.

— Это было сделано, сегодня есть целая область науки, занимающаяся подобными вопросами. Есть одно «но»: обратным путем всегда возможно найти аналитическое выражение уже имеющейся кривой, подбирая в уравнениях числовые коэффициенты. Но узнать эти коэффициенты заранее не удастся — слишком от многих факторов они зависят, и не только от технических.

— А какие еще есть методы прогнозирования? — спрашивают ребята.

— Метод экспертных оценок. Например, американцы используют его разновидность — метод «дельфи». Вам это название ничего не напоминает?

— Дельфийский оракул!

— Верно! При храме Аполлона в Дельфах, как утверждают греческие мифы, можно было узнать судьбу. Ее предсказывали жрицы — пифии, одурманенные ядовитыми испарениями, и делали это независимо, не зная точки зрения других. Потом полученные предсказания сравнивали, отдавая предпочтение тем, которые чаще повторялись. Примерно так и работает сегодня группа экспертов, специалистов в изучаемой области. Они заполняют анкеты с четко сформулированными вопросами, их ответы обрабатываются с помощью вычислительных машин, при этом крайние высказывания отбрасываются.

— А как эксперты узнают, что отвечать?

— Они просто пытаются угадать, представить, как будет дальше.

— Какой же это научный прогноз? — разочарованно тянет кто-то из ребят.— Чепуха какая-то.

— Не такая уж чепуха, как вам кажется. Помните, мы говорили о том, что людям свойственно интуитивно иногда познавать закономерности развития. На такой основе могут быть и удачные прогнозы.

— Как у фантастов! Они ведь часто угадывали!

— Конечно. Фрэнсис Бэкон в «Новой Атлантиде» в 1624 году предсказал появление... впрочем, определите сами, что именно:

«Мы имеем корабли, лодки, которые могут плавать под водой и лучше обыкновенных переносить ураганы...»

— Ну, это ясно—подводные лодки!

— «... Мы знаем свойства и пропорции, необходимые для полета по воздуху, наподобие крылатых животных...»

— Самолет!

— «...печи, легко регулируемые и даже дающие теплоту солнца и небесных тел...»

— Термоядерный реактор? — не особенно уверенно определяют ребята.

— Похоже. И дальше: «...нашли приспособление, приближающее вплотную к нашим глазам отдаленнейшие предметы...»

— Телескоп!

— «Приборы, имитирующие все членораздельные звуки, речи, слова и пение как людей, так зверей и птиц...»

— Магнитофон!

—«...Удалось воспроизвести всяческие иллюзии и обманы зрения, появление всякого рода теней и летающих изображений...»

— Да это же кино!

— Правильно. Не стану продолжать, занятия не хватит на перечисление.

— А верно говорят, что половина предсказаний Жюль Верна оказались сегодня реальными?

— Даже больше. По подсчетам Г. Альтова из 86 частных предсказаний даже «нетехнического» Г. Уэллса уже сбылось 30, а еще 27 почти наверняка сбудутся! А идеи Жюль Верна и Александра Беляева сегодня реальны на 90%! К сожалению, такие цифры пока недостижимы для современного научного прогноза.

— А почему? Вы же говорили, что отдельные ученые обладают способностью угадывать!

— В том-то и дело, что эти «отдельные» точные предвидения метод экспертных оценок не учитывает! Они отбрасываются вместе с бредовыми идеями. Вот и выходит, что метод «дельфи» — это метод усреднения, суммирования банальных, всем очевидных идей. При «ближнем» прогнозе это приводит к положительным результатам, но не позволяет предвидеть качественные скачки при «дальнем» прогнозе.

— Но почему мы тратим столько времени на обсуждение этих методов? — возмущается Женя.— Все понимают, что настоящий прогноз нужно делать по законам развития. Так? — обращается он к ребятам. Те согласно кивают.

— К сожалению, не все. Но в принципе ты прав, пора переходить к делу. Несколько лет назад один из нас, Преподавателей, проводил занятия по ТРИЗ в институте, разрабатывающем оборудование для лесорубов. И вместе со своими учениками попробовал спрогнозировать будущее этого лесорубного оборудования. Мы начали... с чего, как вы думаете?

— Наверное, с ознакомления с состоянием дел в этой отрасли,— сказал один из гостей-преподавателей.

— Нужно не просто знакомиться, а попытаться нарисовать S-образную кривую, чтобы определить, на каком месте на ней находится наша система,— добавил Женя.

— Точно! — поддержал его Дима.— Тогда можно будет сказать, что с этой системой делать — совершенствовать уже имеющиеся конструкции или искать новые принципы!

— И где же, по вашему, находится «лесорубная» система? — спросил Преподаватель.

— Скорее всего, она уже далеко за загибом, раз ею целый институт занимается!

— А что все-таки сказали специалисты? Как они представляли себе развитие своей системы? — снова вмешался гость.

— Примерно вот что: был трактор — станет тракторище, была пила... — с серьезным видом начал Боря.

— Будет пилица! — радостно подхватили ребята. А Боря, сменив «профессиональный» тон на свой обычный, продолжал:

— Нужно еще выявить, какие противоречия есть в развитии этой системы и почему они появились, какие законы развития были нарушены.

— Давайте посмотрим. Во-первых, техника лучше всего работает в цехе. Но деревья там, к сожалению, не растут. К ним нужно добраться, для этого проложить дороги, просеки. И растут они все вперемежку — разного возраста, размера, породы, здоровые и больные, некондиционные и полноценные. Какой закон нарушен?

— Закон согласования. Если заранее сажать деревья там, где нужно и какие нужно, тогда их легко будет рубить.

— Но тогда видно другое противоречие: деревья растут медленно, а древесину нужно получать быстро.

— Вот если бы деревья росли как пшеница, например! Весной посеяли, осенью сняли! Или хотя бы за несколько лет!

— А вот еще противоречие: деревья должны быть большими, чтобы получались доски нужного размера, и должны быть маленькими, чтобы быстро расти.

— Попробуйте усилить, обострить это противоречие.

— Деревья совсем маленькие, крошечные. А доски получаются большими.

— Бред какой-то, — не выдержал гость.

— Ну почему же бред? — удивился Миша. — Ясно, что должно быть. Нужно перейти на микроуровень — прессовать доски из опилок, как в порошковой металлургии!

— Так это же древесностружечные плиты — ДСП! Они давно известны.

— Можно лучше сделать! ДСП пропитывают клеем, эпоксидной смолой, а хорошо бы без нее обойтись! Использовать ту смолу, которая в самом дереве есть!

Полчаса работы расшумевшихся прогнозистов — и картина ясна. Вот ровные ряды кустарника. Вдоль плантации ползет комбайн, срезающий густые боковые и верхние ветки кустов. Время от времени комбайн сбрасывает в кузов идущей за ним машины увесистые емкости, заполненные перемолотыми в мелкий порошок ветками вместе с корой.

— Нечего возить емкости туда-сюда. Пусть опилки сами идут на мебельную фабрику, — заявляет Алеша. И картина несколько меняется. Теперь за комбайном тянется шланг, по которому текут опилки. На фабрике они, пропитанные липким соком и добавками, дающими нужный цвет, рисунок, аромат, подаются под давлением в стальные формы. Через несколько минут формы раскрываются, из них выпадают красивые, прочные, не требующие никакой дополнительной обработки детали мебели.

— Здорово! — говорит Саша. — Только, наверное, все это и специалисты придумали.

— Как бы не так! — рассмеялся Преподаватель.— Когда такой прогноз был предложен специалистам, никто его всерьез не принял. После этого я стал собирать информацию по этой отрасли. И вот что обнаружилось.

В Финляндии из срезанных веток кустарника прессуют дрова — брикеты. В безлесной Швейцарии из перемолотых в опилки остатков старой мебели делают новую, высококачественную. В Молдавии давно растут пальметтные сады с низкими, раскидистыми яблонями, часть крон которых ежегодно снимается вместе с плодами.

В Южной Америке произрастает кустарник, у которого собственная смола обладает способностью к полимеризации не хуже эпоксидной смолы.

Порошковый метод с успехом используется не только в металлургии, но и при изготовлении керамики, каменных плит.

— Почему же специалисты не поверили в вашу идею, если она все равно осуществляется?

— Да все ясно! Они узкие специалисты и не знают про сады, про южно-американские кустарники,

— И не смогли увидеть во всем этом систему. А жаль, ведь таким образом можно спасти так необходимые нам леса. А теперь подведем итоги.

Сформулируем последовательность прогноза по законам.

1. Выявить, на какой стадии развития находится система, каковы тенденции ее развития. Рассмотреть, какие законы выполняются, какие нет, найти возможности их применения.

2. Выявить противоречия и разрешить их.

3. Свести полученные результаты в единую систему. — И еще представить результаты в простой и интересной форме, чтобы все поняли и поверили! — добавляет Таня. Ее поправку все принимают без возражений. Теперь можно готовиться к конкурсу фантастических проектов.

ЗВЕЗДЫ ФАНТАЗИИ

Время отбоя, но весь отряд РТВ на ногах. Нарушение режима? Нет. Сегодня мы приглашены в гости к астрономам. А поскольку астрономы работают по ночам, то мы не ложимся и ждем времени, установленного для наблюдений. Как ни странно, волнуемся и мы, Преподаватели. Мы тоже никогда не видели звездного неба в телескоп.

В предвкушении «звездной» экскурсии мы собрались в нашем классе и беседуем.

Первым к звездам полетел герой «Космического жаворонка» американского писателя Э. Смита. Было это в 1928 году. Гонки по галактике, псевдонаучная тарабарщина, мордобой и стрельба из сверхоружия... Началось заселение звездных просторов лихими капитанами атомных, электрических, фотонных, гравитонных, подпространственных и прочих звездолетов. В романе Э. Гамильтона «Звездные

короли» появились новые государства: Галактическая империя, Лига темных миров, спрятавшаяся в межзвездных облаках, королевство Фомальгаут, баронства Геркулесова Роя, маркизаты Открытого космоса. Фантасты часто посылают своих героев на несуществующие звезды, придумав им красочные имена или хитрые номера. Но нередко там упоминаются и настоящие. Какие?

— Туманность Андромеды! — не задумываясь, выпаливают ребята.

Написанный более 30 лет назад роман И. Ефремова с таким названием до сих пор очень популярен. Всех привлекает идея Великого Кольца, объединяющего тысячи звездных цивилизаций. Звезды 61 Лебеда, 107 Змееносца, Вега, к которой летал погибший «Парус». Звезда Ахернар или Альфа Эридана, к ней отправлялся новый корабль «Лебедь». И еще Эпсилон Тукана, передачу с которой приняли земляне и потом пытались связаться с ней при помощи нуль-пространства.

Мы разложили на столах большую карту звездного неба, одолженную у астрономов. Разглядываем незнакомые очертания созвездий, изредка встречая знакомые названия. Нам помогают знатоки фантастики и Саша, занимавшийся в астрономическом кружке.

— А еще у Ефремова есть рассказ «Сердце Змеи», там летят к звезде, расположенной в созвездии Геркулеса.

— У Станислава Лема в романе «Магелланово Облако» звездолет отправляется к ближайшей звезде, расположенной всего в 4,5 световых лет от нас — к Альфе Центавра! А другой рассказ называется «Вторжение с Альдебарана»...

— В трилогии Г. Снегова «Люди как боги» герои посещают созвездие Плеяд, воюют с жителями созвездия Персея, летят к самому центру галактики. Там вообще упоминается множество звезд: Антарес, Бетельгейзе, Вега, Полярная, Альтаир и другие.

С каким удовольствием ребята произносят звучные имена! А какую звезду, созвездие выбрать для нашей секции? После обсуждения остановились на Туманности Андромеды:

— С «Туманности...» началось возрождение нашей фантастики, ее все любят — настоящие звезды фантазии!

— Туманность эта очень далека, до нее от нас больше двух миллионов световых лет. Это хорошо, мы ведь решили на ДКМК, что цель должна быть далекой, чтобы не разочаровываться при слишком быстром достижении!

— Эта галактика содержит звезд не меньше, чем наша, миллиардов сто новых звезд, каждый сможет выбрать себе по вкусу. За разговором совсем стемнело. В дверях появился посланец астрономов — за нами!

Телескопы установлены на стадионе, в стороне от спальных корпусов и фонарей. Их объективы нацелены на разные участки неба. Как здорово! Кратеры Луны, спутники Юпитера, еле различимые кольца Сатурна. Совсем низко над горизонтом горит Марс, а Венера уже зашла. Круто вверх смотрит телескоп. Мы просим астрономов показать звезды, о которых говорили сейчас в классе. Не все,

конечно, видны, но вот красавица Вега, Денеб, а в ручке Большой Медведицы — Мицар и его сосед Алькор, по которому когда-то проверяли зоркость глаза. Вот и наша Туманность Андромеды.

— А звезду Альтаир можно увидеть? — спрашивает Таня.

— Альтаир — яркая звезда созвездия Орла, ее летом хорошо видно, — отвечают астрономы.

В телескопе она ничем не отличается от миллионов других звезд. Вдруг небо прочертила яркая полоска. Метеор! В августе наша планета проходит зону метеорных дождей. Как красивы падающие звезды! Но астрономы вовсе не любят ими. Они их считают. Это важно для исследований. Мы возвращаемся в корпус. И Таня вдруг говорит:

— Вот теперь и ясно, какая связь между Альтаиром и куском мела. Они связаны в нашей летней школе.

Вечерние размышления. Постепенно мы перешли от решения изобретательских задач к исследовательским.. К последним относятся, безусловно, и детективные задачи. Да и прогноз будущего — работа исследовательская. Исследовательский подход важен не только для решения задач, но и для повышения эффективности школьного образования. Сегодня в педагогике осваивается методика проблемного обучения, основная идея ее — преподаватель не просто объясняет ученикам какой-то закон, формулу, а помогает самим их «открыть». Так воспитывается творческое мышление. Идея проблемного обучения, безусловно, полезна. Но как она реализуется? Ведь школьники каждый раз ищут новое знание наугад, преподаватель «наводит» ребят на «открытие» каждый раз по-другому, исходя из знания ответа. Получается, что ребятам не дают общих рекомендаций, правил поиска, им остается только перебор вариантов. В итоге проблемное обучение в таком виде — обучение методу проб и ошибок. Отсюда и ограниченность его использования — одни ребята пользуются перебором вариантов легко, другие — неумело, пропасть между сильными и слабыми учениками растет. Где выход? Выход, нам представляется, в подключении к проблемному обучению универсальных подходов, основанных на ТРИЗ, которая дает ребятам методы поиска и огромное поле творческих задач для тренировки, без чего не может быть проблемного обучения. Конечно, такого опыта работы со школьниками у нас пока немного. Два года назад мы организовали факультатив по физике в обычной школе, давая физику с помощью методов ТРИЗ. Сегодня нам ясно, что такой подход дает лучшее понимание физики, чем традиционный. И он пригоден не только для физики, но и для химии, биологии, литературы и других предметов. ТРИЗ много может дать школе. Но и без школьных знаний изобретателю не обойтись. Завтрашний день у нас и будет им посвящен.

ДЕНЬ ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТЫЙ

ШКОЛЬНЫЙ АРСЕНАЛ

— Зачем изобретателю физика?

— Как зачем? — недоумевают ребята.— Ясно, зачем — без физики не получишь красивых, близких к идеальным решений.

— А как насчет других школьных предметов? Нужны они изобретателю или нет?

Новички размышляют, а старички нетерпеливо подпрыгивают на своих местах — не дождутся, когда им дадут возможность выложить то, к чему они готовились неделю, рассказать о применении в изобретательстве химии, геометрии, биологии, других школьных предметов. С трудом выкраивая время от многочисленных мероприятий, ребята каждую свободную минуту листали вырезки из популярных журналов «Изобретатель и рационализатор», «Химия и жизнь», «Наука и жизнь», «Знание — сила» «Техника — молодежи»...

— Среди необходимых изобретателю школьных предметов сразу после физики идет химия,— утверждает Вета.— Одна только линия воздух—кислород—озон чего стоит! Везде, где требуется хорошее сгорание каких-либо веществ, сначала используют горение в воздухе, потом в воздухе, обогащенном кислородом, потом — в чистом кислороде, затем более сильные окислители — озон.

— А что дальше?

— Ну, наверное, ионизированный воздух, плазма.

— Точно! — подхватывает Катя.— В книге А. Г. Преснякова «Поиски нового (Записки изобретателя)» рассказывается об изобретении, позволяющем повысить мощность двигателя внутреннего сгорания. В двигателе устанавливают пластинку, на которую нанесено ничтожное количество радиоактивного изотопа полония-210, дающего альфа-излучение, от которого можно надежно защититься даже листом бумаги. А ионизированный излучением воздух обеспечивает более полное сгорание топлива.

— Сжигание веществ в разных средах используется для получения химических соединений,— рассказывает Боря.— Например, если нужно получить борид титана, нагревают титан в атмосфере бора. Титан горит в парах бора, как в кислороде. Это называется самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Предлагаю задачу.

Задача 63. При получении способом СВС деталей из нитрида ниобия прессуют деталь из порошка ниобия, затем ее поджигают в азотной атмосфере. Но реакция идет так бурно, что деталь либо разлетается на части, как от взрыва, либо реакция захватывает только наружные слои, а внутри детали остается «сырой», не прореагировавший с азотом ниобий. Можно

«успокоить» реакцию, если добавить в деталь какой-то негорючий материал, например песок. Но этого делать нельзя, потому что тогда деталь будет испорчена — она должна быть из нитрида ниобия, а не из песка. Как быть?

Ребята анализируют задачу со скоростью, близкой к скорости СВС:

— Негорючий материал должен быть, чтобы не было вспышки, и его не должно быть, чтобы не загрязнять деталь.

— Это противоречие можно разрешить во времени — пусть необходимая добавка будет во время горения, а потом исчезнет.

— Лучше по-другому! Добавка не загрязнит деталь, если она из того же материала, что и деталь! Нитрид ниобия горит?

— Нет!

— Тогда все ясно,— кричат ребята чуть ли не хором.— Нужно сразу добавить в деталь нитрид ниобия! Андрей с трудом дожидается конца решения, чтобы предложить «свою» задачу.

Задача 64. Для очистки воду нужно хлорировать. Но в небольшие поселки хлор доставлять очень хлопотно, ведь ядовитый газ требует особых мер предосторожности. Как быть?

— Хлор должен быть, чтобы очищать воду, и его не должно быть, чтобы не возиться с перевозкой.

— Хлор нужно получать на месте, это ясно. Завозить не хлор, а сырье.

— Идеальнее было бы, если сырье можно было найти на месте.

— Нужны ресурсы хлора!

— Да ведь они же есть! Это обыкновенная соль! И получить хлор из нее просто — электролизом раствора! Именно такая компактная, дешевая и высокопроизводительная установка описана в журнале «Изобретатель и рационализатор».

Задача 65. Разведка доставила кусок материала, из которого противник изготавливал ответственные подшипники. Материал оказался странным — «медное» дерево. Анализ показал, что это обыкновенный бук, поры которого непонятным образом были заполнены медью. Как можно вырастить такое дерево?

— Поливать медным купоросом! — предлагают ребята.

— Да что вы! Дерево сразу погибнет!

— Изменить генетический аппарат дерева, пусть оно само извлекает медь из почвы!

— Это дело долгое,— вмешивается Преподаватель.

— А почему мы пытаемся найти способ выращивания? — включается Женя.— Это же психологическая инерция — раз дерево, значит, непременно выращивать. Нужно иначе сформулировать задачу: как сделать такое дерево? Может быть, пропитать его расплавленной медью?

— Ну да! Расплавленная медь очень горячая, она сожжет дерево!

— Значит, медь должна быть жидкой, чтобы попасть в поры, и не должна быть жидкой, чтобы не быть горячей.

— Нужно взять какое-то жидкое соединение меди, пропитать им дерево, а потом это соединение разложить, чтобы медь выделилась!

— Как же разложить соединение, которое внутри дерева — до него не доберешься!

— А вепольный анализ зачем? Нужно полем подействовать! Электрическим — электролиз можно. А еще лучше — тепловым. Найти такое соединение, которое легко разлагается при нагреве.

— Верно! — говорит Боря.— Здесь так и написано: дерево пропитывается муравьинокислой медью, которая при нагреве разлагается, выделяя чистую медь.

Неожиданно вмешивается гость — на этот раз преподаватель секции химии:

— Но ведь ребята не решили задачу до конца! Они не назвали конкретное вещество — муравьинокислую медь. Можно ли считать, что ТРИЗ помогает решать химические задачи? — обращается он к нам.

Ребята не дают нам ответить. Чуть ли не каждому есть что сказать по этому поводу. Но наиболее четко выражает общую позицию Женя:

— ТРИЗ не может и не должен доводить решение до конкретного вещества, это дело специалистов. Но он привел нас от очень трудной задачи «как вырастить хитрое дерево» к четкому указанию; нужно вещество с вполне определенными свойствами. Это вещество теперь можно найти по справочнику! Так?

— Так,— соглашается гость.

— Но ТРИЗ не просто решил задачу,— добавляет Преподаватель.— Он указал не одно конкретное вещество, а целый класс веществ — ведь можно, в принципе, найти и другое соединение меди, да и почему только меди? Теперь совершенно ясно, что нужно делать, если понадобится «железное» или «свинцовое» дерево, да любое другое! И поля можно найти другие. Это же намного больше, чем одно определенное изобретение — программа большой работы!

Химик молчит, размышляет. Но задерживаться на химии нельзя — много еще нужно рассказать. Теперь поговорим о математике. Слова просит наш Комиссар:

— В прошлом году я работал в студенческом строительном отряде. Проблем было много, в том числе и такая.

Задача 66. При разбивке площади под стройку понадобилось отложить перпендикуляр к проведенной линии, а подходящего прибора под рукой не оказалось. Как быть?

— Разве это задача? — удивляется Женя.— Веревка у вас была?

— Была.

— Ее можно было использовать как циркуль и построить перпендикуляр, как в школе учили: отмерить равные отрезки на прямой в обе стороны от нужной точки, провести большие дуги и соединить места их пересечения.

— Ничего не выйдет! — говорит Комиссар.— По одну сторону от этой точки был овраг. Ребята задумались.

— Прибор разбили... Нужен ресурс, который содержал бы в себе прямой угол. А есть веревка. Из веревки можно сделать прямой угол?

— Конечно, можно!

Сразу трое ребят вспомнили о знаменитой пифагоровской тройке чисел — прямоугольном треугольнике с катетами 3 и 4 и гипотенузой 5.

— Берем веревку, делим ее на 12 отрезков и строим треугольник! Один угол обязательно будет прямым!

— Внимание — фокус! — обращается к ребятам Игорь.— Это лента Мёбиуса.— Он показывает всем перекрученное в одном месте бумажное кольцо. Зажигает спичку и подносит ее к кольцу. По ленте быстро пробегает огонек, и кольцо распадается на... ничего подобного! Оно превращается в кольцо вдвое большего диаметра! Снова спичка — и теперь кольцо распадается на два, переплетенных между собой как звенья цепи. Чувствуется запах серы... Вот зачем Игорь вчера торчал у химиков.

— Это лента Мёбиуса — очень полезная штука,— продолжает Игорь.

— Если шлифовальный ремень сделать не в виде обычного кольца, а в виде ленты Мёбиуса, можно повысить срок его службы. То же можно сделать и с лентой магнитофона. А специальное сопротивление, напыленное на ленту Мёбиуса, совсем не обладает вредной индуктивностью.

Боря показывает фотографию всем знакомой Шуховской телебашни, сложная криволинейная форма которой выполнена с помощью прямых стержней. И рассказывает о применении различных гиперболоидов, параболоидов... Геометрия — могучее оружие изобретателя, позволяющее добиться новых результатов часто практически без затрат.

О биологии рассказывает наш гость — Сережа. Собственно, уже не гость. В секции биологии он работает над каталогом растений южной Молдавии и уже давно посещает наши занятия.

— Когда великий изобретатель древности Дедал сумел, построив крылья, сбежать с острова Крит, царь Крита Минос решил найти его с помощью... изобретательского конкурса,— совсем не с биологии начинает он рассказ.— Минос обещал корзину золота тому, кто сумеет пропустить нитку через большую витую раковину с отломленным острым концом. Как это сделать? — спрашивает он ребят.

— Нитка сама проползает через раковину... вот если бы она была живая! — мечтательно говорит Таня.

— Ты не мечтай, а противоречие лучше сформулируй,— ворчит Дима.

— Нитка должна быть живая, чтобы проползти, и не должна быть живая, потому что таких не бывает. И вовсе не нужна вся нитка живая. Достаточно привязать к ней муравья, он и потащит нить!

— А ведь согласно легенде, никто кроме Дедала ее решить не сумел. Трудная для древних задача оказывается простой. Но, похоже, что и сегодня есть подобные проблемы.

— Дрессированные ласки или маленькие собачки помогают протащить сквозь узкие трубы провода при ремонте телефонного кабеля,— говорит Сережа.

— А Роберт Вуд как-то использовал кошку для чистки длинной трубы спектроскопа — засунул ее в трубу и закрыл с одной стороны. Кошка вылезла с другой стороны вся в пыли и паутине, а прибор был готов к наблюдениям,— добавил Женя. Сережа рассказывает о применении биологии в изобретательстве — о биотехнологии, генной инженерии, биологических методах защиты растений. Но школьных предметов много. И все нужны изобретателю: без истории невозможен прогноз науки и техники; рисование развивает пространственное воображение, помогает рисовать «маленьких человечков», а без физкультуры не хватит здоровья на сложную, а порой и нервную работу изобретателя! Так что хорошая учеба в школе — сильный упреждающий шаг в жизни творческой личности. — А что может дать ТРИЗ для изучения школьных предметов? — задает вопрос «наоборот» наш Комиссар, студент педагогического вуза. Вопрос скорее к нам, Преподавателям, но пусть ребята ответят сами.

— Я теперь куда лучше понимаю законы физики, особенно те, которые мы использовали при решении изобретательских задач,— говорит Женя.— И всегда буду рисовать маленьких человечков, чтобы лучше разбираться в физических явлениях.

— А я попробую использовать новый подход к решению исследовательских задач для того, чтобы самому открывать законы природы, не дожидаясь, пока их мне в готовом виде преподнесет учитель. И папу научу этим методом пользоваться, ему пригодится,— говорит Дима, поглаживая пухлую растрепанную тетрадь-конспект.

— А я поняла, что в любом школьном предмете есть возможность для творчества, что даже в литературе есть очень интересные задачи! — говорит Таня.— И я знаю теперь, как решить задачу про перевод «Алисы в стране чудес», с которой столкнулась переводчица Димурова. Помните, нужно было так перевести, чтобы русский ребенок понял все пародии, которыми полна книжка, но чтобы при этом сохранился английский колорит. Там получается противоречие: стихи должны быть английскими, чтобы колорит остался, и должны быть русскими, чтобы пародии были понятными. Можно было бы каждый раз приводить русский перевод той английской песенки, которая спародирована в «Алисе», но это не изобретательское решение и поэтому скучное.

— Нужно ресурсы использовать! Есть же какие-то английские песенки, похожие на наши или переведенные раньше?

— Правильно, я тоже так решила,— обрадовалась Таня.— Такие песенки, конечно, есть, это переводы С. Маршака: «Дом, который построил Джек», «Не было гвоздя — подкова пропала...», «Кораблик» и много других. На них можно написать пародии...

— Молодец, именно так и сделала Димурова! — похвалили мы Таню.

— А как, по-вашему, может использоваться ТРИЗ в спорте? — спрашивает еще один гость — физорг нашего лагеря.

— Во-первых, в спорте множество технических изобретений — велосипед, коньки, дельтаплан, теннисная ракетка... В прошлом году мы, например, работали над усовершенствованием скейта — роликовой доски для катания,— отвечает Игорь.— И кое-что придумали. Например, скейт с магнитными креплениями. На нем можно выполнять прыжки, и это не опасно, как в случае пристегивания ремнями, при падении можно легко оторвать ноги от доски. И еще мы работали над лыжами, теннисной ракеткой, мячами...

— В спорте есть «нетехнические» изобретения: прыжки «сальхов» и «ритбергер», названные по имени своих изобретателей, круг Пахомовой в фигурном катании. Или в шахматах: «защита Нимцовича», «дебют Чигорина»...

— А хотите, я вам дам задачу? — спрашивает физорг.

— Конечно! — ребята всегда готовы решать и решать.

Задача 67. Для подъема по вертикальным ледяным стенкам альпинисты надевают на ноги «кошки» — специальные крючья, которые вонзаются в лед под тяжестью альпиниста и помогают ему удержаться. Но стоять на вертикальной стене на «кошках» очень трудно, можно опрокинуться назад. Вот если бы надеть «кошки» на руки! Тогда точно не опрокинешься, но руки должны быть свободными для забивания крючьев, да и слабее они, чем ноги. Подниматься, подтягиваясь на руках, тоже тяжело. Как быть?

Задав несколько вопросов и немного разобравшись в незнакомой технике, ребята формулируют противоречие: опора альпиниста должна быть выше его центра тяжести, чтобы нельзя было опрокинуться, и опора должна быть ниже центра тяжести, чтобы можно было воспользоваться силой ног.

— Получается какая-то длинная опора — начинается на уровне рук или груди и заканчивается на уровне ног,— рассуждает Дима.— А как она может выглядеть — не знаю...— он растерянно замолкает.

— Да все верно! — кричит «задачедатель»,— ты правильно придумал! Делается это так: альпинист рукой втыкает над головой крюк с привязанной к нему длинной веревкой. Она проходит под грудной страховочной обвязкой, а снизу заканчивается петлей, в которую ставится нога. Все получается, как вы сказали: опора остается на ноги, а точка закрепления высоко! Занятие закончено.

Ребята расходятся, многие — бегом, в последние дни очень много дел. Да и нам нужно подготовиться к вечерней беседе. Из окошка мы видим, как Женя оживленно беседует с преподавателем-химиком. О чем?

СЕКРЕТ ПОБЕДЫ

Горит большой костер. Наступил «Вечер памяти». Днем ребята встречались с приехавшими в лагерь гостями — ветеранами Великой Отечественной войны. Среди них — прославленный летчик-истребитель Григорий Андреевич Речкалов, дважды Герой Советского Союза, сбивший лично 57 вражеских самолетов и еще 5 — в групповых боях. Он рассказал о том, как воевал, об участии в Яско-Кишиневской операции. Выступали и другие ветераны. Почетных гостей провели по лагерю, показали учебные комнаты.

И сейчас здесь, у костра, мы говорим о войне. О войне необычной, в которой не стреляют пушки, не свистят пули, нет атак под огнем врага. В этой войне нет убитых, но от ее исхода зависят тысячи жизней. Воюющие одеты не в военную форму, а в белые халаты. Это — война конструкторов за то, чей танк будет неуязвимее, чей самолет — быстрее, чья пушка — дальнобойное, а автомат — легче и безотказнее. Бывшие фашистские генералы публикуют книги, в которых пытаются свалить вину за поражение в войне на одного Гитлера, ссылаются на «генерала Мороза», на плохие дороги. Особенно усердствуют «генералы от техники» — создатели битых нами танков и самолетов, артиллерийских орудий и кораблей. Они никак не могут примириться с тем, что их, знаменитых на весь мир специалистов, побили. И кто? Страна, только залечившая тяжелые раны разрухи, считавшаяся отсталой. Невозможно! И невдомек им, что наказаны они в первую очередь за дикую античеловеческую идеологию, за фашизм, попирающий все законы. ...Встать! Суд идет! Подсудимый Фердинанд Порше признается виновным в систематическом, злостном нарушении законов развития техники. Конструктор Порше приговаривается к высшей мере наказания: его танкам Т-III, Т-IV, Т-IV-V отводится место на свалке истории. Незнание законов не освобождает от ответственности. Приговор окончательный и обжалованию не подлежит!

Такого суда не было. За нарушение законов развития техники не судят. Но наказывают.

Фердинанд Порше мечтал создать сверхтанк, самый мощный, самый непоражаемый, самый большой и страшный. И вот ранним утром 13 августа 1944 года четырнадцать «королевских тигров» пошли на прорыв нашей обороны. Один советский танк Т-34 под командованием младшего лейтенанта А. П. Оськина (за этот бой он был удостоен звания Героя Советского Союза), стоявший в засаде, сразу поджег трех «тигров». Все машины врага были уничтожены. В одной из них погиб Порше-младший, сын конструктора, тоже конструктор, пожелавший вести в бой первую группу новых танков. За два дня боев были уничтожены 39 из 40 вражеских машин, а последний танк захвачен в качестве трофея.

Но и «королевский тигр» — не самый большой танк, построенный немецкими конструкторами. Был создан гигант весом 180 тонн с забавным названием «Маус» («Мышонок»). Этот колосс оказался совершенно бесполезным. Ни один мост не выдержал бы неуклюжую, неповоротливую машину. А в проекте был невероятный «сухопутный броненосец» весом свыше 500 тонн. Гигантомания — прямое следствие националистической политики Гитлера, считавшего, что эти монстры продемонстрируют всему миру непревзойденную военную мощь Германии,— была вопиющим нарушением важнейшего закона развития техники — повышения идеальности.

А как действовали наши конструкторы? «Сложное сделать легко, куда сложнее сделать просто», — любил повторять один из создателей знаменитого танка Т-34 Александр Александрович Морозов. Все было подчинено принципу: «Самая надежная, непоражаемая, легкая и дешевая та деталь, которой нет в машине».

В результате такого разного подхода к созданию техники «королевский тигр» почти по всем показателям уступил не только нашему тяжелому танку ИС-2, но и среднему Т-34. При почти вдвое меньшей скорости, более слабой пушке (88 миллиметров против 122 миллиметров у ИС-2) его вес был 70 тонн против 46 у ИС-2 и 32 у Т-34. В распутицу немецкие танки останавливались, а наши шли как ни в чем не бывало.

За время второй мировой войны немецкий самолет-истребитель ME-109 потяжелел на тонну — на него поставили более мощный (и тяжелый!) мотор, оружие, бронеспинки. А советский истребитель конструкции А. С. Яковлева «похудел» почти на 300 килограммов. В результате ME-109 весил в конце войны 3600 килограммов, а Як-3 — 2650. Более верткие, маневренные «Яки» били «мессеров». Главный маршал авиации А. А. Новиков писал, что, повышая мощность, вес и вооружение, немецкие конструкторы ничего не выиграли по сравнению с советским самолетом. А самому массовому самолету войны — штурмовику Ил-2, прозванному фашистами «Черной смертью», даже аналога не было в Германии.

Гигантизм был главной идеей фашистов и в артиллерии. Гигантские пушки «Дора» с диаметром ствола 800 миллиметров и снарядами весом по 7 тонн стреляли при осаде Севастополя, но не дали немцам никаких результатов. Еще более невероятное орудие начали строить в начале 1945 года. Ствол гигантской пушки, предназначенной для стрельбы по Лондону, имел в длину 150 метров. Очередная техническая нелепость. Советские конструкторы не увлекались подобными техническими бреднями. Но 122-миллиметровая гаубица конструкции Героя Социалистического Труда генерала-лейтенанта-инженера Ф. Ф. Петрова, созданная в 1938 году, до сих пор служит в Советской Армии. А 76-миллиметровое противотанковое орудие ЗИС-3, сконструированное генерал-полковником-инженером В. Г. Грабиным, консультант Гитлера по вопросам

артиллерии Вольф назвал самой гениальной конструкцией в истории ствольной артиллерии.

Сколько хлопот доставили гитлеровцам «Бисмарк» и «Тирпиц» — самые большие линкоры, созданные для славы Германии и устрашения врагов. «Бисмарк» в первом своем плавании потопил после артиллерийской перестрелки устаревший английский броненосный крейсер «Худ», после чего был практически «затравлен» английским военным флотом, расстрелян издали по данным локаторов, не имея возможности даже ответить на выстрелы. А с «Тирпицем» получилось еще глупее. 55 тысяч тонн крупновской стали, восемь 380-миллиметровых, двенадцать 150-миллиметровых орудий, два собственных самолета. И этот гигант при первой же попытке выйти в боевое плавание был торпедирован советской подводной лодкой К-21 под командованием Н. А. Лунина и вынужден был вернуться на ремонт. И в дальнейшем «Тирпиц» был таким же «невозвратимым». В результате атак подводных лодок, авиации он постоянно ремонтировался, пока в ноябре 1944 года не был потоплен. В чем же причины неудач гитлеровских конструкторов, уступивших советским по всем видам военной техники? Во-первых, «фюреризм» (принцип: «Фюрер думает за нас») не только в политике, но и в технике. У фашистов главный конструктор был единственным автором разработки. Остальные — исполнители. А исполнителю творчество, собственное мнение не положено. У нас же при создании новой машины внимательно выслушивались предложения всех независимо от должности, А. Н. Туполев премировал тех, кто не боялся спорить с ним и умел доказать свою правоту.

Во-вторых, рабский, подневольный труд согнанных со всей Европы рабочих не мог сравниться в производительности с трудом советских людей, работавших в обстановке небывалого энтузиазма. Знаменитый в будущем танк Т-34 был внеплановым, его создатели М. И. Кошкин и А. А. Морозов работали сначала по собственной инициативе и привлекали к работе всех, кто хоть как-то мог быть полезен. Новый танк называли «встречным», так как он делался по встречному плану. Все образцы нашей техники создавались в коллективе, в содружестве конструкторов, которые, отбросив в сторону личные мотивы, трудились на общее дело. Так, руководители авиационного конструкторского бюро (КБ) А. И. Микоян и М. И. Гуревич, авторы «МиГов», когда их самолет сняли с вооружения, стали работать на самолеты своих «конкурентов» С. А. Лавочкина, А. С. Яковлева и других. Когда В. А. Дегтярев, конструктор стрелкового оружия, узнал, что слесарь его КБ Петр Горюнов в свободное время (когда работали по 12 и более часов!) сделал дома из дерева макет тяжелого пулемета, помог ему изготовить настоящий образец и выставить на испытания вместе со своим. Испытания дали примерно одинаковые результаты, но при обсуждении Сталин предложил взять на вооружение пулемет Дегтярева. И тогда Дегтярев стал доказывать, что для фронта полезнее принять образец Горюнова.

Так работали советские люди, и неудивительно, что наша военная техника оказалась лучшей во всем мире. Уникальную аппаратуру для автоматической сварки листов брони создал Институт электросварки под руководством Е.О. Патона. До конца войны немцы не смогли освоить этот процесс, а американцам это удалось только в 1946 году.

Авантюристы в политике, гитлеровцы бросались и в различные технические авантюры. Когда «третий рейх» очутился на грани краха, начались поиски «чудо-оружия». Что только не пытались наскоро слепить фашистские конструкторы! «Зеетойфель» («Морской черт») — гибрид танка и подводной лодки; «Вассерэйзель» («Водяной осел») — ловушка для кораблей. Пушки с кривым стволом для стрельбы из-за угла... Но ничто уже не могло отодвинуть время гибели гитлеровской империи. Убежденность в собственном превосходстве, пренебрежение к чужому опыту, расизм — все это привело к краху фашистской Германии.

Но особо нужно отметить грубейшее нарушение законов развития техники. Слово фюрера было для немецких конструкторов важнее, чем все разумные соображения. Гигантизм, о котором мы уже говорили,— это непонимание диалектики, качественных изменений, в результате которых часто более мощный самолет, танк, корабль становится не сильнее, а слабее своего противника. ...Давно закончилась беседа. Ребята смотрят на огонь костра и поют песни времен Великой Отечественной войны.

Вечерние размышления. Лет десять назад одного из Преподавателей пригласили вести занятия по изобретательству в профессионально-техническое училище, в группе, где долго болел мастер. Ребята совсем «отбились от рук», никто не хотел работать с неуправляемой «вольницей». Приглашение Преподавателя было последней мерой перед расформированием группы. Войдя в класс, он был оглушен криком. Минута, пять... Говорить невозможно. Тогда Преподаватель повернулся к доске и стал рисовать. Через несколько минут на доске появились контуры танка. Удивленная компания смолкла. Первый членораздельный вопрос «Что это?» позволил начать рассказ. Об изобретениях советских конструкторов, о военной технике и изобретениях вообще. О том, как научиться изобретать. Ребята заинтересовались новым живым делом, увлеклись таинственным миром изобретательства, творчества. Большинство из них стали лучше учиться и по другим предметам. К моменту окончания училища многие имели собственные изобретательские решения.

Потом при встречах они рассказывали, как обучение творчеству помогло им во время службы в армии, облегчило адаптацию на рабочем месте.

Конечно, история развития военной техники нужна не только для «укрощения» нерадивых учеников. Каждую весну мы приходим с ребятами на выставку военной техники, расположенную рядом с Мемориалом Славы в Кишиневе. Там стоят танки, пушки, самоходные орудия времен войны, два

послевоенных истребителя — МиГ-17 и МиГ-21. Идет занятие под открытым небом — не просто урок изобретательства, но и урок патриотизма. Ребята готовятся к нему заранее, рассказывают о трудной работе создателей нашей техники, о подвигах летчиков, танкистов, артиллеристов, совершенных с помощью этой техники.

ДЕНЬ ДВАДЦАТЬ ПЯТЫЙ

ДЕЛО НА ВСЮ ЖИЗНЬ

— Какая профессия самая интересная?

— Исследователь, ученый!

— Учитель!

— Космонавт!

— Инженер!...

— Важна не профессия, главное — быть творческой личностью, — с трудом вставляет в общий крик свое как всегда веское и продуманное слово Женя.

— А можно быть творческой личностью без высшего образования? — спрашивает Алеша. — Вот, например, мой дедушка всю жизнь работает на заводе рабочим, он заслуженный рационализатор. Он — творческая личность? Разговор о творчестве в рабочей профессии в плане сегодняшнего занятия, поэтому вопрос Алеша очень кстати. У нас приготовлены несколько книг на эту тему, среди них — книга Бориса Федоровича Данилова «Алмазы и люди». Начинается она со слов: «По профессии я токарь...» Да, всю свою жизнь Борис Федорович проработал токарем. И он — известный советский изобретатель и рационализатор, принимавший активное участие в создании современных методов алмазной обработки материалов, написавший об этом книгу. Издана книга и об Алексее Александровиче Улесове, дважды Герое Социалистического Труда, сварщике. Предложенный им новый способ сварки арматуры сэкономил только при строительстве Куйбышевской ГЭС 11 миллионов рублей!

А недавно в Свердловске вышла книга «Истоки новаторства», которая подробно рассказывает о творческих успехах рабочих, о сделанных ими изобретениях, о школе ТРИЗ, созданной для своих товарищей Владимиром Константиновичем Гребневым, токарем-инструктором объединения «Турбомоторный завод». Да и среди работников сельского хозяйства немало новаторов, авторов интереснейших идей, изобретений. Для творчества, как уже было сказано, необходимы две составляющие — знание того, что нужно улучшить, усовершенствовать, и воображение, фантазия, умение искать новое.

— ТРИЗ нужно знать! — подсказывают ребята.

— Да, сегодня нужно знать ТРИЗ, — соглашается Преподаватель и продолжает. — Но случается, что человеку не удалось получить высшее образование. И тогда он самоучкой, с помощью книг, пристально вглядываясь в свою работу и изучая чужой опыт, приобретает нужные знания, даже более полные и глубокие, чем у иных специалистов с высшим образованием. Это — вполне доступный, хотя и более сложный, тернистый путь к творчеству! Честь и хвала тем, кто сумел по нему пройти!

— Но ведь бывает иногда, что нужных знаний, необходимых для творческой работы, вообще еще не существует! — говорит Дима.— Например, братья Райт были велосипедными механиками, откуда у них могли быть знания в области воздухоплавания, которого еще не было?

— Бывает, конечно, и часто. А братьям Райт просто повезло, что они ничего не знали о существовавших тогда теориях, из которых следовала абсолютная невозможность полета аппарата тяжелее воздуха! Они этого не знали и — полетели! Вообще на начальном этапе развития новой системы фантазия, воображение играют большую роль, чем специальные знания. И нередко крупными изобретателями, работающими на высшем творческом уровне, становятся вообще не «технари». Оперный артист Г. Е. Котельников изобрел парашют, художник Морзе — телеграф, преподаватель школы для глухих Белл — телефон. Вот мы как-то упоминали фамилию крупного советского изобретателя — А. Г. Преснякова. Он усовершенствовал работу двигателей внутреннего сгорания, придумал новый тип двигателей, использующих солнечную энергию, новый движитель для судов, оригинальные конструкции громкоговорителей, телевизионных антенн, микрофонов, аккумуляторов и электрогенераторов, он автор высокоэффективных приемов в строительстве и многих других идей... А по профессии Александр Григорьевич Пресняков... угадайте кто? Угадать трудно. Знаменитый изобретатель — журналист.

— Но все-таки,— продолжает гнуть «свою линию» Женя,— правда, что любая профессия может стать самой интересной?

— Конечно. Все зависит от человека, от того, как он к своему делу относится. Нет нетворческих профессий, есть люди, не умеющие или не желающие творчески подходить к своему труду. Впрочем, разумеется, самая интересная профессия — наша.

— Это вы серьезно? — ребята недоверчиво смотрят на улыбающихся Преподавателей. Пожалуй, они только сейчас сообразили, что и у нас есть какие-то специальности.— А как называется ваша профессия?

— А вот названия ей пока еще не придумали. Когда меня о профессии спрашивают люди, не знающие, что такое ТРИЗ, приходится отвечать уклончиво — трудно объяснить. Но если уж очень настаивают, говорю, что работаю профессиональным изобретателем,— отвечает Преподаватель.— Тогда одни просят тут же изобрести «что-нибудь эдакое», а другие важно разъясняют, что этого не может быть, потому что изобретательство — не профессия, а талант. Профессия — это то, чему можно научиться, говорят они, а изобретателем нужно родиться. Профессия — это работа, а какая у изобретателя работа? Подошел, посмотрел, осенила идея... Что им ответить?

— Что ТРИЗ сделала изобретательство профессией, что на изобретателя можно выучиться как на врача!

— Правильно, только для этого нужно сначала объяснить им, что такое ТРИЗ, а это не всегда просто. Трудно заставить человека выслушать рассказ о том, чего, по его мнению, быть не может! Тогда я поступаю иначе и говорю; моя специальность — функционально-стоимостный анализ — ФСА.

— А что это такое?

— Удивительно, как мало людей знает о ФСА. А ведь появился он давно...

Во время Великой Отечественной войны советские люди прилагали огромные усилия, чтобы наша военная техника стала надежнее, дешевле, проще в производстве и эксплуатации. Чудом можно назвать то, что произошло с главным оружием солдата — пистолетом-пулеметом, всего за четыре года. В 1940 году Красная Армия получила новое вооружение — пистолет-пулемет Дегтярева. Это было очень хорошее оружие, его изготавливали за 24 часа. Но уже через год ему на смену пришел пистолет-пулемет Шпагина — знаменитый ППШ. Для его изготовления было достаточно 7 часов. А в 1943 году появился пистолет-пулемет Судаева, который, изготавливался всего за 2,7 часа, был легче на 2,2 килограмма, чем ППШ. И это при лучших боевых качествах! Лучшие в мире танки и пушки, безотказные, и неприхотливые пулеметы, полевые кухни, оружие, боеприпасы и снаряжение — все, что выпускалось для фронта во время войны, было улучшено, сделано надежнее и дешевле довоенной продукции. Тогда и родилась идея, ставшая впоследствии основой ФСА — уверенность в том, что в любом изделии, технологии, всюду есть лишние затраты, запасы, которые «не работают». Нужно эти резервы искать, выявлять и применять с пользой.

Но как искать резервы? Сначала никаких специальных методов не было. Просто собиралась группа опытных инженеров, которые критически анализировали изделие и искали более эффективные решения. Иногда получалось, иногда нет. Нужна была методика выявления резервов. Первым методом стал функциональный анализ, давший название ФСА. Потом специалисты по ФСА освоили и другие методы, направленные на борьбу с шаблонным мышлением, психологической инерцией, но главным инструментом в ФСА сегодня является...

— ТРИЗ! Конечно, ТРИЗ! Ведь зная ее, можно усовершенствовать что угодно! — подхватывают ребята. Но, к общему удивлению, Преподаватель с этим не согласился.

— И так, и не так,— ответил он.— Вы ведь знаете, что для совершенствования объектов нужно не только умение изобретать, но и отлично знать ту машину, которую хочешь улучшить. Но подумайте сами, как быть, если сегодня нужно усовершенствовать электрическую машину, завтра — насос, а послезавтра — какой-нибудь технологический процесс на химическом предприятии?

— Наверное, можно прочесть книги, подготовиться.

— Скажешь тоже! Это же долго!

— Можно научить ТРИЗ самих специалистов, пусть они свои машины сами совершенствуют!

— Это тоже долго! Нужно просто вместе с ними работать! Вот это правильно. ФСА невозможен без коллективного творчества. Собирается временная рабочая группа, в которую входят люди, знающие улучшаемый объект с разных сторон: конструкторы, технологи, производственники, наладчики, исследователи, экономисты. Вместе они образуют своеобразный «оркестр». А дирижер в этом оркестре — специалист по ФСА. Он знает ТРИЗ, в его памяти и картотеке хранятся сотни изобретений, он владеет приемами борьбы с психологической инерцией и хорошо разбирается в психологии коллективного творчества.

— Наверное, ФСА нужен только для очень сложных машин? Ведь в простой и так все сразу можно увидеть!

— Несколько лет назад мы проводили анализ одной ужасно сложной машины — обыкновенной домашней мясорубки.

— Вы шутите? Что сложного в мясорубке?— удивились ребята.

— Значит, вы считаете, что мясорубка — простое изделие?

— Конечно! Там, наверное, все давно усовершенствовано!

— Многие так и думали. Ведь мясорубку выпускают уже лет сто. А я был уверен в успехе, и мясорубку выбрал специально, чтобы убедить всех в эффективности ФСА и ТРИЗ. Если уж в таком, всем примелькавшемся изделии новое найдем, то в других — и подавно! Предложения по улучшению мясорубки посыпались, как из рога изобилия. За какой узел ни брались, всюду нас поджидала новая задача. А уж решить ее, зная ТРИЗ, большого труда не составляло.

— А много задач оказалось?

— Порядочно. Более трех десятков.

— А какие? Расскажите!

— О нескольких расскажу.

Задача 68. Много нареканий вызывает винт, крепящий мясорубку к столу. В старых образцах он заканчивается барашком, основная функция которого — облегчить закручивание. Однако выполняется эта функция плохо — маленький барашек трудно завернуть. Те, кто похитрее, просовывает сквозь него нож или ручку ложки, вилки, словом, применяет рычаг. Большой же барашек мешает закрепить мясорубку к столу. Как быть?

— Так эта задача уже решена!— говорит Таня.— У нас в мясорубке сделана откидывающаяся рукоятка.

— Да, такое решение с использованием шарнира известно. Но оно удорожает мясорубку.

— Можно еще сделать зажим, как в тисках, со скользящим рычагом,— напоминает Саша.

— Можно, такие крепления тоже есть, но они ухудшают внешний вид, да и времени на завинчивание такого устройства требуется больше. Какое решение будет самым идеальным?

— Рукоятки вообще нет. Использовать для завинчивания что-то из ресурсов.

— Есть такой ресурс!— вскакивает Маша.— У мясорубки есть еще одна рукоятка, которой мясо проворачивают! Пусть она сначала завернет винт, а потом мясо крутит!

— Верно, таким было и наше предложение. А вот другая задача.

Задача 69. При измельчении мяса выжимается сок, на нож наматывается пленка. Если ослабить давление ножа на мясо, то сок не выжимается, но и мясо не перемалывается. Как быть?

— Нож должен давить на мясо, чтобы резать, и не должен давить, чтобы не выжимать сок.

— А зачем вообще давить? Мы, когда хлеб режем, не давим на него, а двигаем нож туда-сюда.

— Лучше всего режет нож с зубчиками, как у пилы! Совсем не нужно давить, и крошек мало.

— В принципе вы правы. Мы тоже предложили нож мясорубки сделать зубчатым. На такой нож пленка не наматывается, намного легче крутить ручку. Кстати, каждый из вас может с помощью напильника или бруска модернизировать нож в домашней мясорубке — мама будет рада!

— Значит, ваша работа — поиск нового, совершенствование разных машин?

— Нет, есть и другая работа — преподавание, например.

— А в преподавании есть творчество?

— Конечно,— отвечает второй Преподаватель.— Оказалось, что нельзя обучать творчеству нетворчески — ничего не получается. Наше, преподавательское творчество в том, как сделать материал для вас интересным, легко воспринимаемым. Вы же все разные, каждый год нужно по-разному учить. Вот старички могут подтвердить — часто ли мы здесь повторялись по сравнению с тем курсом, который был прочитан им?

— Темы, конечно, повторялись, но не все. А задачи другие, и примеров много новых,— соглашаются старички,— вообще, интересно снова слушать.

— Когда мы ведем занятия со взрослыми, то уже другая методика преподавания. Да и решать приходится практические задачи, поставленные нашими слушателями.

— А где вы занимаетесь со взрослыми?— спрашивает Миша.— Мой папа приезжал в прошлое воскресенье, я ему рассказывал о ТРИЗ, он тоже хочет учиться!

— И моя мама! Только она учительница, можно ей?— это Таня.

— Конечно, всем можно. У нас в Кишиневе школы ТРИЗ работают на многих предприятиях, но центр обучения — постоянно действующий семинар при

Доме техники. Взрослые специалисты занимаются целый рабочий день каждую неделю — больше 200 учебных часов. А заканчивают обучение они выпускной работой, в которой каждый слушатель решает какую-то важную для своего производства проблему.

— А чем вы еще занимаетесь?

— Вы видели выпуски нашей заочной школы РТВ в газете «Молодежь Молдавии?» Многие из вас приехали сюда по нашему приглашению за активное участие в изобретательском конкурсе, который ведется на страницах газеты. И еще мы ведем клуб развития творческого воображения «Мысль» для младших школьников в газете «Юный ленинец», там печатается изобретательская сказка «Петя и Дедал». Да и прямо сейчас, на занятии ваши Преподаватели заняты еще одним делом — собирают материал для книжки о летней школе РТВ в лагере НОУ «Вииторул».

— О нас?!

— Да, о вас, о том, как мы здесь с вами работали и отдыхали.

— Ура-а-а! А мы себя узнаем?

— Может быть, и узнаете, хотя имен ваших мы называть не будем.

— А как вы стали заниматься ТРИЗ? Какой институт закончили?

— Оба Преподавателя окончили Ленинградский политехнический институт, но это случайность, мы не были знакомы в то время. А с ТРИЗ мы познакомились по-разному. Я, например, прочитал книгу Г. С. Альтшуллера «Алгоритм изобретения» в 1969 году, когда вышло ее первое издание, и не заинтересовался. В то время меня вообще интересовала только математика,— говорит первый Преподаватель.— Но через четыре года, когда я работал на крупнейшем Ленинградском электромашиностроительном заводе «Электросила», занимался разработкой уникальных электрических машин со сверхпроводящими обмотками, столкнулся с несколькими изобретательскими задачами, которые не смог решить. Вот тут-то и вспомнилась прочитанная книга, тем более что в магазине появилось ее второе издание. Задачи я решил и увлекся ТРИЗ. А потом мне очень повезло — познакомился с Волюславом Владимировичем Митрофановым, удивительным человеком, бывшим юнгой Северного флота, а сегодня — ведущим специалистом по ТРИЗ. Я — один из многих его учеников. В 1978 году я стал инженером-организатором ФСА, начал заниматься ТРИЗ профессионально. Эту работу я веду и в Кишиневе, куда переехал из Ленинграда несколько лет назад.

— И я узнала про ТРИЗ случайно. Раньше я участвовала в разработке дефектоскопов, потом, закончив Кишиневский общественный институт патентоведения, перешла работать в патентный отдел. В первый же день мой новый начальник направил меня на семинар по изобретательству, который проводил в Кишиневе Генрих Саулович Альтшуллер. А когда, после окончания семинара, вернулась на работу, все было решено без меня — по распоряжению руководства я начала вести обучение ТРИЗ сотрудников нашего института.

— Это, наверное, очень трудно — сразу преподавать?— интересуется Дима.

— Конечно! К первым четырехчасовым занятиям приходилось готовиться по 15—20 часов — все свободное время. Но за этот год я освоила ТРИЗ, стала преподавателем. И несколько лет назад перешла работать во Дворец пионеров руководителем секции РТВ.

— Значит, нет такого института, в котором можно было бы выучиться на специалиста по ТРИЗ?

— Пока нет, это профессия будущего. ТРИЗ сегодня можно осваивать на наших занятиях, по книгам. Во многих институтах ТРИЗ читают в качестве факультатива. Но, наверное, когда-нибудь ТРИЗ станет обязательным предметом, будут специальные институты. Кстати, у нас в воскресенье конкурсы фантастических проектов — вот и попробуйте разработать проект такого института будущего.

— А можно стать химиком-тризовцем?— спрашивает Женя.— Стоит поступать на химический факультет? Так вот о чем беседовали они с преподавателем химии позавчера! Оказывается, Женя всерьез увлечен химией, но и ТРИЗ глубоко пустил корни в его сознании.

— Конечно, можно. Вообще сегодня, пока институт будущего еще не создан, нужно начать с получения хорошего образования, например химика, инженера. И дополнить его как можно более широким знакомством с другими областями знаний, хотя бы с помощью научно-популярной литературы. И постоянно тренироваться в решении задач, следить за новыми разработками в ТРИЗ, которая быстро развивается. Собственно, главный совет — научиться много и эффективно работать. Как — об этом мы еще поговорим.

— А какие еще задачи вы нашли в мясорубке? Вы об этом расскажете?— интересуется Саша.

— Расскажем. Впрочем, для начала вы можете посмотреть сами. Мясорубка у нас с собой: берите и изучайте.

Вечерние размышления. Главную мысль сегодняшнего занятия высказал в самом начале его Женя: важна не профессия человека, важно быть творческой личностью. Все ли это понимают? Несколько лет назад в одной из центральных газет мы прочитали статью, в которой автор (правда, в порядке дискуссии) прямо ставил вопрос: зачем всех учить творчеству, если есть столько нетворческих профессий? Будет ли счастлив человек, ориентированный на творческую работу, если обстоятельства не дадут ему такой возможности? На наш взгляд, такая постановка вопроса глубоко антидемократична. Получается, что одни — «элита», а другие — «серые исполнители»? Себя никто из занимающих подобную позицию к последней категории не отнесет. Мы ставим вопрос иначе: нетворческие профессии должны исчезнуть! Правда, на одном из заседаний ДКМК мы пообещали приз тому, кто сумеет назвать нетворческую профессию и докажет свою правоту. И никто приза не получил — не нашлось таких профессий.

В то же время в любой, даже самой творческой профессии всегда найдутся люди, чуждые творчеству. Но разве можно на них ориентироваться? Дело не в профессии, а в жизненной позиции. Мы стараемся, чтобы ребята прочувствовали, сделали своим собственным принцип ленинградского ученого-педагога И. П. Иванова, создавшего вместе с единомышленниками знаменитую Фрунзенскую коммуны: «Все творчески,— иначе — зачем?»

Сегодня мы рассказали ребятам о ФСА, с которым уже немало лет связаны и наши собственные судьбы, и вообще обучение ТРИЗ. Те, кто интересуются новой профессией, столкнутся с парадоксом — в некоторых книгах по ФСА нет ни слова о ТРИЗ. Вызвано это тем, что сегодня, по сути дела, есть два направления ФСА, практически между собой не связанные: экономическое, сводящее всю работу к использованию исключительно экономических механизмов и ограничивающееся решением задач не выше первого уровня, и техническое, основанное на применении ТРИЗ. Слабость первого направления очевидна, и все больше специалистов по ФСА становятся сторонниками второго, включающего в сферу ФСА совершенствование продукции на базе решения задач любых уровней, проведения необходимых исследовательских работ и прогноза. Подробно прочитать об этом направлении ФСА и его связи с ТРИЗ можно в книге Г. С. Альтшуллера, Б. Л. Злотина, В. И. Филатова «Профессия — поиск нового».

ДЕНЬ ДВАДЦАТЬ ШЕСТОЙ

ГДЕ ПРЯЧУТСЯ ЗАДАЧИ?

С утра мы застали в классе забавную картину. Перед разобранной мясорубкой сидят трое ребят и спорят. И похоже, что давно.

— Вот вы говорили, что нашли в мясорубке больше тридцати задач. А мы ни одной найти не можем! И вообще, откуда вы берете задачи, когда проводите ФСА? Специалисты приносят?

— Иногда, конечно, специалисты приходят с задачами. Вот только относиться к ним нужно с большой осторожностью. Наиболее часто среди них попадаются задачи, которые мы с коллегами называем «приглашаем в тупичок». Человек, например, долго пытался придумать пневматическое приспособление для зажима деталей в станке. У него не получилось, и тогда он формулирует задачу: сконструировать пневматическое приспособление для..., включает ее в изобретательский темник или приносит ее специалисту по ФСА. А она потому и не решается, что человек заранее связал себя и других условием «пневматическое». А как бы вы поступили, если бы к вам пришли с такой задачей?

— Наверное, сначала нужно выяснить, для чего это приспособление, какую выполняет функцию.

— И сформулировать идеальный конечный результат!

— Можно сформулировать противоречие: приспособление должно быть пневматическим, чтобы... и не должно быть пневматическим... И постараться разрешить его.

— Нужно спрогнозировать развитие станка, проверить действие разных законов. Может быть, задача потому не решается, что пневматическое приспособление не соответствует законам развития?

— И обязательно использовать приемы борьбы с психологической инерцией!

— Вы все правы — нужно использовать различные элементы ТРИЗ для уточнения, переформулировки задачи, поставить ее правильно. Но очень часто бывает, что задачи вообще как будто нет. Перед нами чертежи или готовое изделие, как вот эта мясорубка. Неужели нужно сидеть и смотреть на нее в надежде, что «сама выскочит» какая-нибудь задача?

— Наверное, и здесь можно использовать ТРИЗ?

— Конечно! И в первую очередь — подход с позиций идеальности, понимание, что все можно улучшить. Вот попробуйте снова поработать с мясорубкой.

ребята разобрали детали и уселись небольшими группками. Мы обходим их по очереди.

— Вот шнек. Его функция — подавать мясо к ножу. Судя по тому, что его витки постепенно сближаются, он должен еще и сжимать мясо, вдавливать его в решетку, чтобы нож мог вдавленный кусочек отрезать. Идеальный шнек — шнека нет, а его функция выполняется. Может быть, развернуть мясорубку, чтобы нож был внизу, а мясо просто сверху бросать?— спрашивает Саша.

— Вы не только задачу формулируете, но и решаете. Впрочем, нередко увидеть задачу трудно, а решить — намного проще. То, что вы предлагаете, реализовано в особого типа мясорубках — куттерных, в которых нож свободно подвешен и вращается с большой скоростью.

— У шнека диаметр хвостовика — 22 миллиметра,— говорит Боря, бросая линейку.— Неужели нужен такой толстый?

— Да, диаметр как у оси колеса «Жигуленка». Вряд ли такие усилия развивает домашняя хозяйка. Получается лишний расход материала.

— Всего несколько граммов — стоит ли возиться? Несколько граммов? Точнее — несколько десятков. А теперь умножьте их на несколько миллионов — общее количество выпускаемых в нашей стране мясорубок. Получаются сотни тонн высококачественного металла. В массовом производстве каждый грамм, каждая сэкономленная секунда очень много значит.

— А этот винт крепит рукоятку к шнеку. Может быть, совсем обойтись без него? А чтобы рукоятка не падала, нарезать прямо на шнеке резьбу или выступ сделать. Это будет идеальнее?

— А зачем такая толстая решетка?

— Ее, наверное, очень трудно сверлить?

— Действительно, сверление решетки — всегда проблема на заводах — изготовителях мясорубок. Ведь она из высококачественной износостойкой стали. Если сделать решетку тонкой, тогда можно было бы ее штамповать. Но тонкая решетка не выдержит давления мяса, начнет выгибаться, и нож уже не будет к ней плотно прилегать. Мясорубка перестанет работать.

— Ясно, здесь противоречие: решетка должна быть тонкой, чтобы ее было легко изготавливать, и толстой, чтобы не выгибаться.

— Можно использовать переход к полисистеме — набирать толстую решетку из тонких,— предлагает Игорь.

— Или снабдить гайку, придерживающую решетку, переключателем, которая будет прижимать посередине тонкую решетку и не даст ей отойти от ножа.

— Это хорошие решения! А теперь давайте попробуем определить перспективные задачи, используя законы развития. У нас есть два вещества: мясо и мясорубка. Чего не хватает?

— Поля, конечно. Например, теплового. Пусть мясорубка подогревает мясо — для стерилизации или прямо готовит его!

— А можно использовать электрическое поле! Электрические искры, как при плазмолизе!

— Плазмолиз нужен был для улучшения выжимания сока, разрушения клеток плодов. А зачем разрушать клетки мяса? Впрочем, для каких-то целей может понадобиться мясной сок.

— А магнитное поле? Может быть, омагниченное мясо будет вкуснее?

— Пусть нож и решетка будут магнитными. Тогда они будут притягиваться друг к другу, между ними не будет щели, и мясо будет лучше перемалываться.

— А я предлагаю новый способ измельчения мяса на микроуровне. Мясо нужно замораживать и просто разбивать на мелкие кусочки или перетирать в порошок, оно ведь станет хрупким.

— Нужна динамичная мясорубка с изменяющимся шнеком или решеткой, чтобы можно было получать разное мясо — для пельменей, котлет или просто нарезанное — на гуляш или беф-строганов!

Как сделать такую мясорубку, Таня пока не знает, но это не страшно, главное — поставлена вполне серьезная задача, которую можно решать с помощью ТРИЗ.

— Ну как, нашлись в мясорубке недостатки?

— Нашлись. Только откуда они берутся? Это что — недоработки конструкторов? Они же, наверное, не специально так делают?

— Конечно, ни конструкторы, ни технологи не хотят, чтобы их изделия получились дорогими, трудоемкими, плохими. Так получается. Почему? Причин много. Здесь и недостаточная информация специалистов, порой — пренебрежение к экономическим вопросам, неоправданное завышение требований — почему-то считается, что «маслом каши не испортишь». «Ну пусть будет тяжелее, зато не сломается, ведь не самолет проектируем»,— думают некоторые. Это пережитки старого, изжившего себя отношения к делу. Один из недостатков, снижающий качество проектов,— несогласованность, разобщенность конструкторов, технологов, производственников. И самое главное — психологическая инерция, неумение, а иногда и нежелание искать новые решения, даже страх перед ними, перед трудностями внедрения. Борьба со всем этим, а не только поиск конкретных решений, составляет содержание работы специалиста по ФСА, профессионального изобретателя, поисковика, как мы иногда себя называем.

— А очень трудно было начинать?

— Очень. Я в течение нескольких месяцев тренировался в умении видеть недостатки, задачи. Например, ехал в автобусе или метро — и смотрел, как устроены поручни, нельзя ли их сделать проще, дешевле. Или придумывал, как защитить мягкие кресла, которые часто режут, рвут хулиганы. Садился за стол — пытался смотреть на нож, вилку как на необычные предметы — как их сделать идеальнее, какие у них недостатки. Даже читая книги, пробовал разрешать проблемы героев с помощью ТРИЗ. В общем, наверное, я тогда казался несколько странным. Но зато развил в себе способность видеть в любых объектах задачи для решения.

— А какую самую-самую интересную задачу вам пришлось решать?

— Трудно сказать. За годы занятий ТРИЗ, работы специалистом по ФСА пришлось решить не меньше тысячи задач. Было много интересных, сразу и не вспомнишь, какая была самой-самой. Расскажу о самой «страшной», ее я хорошо запомнил. Это было в 1979 году. С большим трудом я добился разрешения начать обучение ТРИЗ на своем заводе — без этого не стоило даже и думать о широком внедрении ФСА. Были отобраны лучшие, самые творческие работники, ведущие специалисты, заведующие лабораториями, опытные изобретатели. Одного я не учел — «трудно быть пророком в своем отечестве». Многие слушатели знали меня еще выпускником ремесленного училища, потом — начинающим конструктором, большинство их было старше, выше меня по занимаемому на предприятии положению, окладу.

Первую лекцию я тщательно подготовил, отрепетировал. Она должна была познакомить слушателей с историей ФСА, различными методами поиска новых технических решений, с ТРИЗ, РТВ.

Все шло по плану, но после первого часа я был в ужасе — слушатели не верят! Не верят в то, что в принципе можно учиться поиску нового, что я могу их научить. Было страшно даже перерыв объявить — вдруг все разбегутся?! А кто придет на следующее занятие?

И тогда я пошел на рискованный, но, наверное, единственно возможный шаг. Отложил в сторону приготовленные планы, разработки и сказал: «Вы считаете, что не нуждаетесь в обучении творчеству? Вы и так умеете изобретать? Не хотите сидеть за партами, делать домашние задания? Хорошо. Я сам вас вычеркну из списков, если решите пару простеньких задач. Попробуйте!» Задачи действительно были несложными — обыкновенные учебные задачи, которые запросто «щелкают» слушатели после 10-15 занятий. Но решить их без ТРИЗ? Группа с азартом принялась за работу, а я получил передышку — подумать, что делать дальше.

Собственно, все было ясно. Задачи, они, конечно, не решат, но тут же последует предложение: «Реши-ка пару задачек сам!» Придется расплачиваться. Хорошо, что в портфеле есть таблица приемов разрешения противоречий, список стандартов на решение изобретательских задач, указатель физических эффектов, текст АРИЗ.

Жалобы на то, что эти задачи вообще не имеют решений, начались минут через двадцать. Нетерпеливые потянулись в коридор, покурить. Через час сдались самые упорные. Пришлось показать решения на доске. Кто-то даже застонал — как просто! Но теперь настала моя очередь отдуваться. Атака началась неорганизованно. Одна задача, другая... Первые три легко решились простейшими приемами разрешения противоречий. И никого это не убедило: подобные задачи (первый — второй уровень) легко мог решить каждый из сидевших в классе. Группе потребовался тайм-аут. Перерыв! Из аудитории вышел только

преподаватель. Остались даже самые заядлые курильщики, чтобы подобрать задачу позаковыристей. Потом, я узнал, как это происходило. Один ставил задачу, остальные сообща пытались ее решить. Если это удавалось, задачу отметали как недостойную. На мою долю досталась самая «неподдающаяся».

После перерыва все было готово к «эxecуции». Слушатели чинно сидели за столами, у чистой доски лежал новенький кусок мела. — Вот есть задачка, ее полсотни лет не могли решить. Только она не из нашей отрасли, не по электрическим машинам. Ничего?

«Хозяин» задачи нескрываемо радовался. Как ни странно, я тоже. Сам того не желая, он многое мне «выдал». Не из нашей области — отлично! Значит, должно быть простое, логичное решение, доступное неспециалистам. Много лет не могли решить — значит, не нужно перебирать банальные, «инерционные» идеи.

Решение, скорее всего, неожиданное, близкое к идеальному — значит, нужно уверенно ориентироваться на ИКР. И самое главное — задача имеет решение! Зная так много, я просто обязан найти ответ! Вот условия в том виде, как они были даны в аудитории.

Задача 70. Для определения гидродинамического сопротивления корабля при его проектировании производят испытания моделей в опытовом бассейне — длинном узком канале, вдоль которого катится с заданной скоростью тележка и тянет за собой модель. Сопротивление модели измеряется с помощью динамометра, по показаниям которого можно рассчитать сопротивление будущего корабля. Но возникла задача более сложная — определить также циркуляционное сопротивление, которое возникает при повороте корабля и определяет радиус его разворота. Это очень важная характеристика, но найти ее, поворачивая модель, невозможно — нарушаются критерии подобия, и по сопротивлению модели не удастся определить данные для корабля. А без знания этой характеристики можно построить корабль, который не сумеет войти в порт, идти в строю с другими кораблями. Как все-таки определить циркуляционное сопротивление корабля в опытовом бассейне?

«Хозяин» задачи еще долго рассказывал совершенно не нужные для решения вещи: об устройстве бассейна, тележки и динамометра, о способах изготовления моделей, о режимах буксировки... Но я уже не слушал и мысленно прикидывал путь решения. Ответ не проглядывался. Что ж, придется идти по АРИЗ. Мини-задача сформулировалась без труда. В переводе на современный АРИЗ она выглядит так: техническая система для определения «вертячего» сопротивления корабля включает бассейн, модель, тележку, прибор. ТП-1: если модель большая (как настоящий корабль), то можно получить «вертячее» сопротивление, но модель не влезет в бассейн. ТП-2: если модель маленькая, то

она влезет в бассейн, но «вертячее» сопротивление не получить. Необходимо при минимальных изменениях в системе получить «вертячее» сопротивление.

Слово «вертячее» мне понравилось куда больше ученого термина «циркуляционное». Правда, моя несерьезность вызвала возмущение заведателя. Но я не стал обращать на это внимания и пошел дальше.

Выбрал в качестве инструмента воду, изделия — модель, остальное отбросил. Группа возмущенно гудит. Почему отброшена тележка, почему не учитываю бассейн? Что значит «при минимальных изменениях?» Нельзя получить результат, ничего не меняя, так не бывает!

Все в порядке вещей. У каждого есть своя «задумка», а я решительно отсекаю их пути. Им кажется, что путей должно быть как можно больше, вдруг где-то и повезет. Сказывается привычка к методу проб и ошибок, перебору вариантов. Им-то невдомек, что именно из-за этого и не смогли они решить задачу! Ничего, пройдет десяток занятий, сами научатся беспощадно «препарировать» задачу: убирать все, кроме самого главного. Но дальше дело застопорилось. Пожалуй, нужно вернуться назад, где-то в анализе ошибка. (Сегодня, работая по АРИЗ-85В, я бы такой ошибки не допустил!) Ну конечно, как я сразу не понял! Модель — не изделие, она — тоже инструмент, который вместе с водой создает сопротивление. А изделие — это прибор, динамометр, который под влиянием этого сопротивления изменяется и тем самым его измеряет! Итак, у нас сдвоенный инструмент — вода и модель и изделие — прибор. Дальше пошло без трудностей. ИКР: икс-элемент, абсолютно не усложняя систему и не вызывая вредных явлений, обеспечивает появление «вертячего» сопротивления при прямолинейном движении модели.

Решая задачу, я все время поглядывал на аудиторию и на заведателя. Кто-то «болел» за меня, кто-то, кажется, злорадствовал. Пока все рассуждения казались им малоубедительными, легковесными — ни строгой терминологии, ни одного математического символа — разве это похоже на решение серьезной задачи? А «хозяин» задачи воспринимал все происходящее как поединок «кто-кого». Вот он забеспокоился — это хороший признак. Начал излагать какие-то ненужные дополнения, явно уводящие в сторону, рассказывать о механизме буксировки. Не отвлекаться! А за затяжку времени — спасибо. Я как раз успел сформулировать физическое противоречие: «Модель должна быть подобна кораблю, чтобы результаты можно было пересчитать для большого корабля, и не должна быть подобной, чтобы определить при прямолинейной буксировке «вертячее» сопротивление».

Теперь осталось немного — разрешить противоречие. Но как? Простейшие преобразования в пространстве, во времени как будто не подходят. Системный переход? Вся система в целом подобна, а какие-то ее части не подобны. Может быть, модель должна быть динамичной, с изменяющимся контуром? То кривая, то прямая. А зачем, собственно, изменяемый контур? Чтобы было подобие? Может,

нужна какая-то хитрая геометрия? А не может ли модель быть не подобной при буксировке, но подобна при пересчете? Ведь существуют виды подобия более сложные, чем простое геометрическое. В памяти всплыли конформные отображения — основательно забытая институтская математика. Не очень веря в решение, но, веря в то, что АРИЗ не должен ошибиться, я сказал: «Кривой корабль?» И нарисовал на доске что-то, напоминающее согнутый дугой детский резиновый кораблик. И увидев лицо задачедателя, гораздо увереннее продолжил: «Ну да, кривой корабль, сопротивление которого легко пересчитать на прямой математически!» Оказалось, именно такое решение и было недавно найдено. Интересно, что ликовали даже те слушатели, которые ждали моего поражения. Так все оказалось четко, логично. А как радовался я! Никуда они теперь не денутся, занятия начались хорошо и будут продолжаться. За годы занятий ТРИЗ и ФСА пришлось решить немало задач. По многим были поданы заявки на изобретения, получены авторские свидетельства. Но ни разу я не радовался так, как этому решению, хотя оно уже было известно и заявку на него подать нельзя.

Ребята слушали рассказ сопереживая. После его окончания они немного еще обсуждали ситуацию, а потом вернулись к первоначальной теме разговора:

— Значит, новые задачи везде можно найти?

— Давайте проведем эксперимент, — предложили мы. — Сегодня у нас нет никаких вечерних мероприятий, попробуйте походить по лагерю и поискать задачи. Впрочем, не обязательно лагерь — вспомните школу, дом. За самую интересную задачу — приз!

Вечерние размышления. Ужин сегодня немного задержался, и ребята столпились на веранде. Разбившись на группки, они обсуждали лагерную жизнь.

— Интересно было сегодня про «кривой корабль», правда? — услышали мы. — Вот если бы в школе такие уроки давали, каждый бы отличником стал!

— Ишь чего захотел.

Психологи утверждают: «Традиционные методы передачи знаний иногда приводят к тому, что естественный процесс удовлетворения жажды познания превращается в хроническую травму для учащихся»^{*}. Можно ли преподавать в школе так, чтобы учение было не тяжким трудом, а удовольствием? Не только можно, но и нужно, тем более что такой метод преподавания не требуется изобретать — он давно известен в психологии как суггестопедия, или погружение.

Погружение — это значит, что снимаются все формы давления на учащихся, в первую очередь — оценки. Все обучение строится на предельном обострении интереса к предмету, что достигается за счет эмоциональной окраски изучаемого

^{*} * Грановская Р. М. Элементы практической психологии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984.

1984. 223

материала. Именно поэтому мы стараемся давать задачи «с историей»— эмоции активизируют память.

Погружение — система обучения, создающая у человека внутреннее чувство свободы. Она опирается на три принципа: удовольствие и релаксация, расслабление на занятиях, единство сознательного и подсознательного, двусторонняя связь в процессе обучения.

Погружение предусматривает широкое использование наглядной агитации, произведений искусства, музыки, поэзии, связь логических и эмоциональных аргументов. В этих условиях в группе, классе быстро создается подлинный коллектив. Заинтересованность каждого в успехе товарища — могучий стимул. Сегодня известно достаточно много примеров преподавания обычных школьных предметов методом погружения, например, в экспериментальной школе М. П. Щетинина. Этот опыт говорит, что такому обучению поддаются все дети, а овладеть им может каждый учитель. Мы должны уберечь наших детей от школьных травм!

ДЕНЬ ДВАДЦАТЬ СЕДЬМОЙ

КОМУ ПРИНАДЛЕЖИТ ИЗОБРЕТЕНИЕ?

С первыми задачами ребята начали подходить еще вчера. И сегодня каждый торопится высказаться, опасаясь, что его задачу «перехватят». Организуем работу. Сначала задачи из лагерной жизни.

— Как добиться, чтобы все ложились спать сразу после отбоя? Задача актуальная, но все хохочут, потому что ее поставил Боря — самый злостный нарушитель.

— Как совместить дежурство в столовой с занятиями? Или как быстро начистить картошку на весь лагерь? Наверное, можно использовать физический эффект с...

— Нет, сейчас предлагать решения не нужно! Мы только формулируем задачи, решать будем потом — те, которые стоит.

— У нас на озере нет вышки. Как сделать, чтобы можно было прыгать в воду хотя бы с одного-двух метров? ..

— Как придумать оригинальный и легко изготавливаемый костюм для карнавала? Может быть, законы развития техники помогут?

— Лучше придумаем новую спортивную игру! Предложения следуют одно за другим. Особенно много задач по спорту и уборке овощей, фруктов. Ребята удивлены: оказывается, вокруг действительно полно задач на любой вкус. Первое место за лучшую задачу присудили Алеше. Он нацелился на главное зло летней школы — всюду летающих ос. И предложил два решения. Во-первых, отпугивать ос, построив веполь — введя второе вещество и поле (ультразвуком!). А второе — если уж оса укусила, то уменьшить вред от укуса. Для этого нужно сделать маленький насосик, вроде шприца, который накладывают на место укуса, и он отсасывает яд. Алеша молодец — придумал самостоятельно устройство, недавно изобретенное во Франции, правда, против ядовитых змей, а не ос.

Второе место заняла идея Тани о создании новых видов синтеза спорта и искусства по типу художественной гимнастики. Как будет выглядеть «футболобалет» или «боксомузыка»? Или, например, «стрелковая живопись»?

А на третьем месте — Дима. Всем понравилась задача — как переписывать магнитофонные записи на одном магнитофоне? Ребята-радиолюбители тут же начали прикидывать, как сделать подходящую приставку. Получается не очень сложно, странно, что до этого раньше не додумались, все бегали друг к другу за магнитофонами.

— Ну, теперь поизобретаем! — радуются ребята. — А можно получить на то, что мы придумаем, авторское свидетельство? Или патент?

Такие вопросы уже возникали на занятиях, но мы все откладывали разговор о патентной грамоте. Настало время немного познакомить с ней ребят.

— Кто хозяин изобретения? Изобретатель... Или государство?

— С древних времен пытались придумать формы охраны прав изобретателя. Ведь изобретатель затратил на создание изобретения время, силы, средства. Было бы справедливо, чтобы он за это получил какую-то компенсацию. Например, в древнегреческой колонии Сибарис повар, изготовивший новое оригинальное и популярное блюдо, получал исключительное право на его изготовление и продажу в течение года. А в привилегии, выданной М. В. Ломоносову на изготовление цветного стекла для мозаики, прямо указывалось: «...дабы он, Ломоносов, якобы первый в России тех вещей сыскатель, за понесенный им труд удовольствие иметь мог...»

— А разве изобретатели без этой компенсации не изобретали бы?

— Наверное, изобретали бы. Но человеческое общество стремится стимулировать необходимую для него деятельность. Изобретателю выдавался охранный документ: привилегия, монополия или патент.

— И еще авторское свидетельство!

— Верно. Патент дает его обладателю исключительное право распоряжаться своим изобретением. Но в капиталистических странах изобретатель, несмотря на патентное законодательство, практически беззащитен перед крупными фирмами. Кто из вас читал книгу «Брат мой, враг мой» американского писателя Митчела Уилсона? Там очень ярко описана незавидная судьба талантливых изобретателей.

В. И. Ленин, закладывая основы советского государства, позаботился и об изобретателях. Он подписал в 1919 году декрет «Положение об изобретениях», который установил новые, социалистические принципы охраны прав изобретателей. Все технические решения, созданные в нашей стране и признанные изобретениями, объявлялись достоянием республики. За автором изобретения устанавливалось право его авторства, что удостоверялось выдачей ему особого документа — авторского свидетельства. Кроме того, изобретатель имел право на вознаграждение. Но прежде, чем получить охранный документ, нужно, чтобы ваше предложение было признано изобретением. Такое решение в нашей стране принимает Всесоюзный государственный научно-исследовательский институт патентной экспертизы (ВНИИГПЭ), работающий при Государственном комитете СССР по делам изобретений и открытий. Составленная по определенным правилам заявка на изобретение попадает к экспертам ВНИИГПЭ, которые проверяют, соответствует ли представленное решение критериям изобретения, установленным в нашей стране.

— А какие это критерии?

— Во-первых, решение должно быть техническим. Например, у экскаватора самое слабое место ковш, на твердом грунте дно его быстро истирается. Эта проблема может быть решена несколькими путями. Например, можно обеспечить машину достаточным количеством запасных сменных ковшей. Но это решение

организационное, и оно не может быть признано изобретением. Не признаются изобретениями методы планировки, расчета, воспитания детей и т. д.

Во-вторых, решение должно быть новым. Например, в случае с экскаватором можно найти и применить для ковшей более износостойкий материал. Такое решение будет техническим и новым, так как раньше этот материал не применялся для изготовления ковшей. Но это решение тоже не признают изобретением, так как оно не удовлетворяет следующему критерию — не обладает существенными отличиями.

Это очень важный и непростой критерий. Во всех странах патентные законы, несмотря на различия, сходятся в одном: изобретение — это результат творческого труда. Но как это проверить? Ведь к экспертам поступает описание результата, а как он был получен, неизвестно.

— А почему не прикладывать к заявке описание, как изобретатель придумал это решение?

— Дело в том, что изобретатель, работающий методом проб и ошибок, как правило, и сам не знает, как ему удалось придумать то или другое решение. И, конечно, даже если он это и описал, нет никакой возможности проверить правдивость его описаний. Остается одно — оценивать творческий характер труда по самому решению. Вот и появляются критерии, позволяющие как-то это делать. Поэтому процесс экспертизы очень сложен и напоминает судебное разбирательство.

В США, например, критерий — неочевидность решения среднему специалисту. Он довольно расплывчатый, поэтому в практике выработаны облегчающие работу правила. Вот некоторые из них: добавление в объект подобного или известного элемента — не изобретение; добавление в объект элемента, обеспечивающего объекту новые положительные свойства, — изобретение;

применение известного объекта по другому назначению — не изобретение; новое использование объекта, не аналогичное известному в технике использованию, дающее новый эффект, — изобретение. Хотя правил более двадцати, все равно возникают споры. И тогда прибегают к последнему средству. Нескольким специалистам, считающимся средними, рассылается условие задачи, решенной заявителем, и предлагается самим решить известными им путями. Если они решают так же, заявка отклоняется. Как видите, критерий «существенные отличия», принятый в советском изобретательском праве, и «неочевидности» — обладают общим недостатком — неопределенностью. Из-за нее годами идет переписка между ВНИИГПЭ и изобретателями, отстаивающими свою точку зрения, случаются ошибки экспертизы, дорого стоящие нашему обществу.

— Но ведь есть гораздо более объективный критерий творческого решения, нового результата — преодоленное противоречие!

— Да, противоречие — хороший критерий, но, к сожалению, пока не принятый ВНИИГПЭ на вооружение. И приходится пользоваться несовершенным критерием. Вернемся к нашей задаче с экскаватором. Изобретатель предложил наварить на дно ковша ребра, задерживающие часть грунта, мелкие камешки, которые и будут защищать днище от износа.

— Он разрушил вредный веполь! Ввел модификацию грунта!

— Да, конечно, это изобретательское решение. Оно разрешило противоречие: «Можно изготовить ковш из более износостойкого материала, но на его изготовление потребуется много времени, или он будет дороже стоить...»

Последний критерий — наличие в результате решения положительного эффекта.

Объектом изобретения могут быть различные технические системы: устройства (инструмент, приспособление, машина), способы (различные технологические процессы, методы измерений и испытаний, наладки, лечение болезней и их диагностика и др.), вещества (материалы и сплавы, лечебные и косметические препараты, ядохимикаты, взрывчатка...). Кроме того, изобретением могут быть признаны штаммы микроорганизмов (закваски, дрожжи и т. д.), а также применение уже известного объекта по новому, неожиданному назначению. Например, мастика для полов оказывается хорошим средством против тараканов, ее новое назначение — дезинсекция.

Чтобы подать заявку на изобретение, ее нужно правильно оформить, с соблюдением требований, изложенных в специальных инструкциях. Сегодня это под силу либо профессиональным патентоведом, либо тем, кто прошли обучение на курсах или в общественных институтах патентования. Но прежде чем обратиться к патентоведу, необходимо сначала самому убедиться, что в нашем решении есть зерно изобретения. Для этого нужно сравнить его с известными решениями, то есть провести поиск по патентной и технической литературе. Описания изобретений хранятся в патентных библиотеках. Самая главная библиотека в нашей стране — Всесоюзная патентно-техническая библиотека в Москве, куда попадают изобретения со всех концов мира. Патентная библиотека есть и у нас в Кишиневе. Найденное решение сравнивают не с любыми известными изобретениями, а с имеющими определенное сходство по принципу действия, решающими сходную задачу. Такие изобретения называют аналогами. Найти изобретения-аналоги среди более чем 20 миллионов помогает система классификации, согласно которой все изобретения распределяются по разделам, обозначаемым большими латинскими буквами, например; А — удовлетворение жизненных потребностей человека (сюда входят медицина, сельское хозяйство, легкая промышленность) или G — техническая физика. Разделы разбиты на классы, те — на подклассы, группы, подгруппы. Таким образом, каждое изобретение попадает в свою рубрику. Определив по классификатору рубрики, в которых могут находиться интересующие нас решения, нужно теперь обратиться

к источникам патентной информации. Их много. Во-первых, это официальный бюллетень СССР «Открытия и изобретения». В нем печатаются формулы изобретений — краткие словесные формулировки сути изобретения, составленные по строгим правилам. Кроме того, можно ознакомиться и с полными описаниями к изобретениям, хранящимися по отдельным рубрикам в специальных папках-кассетах. Реферативный сборник «Изобретения стран мира» (раньше он назывался «Изобретения в СССР и за рубежом») позволит вам познакомиться с иностранными изобретениями по переведенным на русский язык кратким описаниям (рефератам).

Свое решение нужно сопоставить с самым близким из аналогов (его называют прототипом). И если в вашем решении есть отличительные признаки, обеспечивающие получение нового результата, можно обращаться к патентоведу. Школьники, учащиеся ПТУ могут обратиться в организацию под названием Всесоюзное общество изобретателей и рационализаторов, где вам обязательно помогут оформить заявку.

Кроме изобретений, в нашей стране охраняются открытия, рационализаторские предложения и некоторые другие объекты. Открытием признается новое знание, которое вносит коренное изменение в научное представление об окружающем мире. Автору открытия выдается диплом, удостоверяющий его авторство. Рационализаторским предложением называется новое и полезное техническое усовершенствование. В отличие от изобретения новизна для рационализаторского предложения требуется не мировая, а только для данного предприятия.

За открытие, изобретение, рационализаторское предложение полагается вознаграждение. Сейчас подготавливается новый закон об изобретательстве, который будет лучше защищать права изобретателей в нашей стране. Быть изобретателем, новатором — очень почетно. Тем более школьнику.

— А ребята, изучившие ТРИЗ, получают авторские свидетельства?

— Конечно! Но для того, чтобы решить актуальную для нашего народного хозяйства задачу, нужно ее найти. Теперь вы знаете как. Это может быть проблема, которую решают на производстве ваши родители или в вашем УПК. Решаем практические задачи мы и в нашей школе РТВ при НОУ «Вииторул».

Вечерние размышления. Мы рассказали ребятам о патентоведении очень кратко не потому, что тема не важна. Просто для приобретения патентных знаний требуется специальный курс, например обучение в Кишиневском общественном институте патентоведения при Молдавском республиканском совете Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов. В программе второго года обучения в школе РТВ примерно 100 учебных часов отведены на практические занятия в патентной библиотеке. Ребята знакомятся с системой классификации изобретений, учатся проводить поиск патентной информации, составлять заявки на изобретения. Все это им, несомненно, пригодится в жизни.

Много проблем возникает у нас с практическими задачами. И не с решением, а с поиском. Где ребятам найти такие задачи? Казалось бы, приведем их на завод, пусть они посмотрят производство и решают задачи. Им польза, да и предприятию тоже — ведь головы у них светлые! Но это известно только нам. На предприятиях к ним относятся скептически: «Что? Дети решат наши проблемы? Смешно».

Только те взрослые, кто у нас учился, знают, что такое ТРИЗ, относятся к нашим ребятам по-иному. Они с удовольствием принимают юных помощников. Да еще, пожалуй, их родители. Через своих детей они постепенно знакомятся с нашим делом, приходят на занятия.

Здесь, в лагере, мы сообразили, что есть еще один путь находить задачи для ребят: купить в магазине какую-то игрушку или товар народного потребления, выпускаемый местным предприятием, рассмотреть на занятии, найти и решить задачи по улучшению и послать официально на завод заявление на рационализаторское предложение — его обязаны рассмотреть и ответить. Обязательно попробуем такой прием в новом учебном году.

ВЫХОДНОЙ

СМЕХ — ДЕЛО СЕРЬЕЗНОЕ!

Последнее воскресенье в летней школе. Сегодня ожидается множество событий. К празднику готовятся все отряды, а общее руководство поручено секциям искусствоведения и РТВ,

— Почему смешное смешно?— с этим вопросом подошла к нам вчера после обеда Таня. И «час молчания» превратился в беседу о природе юмора, сатиры.

В самом деле, почему? Лет десять назад пришел на занятия по ТРИЗ интересный человек. Он работал инженером, а вечерами рисовал карикатуры. Хорошо рисовал — получил несколько наград международных конкурсов карикатуристов. Но он хотел делать это еще лучше и рассчитывал на помощь ТРИЗ. Вы помните, с чего начиналась ТРИЗ?

— С изучения патентного фонда изобретений!

— Вот и этот инженер начал подобную работу. Фонд карикатур у него был, он много лет собирал их. И сделал очень важный ход: разделил карикатуры по уровням.

— Как в ТРИЗ — уровни изобретений!

— Да. Правда, вначале он сгруппировал карикатуры по принципу: нравится, не нравится, так себе. Отбросил, как и в ТРИЗ, первый уровень — самые примитивные, неостроумные. В процессе раскладки выявился простой принцип: уровень карикатуры зависит от наличия и степени обостренности противоречия. Вот, например, карикатура из «Крокодила»: вороватого вида толстяк тащит к проходной набитый какими-то деталями портфель, а во дворе стоят полуразломанные автомашины. Противоречия нет, все очевидно и скучно, неостроумно. Это — первый уровень. А вот похожий сюжет, но чуть лучше: полуразвалившееся одноэтажное здание правления колхоза, а напротив него — роскошный двухэтажный особняк его председателя. Здесь есть элементы противоречия, хотя и не требующие глубокого осмысления. Это второй уровень. Чем больше человек должен сам понять, домыслить, то есть принять участие в сотворчестве, тем выше уровень карикатуры. Здесь как в изобретении — самый высокий уровень у карикатур, в которых спрятано острое противоречие, где для понимания нужны ресурсы: ум, знания зрителя. Вот еще рисунок: стоят друг против друга и отчаянно спорят, указывая на лежащую между ними цифру, два человека. Под рисунком нет никаких подписей, но причина спора очевидна: со стороны одного цифра выглядит как 6, а со стороны другого — как 9.

— А можно привести пример карикатуры самого высокого уровня?

— Представьте себе пульт запуска ракет. На горизонте виден частокол — сигары с буквой Н — водородные. На стене перед пультом — карта целей, отмечены крестиками столицы европейских государств. Офицер в форме

американской армии размахивается, чтобы убить муху, А муха сидит на кнопке «Пуск»! В небольшой карикатуре — и опасение за судьбу мира, которая может попасть в безответственные руки, и острое противоречие — такое мелкое действие, а последствия его страшны. Когда выяснилось, что уровень карикатуры зависит от противоречия, оказалось возможным найти и приемы создания хороших карикатур, вышло что-то вроде «стандартов на решение карикатурных задач».

— Наверное, теперь этот человек — знаменитый карикатурист? Как его фамилия?— заинтересовались ребята.

— Это Владимир Михайлович Герасимов. А знаменитым художником он не стал. Карикатура была для него развлечением, областью, где он мог проявить творческие задатки. А после создания методики стало скучно этим заниматься.

— Получается, что ТРИЗ вредна! Он лишил человека радости творчества.

— Ничего подобного! Кто познакомился с ТРИЗ, тому возможность творчества обеспечена на всю жизнь. Владимир Михайлович нашел для себя новую область приложения творческих сил. Он руководит службой ФСА большого завода, опытный преподаватель и разработчик ТРИЗ. А художественные способности пригодились — он автор множества прекрасных плакатов по ТРИЗ, кстати, там есть и карикатуры.

— А почему смешна фраза «Жизнь бьет ключом — и все по голове»? Здесь тоже противоречие?

— Давайте разберемся. В каждом языке есть омонимы. Это слово произошло от двух греческих: «одинаковое» и «имя». Омонимами называют слова, которые пишут и произносят одинаково, а смысл у них разный. Смешная ситуация создается тем, что одна часть фразы, содержащая омоним, соответствует одному значению слова, а другая — другому. Лучше всего, если эти значения внешне несовместимы, противоположны, а внутренне связаны — получается единство и борьба противоположностей.

— Понятно!

— Жизнь бьет ключом — значит, много интересных событий. Ключ — это родник. А по голове может бить совсем другой ключ — например, гаечный. Вот и получается в сочетании, что событий много, да не очень они приятные.

— Что-то после того, как мы эту фразу разобрали, стало несмешно.

— Да, весь смысл смешного, как уже говорилось, в недоговоренности. Но понимание секрета юмора не мешает наслаждаться остроумной фразой. Кто еще помнит смешные выражения?

— На уроке литературы учительница говорит: «Онегин — образ собирательный, сегодня мы его разберем!»

— А я анекдот вспомнил. Про дракончика-бюрократа.

— Расскажи!— просят ребята.

— На перекрестке дорог стоит дракончик с блокнотом. Поймал кого-то большого, мохнатого.— Имя?— Медведь,— отвечает тот.— Записываю,— говорит дракончик.— Придешь завтра утром, я тебя съем. Понял?— Понял.— Вопросы есть?— Нет.— До завтра!

Поймал еще одного.— Имя?— Волк.— Дракончик записал.— Придешь завтра с семьей, я вас съем на обед. Понял?— Понял.— Вопросы есть?— Нет...— До завтра! Еще один бежит, маленький,— Имя?— Заяц...— Какой же ты мелкий,— сомневается дракончик.— Ну да ладно, придешь с семьей и всеми родственниками, я вас на ужин съем! Понял?— Понял...— Вопросы есть?— Есть...— Задавай!— А можно не приходиться?— Можно! Зайца вычеркиваем... Общий хохот. Действительно, очень смешно. А почему?

— Да уж очень неожиданно — оказывается, никакого препятствия нет, а никто не догадывается об этом!

— Это ведь про психологическую инерцию!

— Правильно. При решении изобретательских задач нередко мешает уверенность в том, что каким-то путем идти нельзя, а оказывается, можно,— говорит Преподаватель.— У меня тоже был такой случай. Мой родственник, музыкант, играющий на альте, как-то рассказал, что эти инструменты делают меньших размеров, чем необходимо по расчету для наилучшего звучания. На альте расчетной величины мог бы играть только очень длиннорукий человек. Ведь альт, как и скрипку, прижимают декой к щеке, вот и не дотянуться до грифа. А как бы хотелось играть на настоящем инструменте! Стали мы решать задачу: как играть на большом альте при нормальном росте. И вышли на решение — развернуть его грифом к себе. А как быть с декой, во что ее упереть? Сначала придумали ее положить на плечо соседу, потом — сделать специальную подпорку. На этом бросили заниматься задачей, решив, что все это бред. И в этот момент я случайно взглянул на стоящую в углу виолончель. Он проследил за моим взглядом, и мы оба начали хохотать — ведь именно так, упирая инструмент в пол, играют на виолончели, контрабасе! А мы подумали, что это чепуха, бессмыслица. Нужно всегда помнить про дракончика!

— А еще какие-то приемы придумывания смешного есть?

— Есть, конечно. Их не меньше, чем в изобретательстве. Мы не занимались этим вопросом профессионально. А было бы интересно изучить приемы лучших сатириков И. Ильфа и Е. Петрова, Михаила Жванецкого, Григория Горина, Джерома К. Джерома, Марка Твена, Михаила Зощенко... Может быть, кто-нибудь из вас этим займется?

Так закончилась вчерашняя импровизированная беседа. А сегодня уже не до разговоров.

Все собрались на эстраде. Шум, смех, возбуждение... Сегодня не будет зрителей, участвуют все! Кто первый? Фантастическую гипотезу предлагают историки. ...В древние времена у разных народов пользовались

неприкосновенностью сумасшедшие. Даже Иван Грозный, от страшных прихотей которого обезлюдела Русь, не решался тронуть юродивого, бросавшего ему перед всем народом ужасные, но справедливые обвинения. Почему?

Есть версия: древние считали, что устами сумасшедшего говорят боги. Но почему они так считали? Вот как это объясняют наши историки.

Условия первобытной жизни создавали гигантскую психологическую инерцию. Племя много поколений жило в одних и тех же пещерах, охотилось в тех же лесах или кочевало известными еще со времен далеких предков путями. Но иногда происходило что-то непредвиденное, ужасное. Изменялось русло реки, и затоплялись пещеры, выжигал лес пожар, сгоняли с обжитых мест враги, менялся климат... Нужно было принимать неожиданные решения, чтобы выжить в новых условиях. А как это сделать, если мешают традиции, веками накопленный груз психологической инерции? Единственными людьми, способными генерировать нестандартные идеи, были ненормальные. Они могли подсказать выход, даже не осознавая этого. И тысячелетиями в сознании закреплялась мысль, что нельзя обижать сумасшедшего. Потому что, может быть, придет день, когда одно его слово спасет племя! Есть подтверждение этой гипотезы. По мере того как сложнее становилась жизнь человека, природных сумасшедших стало не хватать. И тогда все народы с удивительным единодушием стали их создавать искусственно. Пошли в дело наркотики, ядовитые галлюциногенные пары, возбуждающие средства, приводящие шаманов, оракулов, колдунов в исступление, временное помешательство..,

Любопытная гипотеза. Но, кажется, не все с ней согласны. — Интересно, сегодня наша жизнь еще сложнее, чем вчера. Значит, нам нужно как можно больше сумасшедших? А завтра что же, мы все такими станем?

— А мы такие и есть,— невозмутимо отвечают историки.— Ведь с точки зрения древнего человека гораздо нормальнее верить в существование бога, чем в то, что Вселенная произошла от Большого взрыва два десятка миллиардов лет назад! Разве нормально просиживать все вечера перед каким-то говорящим ящиком или исписывать тонны бумаги, пытаясь воссоздать картину происхождения мира? Впрочем, наша беда скорее в обратном — мы недостаточно сумасшедшие, с трудом воспринимаем новое, плохо приспособляемся к изменяющимся условиям. Нам не хватает безумных идей, гипотез. История повторяется, Только путь теперь должен быть иным. Каким? — Да это же очевидно!— смеются ребята.— Нужно всем изучать ТРИЗ!

...Тайна! Тайна! На сцене появляются ребята из секции РТВ. Объявляется прием в Высшую Академию Тайн!

...Жил Человек, у костров грелся, камни обрабатывал — все было просто и понятно. Пока не оглянулся по сторонам. И увидел, что его окружают Тайны: малые, большие, забавные, опасные... Не может с этим примириться Человек — ищет объяснения. Самое простое — боги, духи, черти. Но такие объяснения

Человека не удовлетворяли. Прогнал шарлатанов: колдунов, жрецов, священников. Теперь ученые Тайны объясняют.

Нелегкая работа. Опыт нужен, талант, интуиция. А Тайн все больше становится: одну разгадаешь — десять новых перед тобой. Где же столько разгадчиков найти? Нужна наука. О Тайнах, как их разгадывать, новое искать. И родилась такая наука, соединившая в себе опыт и зоркость ученых, логику сыщиков, размышления философов, фантазию поэтов. При рождении ей дали имя ТРИЗ — теория решения изобретательских задач. А когда выросла — стала Главной Наукой Тайн. Уроки Тайн — самые интересные в детском саду, школе, в институте. Их ведут Тайные Советники — руководители и организаторы творчества. Они обязательно присутствуют в любом коллективе: в исследовательской лаборатории, экипаже звездолета или подземхода, спортивной команде и конструкторском бюро, в театре и на заводе детских игрушек.

Непросто стать Тайным Советником. Нужно победить в конкурсе и попасть в Школу Тайн. Только лучшие из окончивших эту Школу и доказавшие на практике свою высокую квалификацию могут поступить в Высшую Академию Тайн. Учиться в этой Академии нелегко. Обширны программы, суровы требования. Основы всех существующих наук. История науки, техники, искусства. История человечества. История ошибок и заблуждений. Теоретическая и прикладная философия. Всеобщая теория поиска нового. И постоянные тренировки.

Выпускники Академии — в самых опасных экспедициях, наиболее важных учреждениях. И снова жестокий отбор — лучшие из лучших становятся Действительными Тайными Советниками — ДТС. Они работают в Службе Тайн. Все знают их отличительный знак — маленькую мерцающую звездочку. Ежесекундно в эту Службу поступают миллионы бит информации обо всех происшествиях, изобретениях, открытиях — любых изменениях на Земле и во Вселенной. И непрерывно идет обработка этой информации — с помощью умных машин ДТС анализируют, предсказывают возможные последствия этих изменений, и в первую очередь — не угрожают ли они безопасности человечества. Новый метеоритный рой — помешает ли он почтовой связи между Марсом и Сатурном? В заповеднике появился новый вид комаров — не угрожает ли он людям эпидемией? Не вспыхнет ли через тысячу лет в опасной близости от Земли Сверхновая?

Во все концы идут предупреждения, советы, команды — никто не может отказаться от их выполнения. Служба Тайн — залог безопасности человечества на трудном и неизведанном пути в Будущее!

— Кто желает стать ДТС?

Ребята вручают желающим приглашения в секцию РТВ на будущий год. А на сцене исполняется «в лицах» известная песня Владимира Высоцкого про «чудюду». Страшного зверя изображает маленький третъякласник, к голове которого

привязали найденные в лесу огромные бараньи рога, а жеманную царскую дочку — один из самых высоких и крепких мальчиков. Секция искусствоведения предлагает серию гипотез на тему: «Искусство в XXI веке».

... Художники прошли долгий путь — от наскальных рисунков до живописи импрессионистов. Совершенствовались восприятие, техника рисунка, письма, краски, кисти. Но как мало коснулся живописи технический прогресс! Впрочем, некоторые шаги в этом направлении сделаны. Однажды физик Роберт Вуд установил, что яркость самой темной краски отличается от самой светлой приблизительно в 60 раз, в то время как освещенность залитой солнцем стены и темного подъезда — в тысячу раз. Это означает, что картина всегда будет тусклее природного пейзажа. И Вуд предложил для увеличения контрастности сделать с картины слайд, и через этот слайд ее освещать. На яркие участки будет попадать дополнительное освещение, и они станут ярче, а темные участки останутся темными. Получилось здорово! А когда осветили какой-то портрет при небольшом покачивании диапроектора, он казался ожившим, появилась та неуловимая игра света и тени, которая позволяет сразу отличить живое лицо на экране телевизора от фотографии.

Техника понемногу вторгается в живопись. Но можно пойти дальше. Лица на картинах испанского художника Эль Греко несколько вытянуты из-за того, что он страдал редкой формой болезни глаз. Но сегодня при помощи оптики можно как угодно деформировать изображение. Мы предлагаем телевизионно-оптический прибор «Око художника». С его помощью удобнее будет писать и обычные картины. Ведь почти любое полотно нужно смотреть с определенного расстояния. А художник может рисовать только с близкого. Поэтому ему часто приходится отходить и смотреть на картину издалека. Вот и бегают он все время туда-сюда. А «Око» даст возможность «видеть» полотно как бы с любого нужного расстояния.

... С помощью электромузыкальных инструментов можно создавать удивительные звуки, но до сих пор серьезные музыканты с пренебрежением относятся к новой музыке, считая, что ее место на эстраде. А ведь так было во все эпохи! В XIV веке появился орган, который никто тогда не считал великим инструментом, это был суррогат хора в бедных церквях. Должны были появиться новые композиторы и исполнители, чтобы люди поняли, что орган — не замена хора, а самостоятельный инструмент с богатейшими возможностями. Ухудшенным вариантом органа считали и изобретенный в XVII веке рояль. Пока ... И сегодня с электромузыкальными инструментами та же ситуация. Они еще не обрели своих композиторов, не вышли из роли подражателей старым инструментам. А ведь еще в двадцатых годах музыкант и электротехник Л. С. Термен показывал В. И. Ленину свой «Терменвокс» — «голос Термена», который так богато звучал от движения рук музыканта! Новая техника обязательно

открывает новые возможности. Может быть, она сделает еще один шаг и позволит воспроизводить непосредственно ту музыку, которая звучит внутри человека.

...Сегодня роман — законченное произведение. Читатель может его не читать или не дочитывать, но изменить в нем ничего нельзя. Вот если бы читатель мог участвовать вместе с писателем в создании произведения! Насколько сильнее было бы воздействие искусства на человека, вовлечение его в сотворчество! Мы предлагаем синтез книги с компьютером. Пусть будут возможны различные повороты сюжета. Вот мы задумываемся: стоит ли д'Артаньяну скакать за этими подвесками? Нажата клавиша — и события разворачиваются по-иному. А может все-таки пойти на службу к кардиналу Ришелье? И снова другой поворот событий... Наверное, такой «роман» можно было бы перечитывать на протяжении многих лет. Конечно, труд писателя усложнится — ведь нужно будет предусмотреть десятки вариантов развития сюжета, но насколько интереснее получится! Выступление искусствоведов завершает концертный номер. Двое ребят, занимающиеся в самодеятельном театре пластики, изображают наш ДКМК. Выразительные движения позволяют легко узнать участников споров, их привычные жесты. Вот один, нависая над другим в совершенно немислимой позе, «бьет» его знакомыми словами: «ИКР! Физическое противоречие!» Вжался в пол противник, казалось, сраженный последним ударом: «Переход в надсистему!» Победитель торжествует, но вдруг контратака:

«Всеобщая немедленная и полная овощизация!» А в ответ: «Конгломерат постулатов континуума! Дискретное множество убожества!»

Долгие аплодисменты. Неохотно уходят ребята на ужин. Но это не страшно, ведь после ужина — продолжение конкурса и карнавал!

Последний проект представляют Комиссары.

...Всем хочется как можно быстрее стать взрослыми. Но как это устроить? Здесь много проблем. Быть взрослым — значит получить весь объем прав и обязанностей в обществе. В разные времена этот объем был своим. Например, в первобытном обществе взрослого от ребенка отличали не какие-то новые знания, а скорее черты характера: мужество, способность отвечать за свои поступки, отвечать за других. В России еще век назад взрослым считался тот, кто мог выполнять крестьянскую работу, как в стихотворении Н. А. Некрасова «Мужичок-с-ноготок». Подросток, юноша — такого понятия раньше не существовало. Ребенок перестал пачкаться — его одевали во взрослую одежду. На старинных картинках — пятилетние девочки в платьях совершенно взрослого покроя, шестилетние дворяне со шпагами. Подростковый возраст — следствие усложнения жизни, время, отведенное для овладения необходимыми навыками и знаниями.

В принципе статус взрослого человека можно определить двумя факторами: уровнем ответственности, которую несет человек в обществе, и уровнем самообеспечения — способен ли прокормить себя самостоятельно. С развитием

человечества возраст, соответствующий этому уровню, растет, хотя и бывают исключения. Во время войны даже дети, поставленные в суровые обстоятельства, вели себя как взрослые. Известны и обратные случаи, когда человека и в тридцать лет можно назвать взрослым только с очень большой натяжкой. Проблема взрослости имеет свои противоречия:

1. С усложнением жизни возраст взрослости отодвигается, но обществу невыгодно большое количество неполноправных, неполноценных граждан.

2. Сегодня ясно, что для того, чтобы идти в ногу с научно-техническим прогрессом, необходим переход к постоянному непрерывному обучению. А когда же работать? Кто будет производить материальные блага?

3. Обучение высокого качества можно получить, если вести его индивидуально. Но где тогда взять столько учителей? Все должны быть учениками — все должны быть учителями. Все должны учиться — все должны работать. Наш гость, прибывший из XXI века на машине времени, расскажет вам сейчас о том, как становятся взрослыми в его время. На сцене появился представитель будущего и тут же затараторил:

— Вот, помню, как только я пошел в ясли, у меня сразу появились обязанности, своя работа. И наставник появился, он мне помогал, иногда ругал, даже наказывал. Конечно, он был взрослый, из старшей группы детского сада. Когда я немного подрос, мне тоже выделили подшефного из яслей. Я отлично помню, как старался, чтобы он вырос хорошим человеком. Эта впервые возложенная на меня ответственность за другого человека многому меня научила. Насколько лучше я теперь понимал свою новую наставницу — строгую, но справедливую пятиклассницу. Она помогла мне подготовиться к первому испытанию — получению прав взрослости 3-го ранга. Теперь я стал школьником, куда более самостоятельным, чем был раньше. Конечно, прибавилось и ответственности. Во-первых, мне поручили нового подшефного в детском саду. Во-вторых, получил доступ на производство. Правда, на производстве всюду машины, но всегда найдется работа, которую люди не захотят передать автоматам. Мы изготавливали сувениры — штучную продукцию, украшения. Никто ведь не откажется от сделанной живыми человеческими руками вещи... Через восемь лет я окончил школу и получил права взрослого 2-го ранга — мне исполнилось 14 лет. К этому времени я умел все, что должен уметь взрослый: общаться с людьми, нести ответственность за свои дела и поступки, заранее обдумывать возможные последствия любого своего решения. И еще — я уже выбрал Большую Цель.

Конечно, без моих наставников — а их за это время сменилось немало — я бы ничего не добился. Ведь нужно еще доказать, что я в состоянии приблизиться к достижению цели — без этого не получишь прав взрослости 1-го ранга. Но я докажу, что достоин,

вот увидите! До свидания! Мне было очень интересно познакомиться с вами, ребята из XX века. Приглашаю в наш XXI! Да вам немного осталось — меньше полутора десятка лет! Только приходите к нам такими, чтобы не стыдно было жить в будущем! На призыв гостя откликнулась необычная публика. На сцену полезли ведьмы, черти, водяные... Начался карнавал! Все смешалось. Вот странная компания: высокий мрачноватый человек с мефистофельской бородкой, частично одетый крепыш с обглоданной куриной костью в кармане пиджака, толстый юноша с нарисованными усами, пышным хвостом и чайником, на котором написано «примус»... А вот и Маргарита с Мастером. К нам пожаловали герои Булгакова. Рядом несколько лесных ведьм в украшенных рябиной кокошниках распевают: «Не пей ни в коем случае ты ведьминой воды...»

Перессорились два Карабаса — кому должен достаться дерзкий деревянный мальчишка? А он только дразнит их длинным носом. Взмахивает среди толпы крыльями Икар, поет свою песню веселая компания Бременских музыкантов, готовятся к решающему поединку закованные в несокрушимые бумажные латы рыцари... Стемнело, но веселье в самом разгаре...

Вечерние размышления. Сегодня они будут совсем короткими — очень уж поздно. Мы веселились на карнавале вместе с ребятами, как и они, потратив немало времени на сооружение карнавальных костюмов.

Основной учебный материал мы уже закончили. В последние дни шло его закрепление, применение изученных методов для различных целей — прогнозирования, поиска задач, придумывания гипотез...

ДЕНЬ ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТЫЙ СДЕЛАЙ САМ СЕБЯ

Ты и другие

Занятия в секциях закончены. Утром состоялась итоговая научная конференция, на которой ребята рассказывали о работах, сделанных в летней школе. А сейчас — последнее заседание и закрытие ДКМК. Как стать творческой личностью и как стать коммуникабельным человеком — эти две темы тесно связаны между собой.

— Где-то в глубине Африки в прошлом веке обнаружили племя, все члены которого были больны туберкулезом. Болезнь считалась нормой. Дети, рождаясь здоровыми, тут же заражались от родителей. Что такое старость — в этом племени никто не знал. Иногда случайно появлялся на свет ребенок с врожденным иммунитетом к туберкулезу, но именно его считали больным. Страшно...

Но есть не менее страшная, очень заразная болезнь, которой страдает, не подозревая об этом, все человечество,— неталантливость! Каждый ребенок рождается с задатками гения, но в первые месяцы, годы жизни заражается вирусом коррозии гениальности. Организм борется с болезнью. Врожденной гениальности хватает на освоение языка, на то, чтобы научиться ориентироваться в обществе, но, в конце концов, среда побеждает. Редчайших людей, у которых оказался врожденный иммунитет, мы называем гениями. Раньше их пытались лечить сильными средствами, до костра включительно. Теперь — просто смотрят на них с некоторой опаской. А гениальность — не чудо, не исключение, а единственное достойное человека состояние! Сегодня мы убеждены в том, что творческой личностью может стать каждый человек, что коррозию таланта можно не допустить, вылечить. Только нелегкое это лечение.

Мы уже знаем, какие качества необходимы, чтобы стать творческой личностью: иметь Достойную Цель, комплект планов и программ по ее достижению и контроль за их выполнением, большую работоспособность, умение «держат удар», решать творческие задачи, результативность. Но как в себе эти качества воспитать? С чего начинать?

— Начинать можно с приобретения знаний, причем не только в одной выбранной области, но и в разных, чтобы иметь широкий кругозор,— говорит Сережа.

— В первую очередь необходимо выработать умение самостоятельно думать, анализировать окружающее с диалектических позиций!

— Да ведь невозможно все успеть! Если добросовестно относиться к занятиям в школе, некогда даже книжку прочитать, а не то что «анализировать с диалектических позиций»,— очень похоже передразнивает Бориса девочка из отряда математиков. Мгновенно начался шум. Одни кричат про «зубрил-

мучениц», другие стыдят бездельников и хвастунов, которые даже прилично учиться не могут.

В самом деле, как быть? Школьные программы нелегко даются многим, они перегружены фактами, требуют зубрежки.

— Но ведь есть такие, кому все дается легко? И трудную программу осваивают, и время на разные увлечения остается. Как они успевают?

— Наверное, у них память хорошая. Способности...

— Да причем тут способности? Если что-то доступно одному человеку, другие могут этому научиться!

— А как научиться быстро запоминать?

— Я в школе, в институте, а потом и в аспирантуре учил немецкий язык, — говорит преподаватель секции химии. — До сих пор помню массу правил. А вот ни читать, ни разговаривать на этом языке не могу. Но несколько лет назад мне удалось попасть на месячные курсы английского языка, где обучение шло по методу болгарского ученого Г. Лозанова, с использованием «погружения».

В комнату, где находились 15 человек, вошла молодая учительница и заговорила на незнакомом языке. Мы ничего не понимали. Она повторяла, сопровождая свои слова жестами. Потом поставила нас, людей среднего возраста в круг и заставила играть в мяч, называя при этом какие-то английские слова, потом мы пили чай. Ни одного русского слова за 4 часа занятий! Было непонятно, но очень весело!

Через два дня я начал что-то понимать, через неделю — отвечать. В конце месяца мы поставили пьесу на английском языке. И не было ни домашних заданий, ни зубрежки, ни трудностей обучения.

Химик в заключение произнес несколько английских фраз. По мнению знатоков языка, они были построены не совсем верно, да и произношение могло быть лучше, но, тем не менее, они прекрасно поняли его пожелание веселой учебы. Память человека обладает огромными резервами. Только ее нужно тренировать.

— Но ведь на эту тренировку тоже нужно время!

— Конечно, но потом это окупится. Кроме того, тренироваться можно на нужном материале!

— А что еще может облегчить обучение?

— Вы слышали о скорочтении? — вступил в разговор преподаватель секции биологии. — Нормальный человек читает со скоростью 150-200 слов в минуту, примерно 30 страниц в час. А В. И. Ленин в час читал до 340 страниц. Главная причина медленного чтения — проговаривание текста. У некоторых можно заметить, как губы шевелятся. А у других при помощи рентгена наблюдают шевеление гортани. Из-за этого скорость чтения не может превысить скорость речи. Проговаривание — навык, который возникает из-за того, что мы учимся читать вслух, без него это невозможно, но потом этот навык становится

настоящим врагом быстрого чтения. Другая причина медленного чтения — привычка возвращаться по многу раз к одним и тем же строчкам. При скоростном чтении глаза движутся не горизонтально, по строчкам, а идут по странице сверху вниз — используется боковое зрение, которое позволяет сразу захватить всю строку. Научиться скорочтению можно за 100—200 часов учебы.

— Ну вот, еще 100—200 часов! Да где же их взять, когда и так времени в обрез! Получается заколдованный круг! — Именно этот вопрос и я задал себе лет 10 назад, — вмешался преподаватель РТВ. — Я тогда вел большую исследовательскую работу на заводе, занимался в аспирантуре, увлекался ТРИЗ, а еще требовала времени семья, только что полученная квартира. Я недосыпал, но времени все равно катастрофически не хватало. И я попробовал в течение нескольких дней записывать, на что оно уходит. В первый раз, подведя итог, я ужаснулся! Оказалось, что в среднем в день полезно используется три — от силы четыре часа! Остальное уходило на бессмысленные разговоры, повторное чтение, разглядывание пейзажа за окном в курилке, просмотр неинтересных и ненужных передач по телевизору. И я завел специальный блокнот, куда стал записывать расход времени уже постоянно — и полезно потраченное время потихоньку увеличилось. Стало стыдно тратить его просто так — в подсознании сидела мысль: за это придется отчитываться! А потом я прочел удивительную книгу Даниила Гранина «Эта странная жизнь» о профессоре Александре Александровиче Любищеве. Он поставил себе огромную цель — создать единую систематику живых организмов. Насколько велика была эта цель, можно судить сейчас, потому что за 70 лет, прошедшие с того времени, она скорее отдалилась, чем приблизилась. Но это не смущало ученого. Работы было много, а времени, конечно, не хватало. И Любищев разработал систему контроля за временем. Каждый день он вел подробные записи. Учитывалось все: время на преподавание, научную работу, чтение литературы, переписку с коллегами, хозяйственные заботы. Система позволила ему точно знать потери времени и приучила с ними бороться. Оказалось, что можно вообще не допускать этих потерь, если правильно организовать свою жизнь. Он привык читать, а иногда и писать в очередях, в транспорте... А уж думать можно вообще в любых условиях, если научиться не отвлекаться. В молодости Любищев не считался подающим большие надежды биологом. Но шло время, и система создавала нового Любищева — человека с глубокими знаниями, мыслителя и философа. К нему теперь обращались за советами в областях, далеких от биологии, и получали квалифицированные, продуманные ответы. После смерти А. А. Любищева остался громадный архив — более 15 000 страниц, он постепенно становится достоянием общества, и растет, растет слава этого не особенно заметного при жизни человека.

— А что еще нужно, чтобы стать творческой личностью?

— Наверное, хорошо заранее приучить себя к возможным трудностям, умению работать в любых условиях, не обращать внимания на пустяки — как

Рахметов! И не гоняться за модными тряпками, иначе всю жизнь будешь на них работать, а на творчество не останется ни времени, ни сил!

— Но ведь Пушкин писал: «Быть можно дельным человеком и думать о красе ногтей!»

— Оставим эту фразу на совести классика. Исследования Г. Альтшуллера и И. Верткина показали, что самоограничение, сознательное снижение потребностей — характернейшая черта творческой личности. Например, А. А. Любищев писал: «По-моему, для ученого целесообразно держаться самого низкого уровня приличной одежды, потому что: 1) зачем конкурировать с теми, для кого хорошая одежда — предмет истинного удовольствия; 2) в скромной одежде — большая свобода передвижения; 3) некоторое, даже сознательное «юрродство» неплохо: несколько ироническое отношение со стороны мещан — полезная психологическая зарядка для выработки независимости от окружающих...»

— А спорт нужен творческой личности?

— Кто это здесь говорит о спорте? Вас даже на зарядку не выгонишь! — довольно ядовито замечает физорг.

— А он отвлекает от научной работы, — защищаются ленивые «ноушата».

— Огромных затрат времени и сил требует «большой спорт», а физкультура необходима для «накопления» здоровья, формирования требуемой ученому работоспособности — ведь в его работе хватает и нервных, и физических перегрузок.

— Главное для творческой личности — добиваться поставленной цели. А какими средствами?

Взаимоотношения цели и средств непростые. Трагическим узлом оказались связаны судьбы двух ученых: Николая Ивановича Вавилова и Трофима Денисовича Лысенко. Последний, возможно, тоже начинал с благородных целей — дать как можно быстрее народу высокоурожайные сорта, изобилие. А средства: подтасовка фактов, демагогия, вместо научного спора с противниками — их прямое уничтожение. И произошло неизбежное — деформация, перерождение цели. Главным стало не служение народу, а расправа с несогласными. Средства растоптали цель! Наверное, должны быть согласованы между собой цели и средства. История доказывает, что не может быть достигнута благородная цель с помощью недостойных средств. Даже небольшие поблажки, позволенные себе в выборе средств для ускорения ее достижения, в итоге отодвигают цель, а иногда и делают недостижимой.

— Вы говорите о согласовании цели и средств. Наверное, в развитии творческой личности есть и другие законы, аналогичные законам развития технических систем, науки, искусства?

— Это очень интересный вопрос — каковы законы развития творческой личности. О переходе в надсистему целей мы раньше говорили. А как работает

этот закон в развитии творческих личностей? Например, би-системы. Можете привести примеры?

— Братья Стругацкие! Братья Вайнеры! Ильф и Петров!

— А в науке есть примеры таких пар?

— Советские физики Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц вместе создали многотомный курс теоретической физики, которым пользуются во всем мире!

— Известно, что созданию квантовой механики очень помогли плодотворные споры Нильса Бора с Альбертом Эйнштейном!

— А дальше виден путь — переход к полисистеме — к творческим коллективам. Вокруг одной творческой личности группируются другие, единомышленники, благородная цель одного становится целью коллектива. Становление и развитие творческих коллективов — совсем еще не исследованная область. Может быть, кто-то из вас захочет ею заняться? Вполне Достойная Цель!

Последнее заседание ДКМК продолжается после обеда. Выступает наш Комиссар.

— Чаще улыбайтесь людям! Ведь у любого человека улыбка вызывает желание улыбнуться в ответ. А человек, который вам улыбнулся, скорее всего, и отнесется к вам по-доброму — когда улыбаешься, сами собой приходят добрые мысли!

— Проявляйте к людям искренний интерес, заводите разговор на тему, интересующую собеседника. Умейте внимательно слушать, дайте человеку почувствовать его превосходство!

— Начинать беседу всегда с дружеского тона, с похвалы и искреннего восхищения. Не говорите никогда человеку прямо, что он не прав. А если сами неправы — признавайте это быстро и категорично. Старайтесь получить сначала положительный ответ. Хвалите человека за малейшие достижения, будьте искренни в одобрении и щедры в похвалах, создайте человеку хорошую репутацию, чтобы он старался ее оправдать!

— Относитесь с сочувствием к желаниям других. Прибегайте к благородным мотивам. Старайтесь смотреть на вещи глазами другого, пользуйтесь эмпатией (она хоть и не самый надежный помощник в изобретательстве, но отличный союзник в общении с людьми).

Ребята старательно записывают советы, но украшают свои записки закорючками вопросов. Комиссар продолжает:

— Лучший способ одержать победу в споре — не начинать его. Если хотите, чтобы человек поддержал вашу идею — дайте ему почувствовать, что идея принадлежит ему, а не вам.

— Да я таких рецептов могу хоть сотню придумать! И все неправильно, — возмущается спорщица Лена. — Как это не спорить? Нужно же доказывать свою правоту!

— Вот интересно, если я буду улыбаться, искренне восхищаться человеком, во всю использовать эмпатию, а потом попрошу его отдать свой кошелек, он отдаст? — ехидно спрашивает Игорь.

— Все это чепуха, пособие для лицемеров! — заявляет Таня. — И никому это не поможет, лицемера быстро раскусят и еще больше обозлятся на него!

Ребята с Таней в принципе согласны. Попытки Комиссара доказать, что эти правила помогают, никто не слушает. Нужно ему помочь.

— Давайте сначала. Вот вы разрабатываете методику «Как быть коммуникабельным человеком». С чего начнете?

— Да ясно, как и в создании ТРИЗ — с патентного фонда. Нужно изучить самых коммуникабельных людей, как они себя ведут, выявить приемы.

— Вот именно это и сделал американец Дейл Карнеги. Он проанализировал биографии многих людей реальных и литературных героев, политиков, бизнесменов, тех, кто добился в жизни успеха, и неудачников. Выявил несколько десятков приемов — большинство из них вам только что назвал Комиссар. Книга Карнеги пользовалась огромным успехом на протяжении десятков лет, породила множество подражаний. Но попытки продолжить работу Карнеги оказались малоэффективными — самые сильные приемы уже были выявлены, на этом развитие психологии общения приостановилось. То есть она все время пережевывает приемы Карнеги, пытается их улучшить, но ничего принципиально нового пока больше нет. Почему?

— Наверное, приемы себя исчерпали. Может быть, теперь нужно создать что-то вроде АРИЗ? Например, АРПЗ — алгоритм решения психологических задач, — рассуждают «эртэвэшники». — Появятся свои стандарты на решение задач общения. И фонд психологических эффектов...

— Может быть, улыбка — из этого фонда?

— Значит, когда такой алгоритм появится, можно будет уговорить человека отдать кошелек? — настаивает Игорь.

— Нет, конечно. Комиссар не успел вам сказать, что все эти приемы действуют, как правило, в безразличных ситуациях — когда человек в принципе может сказать и «да», и «нет», когда спор не имеет принципиального значения, а сохранить с человеком хорошие отношения важнее победы. Между прочим, три четверти встречающихся в жизни ситуаций именно такие! И последнее — о лицемерии. Действительно, похоже, Карнеги не обратил внимания на то, что его правила напоминают инструкцию для лицемеров, справедливо ненавидимых людьми. Как же быть?

— А почему обязательно лицемерить? — спрашивает Света — В конце концов, что нам рекомендуют эти правила? Относиться хорошо, с интересом к другим, уважительно, по-доброму. Не спорить из-за мелочей, не обижать. Да ведь именно так поступают просто хорошие, благородные люди! Таким, между прочим, общаться всегда легко.

— Ну а если ты не такой? От природы?

— Значит, нужно к этому стремиться. А правила помогут, подскажут, на что в первую очередь нужно обратить внимание.

— В самом деле, правила предлагают играть роль хорошего человека. Но в эту роль можно вжиться, чтобы она стала сутью человека.

— Как по системе Станиславского! Нам в театральном кружке рассказывали, что по-настоящему можно сыграть роль, если будешь искренне переживать то, что происходит на сцене!

— Я когда-то читал стихотворение, только не могу все вспомнить. Там были строчки: «Трус притворялся храбрым на войне, поскольку трусам спуску не давали... Так, научившись притворяться, он стал храбрецом почти уже природным...»

— Так и закончим. Будем стараться стать очень хорошими людьми — и не будет проблем с общением.

— Есть еще вопрос! Получается, что я к любому человеку должен относиться так, как будто он хороший. А если он плохой? И будет злоупотреблять моим хорошим отношением? — спрашивает Игорь.

— А ты сам плохой или хороший?

— Я? Не знаю... Есть, наверное, и плохое, и хорошее... — добросовестно пытается ответить на трудный вопрос Игорь.

— Вот и другие такие. Немного того, немного этого. Какой стороной ты к нему станешь, такой и он к тебе повернется. Здесь в отличие от электротехники одноименные заряды не отталкиваются, а притягиваются. Поворачивайся к людям хорошей стороной, и они будут к тебе относиться хорошо.

— Но ведь бывает и иначе?

— Бывает, но редко. Можно нарваться просто на психически больного человека. А в основном прав Е. Евтушенко: «А люди — народ хороший...»

— А вы сами пользуетесь этими правилами? — спрашивают Преподавателя ребята.

— Да, последние 15 лет. А до этого общаться с людьми мне очень мешала одна безобразная черта, которая, кстати, и многим из вас свойственна.

— Какая черта?

— Остроумие! Привычка зло подшучивать, «подначивать».

— Но ведь острая шутка всем нравится!

— Да, за исключением того, к кому она обращена. Человек обижается.

— У него просто нет чувства юмора!

— Есть, уверяю вас! А вот у таких остряков не хватает такта, доброты и, в конечном счете, ума!

— Зато их уважают!

— Да нет, скорее боятся. А тех, кого боятся, как правило, не любят.

— А почему вы изменились?

— ТРИЗ заставил. Я стал специалистом по ФСА, и мне пришлось много работать с людьми, вести заседания временных рабочих групп. О правилах Карнеги я и раньше слышал, но тут пришлось ими овладеть. Вот я видел, когда Комиссар сказал, что нужно уметь дать почувствовать человеку, что идея его, а не ваша, вам не понравилось. Еще бы — свою идею — и дарить! А это одна из заповедей специалиста по ФСА. От идеи до реализации — долгий путь. И для того чтобы ее подхватили, развили, помогли внедрить, у специалистов должны быть к ней «родительские» чувства!

— Но ведь нельзя же просто сказать: «На тебе мою идею, пользуйся».

— Нет, конечно, люди обидятся. Просто нужно не высказывать идею, как только она тебе в голову пришла, а постараться «вывести» на нее группу с помощью специальных вопросов. Иногда настоящий театр приходится устраивать. Например, использовать ролевые установки. Один член группы назначается «критиком», другой — «потребителем», третий — «производителем» или «экологом». Теперь они должны рассматривать предложения с позиций порученной им роли. Иногда, когда двое слишком увлекаются спором, полезно предложить им поменяться ролями, взглянуть на предмет чужими глазами. Это очень способствует объективности.

Вообще, в коллективной творческой работе приходится прибегать не только к правилам Карнеги, но и к другим психологическим «хитростям». Например, критиковать не человека, а неудачную идею, причем категорично, допуская возможность собственной ошибки. А вот хвалить решительно, и не только идею, но и человека, ее высказавшего. И нельзя допускать, чтобы обстановка накалялась, нужно уметь разрядить «психологическую» бомбу, вовремя пошутить, рассказать забавную историю, технический курьез. А еще нужно уметь общаться с начальством, патентными экспертами, экономистами, выступать с лекциями. Без искусства общения не обойтись! Беседа закончилась. После ужина — последние отрядные огоньки. Очень грустно расставаться. Ребята обмениваются адресами, надеются встретиться в летней школе через год. Непросто сюда попасть, но если знаешь, чего хочешь...

Вечерние размышления. После дискуссионного клуба ребята упрекнули нас в том, что о таком важном деле, как техника общения, мы заговорили только в конце летней школы, когда у них уже не осталось возможности тут же опробовать наши рекомендации. Конечно, они попытаются это сделать, вернувшись домой, но так было бы здорово уже в лагере приобрести новых друзей «по науке»!

Упрек справедлив, и мы решили в следующий раз с этой темы начать заседания ДКМК.

С большим вниманием ребята отнеслись и к разговору о развитии своих способностей. Большинство из них стремятся к самосовершенствованию (правда, многие хотели бы его достичь без особого труда, ничем не жертвуя). Они записывали советы, названия книг по скорочтению, перерисовывали из блокнота

Преподавателя таблицы учета времени. Некоторые даже заведут такие блокноты. Но быстро забросят, потому что это — пока игра. Все закономерно — система экономии времени имеет смысл только, когда знаешь, для чего его экономить, когда есть Большая Цель. Пока у них ее нет, но когда появится, они вспомнят о системе. Правда, срисованные таблицы им не понадобятся — каждый вырабатывает свою систему учета...

ДЕНЬ ПОСЛЕДНИЙ

ЧТО ЖЕ ДАЛЬШЕ?

Предотъездная суета. Автобусы придут после обеда. Мы в последний раз собрались в нашем классе. Грустно смотреть на пустые стены, с которых сняты плакаты, репродукции. Кажется, только вчера мы их развешивали, обживали комнату... Ребята разъедутся по всей стране. Как сложится их судьба? С кишиневцами, пожалуй, все ясно — они пополнят группу старичков в школе РТВ при Дворце пионеров и школьников. А каковы планы у других?

— Мы с Геной хотим организовать кружок РТВ у себя в Тирасполе, только не знаем, с чего начать, да и литературы нет.

— Вот эту книгу вы всегда найдете в библиотеке.— Преподаватель показал книгу Г. Альтова «И тут появился изобретатель».— Постарайтесь найти и другие книги по ТРИЗ, список у вас есть. Не забывайте и про публикации в газетах. Если возникнут трудности, пишите нам — мы ответим.

— А как сделать, чтобы занятия шли хорошо?

— Самое главное, ведите кружок так, чтобы самим было интересно. Давайте побольше задач! Не стремитесь к солидности, серьезности. Чем больше внешней солидности, тем меньше ее в деле! На занятиях должно быть весело!

— А вдруг у нас не получится?

— Обязательно получится! И помните, в первую очередь преподавание нужно вам самим, потому что это лучший способ как следует освоить ТРИЗ. Вы это сами почувствуете, даже те, кто не собирается преподавать. Все равно вы будете рассказывать о ТРИЗ своим родителям, друзьям, может быть, и учителям. Постарайтесь сделать их своими союзниками.

— Я через год заканчиваю школу, в будущий лагерь уже не попаду, как мне продолжать заниматься ТРИЗ? Конечно, я постараюсь прочитать книги и газетные выпуски тоже, но этого мало,— говорит Саша.

— А что ты решил делать, когда закончишь школу?

— Я хочу поступать в Ленинградский педагогический институт, на физический факультет.

— В Ленинграде у тебя будет отличная возможность не расставаться с ТРИЗ и РТВ. Там уже больше десяти лет работает народный университет научно-технического творчества, которым руководит В. В. Митрофанов.

— Я раньше занимался в секции физики,— говорит Миша,— и, наверное, буду продолжать. И постараюсь использовать ТРИЗ для решения задач в физике.

— А я бы хотел заняться исследовательской работой в ТРИЗ. Это возможно?

— И нужно. Сегодня в ТРИЗ — огромное поле деятельности для исследователя. Новая наука всегда щедра к первопроходцам. Вот Фарадей — великий электротехник. Его именем названы единицы измерения, законы,

постоянные... А представьте себе, что он родился в наши дни и тоже стал заниматься электротехникой. Добился бы он таких успехов?

— Трудно сказать, хотя, пожалуй... да нет, наверное. В те времена электротехника находилась на начальном участке S-образной кривой развития, новое было всюду. А сегодня это сильно развитая наука, новое найти трудно. Да и не стал бы Фарадей ею заниматься! Он был по характеру пионер, шел нехоженными путями.

— Про Фарадея мы можем только предполагать,— говорит Женя,— а о Королеве его ближайший соратник сказал, что если бы сейчас Сергей Павлович был совсем молодым человеком, он не пошел бы в ракетную технику. Пошел бы в какое-нибудь другое, совсем новое дело.

— Да, это слова его соратника, Бориса Викторовича Раушенбаха,— уточнил Преподаватель.— А как вы думаете, чем бы стал сегодня заниматься Королев?

— Подземходами! Ведь глубины Земли гораздо менее исследованная область, чем Космос!

— Проблемой бессмертия!

— Нет, это не техническая область.

— А почему он обязательно должен был бы заниматься техникой? Сегодня столько проблем в биологии или экологии — еще лучше!

— А почему не ТРИЗ?

— В принципе, ТРИЗ — хорошая работа для молодого человека. Здесь легче начинать — нет лавины информации, как в «старых» науках, можно быстрее выйти на передовой край. Людей здесь еще немного, легче добиться, чтобы тебя заметили. Но, конечно, не нужно думать, что в ТРИЗ можно сходу, без подготовки сразу делать открытия. Любая работа в ТРИЗ начинается со сбора патентного фонда, с его анализа, выявления закономерностей. Готовые работы придирчиво проверяются другими специалистами.

— А где сегодня передний край ТРИЗ? Какую тему можно выбрать?

— Есть очень интересные направления; изучение закономерностей становления и развития творческих личностей и коллективов. А можно взять какую-то конкретную систему, техническую или нетехническую, подробно проанализировать, как в ней выполняются известные законы развития. Найти отклонения — они почти всегда бывают, попытаться выяснить, почему они возникли. Может быть, нащупаете какие-то новые закономерности, тогда их нужно будет проверить на других системах. Если вам попадет система недостаточно развитая, законы подскажут, какой следующий шаг должен быть сделан в ее развитии, какое изобретение. Так исследовательская работа сомкнется с изобретательской. Тем много, выбирайте любую. И конечно, пишите — мы всегда рады будем помочь. И не прекращайте решения задач, иначе все навыки быстро исчезнут. Как в «Алисе...»: чтобы удержаться на месте, нужно все время бежать. А сейчас всем встать! Суд идет!

Пора завершать начатое в первые дни нашей школы судебное заседание. Сейчас наши судьи зачитают приговор. Правда, мантии и шапочки уже упакованы, но это не снижает торжественности события.

— Высокий суд рассмотрел иск гражданина МПиО к секции РТВ, а также встречный иск секции РТВ к МПиО. Суд изучил представленные документы, факты из истории науки, техники, искусства, познакомился с деятельностью сторон по решению изобретательских задач. Суд постановил:

1. Отклонить иск гражданина МПиО о запрещении деятельности секции РТВ и поголовном направлении ее членов на кухню для исправительных работ как необоснованный.

2. Отклонить иск секции РТВ о полном и окончательном уничтожении гражданина МПиО как необоснованный.

3. Признать давние заслуги МПиО в развитии человечества, эффективность его в решении задач первого уровня и приветствовать его дальнейшую работу с такими задачами.

4. Одновременно осудить попытки МПиО единолично решать задачи высокого творческого уровня как тормозящие научно-технический прогресс и предупредить его пособников и защитников об ответственности за это перед человечеством!

5. Приветствовать борьбу секции РТВ за повсеместное применение методов, позволяющих решать задачи высокого уровня без МПиО!

6. Предложить секции РТВ и МПиО заключить договор о сотрудничестве: секция РТВ с помощью ТРИЗ переводит задачи высокого уровня в задачи первого уровня, которые МПиО обязуется быстро решать. Приговор окончательный и обжалованию не подлежит!

Автобусные размышления. ...И снова серпантин дороги. Мы возвращаемся в город. Летняя школа позади. Все ли удалось, как хотелось? Курс ТРИЗ изучили около 40 ребят. Все они занимались увлеченно, но продолжают занятия, скорее всего, не более половины. Почему? Пожалуй, слишком велик был отряд, мы не могли уделить достаточно внимания каждому, разработать индивидуальный план дальнейшей самостоятельной работы (большинство ребят из других городов, где еще нет кружков и секций РТВ). Нужно было ограничиться 15-20 ребятами, но тогда остальные не прошли бы даже первичного курса. Другой недостаток — мы практически не задавали ребятам домашних заданий, не приучили их тщательно и неторопливо анализировать задачи. К сожалению, в условиях летней школы это невозможно — слишком много разных дел, мероприятий. Мы в книге упомянули только о некоторых из них, так или иначе касавшихся жизни нашей секции. А ребята участвовали во всех. Разве можно не участвовать или не болеть за своих в математическом бою, на который вызвал весь лагерь отряд математиков, не принять участие в проходивших чуть ли ни

каждый день предметных олимпиадах, не играть в электронные игры в дисплейном классе?!

Лучше всего овладели материалом ребята, ранее знакомые с РТВ, участники изобретательских конкурсов нашей заочной школы, старшеклассники, уже определившиеся в выборе профессии и знающие, для чего им нужна ТРИЗ. Что будут дальше делать младшие — трудно сказать. С одной стороны, их легче заинтересовать, у них впереди больше времени, чтобы еще до окончания школы стать квалифицированными специалистами в ТРИЗ. С другой — в этом возрасте интересы неустойчивы, сегодня понравилась ТРИЗ, завтра — что-нибудь другое, не менее увлекательное. Со старшеклассниками в этом смысле проще, если они заинтересовались, то начинают работать, но их труднее увлечь. Больше всего получили наши старички: проходя курс второй раз, они воспринимали его по-новому, осваивая не только предмет, но и методику преподавания, готовясь к проведению самостоятельных занятий.

Будут ли они эти занятия вести? Начинать такое дело в одиночку трудно даже для взрослого. Создать кружки можно там, где собралось несколько прошедших обучение ребят, которые и помогут друг Другу. И конечно, там, где они встретят поддержку со стороны взрослых. Но независимо от дальнейших планов обучение ТРИЗ сказало на всех ребятах. Это легкость в формулировании противоречий, настрой на «идеальность», хорошее владение вепольным анализом.

Пожалуй, наибольшего успеха мы добились в воспитании. Мы опасались, что наш отряд, в который вошли ребята от шестого до десятого класса, окажется недружным. Но сработал принцип А. С. Макаренко — совместный творческий труд сдружил ребят.

Большую роль в этом сыграли и дискуссии, беседы о творческих личностях на занятиях.

Осталось довольно много неиспользованного материала: задач, разработок для ДКМК. Впрочем, это было предусмотрено. Наш принцип — к каждому занятию материала должно быть заготовлено в два-три раза больше, чем можно реально пройти. Всегда есть вероятность, что какой-то раздел «не пойдет», что задачу, которую намечено серьезно разбирать, кто-то из ребят «снимет» сразу и ее придется заменить другой. Настроение у нас хорошее. Отпуск прошел отлично! Несмотря на заботы, беготню, волнения и недосыпание, мы поздоровели. Домой везем множество записей, магнитофонные кассеты, фотопленки — то, что ляжет в будущую книгу, в основу новой исследовательской работы в ТРИЗ.

Автобусы остановились около Дворца пионеров и школьников. Последние фотоснимки на память. До свидания в будущем году!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ

Дорогие мамы и папы, бабушки и дедушки! Уважаемые учителя! Мы старались, чтобы эта книга получилась интересной и для детей, и для вас. Ведь без вашей помощи невозможно добиться главной ее цели — воспитания у ваших детей и учеников творческого мышления — качества, самого необходимого человеку в наши дни.

Может быть, вам покажется, что мы ломимся в открытые двери. Ведь существует разветвленная сеть станций юных техников, кружков технического творчества, уроки труда... Все это есть. Но зайдите на любую выставку юных техников — от скромной школьной до роскошного павильона на ВДНХ в Москве. Творчества, как правило, на этих выставках вы не обнаружите. Модели крейсеров, самолетов, копирующие известные образцы. Механические или электрические роботы, похожие на продающиеся в магазинах игрушки и немногим больше «умеющие». Электронные приборы, собранные по известным схемам на безнадежно устаревших элементах. Многие экспонаты тщательно выполнены, несомненно, они потребовали от их создателей знаний, усидчивости, мастерства. Но в них нет хоть какого-то элемента новизны! Конечно, много лет назад, когда система детского технического творчества только делала первые шаги, очень важно было как можно раньше привить ребятам трудовые навыки, приохотить к работе с инструментом. Но сегодня уже нельзя подменять техническое творчество техническим рукоделием! Безусловно, уметь работать руками очень важно, но в наше время этого недостаточно! Более того, мы и наши коллеги — преподаватели РТВ — столкнулись со странным явлением: у ребят, с юного возраста занимающихся в кружках технического творчества, уровень фантазии, воображения ниже, чем у сверстников, мышление чересчур конкретное, утилитарное, пристрастие к слепому перебору вариантов. «Некогда думать, пилить надо... паять надо... полировать надо...» Трудно будет с такой психологией в XXI веке! А какими бы мы хотели их видеть? Творческими людьми, мышление которых «на ты» с диалектической логикой, позволяющей видеть в развитии единство и борьбу противоположностей, противоречия, качественные скачки, целенаправленно отыскивать и использовать закономерности развития. Они должны овладеть системным подходом, дающим возможность охватывать и увязывать в единую систему разрозненные факты и сведения. Мы хотим, чтобы управляемое раскованное воображение сочеталось с умением эффективно работать по заданным алгоритмам, чтобы в их мышлении в единый комплекс слились понимание красоты настоящих изобретательских решений, психологическая готовность к восприятию новых идей, умение преодолевать психологическую инерцию, знание приемов решения изобретательских задач, владение информационно-поисковым аппаратом. Чересчур сложно? В том-то и дело, что нет! Нужно только поддержать в них естественную тягу к творчеству,

продолжить начатую нашими коллегами и нами работу. И ваша помощь, товарищи взрослые, в этом деле неоценима. Прочитайте вместе с ребятами эту книгу, познакомьтесь с приведенной ниже литературой, помогите им организовать кружки РТВ!

Мы не ищем таланты. Не стараемся выявить «будущих Эдисонов». Творческой личностью может стать каждый ребенок. Если захочет. И если ему помогут.

Товарищи взрослые! Помогите вашим детям стать творческими людьми!

ЗАДАНИЯ ТУРНИРА РЫЦАРЕЙ ТВОРЧЕСТВА

Задания 1-4—в тексте книги (см. с. 43-44).

Задание 5. В трубе под большим давлением течет вода. Но появилось отверстие, сквозь которое бьет струя. Нужно заделать дыру, но по производственным причинам нельзя отключить магистраль. Заплату приваривают под давлением воды. Сварка идет нормально, пока не доходит до самого последнего участка сварного шва. Когда пытаются его заварить, струя под давлением «выдувает» расплавленный металл и ничего не получается. Как же быть?

Задание 6. В двадцатых годах была выведена новая порода кроликов Рекс с ценным плюшевым мехом. Вывоз кроликов этой породы из Германии был запрещен. Но советский биолог Александр Сергеевич Серебровский, находившийся в это время там в научной командировке, вернувшись домой, развел в СССР этих необыкновенных кроликов. Однако закона он не нарушал. Как же ему это удалось?

Задание 7. Дан параллелепипед из стекла. Как непосредственно измерить его большую диагональ, не разрушая его и не прибегая к вычислениям?

Задание 8. Нелегко определить, какую освещенность предпочитают те или иные растения. Нужны длительные опыты: высадить растения, освещать их по-разному, ждать, какие лучше будут расти. А если требуется еще узнать, какая освещенность «приятна» растению в разном возрасте, в разное время суток? Как быть?

Задание 9. Из-за неожиданно суровой зимы в водопроводной трубе образовались ледяные пробки. Как их ликвидировать?

Задание 10. Известный шахматист Иоганн Цукерторт, один из трех сильнейших шахматистов мира того времени, заключил пари с двумя другими (Стейницем и Блекберном), которые были сильнее его, что проведет с ними сеанс одновременной игры вслепую, набрав при этом не менее одного очка. Цукерторт пари выиграл, но благодаря не шахматному искусству, а собственной изобретательности. Как ему это удалось?

Задание 11. Контрразведка задержала шпиона. Было известно, что секретные сведения «спрятаны» в записной книжке или на магнитофонной кассете с песнями. Но никакие, самые тщательные исследования записей в книжке, прослушивания кассеты на любых частотах даже с помощью ЭВМ не помогли узнать секрет. Как же его обнаружить?

Задание 12. Как с помощью химической реакции получить магнитное поле?

Задание 13. Во время Великой Отечественной войны в жгучие декабрьские морозы на одном из уральских заводов необходимо было установить

мощный пресс для штамповки листов брони танков. Основание прессы весом в несколько сотен тонн нужно было опустить в подготовленную для него яму, но не было подъемных кранов. А ждать нельзя, танки нужны фронту. Как быть?

Задание 14. Жильцы частного пансиона, в котором поселился американский физик Роберт Вуд, подозревали, что жареное мясо на завтрак хозяйка готовит из остатков обеда, собранных с тарелок. Через несколько дней Вуд представил неопровержимые доказательства недобросовестности хозяйки. Как ему это удалось?

Задание 15. В террариуме зоопарка сотни ядовитых змей. Однажды понадобилось измерить длину каждой из них. Как быть?

Задание 16. В астрономической обсерватории ведут поиск новых и сверхновых звезд. Для этого ежедневно фотографируют один и тот же участок неба. И хотя он невелик, на нем в телескоп видно несколько десятков тысяч звезд. Как среди них обнаружить новую звезду, которой вчера еще не было?

Задание 17. Однажды на стройке возникла проблема: нужно было измерить горизонтальность плиты, расположенной за поворотом вентиляционного хода. Такой замер сделать легко с помощью обычного жидкостного уровня с воздушным пузырьком, да вот беда — просунуть туда уровень еще можно, а вот заглянуть — никак. Полдня промучились, пытались как-то приспособить зеркала, потом решили ломать уже готовую бетонную стенку. Нельзя ли обойтись без этого?

Задание 18. На химическом заводе между двумя цехами необходимо было проложить трубопровод из стеклянных труб. Выкопали траншею, насыпали на дно песок и стали укладывать трубы. Но из-за совсем небольших неровностей дна трубы стали ломаться, особенно при засыпке их землей. Можно было бы, конечно, выровнять дно траншеи очень точно, но это долго и дорого. Как быть?

Задание 19. При изготовлении стальных труб очень важно отрезать от слитка заготовку точно заданного веса — тогда все трубы будут иметь нужную длину. А слитки имеют разные размеры и форму. Как быть?

Задание 20. Как разбить число 10 на два числа, в произведении дающих 40?

Задание 21. Для полного осаждения мути на дно пробирки (при исследовании чистоты воды) требуется несколько часов. Сегодня для ускорения этого процесса используют центрифуги или специальные активаторы (например, химическое осаждение), но это требует дорогой и сложной аппаратуры. Однажды изобретатель показал такой «фокус»: взял пробирку с жидкостью в руки, отвернулся, недолго «поколдовал» над ней и показал всем осажденную муть. Как ему это удалось?

Задание 22. Корпус плавильной печи охлаждается водой, циркулирующей по трубам, проложенным позади огнеупорного слоя. Иногда трубы прорываются,

поток воды попадает в расплавленный металл, что приводит к взрыву. Как предотвратить взрыв, сохранив водяное охлаждение?

Задание 23. В капле воды миллионы микробов. Как отделить одного из них для наблюдения под микроскопом?

Задание 24. В карьерах скапливаются отработанные газы от экскаваторов и самосвалов. Известен способ проветривания карьеров, при котором грязный воздух нагревают, чтобы он стал легче и поднялся вверх. Однако нагретый воздух перемешивается с холодным, и это снижает эффективность проветривания. Как, сохранив прежний способ проветривания, снизить смешивание горячего грязного и чистого холодного воздуха?

Задание 25. Довольно много инкубаторских цыплят гибнет в первые сутки после вылупления из яиц из-за отсутствия рефлекса на местоположение корма и воды. Приходится надеяться, что некоторые из них случайно найдут и то и другое, а другие станут им подражать. Как уменьшить потери цыплят?

Задание 26. При протезировании ног очень важно, чтобы искусственная нога была точь-в-точь как другая, живая. Казалось бы, сделать это несложно — снять слепок с живой ноги и отлить в нем искусственную. Но так не получается, потому что две левые или две правые ноги никому не нужны. Как же быть?

Задание 27. Одним из видов боевых действий авиации является прикрытие своих наступающих войск от возможной бомбардировки противника. Истребители прикрывают войска, летая на небольшой высоте и с малой скоростью, чтоб не расходовать много горючего. Но при появлении противника они оказываются в очень невыгодном положении: у них нет запаса высоты и большой скорости, что очень важно для успеха боя. А патрулировать на большой высоте нельзя: можно не успеть прикрыть войска. Как быть?

Задание 28. Лучший самолет войны Ил-2 разработан под руководством С.В. Ильюшина. При создании самолета было решено много изобретательских задач. Вот одна из них. Попадание пули в бензобак, заполненный горючим, не очень опасно. Но если бак не полон, пустое пространство заполняется парами бензина, которые легко взрываются. Как обеспечить пожаро-безопасность при неполном баке?

Задание 29. Отправляясь на охоту, медведица оставляет своих малышей одних. А при ее возвращении медвежата ведут себя очень странно: едва завидев приближающуюся маму, они залезают на тонкие деревца. Почему?

Задание 30. «Ну конечно, телепатия существует, я сам это проверил!» — заявил однажды Уильям Крукс, знаменитый физик, президент Лондонского королевского общества. Вот что он рассказал: «Ко мне пришли два брата, оба высокие, с пронзительными черными глазами. Они проделывали удивительные вещи. Я запер одного из них в подвал, второго поместил в комнату на четвертом этаже своего дома. Этому второму я тихо говорил первое пришедшее на ум слово.

Телепат клал мне руки на плечи и долго вглядывался в глаза. После этого я запирал комнату и спускался в подвал к первому. Тот тоже обнимал меня, вглядывался в глаза, а потом безошибочно называл сказанное мной слово! Я ручаюсь, что никакой связи между братьями не было!» Телепаты оказались жуликами. Но как их разоблачить?

Задание 31. На месте преступления найдена пуговица, обычная, от мужской рубашки. А вот и сама рубашка, изъятая у подозреваемого. И действительно, четыре оставшиеся на ней пуговицы точь-в-точь как найденная пришиты на машине, а пятая — вручную и немного отличается от остальных. Все ясно! Улики налицо! Но не тут-то было... На злополучной пуговице остались нитки, причем часть ниток оборвана, а часть — целые стежки. Целые нитки могут сохраниться только в том случае, если пуговица вырвана грубо, «с мясом», на рубашке в этом месте должна остаться дырка. А ее нет. Значит, не та пуговица? Но между стежками застряла ниточка ткани, именно такой, из которой сшита рубашка. В чем же дело?

Задание 32. Однажды молодой художник взялся написать портрет старого некрасивого банкира. Друзья предупреждали его: зря взялся! Если нарисует похожим, банкир не заплатит, скажет, что портрет плохой. Если художник приукрасит его, старый скупец тоже откажется платить, на этот раз, придравшись к отсутствию сходства. Друзья оказались правы. «Это не я, а какое-то чучело!» — вспылил банкир и ушел, не заплатив ни копейки. Однако через несколько дней он снова появился у художника и с трудом уговорил его продать злополучный портрет за цену, в десять раз больше первоначальной. Что же произошло?

Задание 33. Из истории известно, что английский король Ричард Львиное Сердце, возвращаясь из второго крестового похода, бесследно исчез по пути домой. (Впоследствии выяснилось, что его пленил и заточил в крепость герцог Австрийский.) Найти Ричарда взялся трубадур Блондель Нельский. Он очень любил своего короля — рыцаря и поэта, с которым они вместе сочинили и спели немало песен. Но как найти Ричарда? Расспрашивать нельзя, можно пострадать самому. Получается, что можно проехать мимо темницы, в которой томится друг, и не знать, что он — за стеной. Как быть?

ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ ТУРНИРА РЫЦАРЕЙ ТВОРЧЕСТВА

1. Противоречие: костюмы должны быть пышными, чтобы казаться старинными, и не должны быть пышными, чтобы казаться простонародными. Разрешение противоречия в пространстве. Часть платья роскошная, а часть — простонародная. Одно из решений — грубые заплаты на нарядных платьях.

2. Достроим веполь. В1 — резиновый мячик (болт, медная гайка). Нужно ввести В2 и поле П. В случае резинового мячика это вода и поле архимедовых сил; железного болта — магнит и магнитное поле; медной гайки — вода и тепловое поле (охлаждение жидким азотом, гайка вмерзает в лед и поднимается вместе с ним либо под действием архимедовых сил воды, либо одновременно с гайкой вмораживается и веревка).

3. Художник сделал Александра Невского на портрете похожим на артиста Н. Черкасова, который играл роль князя в известном всем фильме.

4. Обратная задача: как сделать, чтобы в перчатке оказался камень? Противоречие: нужно взять камень, чтобы сильно ударить, и нельзя взять, потому что это обнаружит судья. Разрешение во времени: камень или что-то подобное должно появиться во время боя. Усиленный ИКР: камень получается из ресурсов. Решение: боксер присыпал бинты быстро схватывающимся цементом, который, смешиваясь с влагой от потеющих рук, застывал. Вариант — быстро твердеющая жидкость.

5. Противоречие: небольшое отверстие должно оставаться, чтобы дать выход струе, и оно не должно оставаться, чтобы можно было заварить заплату целиком. Разрешение в пространстве — отверстие расположено там, где не нужно варить. Разрешение во времени: отверстие должно быть во время сварки и его не должно быть после окончания работы. Решение: заплата с небольшим краном, который открыт, пока идет сварка, и наглухо закрывается после ее окончания.

6. Противоречие: вывезенные кролики должны быть породы Рекс, чтобы развести их в стране, и не должны быть породы Рекс, чтобы не нарушить закон. Решение: были вывезены помеси обычных кроликов с кроликами породы Рекс. Признаки породы Рекс — рецессивные, проявились только во втором поколении.

7. Противоречие: параллелепипед нужно разбить, чтобы измерить большую диагональ (попасть внутрь), и нельзя разбить, потому что это запрещено по условию задачи. Прием — использование копии, модели. Решение: на столе отмечается точка, в которой находится нижняя вершина параллелепипеда, затем параллелепипед сдвигается на расстояние, равное его длине. Измеряется расстояние от отмеченной точки до ближайшей верхней вершины.

8. ИКР: растение само показывает, где ему лучше. Решение: растение устанавливается на тележке с двигателями, которые включаются от датчиков, расположенных на листьях растения. Известно, что растение, когда не хватает света, тянется к нему, а если света избыток — отодвигается. Датчики

фиксируют микродвижения растений и включают соответствующий двигатель. «Переехав» несколько раз с места на место, растение «выбирает» наилучший режим освещения.

9. Достроим веполь. В1 — ледяная пробка. Нужно ввести В2 и поле П, например, тепловое поле. Решение: пропустить по трубам электрический ток, который нагреет их и растопит пробку.

10. Обратная задача: как сделать, чтобы более слабый шахматист с гарантией выиграл хотя бы одну партию у двух более сильных шахматистов (либо сделал две ничьи)? Нужно использовать ресурсы — шахматистов-противников. Решение: Цукерторт не играл, а только передавал своим противникам ходы друг друга. В конечном итоге шахматисты играли между собой. Ничьи или одна победа были обеспечены, даже если бы Цукерторт вообще не умел играть в шахматы.

11. Шпион использовал изобретательский прием «сделать наоборот». На магнитной пленке запись была сделана механическим способом (карандашом), а листы записной книжки были изготовлены с добавками ферромагнитного порошка, благодаря чему на них можно было сделать магнитную запись.

12. Задача на преодоление психологической инерции. Источником магнитного поля может быть электрический ток, вырабатываемый аккумулятором, гальваническим элементом. Очень много химических реакций, в результате которых возникает электрический ток, обязательным спутником которого является магнитное поле.

13. Усиленный ИКР: пресс опускается в яму с помощью ресурсов. Дело было зимой, значит, есть холод. И всегда найдется вода. Решение: яма заливалась водой, на поверхность образовавшегося льда подтаскивали тяжелую станину, а затем растапливали лед горелками.

14. Обратная задача: как незаметно пометить остатки мяса за обедом, чтобы распознать их потом за завтраком? Задача на обнаружение. В1 —мясо. Необходимо ввести В2, являющееся источником легко обнаружимого поля. Решение: Вуд посыпал остатки мяса за обедом хлористым литием, который ни по вкусу, ни по внешнему виду ничем не отличается от обычной соли (хлористого натрия). За завтраком Вуд сжег кусочек мяса и с помощью спектрографа наблюдал красную линию лития.

15. Первая группа решений — на прием «использование копии»: фотографирование, измерение сброшенной кожи. Другое решение — змея сама вытягивается на линейке. Для этого можно использовать стеклянную трубку с делениями, через которую по очереди проползают змеи.

16. ИКР для задач «на обнаружение»: видно только то, что нужно. Применен прием «использование копий» в сочетании с системным переходом (объединение системы с антисистемой). Решение: на позитив (белые точки звезд на черном фоне) накладывают вчерашний негатив (черные точки звезд на прозрачной

пленке). Все звезды, кроме новой, которой вчера не было, совпадут и не будут видны.

17. Противоречие: уровень должен находиться за стенкой, чтобы измерять то, что нужно, и должен находиться снаружи, чтобы на него можно было посмотреть. Разрешение в пространстве: сначала уровень там, потом — снаружи. Но для этого пузырек должен быть зафиксирован. Решение: заморозить уровень во время нахождения за стенкой. Другое решение — уровень из легкоплавкого материала.

18. ИКР: дно выравнивается с помощью ресурсов. Противоречие: дно должно быть жидким, чтобы выравниваться, и должно быть твердым, чтобы поддерживать трубы. Разрешение во времени: во время укладки дно жидкое, а потом затвердевает. Решение: дно траншеи заливается пульпой — смесью песка с водой. Потом вода уходит в землю, оставляя ровный слой песка.

19. Решение: измерение массы заготовки по весу вытесненной воды.

20. Задача — психологическая ловушка. Вместо того чтобы в уме пытаться разбить число 10 на два, нужно составить систему уравнений и решить. Ответ: $5+\sqrt{-15}$ и $5-\sqrt{-15}$. Произведение этих комплексных чисел равно 40, а сумма 10.

21. Скорость осаждения зависит от свойств среды, размера осаждаемых частиц и от длины пути, который должны пройти осаждающиеся частицы. Свойства среды и размеры частиц изобретатель не мог изменить. А путь можно было изменить, положив пробирку на бок. Подержав ее так некоторое время, изобретатель осторожно вернул ее в вертикальное положение. При этом осевшая муть сползла на дно.

22. Нужно разрушить вредный веполь: В1 — вода, В2 — металл, поле П — давление, толкающее воду из трубы в печь к металлу. Можно попытаться разрушить его введением противопололя. Самое простое — ввести обратное давление. Но повышать давление в печи нельзя. Решение: прокачивать воду при пониженном давлении.

23. ИКР: микроб с помощью ресурсов отделяется от остальных. Решение: рядом с культурой микробов капают каплю чистой жидкости, затем обе капли с помощью иглы соединяют тончайшей дорожкой, по которой микробы могут переходить по одному из одной капли в другую. Как только один микроб перешел, дорожка разрывается.

24. Вредный веполь: В1 — нагретый воздух, В2 — холодный воздух, между ними вредное поле конвекции, перемешивания. Разрушаем веполь, вводя между В1 и В2 третье вещество. Одно из решений — наполнять горячим грязным воздухом оболочку аэростата и выпускать его, поднимая аэростат на большую высоту. Другое решение — нагретый воздух пропускается через мыльный раствор, и наполненные загрязненным воздухом мыльные пузыри взлетают над карьером, лопаются на большой высоте.

25. Множество только что вылупившихся цыплят — типичная однородная полисистема. В соответствии с законами развития, чтобы она была управляемой, среди цыплят должен появиться лидер, знающий, где корм и вода. Предложение подсаживать в группы «новорожденных» цыплят возрастом 3-4 дня с уже выработанным рефлексом на пищу и воду резко снижает гибель малышей.

26. Противоречие: нужно сделать слепок, чтобы искусственная нога была похожа на живую, и нельзя делать слепок, потому что получается две левые (или правые) ноги. Решение: слепок делается в виде тонкой пленки, которая потом она выворачивается наизнанку.

27. Противоречие: самолет должен быть высоко, чтобы иметь преимущество в воздушном бою, и должен быть низко, чтобы хорошо прикрывать войска. Или: скорость самолета должна быть большой, чтобы иметь преимущество в бою, и должна быть малой, чтобы не расходовать много горючего. Разрешил это противоречие во времени выдающийся советский летчик, трижды Герой Советского Союза Александр Иванович Покрышкин. Он предложил новый метод патрулирования: чередование высоты и скорости, как на качелях. Истребители с большой высоты резко снижались, а затем снова взмывали вверх. Таким образом, была и высокая скорость, и большая высота. Поскольку при пикировании самолета бензин почти не расходуется, получалась экономия горючего. И тактически метод был выгоден.

28. Противоречие: бак самолета должен быть полон, чтобы не опасаться пожара от попадания пули, и бак не должен быть полон, так как бензин в полети расходуется. Решение: заполнять пустое пространство бака негорючим газом, например углекислотой. Но тогда получается новое противоречие: нужно возить с собой баллон с углекислым газом, чтобы постепенно перекачивать его в бензобак, и нельзя возить его с собой, чтобы не перегружать самолет. Значит, нужно найти негорючий газ среди ресурсов. Например, это могут быть выхлопные газы.

29. Обратная задача: как заставить медвежат залезть на дерево? Проще всего — их испугать. Но тогда они полезут на любое дерево, не обязательно тонкое. В каких случаях тонкое дерево защищает лучше, чем толстое? Очевидно, когда оно выдерживает медвежат, но не выдерживает кого-то более тяжелого. Но кого? Решение: медвежата плохо видят и не сразу узнают маму. А вдруг это чужой взрослый медведь, который может обидеть? Вот и получается — тонкое дерево взрослого медведя не выдержит.

30. Для разоблачения жуликов необходимо обнаружить между ними не телепатическую, а вполне реальную связь. Обратная задача: как эту связь создать? Очевидно, для этого нужно использовать ресурсы. У нас такой ресурс есть — сам Крукс. Но как сделать, чтобы Крукс переносил информацию, не подозревая об этом? Брат, находящийся в подвале, может воспринимать информацию только с помощью пяти органов чувств (исходим из того, что шестое, телепатическое, не существует), то есть глазами, на слух, на ощупь, на

вкус, с помощью обоняния. Из этого списка нужно исключить слух (Крукс молчал), обоняние (с его помощью трудно передать слово), вкус. Увидеть слово можно только написанным. Записка? Как ее передать? Из условия задачи известно, что оба брата обнимали Крукса. Решение: записка с загаданным словом незаметно прикреплялась к спине Крукса одним жуликом (он писал ее, засунув руку в карман) и снималась вторым во время объятий.

31. Обратная задача: как сделать, чтобы нитки на пуговице остались целы, а дырки на рубашке, от которой она оторвана, не оказались? Противоречие: нитки должны проходить через ткань рубашки, чтобы пуговица была пришита, и не должны проходить через ткань, чтобы на ней не образовались дырки при отрыве. Разрешение во времени: сначала прошить пуговицу нитками без ткани, потом подложить ткань и прошить снова. Выяснилось, что такие случаи на швейной фабрике бывают. Работница случайно закладывает в машину пуговицу без ткани, делает несколько стежков, а потом, заметив ошибку, подкладывает ткань и пришивает пуговицу правильно. Вот и получается, что при отрыве пришитой таким образом пуговицы часть стежков может остаться целыми, а дырки в рубашке не будет.

32. Решение: художник поместил портрет на выставке под названием «Скупец». Над жадным банкиром потешался весь город, и ему пришлось заплатить большую сумму, чтобы, став владельцем портрета, забрать его с выставки и спрятать.

33. Задача на обнаружение, причем двойное: сначала Ричард должен узнать, что его разыскивает друг, потом найти способ дать себя обнаружить. Достроим веполь: В1 — Ричард, В2 — трубадур, а поле П нужно ввести. Ричард и трубадур могут друг друга либо увидеть, либо услышать. Но увидеть очень сложно, а вот услышать можно. Решение с использованием ресурсов: трубадур ходил по дорогам и пел песни, сочиненные вместе с Ричардом и известные только ему. И однажды он услышал доносящийся из подвала подхваченный припев.

ЛИТЕРАТУРА О ТРИЗ И РТВ

Альтшуллер Г. С. Алгоритм изобретения, 2-е изд. М.: Московский рабочий, 1973.

В этой книге, подводящей итог первому этапу развития ТРИЗ, подробно рассмотрены и обоснованы основные положения теории. Приведены две модификации АРИЗ: АРИЗ-61 и АРИЗ-71, что позволяет проследить развитие ТРИЗ. Подробно разобраны решения ряда изобретательских задач. И хотя сегодня используются более эффективные модификации АРИЗ, книга не утратила значимости. Представляет интерес и приведенная в книге таблица приемов разрешения технических противоречий.

Селюцкий А. Б., Слугин Г. И. Вдохновение по заказу. Петрозаводск: Карелия, 1977.

Книга рассказывает о практическом применении АРИЗ для решения производственных задач. Большой интерес представляют две главы книги, излагающие основы методики развития творческого воображения.

Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. М.: Советское радио, 1979.

В книге обобщены все разработки по ТРИЗ, начиная с 1973 года. Впервые опубликованы материалы по законам развития технических систем, вепольный анализ, первый вариант системы стандартов на решение изобретательских задач. В книге приведены 70 изобретательских задач, 60 — с подробным разбором.

Альтшуллер Г. С., Селюцкий А. Б. Крылья для Икара. Петрозаводск: Карелия, 1980.

Книга продолжает и развивает предыдущую, в ней приводится более подробное обоснование некоторых разделов ТРИЗ. Приведен разбор еще 50 учебных задач.

Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Филатов В. И. Профессия — поиск нового. Кишинев: Картя Молдовеняска, 1985. Книга излагает новые материалы по ТРИЗ, не вошедшие в более ранние издания, а также рассказывает об опыте применения ТРИЗ при проведении функционально-стоимостного анализа и решении практических изобретательских задач. **Альтшуллер Г. С.** Найти идею. Новосибирск: Сибирское отделение издательства «Наука», 1986. В книге представлен современный взгляд на состояние ТРИЗ, приведена последняя модификация АРИЗ, даны решения множества новых задач.

Альтов Г. И. Тут появился изобретатель. Изд. 2-е, М.: Детская литература, 1987.

Алтов Г. Ши атунч апаре инвентаторул. Кишинев: Лумина, 1987. Книга излагает основы ТРИЗ для школьников. Она написана на базе многолетних публикаций рубрики «Изобретать — это так просто, изобретать — это так

сложно!» в газете «Пионерская правда». В ней разобраны 60 задач, приведено множество примеров из самых разных областей науки и техники.

Дерзкие формулы творчества. /Сост. А. Б. Селюцкий. Петрозаводск: Карелия, 1987.

Сборник, составленный одним из ведущих специалистов по ТРИЗ А.Б. Селюцким, открывается его статьей, рассказывающей о применении ТРИЗ в Карелии. Далее следует статья Г.С. Альтшуллера, давшая название сборнику. Статьи следующей части «Магический кристалл физики» знакомят читателей с применением физических эффектов и явлений в изобретательстве. Завершает книгу материал по развитию творческого воображения — серия фантастических рассказов В. Журавлевой, посвященных истокам творчества.

Рубрика. «Технология и психология творчества» в журнале «Техника и наука». С 1979 по 1984 годы журнал опубликовал много материалов по ТРИЗ, в том числе: изложение и обсуждение основ ТРИЗ; использование физических, химических, геометрических эффектов и явлений для решения изобретательских задач; практикум по ТРИЗ; вопросы обучения ТРИЗ; примеры использования ТРИЗ для решения конкретных задач. Заочная школа РТВ. Газета «Молодежь Молдавии», ежемесячные выпуски с марта 1985 года.

Клуб развития творческого воображения «Мысль», газета «Юный Ленинец», ежемесячные выпуски с октября 1985 года.