

ВЕКТОР ФАНТАЗИИ

Проверьте свою фантазию: попробуйте за полчаса придумать какое-нибудь фантастическое растение...

* * *

Еще не так давно творческие способности изобретателя и ученого рассматривались как нечто весьма неопределенное и практически не поддающееся изучению. Если время от времени человека «озаряет» — значит у него есть способности, «не озаряет» — способностей нет... Ныне установлено, что творческие способности представляют собой симбиоз многих качеств. И хотя наука еще не знает точных формул этих качеств, можно с уверенностью сказать: все творческие качества включают фантазию. Подобно тому как углерод входит во все органические соединения, фантазия составляет непременный и очень важный элемент всех без исключения творческих качеств. Развивать творческие качества — значит развивать воображение, фантазию.

Но удивительный парадокс: призапись величайшей ценности фантазии не сопровождается плацомерными усилиями по ее развитию. В школах нет уроков воображения; студенты не изучают курс развития творческого воображения; аспиранты не сдают экзамена по воображению. В рассказе Р. Джоунса «Уровень шума» психолог Бэрк с горечью говорит: «Мы постепенно взрослеем, и по мере того как мы учимся в школе и получаем образование, в наших фильтрах шума появляются ограничительные уровни, которые пропускают лишь ничтожную часть сведений, приходящих из внешнего мира и из нашего воображения. Факты окружающего мира отвергаются, если они не подходят к установленным уровням. Творческое воображение уживаются...»¹.

Пока единственным массовым и практически действенным средством развития фантазии остается чтение научно-фантасти-

ческой литературы (НФЛ). Для современности характерно увлечение НФЛ, по особенно сильно тяга к ней у инженеров и ученых. Пятьдесят два процента опрошенных инженеров и физиков отметили, что ценят НФЛ прежде всего за новые научно-фантастические идеи. Действительно, в этом отношении НФЛ может дать очень многое думающему инженеру. Вплоть до темы, за разработку которой можно взяться, или даже до готового решения, которое остается лишь перевести на инженерный язык. Недавно, например, в ФРГ выдал патент № 1229969 с такой формулировкой предмета изобретения: «Способ добычи полезного ископаемого из космических месторождений, отличающийся тем, что в качестве месторождения выбирают астероид с небольшой собственной массой и такой орбитой, при которой возможны затраты на осуществление импульса для транспортирования астероида на Землю». Человек, хорошо знающий фантастику, сразу отметит, что в числе авторов этого изобретения следовало бы указать Юля Верна («Золотой метеор») и Александра Беляева («Звезда КЭЦ»).

Перелистывая натянутые материалы последних лет, невольно замечаем, что все чаще и чаще встречаются изобретения «на грани фантастики», а порой и за этой границей. Вот, например, выданное недавно советское авторское свидетельство № 239797: способ съемки и воспроизведения кинематографических фильмов, отличающийся тем, что с целью получения кинестетических ощущений при съемке фильма на соответствующие участки тела артиста в местах расположения периферических нервов накладывают электроды и при игре артиста записывают, например, на магнитную пленку его биотоки, а при воспроизведении фильма на соответствующие участки тела зрителей накладывают электроды, на которые передают записанные при съемке биотоки артиста. Любители фантастики знают: в фантастике эта идея была высказана еще в тридцатые годы.

Прямое использование идей НФЛ чаще всего имеет место на ранних этапах развития новой отрасли науки или техники. В какой-то период (правда, очень короткий) фантастика оказывается одним из основных источников идей для возникающей отрасли знания. Так было, например, по свидетельству В. В. Паррина и Р. М. Баевского, с космической биологией: «Наши писатели-фантасты изложили в своих произведениях много «клиберионических» идей, которые могут и должны быть взяты на вооружение космической биологии». Так, например, проблема регулируемого анабиоза имеет громадное значение не только для обеспечения межзвездных перелетов, но и для космических полетов большой продолжительности в пределах солнечной системы, которые, возможно, состоятся еще в нашем столетии. К сожалению,

¹ Библиотека современной фантастики, т. 10. М.: «Молодая гвардия», 1967, с. 368.

наиболее подробное рассмотрение этого вопроса содержится не в научной литературе, а в романе И. Ефремова «Туманность Андромеды»¹.

Даже чисто приключенческая фантастика нередко содержит интересные изобретательские задачи. Вот отрывок из фантастической повести Гарри Гаррисона «Неукротимая планета»:

«Когда Язон пристегнул кобуру к предплечью и взял в руки пистолет, он увидел, что они соединены гибким проводом. Рукоятка пистолета пришла ему точно по руке.

— Тут заключен весь секрет силовой кобуры.— Бруечно коснулся провода пальцем.— Пока пистолет в деле, провод висит свободно. А как только тебе надо вернуть его в кобуру...

Бруочно что-то сделал, провод превратился в твердый прут, пистолет выскочил из руки Язона и повис в воздухе.

— Смотри дальше.

Увлекаемый проводом, пистолет пырнулся в кобуру.

— А когда надо выхватить пистолет, происходит все то же самое, только в обратном порядке.

— Здорово! — сказал Язон.— Но все-таки, с чего надо начинать? Посвистеть или там еще что-нибудь?

— Нет, он не звуком управляет.— Бруечно даже не улыбнулся.— Тут все потоньше и поточнее. Ну-ка попробуй представить себе, что ты скимаешь левой рукой рукоятку пистолета... Так, теперь согни указательный палец. Замечашь, как напряглись сухожилия в запястье? Ну вот, на твоем правом запястье поменяны чувствительные датчики. Но они реагируют только на сочетание импульсов, которое означает «рука готова принять пистолет». Постепенно вырабатывается полный автоматизм. Только подумал о пистолете, а он уже у тебя в руке. Не нужен больше — возвращается в кобуру².

Почти готовое техническое задание на создание устройства, подающего инструмент! Такое устройство пригодилось бы хирургам, сварщикам, монтажникам, фотокорреспондентам...

Разумеется, ИФЛ далеко не всегда содержит идеи зрелые и правильные. Нередко читателю приходится встречать идеи, с научно-технической точки зрения сомнительные или откровенно условные. Более того, в ряде случаев в фантастической идеи все неверно. Но в силу своей яркости, необычности она привлекает внимание исследователей, вызывает интенсивные поиски, приводящие к ценным открытиям или изобретениям.

Лауреат Ленинской премии Юрий Денисюк рассказывает: «Я решил придумать себе интересную тематику, взявшись за какую-то большую, на грани возможности онтики, задачу. И тут в памяти выплыл полуза забытый рассказ И. Ефремова...». Речь

¹ «Известия Академии наук СССР», Серия биологическая, № 1, 1963, с. 13.

² Библиотека современной фантастики, т. 24. М., «Молодая гвардия», 1972, с. 43.

идет о рассказе «Тени минувшего». В пещере, в результате редкого сочетания условий, возникло подобие фотоаппарата, узкий вход в пещеру сыграл роль входного отверстия камеры-обскуры, а противоположная входу стена, покрытая смолой, стала огромной фотопластинкой, запечатлевшей мгновения давно минувших эпох. Денисюк подошел к проблеме иначе: а нельзя ли получить изображение вообще без объектива? Исследования привели к открытию одной из систем голограммы. Но первый толчок все-таки был дан рассказом! «Я не только не отрицаю,— говорит Денисюк,— своеобразное участие И. Ефремова в моей работе, но подтверждаю его с удовольствием».

ИФЛ помогает преодолевать психологические барьеры на путях к «безумным» идеям, без которых не может развиваться наука. Это тонкая и пока малоизученная функция научно-фантастической литературы, становящейся элементом профессиональной тренировки ученого.

Обычно механизм воздействия ИФЛ состоит в том, что ИФЛ вступает в реакцию с реальными «рабочими» мыслями. Суть этой реакции становится понятной, если воспользоваться схемой творческого процесса, предложенной академиком Б. М. Кедровым¹.

В поисках решения задачи мысль человека движется в определенном направлении α от единичных факторов E к выявлению того особенного O , что присуще этим фактам. Следующим шагом должно быть установление всеобщности B , т. е. формулировка закона, теории и т. п. Переход от E к O не вызывает особой трудности, но дальнейший путь от O к B прегражден нозивательно-психологическим барьером Γ . Нужен какой-то трамплин Γ , позволяющий преодолеть барьер. Чаще всего таким трамплином бывает случайно возникающая ассоциация, причем появляется эта ассоциация при пересечении линии α с другой линией мыслей β .

Научно-фантастическая литература хорошо работает в качестве линии β .

ИФЛ воздействует на творческий процесс и косвенно. Чтение фантастики постепенно ослабляет психологическую инерцию, повышает восприимчивость к новому. На схеме Кедрова это можно

¹ Б. М. Кедров. О теории научного открытия. В сб.: «Научное творчество». М., «Наука», 1969, с. 78—82.

показать как уменьшение высоты познавательно-психологического барьера и появление способности к самообразованию трамплина, т. е. к преодолению барьера без непосредственного внешнего воздействия линии β.

Нельзя, конечно, сказать, что НФЛ стала незаменимым инструментом развития творческих способностей. Но она безусловно является одним из важных инструментов. Возможности НФЛ в этом смысле далеко не исчерпаны.

* * *

И все-таки: нет ли других способов развития воображения?

Одна из немногих попыток в этом направлении была предпринята профессором Стенфордского университета Джоном Ариольдом¹. По методу Ариольда предлагается решать изобретательские задачи в условиях воображаемой планеты Арктур IV. Эта придуманная планета отличается своеобразными условиями: температура на ее поверхности колеблется от минус 43 до минус 151 градуса; атмосфера состоит из метана, моря — из аммиака, сила тяжести в десять раз больше земной. На Арктуре IV живут разумные существа — метаниане. У метанианца руки с тремя пальцами, две ноги, клов и три глаза, а тело покрыто перьями.

На занятиях со своими студентами Ариольд последовательно разрабатывает метанианскую технику: дома, средства транспортировки, дороги, инструменты... Пусть преодолеть немало психологических барьеров, чтобы придумать, например, автомобиль для условий Арктура IV. Регулярно решая подобные задачи, студенты профессора Ариольда постепенно развивают воображение.

К сожалению, метод Ариольда очень узок. В сущности, это одно упражнение в разных вариантах. Для эффективного развития творческой фантазии нужна система упражнений и — главное — нужно обучение приемам фантазирования. Мало сказать: «Придумай то-то» — надо объяснить, какими приемами следует при этом пользоваться.

* * *

Фантастика, легко наделяющая своих героев любыми качествами — невидимостью, бессмертием, способностью проходить сквозь стены, менять внешность, подниматься в небо усилием воли и жить на дне океана — безудержно смелая фантастика становится очень робкой, когда речь заходит о развитии фантазии.

¹ См.: Дж. Диксон. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений. М., «Мир», 1969, с. 39.

Действительность здесь обогнала фантастику: в нашей стране разработан курс развития творческого воображения и я (РТВ). Создан этот курс Общественной лабораторией методики изобретательства при Центральном совете Всесоюзного общества изобретателей и рационализаторов (ВОИР).

Фантазия — величина векторная, она характеризуется численным значением и направлением. Управлять фантазией — значит уметь «включать» и «выключать» ее, менять ее «направление» и, главное, направлять так, чтобы получить максимальную творческую отдачу. Этому и учит курс развития воображения.

Начинается курс с проверочных упражнений, позволяющих выявить исходный уровень способности к фантазии и наметить наилучшую для данной группы программу тренировки. Вот одно из таких упражнений: «Нужно придумать какое-нибудь фантастическое животное». На первый взгляд, все очень просто. Представим себе собаку, добавим ей орлиные крылья и хвост дельфина — чем не фантастическое животное? Так ли уж много мы нафантизировали, механически соединив части известных животных? Ведь мы не получили ничего качественно нового. Когда-то такое механическое объединение было оченьенным приемом: мифы, предания, сказки населены множеством фантастических существ (кентавры, русалки, драконы), «сделанных» приемом объединения. Но сегодня к творческой фантазии предъявляются значительно более высокие требования, обусловленные уровнем современной науки. Старый прием изменился, стал более гибким, глубоким. Хорошие образцы нового уровня фантазирования можно найти в научно-фантастической литературе. Так, в рассказе С. Гансовского «Хозяин Бухты» описано животное, способное распадаться на отдельные одноклеточные организмы. Когда надо охотиться, эти клетки объединяются в единый организм, и с морского дна поднимается нечто вроде гигантского спрута...

В изобретении по авторскому свидетельству № 156133 работает такое же «животное». Металлические частички образуют (в электромагнитном поле) пористую структуру, играющую роль фильтра. Когда фильтр забивается илью, поле выключают, и фильтр падает, разделяясь на «клетки», на отдельные частицы. Потом поле снова включают, металлические «клетки» поднимаются



и образуют структуру фильтра, а пыль остается лежать на дне аппарата.

Вряд ли Ю. А. Измоденов, изобретатель этого фильтра, знал о рассказе С. Гансовского. Но идея составного фильтра удивительно близка к идее фантастического составного животного. Опыт показал: те, кто знают рассказ С. Гансовского «Хозяин бухты», легко решают задачу о фильтре. Фантастика дает идеи и образы, способные играть роль инструментов творчества.

Кстати сказать, при разработке курса развития творческого воображения все упражнения сначала испытывались на писателях-фантастах. Это дало эталоны для сравнения, позволило построить своего рода «икалу фантазии». Как правило, уровень развития фантазии до начала тренировок весьма невысок. Искра фантазии высекается с трудом — и тут же гаснет. Это далеко не случайно. На протяжении всей эволюции человеческий мозг приспособлялся оперировать привычными представлениями. Вот человек начал придумывать фантастическое животное — и сразу мысль услужливо подсказывает привычный прообраз («представим себе, например, собаку...»), привычное добавление («...прибавим ей оранжевые крылья...»). Пузьри сотни и тысячи попыток, пока мысль, скованная привычными представлениями, преодолеет психологические барьеры.

Вероятно, человеку, впервые увидевшему гимнастические занятия, трудно понять, что это такое: собирались взрослые люди, заседом-то без дела размахивают руками, подпрыгивают на месте, а потом расходятся, ничего не сделав и ничего не добыв... Столь же странными могут показаться стороннему наблюдателю и занятия по тренировке фантазии. А между тем это серьезная и очень напряженная работа. От занятия к занятию осваиваются приемы фантазирования: сначала простые (увеличить, уменьшить, сделать «наоборот» и т. д.), затем более сложные (сделать свойства объекта меняющимися во времени, изменить связь между объектом и средой), мысль приучается преодолевать психологические барьеры.

Попросите придумать фантастическое растение — и десять человек из десяти обязательно начнут видоизменять цветок или дерево, т. е. целый организм. А ведь можно опуститься на микроуровень: менять клетку растения, и тогда даже небольшие изменения на клеточном уровне дадут удивительные растения, которых нет и в самых фантастических романах. Можно подняться на макроуровень — и менять свойства леса, о诩ь-таки здесь окажутся интересные и неожиданные находки.

Однажды в Институте зерна академик Лисинин сказал изобретателю Качугину, что состоится совещание по важнейшей на-

учной проблеме — борьбе с жуком-долгоносиком. Нужно исследовать условия его существования и, в частности, определить точную температуру тела жучка. Приборов, позволяющих решить такую задачу, в то время не было.

— Тема стоит пятьдесят тысяч, но неизвестно, можно ли на эти средства сконструировать нужный прибор, — сказал с озабоченностью академик.

— А зачем строить прибор? Температуру долгоносика можно измерить обычным медицинским термометром, — ответил Качугин.

Лисинин посмотрел на изобретателя так, как смотрят на человека, который сделал вид, что понял устройство паровоза, а сам уточняет, в каком месте к паровозу пристегивают лошадей.

Но Качугина не смущил этот взгляд.

— Надо набрать стакан долгоносиков, закрыть его, чтобы долгоносики не расползлись, и через отверстие в крышке опустить в середину стакана медицинский термометр. Через некоторое время он покажет температуру тела долгоносиков. А вы подумали, что я предложу ставить термометр долгоносику под мышку?

Академик задумался на минуту.

— Возможно, вы правы, — сказал он.

Опыт показал, что Качугин был прав¹.

Качугин легко решил задачу потому, что за «деревом» сумел увидеть «лес». Когда один объект объединяется с другими такими же объектами, образуется система, обладающая некоторыми новыми качествами. Собранные в стакан жучки сохраняют свою температуру, но измерить ее у «животства» намного легче, чем у одного жука.

Каждый объект (животное, растение, корабль, токарный станок и т. д.) надо уметь видеть не только как «дерево», но и как «лес» и как «клетку дерева». Поэтому курс развития воображения начинается с тренировки в составлении и применении фантомограмм. Фантомограмма — это таблица, на одной оси которой записаны главные характеристики объекта (из каких «клеток» состоит, в какую систему входит, откуда берет энергию, в каком направлении развивается и т. д.), а на другой — всевозможные приемы изменения: увеличить, уменьшить, разделить, объединить, «перевернуть» и т. д.

Если фантазия не развита, человек видит одну-две характеристики объекта и один-два приема их изменения. Фантомограмма получается крончечная. Богатство фантазии означает, в сущности,

¹ В. Брагин. След нейтрона. «Изобретатель и рационализатор», 1975, № 9, с. 32.

что человек легко строит (мысленно, конечно) большую фантомограмму и умеет выискивать на ней редкие комбинации.

Изучение техники фантазирования искажено не похоже на зазубривание шаблонных приемов. Одно и то же упражнение может быть выполнено по-разному в зависимости от личности человека. Здесь, как в музыке, технические приемы помогают раскрытию индивидуальных качеств, и интересно выполненные упражнения порой доставляют подлинно эстетическое удовольствие, как хорошо сыгранная вещь.

— Возьмите, пожалуйста, объектом дерево,— говорит руководитель занятий,— и используйте прием увеличения.

Слушатель, молодой инженер, выходит к доске.

— Итак, надо увеличить дерево. Что ж, пусть его высота будет триста метров, даже четыреста...

— Такие деревья существуют,— замечает кто-то с места.

— Да,— соглашается инженер,— но я только начал увеличивать. Допустим, высота дерева тысяча метров. Или две тысячи. Вероятно, ветви деревьев не выдержат собственной тяжести, они работают на изгиб, как консоли, все увеличивается пропорционально кубу линейных размеров. Значит, ствол высотой в две тысячи метров будет иметь сравнительно небольшие ветви. Продолжим: две тысячи метров, три тысячи...

— Пока нет нового качества,— напоминает руководитель.

— Пусть высота будет десять тысяч метров. Тогда вершина попадет в область вечных снегов. Вот и новое качество...

— Пожалуйста, чуть смелее,— настаивает руководитель.

— Двадцать тысяч...

— Метров?

— Нет. Двадцать тысяч километров!

В аудитории оживление. Неожиданный скачок: ствол дерева теперь в полтора раза больше диаметра Земли.

— И как выглядит такое... гм... растение?

На доске появляется рисунок (рис. А). Но инженер тут же спохватывается:

— Нет, не так... На ствол будет действовать сила Кориолиса, вершина отклонится. К тому же вершина должна стремиться вниз, к теплу, к воздуху... Инерция мысли: я увеличивал высоту, тянул ствол вверх. Ствол должен удлиняться, оставаясь у поверхности

земли. Сразу отпадает вопрос о прочности. Дерево просто лежит на земле (рис. Б).

— Вероятно, это не единственное дерево,— подсказывает руководитель.

— Конечно. Их много. И в целом это выглядит так.

Появляется третий рисунок (рис. В).

— Похоже на марсианские каналы... А почему бы и нет? Почему не допустить, что марсианские каналы не просто полосы растительности (была такая гипотеза), а именно глобальные деревья?... Может быть, не на Марсе, а на какой-то другой планете.

Один из слушателей, астрофизик из специальности, возражает:

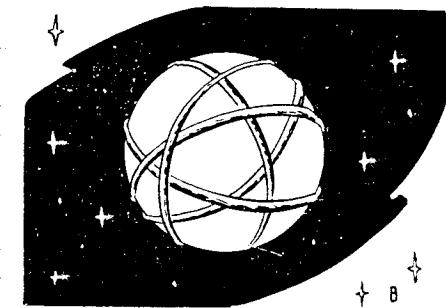
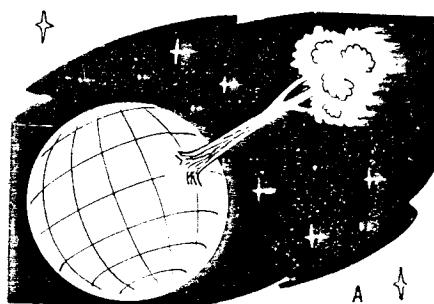
— У так называемых «марсианских каналов» есть ряд особенностей, каждая новая гипотеза обязана их объяснить. Сезонные изменения, например. Удвоение некоторых каналов...

— Очень хорошо,— отвечает инженер,— ствол продолжает расти, появляется второй виток, отсюда удвоение... Вообще в условиях Марса дереву выгодно иметь глобальные размеры. Какая-то часть всегда там, где лето. К тому же на Марсе нет океанов, нет гор, ничто не мешает дереву удлиняться...

— Дерево только часть биосфера,— не сдается астрофизик.— Дерево не может существовать само по себе.

— А кто сказал, что на Марсе нет биосферы? Она находится внутри дерева, вот в чем дело. Ведь ствол не только длинный, но и широкий. Внутри развивается жизнь, может быть, даже разумная...

Через полчаса фантастическая гипотеза марсианской биосфера сконструирована во всех деталях. Конечно, это чистая фантастика, но, быть может, не менее интересная, чем мыслящий океан, описанный С. Лемом в «Солярисе».



* * *

Инженер, придумавший «марсианские» деревья, вскоре получил свое первое авторское свидетельство. Называется оно вполне прозаически — мастика для полов. Занятия по развитию воображения не сделали инженера «пустым фантазером» (скептики высказывали и такие опасения).

* * *

Итак, проверьте свою фантазию: попробуйте за полчаса придумать какое-нибудь фантастическое растение. Теперь у вас есть с чем сравнить то, что вы придумаете...

* * *

А занятия продолжаются. Теперь идут упражнения более сложные.

...Предположим, сто миллионов лет назад нашу планету посетила экспедиция, прилетевшая из далекой звездной системы. К великому разочарованию экспедиции, по Земле еще бродили динозавры и не было никаких признаков разумной жизни. Впрочем, высоко развитая наука пришельцев позволила с высокой точностью (плюс-минус десять миллионов лет) вычислить время, необходимое для возникновения цивилизации. Решено улететь, оставив будущей цивилизации нечто такое, что поможет потом установить контакт. Понятно, оставить это «чечто» на Земле нельзя: за сто (плюс-минус десять) миллионов лет уйдут под воду одни материки и появятся другие, «чечто» окажется где-то в недрах планеты. Целесообразнее оставить «чечто» на почти не меняющейся Луне.

И вот — уже в XX веке — космонавты обнаруживают на Луне два десятка черных ящиков. С виду это самые обычные ящики, наподобие посыльочных. Но поверхность гладкие, без намека на крышку, люк или замочную скважину. И тут же на склоне напараны картинки, показывающие происхождение ящиков и их назначение. Конечно, рисунки — это условное допущение, необходимое для создания проблемной ситуации.

Лента магнитофона. Запись сделана в группе новичков.

— И что от нас требуется?

— Не знаю. Я описал вам ситуацию. Поставьте себя на место космонавтов, нападших эти ящики. И сами решайте — что делать.

— Непонятно, в чем задача... Ну, взяли один ящик и отнесли на базу.

— Взяли? Так вот, когда вы его взяли, он сразу рассыпался.

— Как это... рассыпался?

— Очень просто. Рассыпался в порошок, а порошок тут же превратился в газ — и все.

— Возьмем другой ящик.

— Другой ящик тоже рассыпался, превратился в газ, исчез.

— А почему?

— Это ваше дело — узнать почему.

— Возьмем еще один ящик, пусть рассыпается, но мы соберем газ и исследуем.

— Исследовали. Восьмидесят процентов углекислого газа, двадцать процентов азота...

Могучий способ исследования: сожжем, например, книгу и по составу газа будем судить о ее содержании... Это не последняя ошибка. Груша будет уничтожать ящик за ящиком, достигая простую, но необходимую мораль: фантазией надо управлять.

Свободный полет фантазии часто отождествляют с примитивным перебором вариантов: «Хочу — попробую так, хочу — попробую иначе...» Формально при таком переборе фантазия ничем не стеснена. А на самом деле психологическая инерция намертво скимает неокрепшие крылья воображения. Мысль точится на тесном пятаке простеньких комбинаций. Какой уж тут полет!.. Для полета нужно управление.

Еще одна лента. Запись, сделанная в группе, прошедшей первые этапы тренировки:

— В расположении ящиков нет закономерности?

— Нет.

— Хорошо. Тогда фотографируем ящики. Один ящик доставляем на базу.

— Ящик, который вы взяли, рассыпался.

— Как?

— Очень просто. Рассыпался в порошок, а порошок тут же превратился в газ — и все.

— Понятно... Глупо было тащить ящик. Инерция мысли. Сначала надо понять — что делать.

— Ну, а все-таки: каковы ваши действия?

— Зачем вы нас подталкиваете к действиям? В этой задаче как раз не нужно действовать.

— Почему?

— Я хотел сказать: не надо спешить с действиями. Ящики пролежали сто миллионов лет. Что для них еще год или десять лет? Мы должны сначала выработать обоснованную тактику.

— Как?

— Перевернем задачу. Поставим себя па место пришельцев. Мы оставляем ящики цивилизации, которая появится через сто миллионов лет. Как мы запрограммируем ящики? Прежде всего, они должны определить, что представляет собой цивилизация, обнаружившая ящики. А этого не сделаешь с одной встречи. Ящики нам придется долго присматриваться к разным людям, к обществу. Я бы сказал: им нужно пожить среди нас. Тогда они не ошибутся.

— Так что же вы предлагаете?

— Не трогать ящики. Пусть изучают нас. Ящики оставлены высокоразвитой цивилизацией. Ее представители еще сто миллионов лет назад совершили межзвездные перелеты. Такой цивилизации легче понять нас, чем нам понять ее.

— А ящики?

— Пусть лежат. Попяв нас, они сами что-то предпримут. Конечно, потребуется немало времени... Но и решение они должны принять ответственное. Не со всякой цивилизацией нужен контакт, не всем можно передать знания...

* * *

А занятия продолжаются — месяц за месяцем. «Чисто фантастические» упражнения теперь сочетаются с решением изобретательских задач. Впрочем, об этом — в следующей главе.

КУРС «ЭРТЭВЭ» (из записок преподавателя)

Я расскажу о нескольких занятиях.

Курс развития творческого воображения (РТВ) неповторим, фантазия всегда остается ездой в незнамое. Вероятно, с другими слушателями те же занятия прошли бы иначе.

Но у нас было так.

ЭПИЗОД ПЕРВЫЙ

МАЛЕНЬКИЕ-МАЛЕНЬКИЕ ЧЕЛОВЕЧКИ

Задача. К внутренним стенкам сделанной из диэлектрика трубы попарно подведены контакты. Для замыкания контактов используют свободное падение металлического груза (внутри трубы вакуум, а пары контактов расположены на определенном расстоянии друг от друга). Здесь, однако, возникает трудность: чтобы груз свободно падал, он не должен соприкасаться с контактами и стенками трубы, а чтобы замкнуть контакты, груз должен с ними соприкасаться.

Как быть?

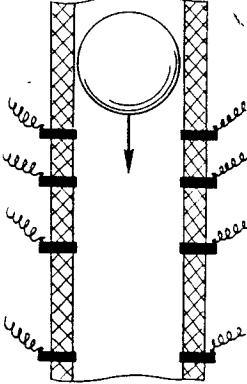
Менять общую схему устройства (вакуумная трубка и свободно падающий груз, замыкающий контакты) и предлагать другие способы замыкания, например с помощью фотодиодов, нельзя.

— Ну, хорошо, а если сделать груз жидким? — сказал один из слушателей, инженер-конструктор.

— Ничего не получится, — ответил я. — Жидкость начнет испаряться, исчезнет вакуум, не будет свободного падения.

С задачей возились уже два часа, первоначальный энтузиазм давно исчез. Вот-вот должно было возникнуть недовольство.

— Можно сделать груз магнитным, а контакты выполнить в виде витков проволоки, — предложил другой слушатель, физик. — Правда, абсолютно свободного падения не будет, часть механической энергии превратится в ток... Вы хотите, чтобы груз обязательно соприкасался с контактами?



— Хочу,— подтвердил я.

— И одновременно требуется, чтобы при этом соприкосновения не было?

— Да.

— Но это несовместимые требования. Вы дали нам задачу, которая в принципе неразрешима! Мы нараспаш тратим время.

Ну вот, на борту назревает бунт. Остается слегка подогреть страсти.

— Почему? — невинно осведомился я.

— Нужно, чтобы груз основательно, со скрежетом, терся о контакты. Но чтобы при этом сохранялось свободное падение. Разве это противоречит законам природы?

— Еще как! Если есть трение, не

может быть свободного падения. «Со скрежетом»... — возмущенно повторил физик. — Твердое тело со скрежетом трется о другое твердое тело и при этом не происходит потерь энергии... А откуда берется скрежет?!

— Откуда? Давайте посмотрим. Вот металлический груз. Кусок металла. Из чего он состоит? Что мы увидим, если наше зрение станет в тысячи, в десятки и сотни тысяч раз остree?

— Кристаллическую решетку увидим, — сказал физик.

— А если еще увеличим остроту зрения?

— Ну, увидим атомы.

— Нет, ничего подобного мы не увидим: ни кристаллической решетки, ни атомов. Между нами говоря, их не существует.

— Совсем не существует?

— Ага, совсем. Если хорошенько присмотреться, мы увидим, что груз состоит из толпы маленьких-маленьких человечков.

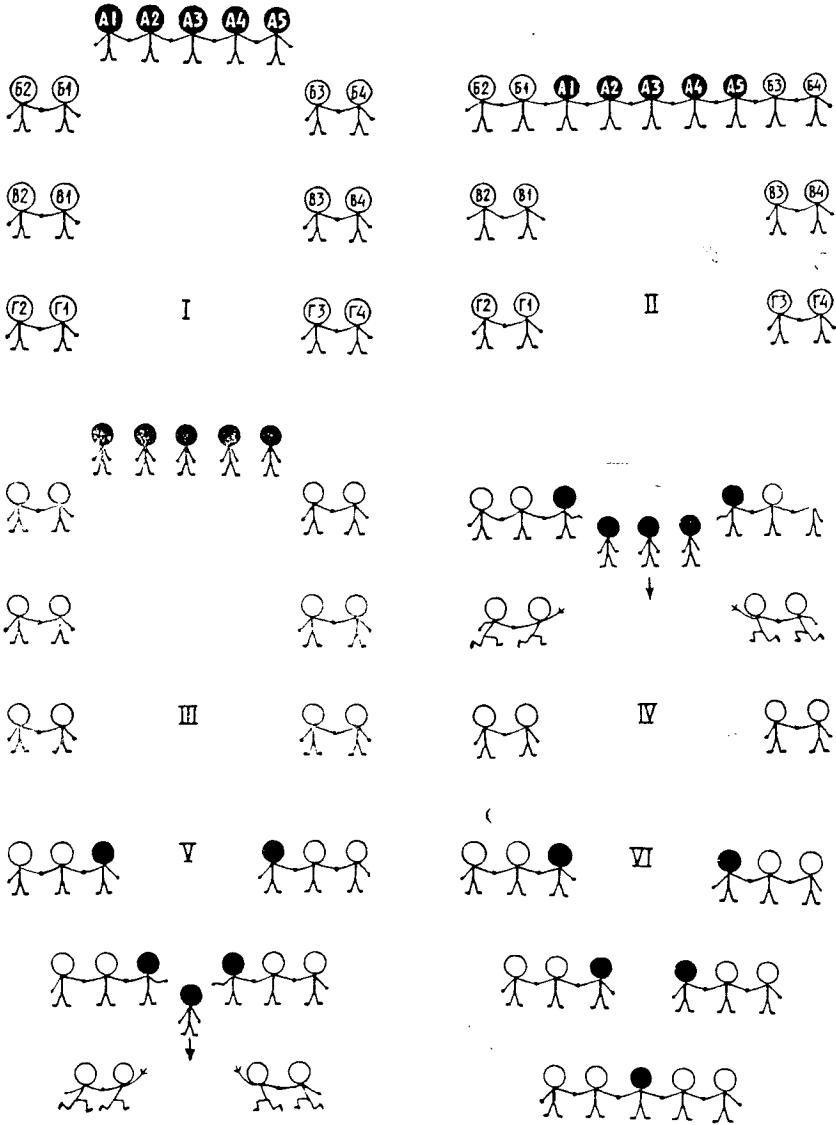
Теперь физик (да и другие слушатели) смотрел на меня с величайшим вниманием. Не каждый день приходится видеть, как преподаватель сходит с ума.

— А что они делают, эти... человечки? — осторожно спросил кто-то.

— Ничего. Они ждут нашего приказа. Вот тогда они будут что-то делать. Давайте все смоделируем. Пятеро слушателей возьмутся за руки и станут там, у стены. Это будут человечки груза: А1, А2, А3, А4 и А5. Ну, пожадуйста...

С сумасшедшими не спорят. Пятеро слушателей, смущенно улыбаясь, стали у стены и взялись за руки.

— Прекрасно. Но контакты тоже состоят из человечков. Кому-то придется сыграть их роль.



Через две минуты у нас была прекрасная модель (рис. I). Физика я поставил на место Б1. Пока я расставлял других слушателей, Б1 о чем-то шептался с Б3...

— Внимание,— сказал я,— груз начал падать.

Шеренга А двинулась вперед и, когда она поравнялась с первой парой контактов, Б1 и Б3 вцепились в руки А1 и А5 (рис. II).

— Мы моделируем трение,— охотно объяснил физик.— Вы же хотели, чтобы трение было основательное, со скрежетом... Пожалуйста, трение со скрежетом остановило груз.

— Хорошо, попробуем еще раз.

Шеренга А вернулась в исходное положение. Я тихо сказал пятерке: «Двигайтесь так же, но не держите друг друга за руки» (рис. III).

Б1 и Б3 были, разумеется, пачеку и снова схватили А1 и А5. Но на этот раз А2, А3 и А4 спокойно продолжали движение (рис. IV).

Б1 и Б3 схватили за руки А2 и А4 (рис. V), но А3 продолжал идти вперед, пока не был остановлен третьим контактом (рис. VI).

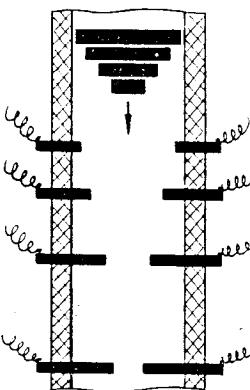
— Гениально,— сказал физик, и все рассмеялись.— Разрезаем груз на пластинки, они падают в вакууме как одно целое, но каждая пара контактов задерживает только свою пластинку. Проще простого.

Да, теперь это казалось проще простого. Потребовалось немножко фантазии, только и всего. Представили груз в виде шеренги человечков; увидели, что движению человечков мешает не только трение, но и внутренние связи в шеренге; дали команду человечкам не держать друг друга за руки...

Потом встретятся задачи посложнее. Но прием будет срабатывать всегда. Он всегда поможет заменить невыгодный зрительный образ (жесткий, сопротивляющийся изменениям) выгодным (гибким, готовым к любым изменениям). За внешним, назойливо лезущим в глаза (в нашем примере — трение груза о контакты) он всегда поможет увидеть внутреннее, незаметное (сцепление между частями груза) — то, что нужно и можно изменить, чтобы решить задачу.

— А почему именно человечки? — спросил физик.— Почему не атомы? Или какие-нибудь шарики?

Черт его знает, почему, подумал я. Наверное, атомы слишком конкретны, они будут действовать по своим реальным законам



и не позволяют мне фантазировать. Человечкам я могу сказать: «Отпустите руки!» — и они отпустят. А как я скажу атомам: «Не взаимодействуйте друг с другом...» Шарики тоже не годятся, из них трудно построить исходную модель.

— Между нами говоря,— ответил я,— они на самом деле существуют, эти маленькие-маленькие человечки. Скоро вам будет казаться странным, что вы их раньше не замечали...

ЭПИЗОД ВТОРОЙ

НА ПЫЛЬНЫХ ТРОПИНКАХ ДАЛЕКИХ ПЛАНЕТ

Упражнение. Космический корабль приблизился к неизвестной планете. Планета закрыта тонким слоем условных облаков: сквозь них могут пройти спускаемые с корабля автоматические станции, но не проходят никакие излучения. Проводная связь тоже невозможна.

На планете действуют те же физические законы, те же геологические, климатические и т. п. факторы, что и на Земле, на Луне или на Марсе. И только один фактор изменен.

Задавая автоматическим станциям определенные программы исследований, надо с наименьшего числа попыток найти этот иск-фактор.

Преподаватель играет за планету, слушатели — за экипаж корабля.

— Не понятно... Что это за облака?

— Условные облака. Они нужны, чтобы создать ситуацию «черного ящика».

— Значит, разогнать облака нельзя?

— Ни в коем случае. В вашем распоряжении только один способ: запуск автоматических станций. При этом нельзя поддерживать связь со станцией сквозь облака. Программа должна быть задана заранее.

— Непонятно... Опустим станцию, она там все выяснит, вернется, сообщит. В чем же смысл упражнения?

— А вы попробуйте.

— Хорошо. Станция может выполнить любую программу?

— Да.

— Тогда посыпаем станцию с таким заданием: опуститься на поверхность, взять пробы грунта, воздуха...

Программу коллективно дополняют: измерить радиацию, сделать спутники и т. д. Я пока проверяю магнитофон. Запись будет идти весь урок.

— Программа готова. Запускаем станцию.
— Прекрасно. Запустили. Но она не вернулась.
— Как это — не вернулась? Потому?
— Это ваше дело — узнать, почему. Там ведь может быть все что угодно. Вулканы. Или в миллионы раз большая сила тяжести. Или какие-нибудь чудовища, которые спокойно слопают вашу станцию.

— Хорошо. Отправим еще три станции. В разные места.
— Станции не вернулись.

Через пару месяцев я им прокручу эту пленку. Подумать только, какая психологическая инерция: одна станция не вернулась, давай пошлем еще три...

— Количество станций мы не ограничены?
— Нет.

— Тогда посыпаем еще десять станций.
— Станции не вернулись.

Смех.

— Ни одна? Учтите, наши станции имеют автоматы, выводящие их на посадку только в безопасном месте.

— А как они узнают, что место безопасно?

— По рельефу хотя бы. Если внизу ровный грунт, значит, безопасно.

— Прекрасно. И все-таки станции, снабженные системами выбора места посадки, не вернулись... Что вы будете делать дальше?

— Наверное, опасно садиться на поверхность... Понимем еще одну станцию, но с другой программой. Пусть станция опустится под эти облака, сделает снимки и сразу вернется. Спуститься она должна совсем немного — на метр, не больше.

— Станция вернулась.
— Наконец-то! А снимки получились?

— Да.

— И что на них?

— Степь, река, холмы, лес... Все, как на Земле. Снято с высоты в десять километров. Взяты пробы атмосферы — воздух тоже, как на Земле. Опасной радиации нет.

— А почему посланные в этот район станции не вернулись?
— Это уж ваше дело — узнать, почему.

— На снимках видны станции? Или хотя бы их обломки?
— Нет.

— Непонятно... А можно, чтобы следующая станция, оставаясь на высоте в десять километров, сбросила вниз зонд с радиопередатчиком?

— Можно.

— Хорошо! Посыпаем станцию. Она остается наверху, под облаками. И сбрасывает зонд на какое-нибудь ровное место. Например, на холм. Зонд должен подавать сигналы с поверхности. Станция их запишет и вернется на корабль.

— Станция вернулась, но никаких сигналов зонда она не записала.

— Почему?

— Это ваше дело — узнать, почему...

Упражнение продолжается и еще не скоро удастся обнаружить, что икс-фактор на этой планете — замедленная скорость света и других электромагнитных колебаний: один сантиметр в секунду. До станции, находящейся на десятикилометровой высоте, свет доходит на двенадцатый день. Станция видит степь, реку, холмы, а внизу — болото или горные вершины...

На следующем занятии такое же упражнение мы разыграем иначе. Я отберу «экипаж». Два человека в «экипаже» будут только выдвигать предложения — что делать дальше. Третий тоже будет занят одним делом: проверкой поступивших предложений на психологическую инерцию. Пройдут только те предложения, в которых не окажется психологической инерции. Полученная информация («станция не вернулась...») поступит к четвертому члену «экипажа», который будет специально заниматься выявлением странностей, т. е. признаков проявления икс-фактора. Пятый и шестой члены «экипажа» займутся поиском возможных объяснений этих странностей, будут выдвигать гипотезы. А двое первых используют эти гипотезы для корректировки плана исследования.

Слушатели, следящие за действиями «экипажа», будут заранее знать «секрет» планеты. Пусть смотрят со стороны и анализируют ход поиска: перед ними будет наглядная модель творческого процесса.

Все это — в дальнейшем. Сегодня слушатели, загубив множество автоматических станций, с трудом раскрывают икс-фактор первой планеты.

— А можно мы теперь будем играть за планету, а вы — за экипаж?

Бурный восторг.

— Можно, — покорно соглашаюсь я. Каждая группа рано или поздно приходит к этой светлой идеи.

Шепчутся, сковариваясь. Ладно, первую станцию я вам отдам.

— Программа первой станции: поднырнуть под облака, метров на десять, не больше. Снимки, пробы... Вернуться через пять минут.

— Станция не вернулась!

— Печально,— говорю я.— ах, как печально, такая была хорошая станция, совсем еще новая...

Это прекрасно, что станция не вернулась. Она погибла, но я получил необходимую информацию. Теперь я знаю, что икс-фактор действует под самыми облаками, он не связан с поверхностью планеты. Какое-то изменение законов природы. Пожалуй, я догадываюсь — какое именно. Мои слушатели еще не умеют бороться с психологической инерцией: я им дал планету с измененной скоростью света и они тоже изменили какую-то скорость.

— Вторая станция. Не нужно снимков, не нужно проб. Пусть станция опустится под облака и через секунду вернется.

Мои оппоненты в явном замешательстве.

— Ну, вернулась станция?

— Вернулась. Через семнадцать минут. Какова программа третьей станции?

Это они наталкивают меня на наверную тактику. Нет уж...

— Не будет третьей станции. Я подожду, пока вернется первая станция. Ведь она вернется, не так ли? На вашей планете время идет в тысячу раз медленнее, вот и весь секрет.

ЭПИЗОД ТРЕТИЙ

ЕЩЕ К ВОПРОСУ О ЗОЛОТОЙ РЫБКЕ

Задача. Цех изготавливает металлические изделия, имеющие форму боковой поверхности усеченного конуса. Диаметр большого основания от 0,5 до 1,0 м. Требуемая точность обработки внутренней поверхности — 0,05 мм. Контроль качества готовой продукции ведут с помощью набора точно изготовленных дисков-шаблонов, поочередно вставляя их внутрь изделия.

Возникает противоречие: чтобы повысить точность контроля, нужно при проверке каждого изделия использовать возможно больше шаблонов, а чтобы упростить и ускорить процедуру проверки, шаблонов должно быть возможно меньше.

Как усовершенствовать контроль?

Рано утром выпал первый в этом году снег. Мы сидим в холодной аудитории (снег всегда выпадает впопыхах). С улицы доносятся азартные крики: «Давай, давай!» Окруженный зрителями троллейбус пытается одолеть заснеженный подъем. Я вожусь с журналом. Фантазия фантазией, а учет посещаемости — святое дело. У нас железный закон: пропустил без уважительной причины два занятия — и прощай. Сегодня нам предстоит рассмотреть метод последовательного перехода от фантазии к реальности. Метод хитроумный и тонкий, а слушатели шепчутся о снеге. Мысленно они там, на улице: все-таки это романтично — первый снег...

Приходится на ходу менять план занятия.

— Начнем по сезону. С теплого южного моря. Однажды случилась такая любопытная история. Некий рыбак поймал золотую рыбку, а рыбка говорит ему человеческим голосом: «Отпусти ты, старче, меня в море...».

Я вполне серьезно пересказываю Пушкина. Все идет нормально, постепенно о снеге забывают.

— Ну, вот. После такой проработки старик снова идет к морю, зовет рыбку, та появляется и спрашивает: «Чего тебе надо, старче?» Как вы думаете, фантастична ли эта ситуация?

Молчание. Парод приобрел опыт и не спешит к ловушке.

— Ладно. Вот другая ситуация: Алладин потер старую медную лампу — и появился джин. Фантастика это или нет?

Соглашаются: да, фантастика, сказка.

— А если я сейчас, вот здесь, прямо перед вами осуществлю подобную сказку?

Теперь снег совершенно забыт.

— Сказка будет осуществлена в буквальном смысле?

— В самом буквальном.

— Нет. Невозможно.

— Ошибаетесь. Разве я не могу потереть старую медную лампу?

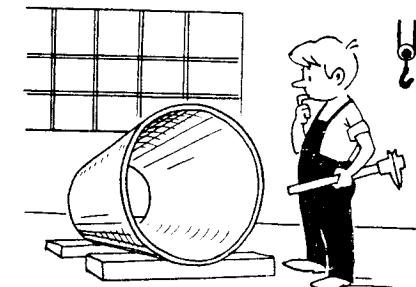
— Сколько угодно. Но джин не появится.

— Тем не менее часть сказочной ситуации (потереть старую медную лампу) я все же могу осуществить.

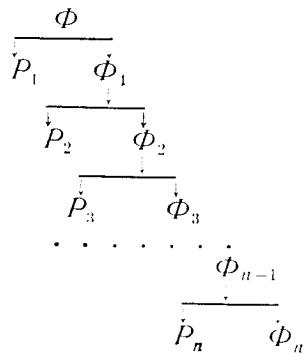
— Ну и что?

— Как что? Ведь отсюда следует, что сказочная, фантастическая ситуация содержит реальный компонент. Запишем это так:

$$\Phi = P_1 + \Phi_1.$$



Подойти к морю и позвать золотую рыбку я могу. Это P_1 , реальный компонент. А все прочее — это Φ_1 , фантастический компонент. Исходную фантастическую ситуацию Φ я свел к более простой фантастической ситуации Φ_1 . А ее в свою очередь можно разложить на P_2 и Φ_2 . А Φ_2 можно разложить на P_3 и Φ_3 . И так далее — пока не придем к пренебрежимо малому остатку Φ_n :



— Если так, пусть появится золотая рыбка. Хотя бы без Φ_n , без хвоста.

— А зачем вам золотая рыбка? Пушкин убедительно показал, что из контактов с ней ничего хорошего не получится. Давайте лучше используем этот метод для решения изобретательской задачи.

Три минуты на ознакомление с условиями задачи. Я специаль- но тороплю, чтобы задачу не стали решать другим методом.

— Сначала сформулируем исходную ситуацию Φ . Как бы вы решали задачу, если бы у вас была золотая рыбка?

Шум. Крики. Староста говорит:

— Ладно, сформулирую общую мысль. Мы потребовали бы, чтобы первое контрольное сечение, назовем его сечением № 1, само доказало, что в таком-то месте есть такое-то отклонение от заданного размера. Потом следующее сечение... Можно еще проще. Допустим, у меня чертеж изделия, вид сверху. И на нем концентрической окружностью показано сечение № 1. Так вот, я хочу, чтобы на этом чертеже сама собой возникла окружность, соответствующая фактическим размерам.

— Прекрасно. Это исходная ситуация Φ . Что в ней соответствует реальному компоненту P_1 ?

— У нас есть чертеж. Это реально.

— Вычтем P_1 из Φ и получим Φ_1 : на чертеже нет линии, соответствующей фантастическим размерам сечения № 1, а мы хотим, чтобы эта линия там была.

Кто-то ехидно замечает:

— Рыбак есть, нет золотой рыбки...

— Ничего, пойдем дальше. Что в ситуации Φ_1 можно считать P_2 и Φ_2 ?

— Сечение № 1 существует в изделии, наверное, это и есть реальность P_2 . Сечение вообще существует, но не переходит на чертеж, не фиксируется. Золотая рыбка где-то есть, но она не приплывает на наш крик.

— Отлично! Значит, Φ_2 — переход сечения № 1 с изделия на контрольный чертеж.

— Нет. Перейти оно может. Поставим сверху зеркало и в нем отразятся все сечения, вся внутренняя поверхность изделия. Дело не в переходе. Сечение № 1 не может выделиться, оно не отличается от соседних сечений.

— Не возражаю. Мы сделали еще один шаг: установили, что операция перехода Φ_2 состоит из выделения Φ_3 и отражения P_3 , фиксации на чем-то. Выходит, все дело в том, чтобы сечение № 1 как-то выделилось среди других сечений.

— Покрасить надо.

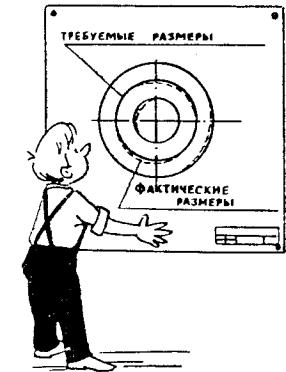
— Не пойдет, — возражает староста. — Линия не имеет толщины, нечего красить. Хотя... можно покрасить по одну сторону сечения одним цветом, а по другую — другим. Как на красно-синем карандаше. Но это тупик. Как мы будем красить? Чтобы красить, нужно выделить эту линию, а чтобы выделить, надо покрасить... Тупик.

— Почему? Это не тупик, а ситуация Φ_4 : надо, чтобы изделие вдруг само окрасилось точно по уровню сечения № 1. Здесь тоже есть P и Φ . Покрасить мы можем (памажем краской — и все), это реальность P_5 . А точно покрасить мы не можем, это пока фантазия Φ_5 .

— кажется, есть идея!

Пора бы, подумал я. Ведь золотая рыбка уже появилась, вот она...

— Есть такая идея: опустить изделие в ванну с краской. Горизонтальная поверхность краски отметит сечение № 1. Потом опустить глубже, получим сечение № 2. И так далее. Остается зафиксировать эти сечения в зеркале или на фотопластинке.



Снова шум, обговаривают конструкцию. Как расположить аппарат, что взять вместо краски, как сравнить полученный снимок с контрольным. Задача решена, ответ совпадает с изобретением по авторскому свидетельству № 180829. Именно так решили

эту задачу изобретатели В. Коротков, А. Никольский и В. Шпаков. Не знаю, сколько времени они потратили на поиски изобретения, у нас ушло менее получаса. До конца занятия еще шесть минут, и я успевал подвести итоги и дать домашнее задание.

Мы еще порешаем с десяток таких задач. Отшлифуется умение превращать техническую задачу в фантастическую ситуацию Φ и строить цепь $\Phi_1 - \Phi_2 - \Phi_3 - \Phi_4 - \dots$

А на сегодня хватит. Сегодня мы хорошо поработали.

ЭПИЗОД ЧЕТВЕРТЫЙ

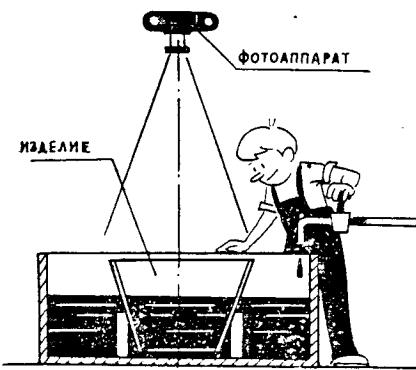
«НАЧИНЕМ С УВЕЛИЧЕНИЯ В МИЛЛИАРД РАЗ...»

Домашнее задание. На строительстве Усть-Илимской ГЭС понадобилось соорудить несколько водоводов — железобетонных труб диаметром около 10 м и длиной около 40 м. Вес каждого водовода — 4000 т. Водоводы должны лежать на откосе в 45° .

Изготавливать водоводы в наклонном положении крайне неудобно. Лучше строить их вертикально, а потом опускать на откос. Однако проектировщики подсчитали, что для этого потребуется очень сложная и дорогая система грузовых стрел, талей, блоков. Пришлось изготавливать водоводы в наклонном положении. А когда работа была сделана и деньги потрачены, два молодых инженера предложили решение, которое, поспустя оно вовремя, позволило бы легко опустить готовые водоводы и дало бы огромную экономию.

Найдите это решение. Используя оператор РВС.

Третий месяц мы воюем с психологической инерцией. Первая линия обороны нашего противника — технические термины. Инженеры привыкли уважительно относиться к терминологии. Размышляя о задаче, они думают терминами. Между тем,



каждый термин отражает старое, уже существующее. Термин стремится навязать традиционное, привычное представление об объекте. В безобидной, казалось бы, формулировке: «Как повысить скорость движения ледокола сквозь лед?» — слово «ледокол» сразу навязывает определенный путь. Надо колоть лед, дробить лед, ломать лед...

Мы заменяем термины словом «штуковина», оно играет у нас ту же роль, какую играет в математике «пкс». Попадачу инженеры посыпались, заменяя «штуковиной» привычные термины «виброрадачик», «экстрактор», «опалубка», «коррелометр». Но довольно скоро обнаружилось, что любую задачу можно изложить без терминов.

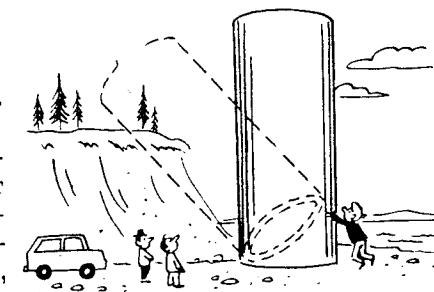
Психологическая инерция отступает, но не сдается. Уже пять слов, навязывающих старые, привычные представления, но остается старый зрительный образ. Я не произношу слово «ледокол», но все равно у меня перед глазами нечто ледоколообразное.

Чтобы преодолеть психологическую инерцию, мы используем оператор РВС. Это шесть мысленных экспериментов, которые последовательно расшатывают привычное зрительное представление. Мысленно увеличиваем размеры (или другой основной параметр) «штуковины» в тысячу, в миллион раз... уменьшаем размеры... увеличиваем продолжительность процесса... уменьшаем... увеличиваем допустимую стоимость... уменьшаем...

Оператор РВС не всегда дает решение задачи. Собственно, он и не предназначен для этого. Его цель — сбить психологическую инерцию перед решением. Но задача о водоводе несложная, и в листках с выполненным домашним заданием я сразу замечаю много правильных ответов.

Что ж, возьмем наугад одну работу (странный феномен: наугад я почему-то всегда вытаскиваю работы, написанные хорошим почерком).

«1. $P \rightarrow \infty$. Размеры бетонной штуковины увеличиваются в сто раз. Громадина наподобие Останкинской башни. Никакие краны не годятся, это ясно. Как уложить машину высотой в четыре километра и диаметром в километр? Нет, это не башня, у башни диаметр мал сравнительно с высотой. Это гора. Как уложить гору? Идеально было бы, если бы гора легла сама. Но горы



никогда не падают. Не знаю. Задача стала сложнее. Этот шаг ничего не дал.

2. $P \rightarrow 0$. Для начала уменьшим размеры в сто раз. Высота 40 см. Все очень просто: уложим штуковину вручную. Высота 0,4 см. Снова вручную. Высота 0,04 мм. Задача опять усложнилась.

3. $B \rightarrow \infty$. В условиях задачи не указано, сколько времени отводится на спуск штуковины. Предположим, месяц. Увеличим этот срок в 100 раз. 8 лет. Не вижу особой разницы. Увеличим срок еще в 1000 раз. 8000 лет. Осядет грунт и штуковина опустится сама? Во всяком случае, за 8 миллионов лет могут произойти большие геологические изменения.

4. $B \rightarrow 0$. Штуковина опустилась за одну минуту или за одну секунду. Это значит, что она упала. Чтобы штуковина упала, ее центр тяжести должен изменить свое положение.

Появилась идея, относящаяся к пункту 1. Есть горы, которые сами падают. Это — айсберги. Подтачивает основание, смещается центр тяжести, гора опрокидывается. Пункт 3 тоже наводит на подобную мысль: за миллионы лет могут выветриться, вымыться самые твердые породы. Отсюда идея...

Далее идет описание. Все верно, можно ставить пятерку, решение совпадает с изобретением по авторскому свидетельству № 194294, в котором сказано: «Способ монтажа тяжелых конструкций путем опускания их на рабочее место, отличающийся тем, что с целью упрощения процесса монтажа под конструкцией возводят колонны из природных веществ — льда, соли, которые затем у основания соответственно растапливают и растворяют, обеспечивая тем самым уменьшение длины колонн с одновременным опусканием конструкции».

Другая работа.

«1. $P \rightarrow \infty$. Начнем с увеличения в миллиард раз. Получается, что длина штуковины 40 миллионов километров. Диаметр Земли — 12 тысяч километров. Положить такую штуковину на Землю нельзя. Можно Землю положить на нее. Новая формулировка задачи: как откос положить на водовод? На откосе должно что-то нарасти. Нужно иметь что-то (например, подушку со сжатым воздухом), способное увеличиваться и уменьшаться. Когда водовод изготовлен, пространство между откосом и водоводом должны заполнить маленькие человечки. Те человечки, которые окажутся около водовода, прочно вцепятся в его поверхность. А потом толпа человечков начнет редеть (испарение, таяние?). Водовод наклонится (его потянут человечки) и постепенно ляжет на откос.

Решение: заполнить пространство между откосом и водоводом льдом, приморозить трубу к льду и постепенно расплавлять лед, чтобы он уходил из этого пространства. Вместо льда можно взять какое-нибудь химическое вещество и действовать на него реактивом, но лед дешевле».

Придется усложнить задачу, слишком легко с ней справляются. В этом решении есть любопытный нюанс: лед положен не под трубу, а рядом с ней, в пространстве между трубой и откосом. Использована способность льда хорошо сцепляться с бетоном, это остроумно. Следовало бы поставить пятерку. Но отработан только один шаг оператора РВС, в другой раз это может подвести: опасно останавливаться на первой подходящей идее. И потом, опасно смузгивать маленькие человечки: хорошо или плохо, что они применяли здесь? Все-таки это упражнение на оператора РВС.

Преодолев психологическую инерцию, я ставлю оценку $5 \pm 0,5$.

ЭПИЗОД ПЯТЫЙ ПОДОЗРИТЕЛЬНО ПРОСТАЯ ЗАДАЧА

Задача. На стальном тросе A висит груз. В плоскости, перпендикулярной тросу A , движется трос B . Как сделать, чтобы трос B , продолжая движение, не разорвал бы трос A и сам не был бы разорван?

Я оставляю магнитофон и выхожу в коридор. Пусть решают самостоятельно. Устраиваясь у окна, закуриваю. Докурить мне не удается, зовут в класс.

— Повторите, пожалуйста, условия.

Повторяю.

— И это все?

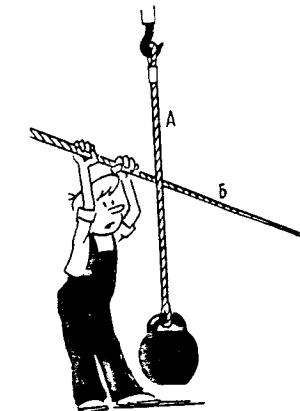
— Все.

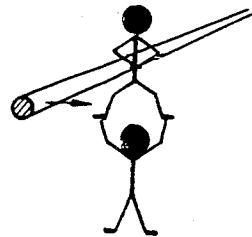
— Тогда задача решена. Мы думали, там есть еще что-то. Подозрительно простая задача.

Включаю магнитофон.

— Веселая ситуация. Можно показывать в цирке: трос проходит сквозь трос, а тому хоть бы что... На грани фантастики.

— Раз ситуация фантастическая, позовем золотую рыбку. Трос A может свободно дойти до троса B . Это реальность P_1 . А вот остальное — фантастика.





— Почему? Трос *A* может частично войти в трос *B*. У троса *B* должен быть какой-то запас прочности, обрыв произойдет не сразу.

— Значит, мы разложили Φ_1 на P_2 и Φ_2 .

— Φ_2 тоже можно разложить. Трос *A* может полностью пройти сквозь трос *B*, это реальность P_3 . А вот совпадение оборванных концов — это уже фантастика, то есть Φ_3 .

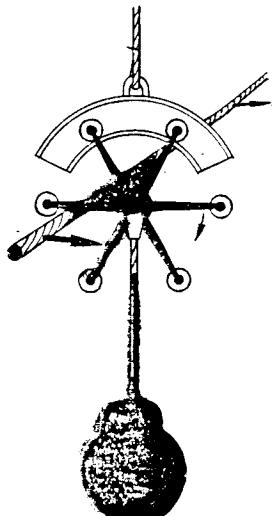
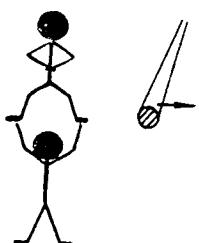
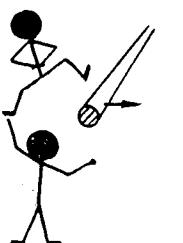
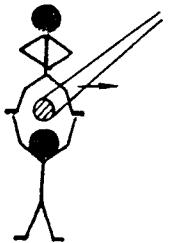
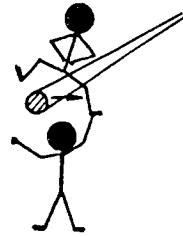
— Человечки на одном конце троса должны схватить человечков на другом конце.

— Если представить, что размеры троса *B* стремятся к нулю, трос *B* свободно пройдет между человечками троса *A*...

Шум... С трудом разбираю обрывки фраз: «Магниты... Магнитное сцепление... А если груз тяжелый?...»

Приходится расспрашивать, восстанавливать ход решения. Выясняю, что одни продолжали работать с золотой рыбкой, другие использовали маленьких человечков, третьи — оператор РВС. Приверженцы маленьких человечков вручают мне рисунок: «Тут же все ясно...» Решение у всех одинаковое.

— Правда, похоже на руки? Человечки перехватывают руками верхнюю часть троса...



АРИЗ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АРИЗ не стоит на месте. Он постоянно развивается и совершенствуется. Впервые он был опубликован в 1959 году — отсюда название АРИЗ-59. Затем появились АРИЗ-61, АРИЗ-64, АРИЗ-65, АРИЗ-68 и, наконец, АРИЗ-71. Сейчас (пока писалась эта книга) уже создан АРИЗ-75.

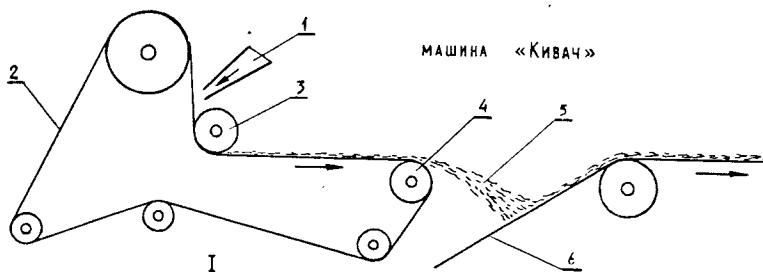
Задача 1, которую мы предлагаем вашему вниманию, решалась в 1970 году, естественно, с применением АРИЗ-68. Остальные же задачи решались позднее с применением уже АРИЗ-71. Схема решения и в том и в другом случае однакова, и читатель, вооруженный знанием АРИЗ-71, легко разберется в решении задачи на основе АРИЗ-68; более того, он поймет, как развивается АРИЗ в целом и, может быть, представит (!), каким будет АРИЗ в будущем.

ЗАДАЧА 1

Повышение производительности бумагоделательных машин достигается увеличением их скорости. Однако простое увеличение скорости машин без конструктивных изменений обезвоживающих элементов сетчатой части и технологического режима обезвоживания и формования бумажного полотна приводит к резкому ухудшению качества бумаги. Происходит это вследствие резкой интенсификации процесса обезвоживания полотна на сетке машины и преимущественной в связи с этим ориентации волокон в направлении скорости фильтрации, т. е. перпендикулярно плоскости листа.

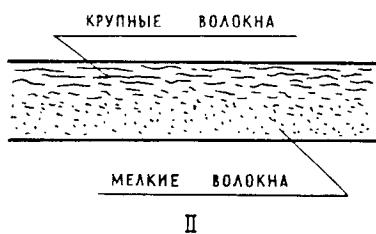
Для устранения этого технического противоречия (производительность — качество) была предложена принципиально новая схема формования бумажного полотна напылением, реализуемая на машине типа «Кивач». Основное достоинство этой схемы: процессы обезвоживания и формования бумажного полотна разделяются и, следовательно, исключается влияние резкой интенсификации обезвоживания на качество формования. На рис. I показано, как масса из папускного устройства 1 подается в клин между

сеткой 2 и отжимным валом 3, обезвоживается и в виде факела 5 со сбрасывающего вала 4 напыляется на подвижный экран (сетку) 6 прессовой части.



Такая схема позволила резко (в 5 раз) увеличить производительность машины без ухудшения качества формируемого бумажного полотна.

Наряду с многочисленными достоинствами нового способа формования бумажного полотна обнаружился один существенный недостаток. Вследствие того, что бумажная масса представляет собой полидисперсию систему (волокна различных размеров), а также оттого, что адгезия волокон разных размеров к сетке различна, в факеле напыляемой массы наблюдалась сепарация (фракционирование) волокон. При этом в верхней части факела сосредоточивались крупные и длинные волокна, в нижней — мелкие. Это, в свою очередь, приводит к разносторонности формируемого листа — к градации волокон по толщине листа (рис. II).



бумагоделательных машинах имеется такая разносторонность, но там она менее явно выражена. Причина в том, что в начальный период обезвоживания массы на сетке мелкие волокна проваливаются в ее ячейки до тех пор, пока не образуется фильтрующий слой из более крупных волокон. При этом получается следующая градация волокон по толщине листа (рис. III).

Итак, задача — избежать нежелательной разносторонности полотна (хотя бы в рамках, регламентируемых соответствующими ГОСТами на бумагу).

Решение задачи не было найдено ни на стадии проектирования, ни на стадии экспериментальных исследований нового спо-

соба формования, и при запуске проекта на научно-техническом совете головного института отрасли (НИЦИЦМАШ) на этот недостаток было указано как на самый существенный, могущий опорочить многочисленные достоинства нового способа при выработке массовых видов бумаг.

В связи с этим необходимо отметить, что существует целый класс бумаг (обойные, кабельные и пр.), к которым предъявляются противоположные требования — здесь нужна разносторонность.

В дальнейшем при решении этой задачи было решено использовать АРИЗ.

Первая стадия алгоритма — это выбор задачи и, более конкретно, — рассмотрение следующих вопросов:

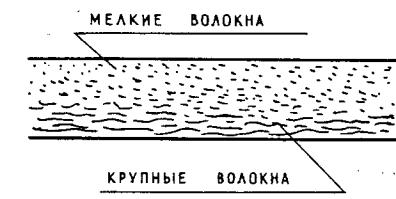
Какова техническая цель решения задачи? Очевидно, в нашем случае — устраниТЬ сепарацию, так нам тогда казалось.

Какие характеристики объекта заведомо нельзя менять при решении задачи? Во-первых, — сам принцип раздельного обезвоживания и формования (не только из-за чувства авторского самолюбия, но и из-за многочисленных достоинств метода); во-вторых, — производительность машины (т. е. скорость).

Проверяем, можно ли достичь той же цели решением «обходной» задачи. Задача должна иметь принципиальное решение. «Обходная» — это более общая задача: либо отказаться от принципа напыления и получится обычная плоскосеточная машина, либо найти другой способ.

Далее АРИЗ-68 рекомендует сравнить первоначальную задачу с тенденциями развития данной отрасли техники. Но аналога нет, т. е. нет машин, работающих на данном принципе.

Сравнение же «обходной» задачи с тенденциями данной отрасли техники приводит нас к применению способов, могущих уменьшить разносторонность. Это, во-первых, увеличение процентного содержания более однородной фракции — целлюлозы до 100% (кстати, высококачественные сорта бумаг вырабатываются именно из 100%-ной целлюлозы). Во-вторых — замедление обезвоживания в первоначальной стадии, в начале сеточного стола — в результате интенсивная тряска, снижение скорости машины, мокрые отсыпающие ящики, желобчатые регистровые валики, гидропланки, которые сплачивают промой волокна и, следовательно, разносторонность.



III

В-третьих, более тщательный размол, преследующий своей целью выравнивание фракционного состава бумажной массы перед отливом. Многие зарубежные фирмы (Швеции, Англии, Японии) интенсивно работают над созданием промышленных фракционаторов волокна. Фракционирование, т. е. разделение волокон по размерам (фракциям), дает возможность использовать при выработке отдельных видов бумаг волокна одной фракции и тем самым компенсировать разносторонность.

В-четвертых, зарубежные фирмы широко используют двухсеточные машины, в которых бумажное полотно обезвоживается между двумя сетками. Это — «Исперформ», «Вертиформа», «Паприформер», «Бел-Байформер», «Аркуформа» и т. п. Скорость фильтрации в них уменьшается вдвое, так как при той же производительности процесса обезвоживания фильтрация идет через две сетки. При этом на каждой из сеток откладывается, как уже рассматривалось, слой крупных волокон, препятствующих проходу мелких (рис. IV).



IV

В-пятых, применяются ровители. Ровитель — это цилиндр, обтянутый точно такой же сеткой, что и основная сетка на машине. Механизм действия его аналогичен рассмотренному для двухсеточных машин. Зарубежные фирмы придают ровителям первостепенное значение несмотря на то, что они сложны в изготовлении и капризны в эксплуатации.

Далее в АРИЗ рекомендуется сравнить прямую и «обходную» задачи с тенденциями развития ведущей отрасли техники.

Хотя в нашем случае трудно определить, какую же отрасль техники считать ведущей по отношению к целлюлозно-бумажной промышленности, мы нашли простой выход — искали аналоги везде, где можно. Аналогичные устройства имеются в теплоэнергетике. Это так называемые ПМЗ — пневмомеханические загрузчики угля в топки мощных котлов.

Механический загрузчик разбрасывает уголь ровным слоем по цепному полу топки. Так как крупные куски угля летят дальше, факел пламени в топке неоднороден. С целью равномерной загрузки угля по крупности по всему полу печи применяется поддув — при этом струя воздуха подхватывает мелкие куски угля и угольную пыль и транспортирует их равномерно с крупными (рис. V).

В нашем случае такое решение не подходило по той причине, что мы не представляли себе возможных последствий поддува и неизбежных в связи с этим искажений факела, а следовательно, и профиля (поперечного) бумажного полотна.

Сопоставление первоначальной и «обходной» задач предопределяет выбор — первоначальная задача проще и экономичнее.

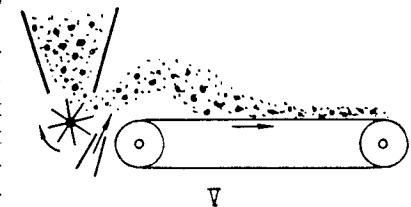
Определяем требуемые количественные показатели (скорость, производительность, качество, габариты) и вносим в них поправку на время, т. е. учтываем, что от момента нахождения решения и до создания новой машины или приспособления, позволяющего решить задачу, вышеперечисленные показатели могут возрасти.

Уточняем требования, вызванные конкретными условиями, в которых предполагается реализация изобретения, в частности, учтываем тот факт, что экспериментальная установка уже создана и установлена на Кондопожском целлюлозно-бумажном комбинате и поэтому решение должно касаться незначительных конструктивных изменений.

Вторая стадия АРИЗ — уточнение условий задачи. АРИЗ рекомендует уточнить задачу, используя патентную литературу, аналогов, к сожалению, в отрасли не оказалось. Просматривать же все другие патенты при современной их классификации не представлялось возможным из-за недостатка времени. Рекомендуется также ответить на вопрос: можно ли решить данную задачу, если не считаться с затратами — своеобразное снятие тормозов с побочных решений, могущих привести к требуемому результату. Ответ: «обходную» — можно, первоначальную — нет.

Как изменится задача, если уменьшить величину требуемого показателя почти до нуля (производительность). В этом случае можно, например, предложить ручной отлив: масса наливается на сита и встряхивается. Раньше так и делали. В настоящее время ручной отлив не применяется. Это для «обходной» задачи. На нашей схеме при $V=0$ (пулевой скорости) не будет напыления. При очень же большой скорости факел выродится в плоскость, полотно. В этом случае, казалось бы, задача решена. Однако остается неблагоприятная ориентация волокон в поперечном направлении к плоскости листа, связанная с резким обезвоживанием на отжимном валу.

Третья стадия — аналитическая.



1. Определить идеальный копечный результат (ИКР), т. е. ответить на вопрос: что желательно получить в самом идеальном случае? Очевидно, было — внизу мелкая фракция, стало — равномерная градация по толщине листа.

2. Определить, что мешает получению ИКР, т. е. ответить на вопрос: в чем состоит помеха? Ответ, очевидно, будет: в сепарации.

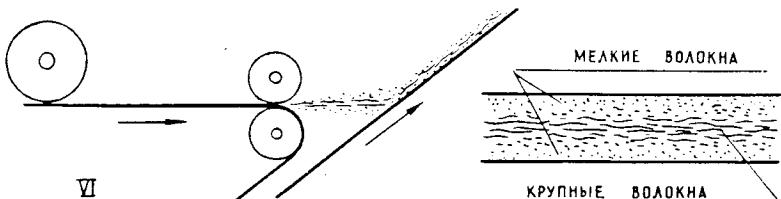
3. Определить, почему мешает, т. е. ответить на вопрос: в чем непосредственная причина помехи? Ответ: центробежные силы, различная адгезия волокон в зависимости от размеров и физической массы.

4. Определить, при каких условиях нечто не мешало бы получить идеальный копечный результат, т. е. ответить на вопрос: при каких условиях помеха исчезает?

А. Можно ли сделать так, чтобы помеха исчезла? Нельзя, так как без действия центробежных сил не будет напыления;

Б. Можно ли сделать так, чтобы помеха осталась, но перестала быть вредной? Можно, если сделать факел напыляемой массы симметричным. Каким образом? Может быть, регулировать радиус сбрасывающего вала? В этом случае мы меняем угол раскрытия факела. Чем меньше радиус, тем меньше угол раскрытия факела. В частности, при радиусе, равном нулю, сепарация исчезает.

Кстати, ИКР должен быть иным, чем мы его ранее представляли. Действительно, гораздо лучше иметь в центре толщины полотна грубые и длинные волокна — несущий скелет листа, обеспечивающий необходимые физико-механические качества бумажного полотна, а по обеим сторонам — мелкие волокна, придающие полотну хорошие потребительские свойства.



На этом этапе задача решается. В самом деле, для достижения ИКР — симметрии распределения волокон по толщине полотна достаточно сделать симметричный факел. Это достигается постановкой дополнительного верхнего сбрасывающего вала, обтянутого сеткой (рис. VI).

Это решение неявным образом существовало на этапе выбора задачи (вспомним ровнитель). Но ранее сработала, на наш взгляд, инерция — коль скоро наша машина не плоскосеточная, то и метод производства другой, и функции, выполняемые в данном случае сбрасывающим валом и ровнителем, разные. Ровнитель подтягивает волокна, а сбрасывающий вал изменяет всю картину факела. Поэтому на той стадии правильное решение прийти не могло.

В дальнейшем было решено поставить верхнюю сетку — из конструктивных соображений, а также в связи с тем, что при малых скоростях обезвоживающий вал брал на себя массу.

Как видим, алгоритм не только позволил решить задачу, но и решил ее более качественно, чем мы могли ожидать. «Вредный» эффект сепарации перестал быть вредным и, наоборот, позволил получить такой эффект, который невозможен на обычных бумагоделательных машинах, «благополучных» с точки зрения сепарации.

В данном случае решение этой задачи пришло на аналитической стадии алгоритма. Но мы продолжили решение задачи дальше с целью нахождения возможно большего числа вариантов. Следующая стадия использования алгоритма и наиболее эффективная — оперативная.

Устанавливаем с учетом решений на предыдущих стадиях техническое противоречие (ТП) типа «форма» (схема машины) — «вредные факторы» и находим с помощью таблицы типовых приемов возможность устранения ТП — это приемы № 4, 33, 21, 22.

1 — принцип дробления. Он уже использовался при разделении процессов обезвоживания и формования бумажного полотна, преследуя в принципе те же цели. Вспомним, что в противоречие вступили «форма» машины (схема — плоскосеточная) — «вредные факторы», ухудшающие качество формируемого бумажного полотна.

33 — прием гласит: объекты, взаимодействующие с данным объектом, должны быть сделаны из того же материала. В самом деле, на факел мы воздействовали другим факелом, совместив их по плоскости раздела в один.

21 — принцип проскока. Вредные или опасные стадии процесса должны преодолевать на большой скорости. И это было — факел на большой скорости превращается в плоскость.

22 — принцип «обратить вред в пользу». Он и был использован при решении задачи.

Создается обманчивое впечатление, что три предыдущие стадии решения по АРИЗ не давали решения и только четвертая стадия — оперативная давала каскад принципов, в зашифрован-

ном или почти в явном виде содержащих решение. Что ж, мы тоже пытались это сделать, а именно: использовать таблицу типовых приемов устранения технических противоречий, минуя первые три стадии АРИЗа и не тратя времени на очистку ее (задачи) от шелухи внешних атрибутов. И — ничего не получилось.

Прежде чем приступить к решению задачи оперативным путем, необходимо четко выявить условие задачи, найти ИКР и ТП. В противном случае можно до бесконечности манипулировать таблицей, используя лишь кажущиеся ТП (вспомним хотя бы, как мы неправильно определили ИКР). И наоборот, используя первоначальные стадии АРИЗ, можно прийти к решению гораздо раньше.

Имея уже приемлемое решение, мы несколько раз применяли АРИЗ с учетом этого решения, чтобы отыскать возможно больше побочных вариантов. И здесь пришло еще одно интересное прикладное применение рассмотренного выше способа устраниния сепарации при производстве бумажного полотна методом папье-лепка. Мы уже отмечали, что чем меньше радиус сбрасывающего вала, тем меньше угол раскрытия факела, и наоборот. А в нашем случае, когда сбрасывающих валов два? Оказывается, что симметрия факела в этом случае нарушается, т. е., изменяя радиус сбрасывающих валов, мы можем регулировать положение крупной фракции по толщине листа, располагая ее ближе то к одной, то к другой стороне листа. Значение этого решения трудно переоценить. Существует целый класс бумаг с покрытием: хром-эрзац, kleевые ленты, кабельные бумаги, мешочные бумаги с ламинированным слоем — одним из существенных недостатков которых является скручиваемость. Тот же недостаток существовал и при эффекте сепарации. В малой степени он выражен во всех бумагах, так как эффект сепарации в них не изжит (на этом основано, кстати, определение машины и свободной стороной листа).

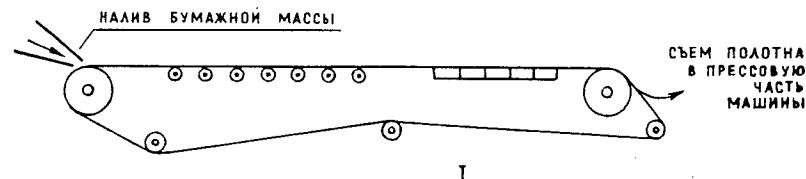
Регулируя структуру листа по толщине, мы можем, следовательно, менять характеристики скручиваемости. Напоследок, предположим, kleевой слой на ленту для склейки ящика (в мебельной промышленности) и, чтобы избежать скручиваемости, загоняем на противоположную сторону исходного листа мелкую фракцию волокон — моменты от усадки компенсируются.

ЗАДАЧА 2

Что представляет собой сеточная (формующая) часть бумагоделательной машины? Это — система валов (параллельных), обтянутых бесконечной сеткой. По существу, обычный транспортер, в котором роль тягового элемента выполняет сетка. На

сетке происходит обезвоживание и формование бумажной массы (рис. I).

В последнее время за рубежом появилось много машин двухсеточного типа («Инверформ», «Вертиформа», «Бел-Байформер», «Паприформер»). В них бумажная масса транспортируется, обез-



I

воживается и формуется между двумя сетками (рис. II). Сетки по мере их износа нуждаются в смене (примерно раз в неделю). Как происходит смена сеток?

На односеточной машине один из валов опускают — на сетке образуется слабина. Сетку растягивают па «скалках» — легких алюминиевых стержнях — и выводят вбок за пределы валов. Надевание новой сетки производят в обратном порядке. Время смены — до четырех часов.

На двухсеточной машине оба вала отводят внутрь каждой петли — сетки дают слабину; растягивают обе сетки па скалках так, чтобы они не касались друг друга, иначе их невозможно вывести вбок за пределы валов.

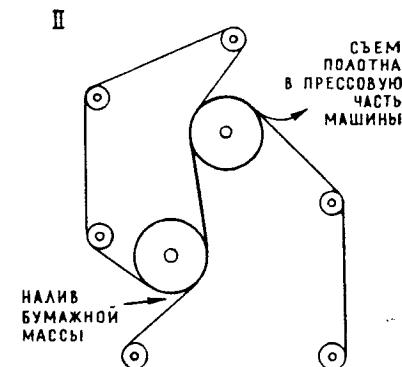
Необходимо учесть, что вес каждого из валов до 30 тонн. Валы установлены горизонтально с отклонением не более 0,1 мм па длину вала — 10 м; при отводе валов все горизонтизирование нарушается. Валы с торцов соединены с вакуумной системой. Соединения, естественно, герметизированы. При отводе валов соединение необходимо разбирать.

Итак, задача: найти способ быстрой смены сеток.

Часть 1. Выбор задачи.

Шаг 1—1. Какую характеристику объекта надо изменить? Время и простоту смены сеток.

Какие характеристики объекта заведомо нельзя менять при решении задачи? Схему машины, ее конструкцию. Стоимость машины велика (до 10 миллионов рублей), переделывать перацио-



нально. Кроме того, конструкция машины тесно связана с технологией производства бумаги, можно ее нарушить.

Какие расходы снизятся, если задача будет решена? Уменьшится простоты машины, т. е. увеличится выработка бумаги. Отпадет надобность в сложных устройствах для отвода валов.

Каковы (примерно) допустимые затраты? Затраты равны стоимости бумаги, которая могла бы быть выработана за время простоя машины, умноженной на количество простоев в год. Время простоя 4 часа = 240 мин; скорость машины 700 м/мин; ширина машины 8 м. $700 \text{ м/мин} \times 240 \text{ мин} \times 8 \text{ м} = 1\ 344\ 000 \text{ м}^2$ бумаги. Масштаб — только целлюлозно-бумажная промышленность. Количество простоев в году — 48. Значит, за год недовыработано $1\ 344\ 000 \times 48 = 64\ 512\ 000 \text{ м}^2$ бумаги. С 1 января 1966 г. оптовая цена за 1000 м² газетной бумаги — 7 р. 65 к. Итак, 7 р. 65 к. $\times 64\ 512 = 493\ 516$ руб. (по одной машине).

Какой главный технико-экономический показатель надо улучшить? Время и простоту смены сеток.

Шаг 1—2. Обходной путь — сделать сетки «вечными», тогда не понадобится их смена.

Шаг 1—3. Определить, решение какой задачи целесообразнее — первоначальной или обходной. Мероприятия по уменьшению износа сеток — технологические. Сетки постоянно совершенствуются по мере появления новых материалов. В данных условиях выгоднее решать первоначальную задачу.

Шаг 1—4. Время смены сеток 1 час (уменьшим простой в 2—4 раза).

Шаг 1—5. «Поправка на время». Эту поправку «в лоб» можно понять как дополнительное уменьшение времени простоев: ведь скорости бумагоделательных машин растут, а значит,растет и недовыработка бумаги из-за простоев. Однако появляются и новые схемы машин, где смена сеток еще труднее — двухсеточные машины.

Итак, наша «поправка на время» — уменьшить время смены сеток до 0,5 часа не на обычной, а на двухсеточной машине — такие машины получают все большее распространение.

Шаг 1—6. Степень сложности решения — требуется, чтобы расходы не превышали 0,5 млн. рублей, а времени на смену тратилось 0,5 часа без изменения схемы машины.

Часть 2. Уточнение условий задачи.

Шаг 2—1. Аналогов в патентной литературе, к сожалению, не нашлось.

Шаг 2—2. Применить оператор РВС.

А. Р→0. Сетка состоит из проволок — основы и утка. Уменьшаем размеры проволок. Теперь это маленькие иголки. Попадо-

билось отлить бумажное полотно — включили электромагнитное поле — иголки «цепились» в сетку — через эту сетку с успехом будет проходить вода из бумажного полотна.

Б. Р→∞. Проволоки стали бесконечно большими, иначе — очень толстыми. В этом случае получится не сетка, а полотно (сплошное) из металла. Что ж, можно «просверлить» в нем дырки. Итак, бесконечная лента из износостойкого материала с перфорацией. Это может быть решением.

В. В→0. Сетка надета на машину заранее. Вернее, много сеток. Изнасилась одна — исчезла, начала работать вторая и т. д. Такие сетки есть. Одна, так называемая подкладочная, работает на износ, вторая служит формующим элементом. Иногда подкладочную сетку пускают только над теми элементами сеточной части, где наиболее интенсивен износ.

Г. В→∞. Подождем, пока сетка в результате коррозии сама лохмотьями свалится с машины. Надеть новую сетку? Пожалуйста, можно разобрать всю машину целиком с валами без всяких приспособлений.

Д. С→0. Бесплатно? Трудновато. Разве что по пункту Г. Впрочем, бесконечно долго — отнюдь не бесплатно (простой машины!). Быть может, «повалить» машину палок? Тогда сетка при ее ослаблении упадет вниз. А новую сетку можно набрасывать, «ронять» сверху.

Е. С→∞. Изготовим сетку из чрезвычайно прочного и износостойкого материала — «усов» (птицевидных кристаллов, выращиваемых пока только в лаборатории). Обходная задача будет решена.

Шаг 2—3. Данная система из валов и сетки. Сетка при смене плохо (долго) снимается с валов.

Шаг 2—4а. Сетка, валы — элементы, которые можно менять.

Шаг 2—5. Сетка — ее легче менять, она проще и дешевле, монтируется. Валы связаны с конструкцией машины в целом.

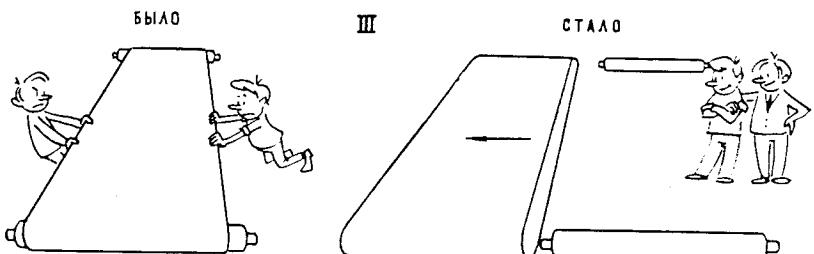
Часть 3. Аналитическая стадия.

Шаг 3—1. Составить формулировку ПКР. Сетка сама сходит с валов при смене — быстро, не повреждаясь. И надевается так же быстро. Мы, кажется, забыли отметить весьма существенное обстоятельство: новую сетку растягивают на скалках (и очень осторожно) еще и потому, что нельзя допустить ее смятия — иначе она бракуется. Сетка, растянутая в рабочем положении на машине, не должна иметь ни малейших складок.

Шаг 3—2. Делаем рисунки «было» и «стало» (рис. III).

Шаг 3—3. Не может выполнить требуемого действия внутренняя поверхность сеток или одной сетки, если нужно снять (надеть) одну сетку не трогая другой.

Шаг 3—4: а) выделенная часть должна смещать одну сетку или обе сетки одновременно вбок за пределы машины;
б) выделенная часть касается валов, а так как сетки растянуты, возникает трение между сеткой и валами;



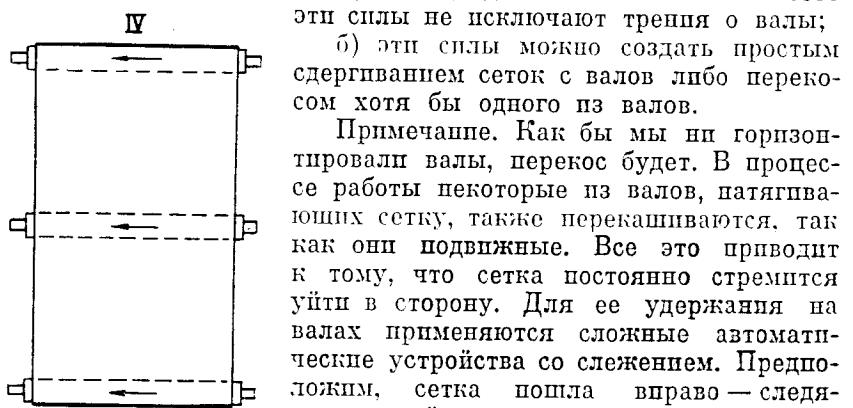
в) она не должна касаться валов при смене (или не давать трения) и должна касаться валов (и давать трение) при работе, чтобы обеспечить тягу.

Шаг 3—5. Внутренняя часть сетки сможет выполнить требуемое действие, если будет трение при работе и не будет трения при смене.

Шаг 3—6. Вид сверху (рис. IV):

а) стрелками на рисунке показаны силы, способствующие съему сеток; однако взятые сами по себе эти силы не исключают трения о валы;

б) эти силы можно создать простым сдергиванием сеток с валов либо перекосом хотя бы одного из валов.



Примечание. Как бы мы ни горизонтировали валы, перекос будет. В процессе работы некоторые из валов, патягивающие сетку, также перекашиваются, так как они подвижные. Все это приводит к тому, что сетка постоянно стремится уйти в сторону. Для ее удержания на валах применяются сложные автоматические устройства со сложением. Предположим, сетка попла вправо — следящее устройство дает сигнал через усилильный блок исполнительный механизм, тот перекапывает один из валов (так называемый сеткоуправительный вал) влево и сетка возвращается в нейтральное положение. Если же она это нейтральное положение проскочила — опять сигнал, и сеткоуправительный вал возвращает сетку на место.

Вот энто — психологическая инерция! Сетка сама стремилась покинуть валы, но мы загоняли ее обратно. Когда же нам понадобилось сетку снять, мы выключили машину (естественно, сетка остановилась) и стали ломать голову: как же ее оттуда вытащить?

Шаги 3—7 и 3—8. В авторском свидетельстве № 377459 содержится решение этой задачи, которое коротко можно изложить так: перекашиваем один из валов, запускаем машину на «ползучей» скорости, и сетка сама входит на приемное устройство, которое состоит из тех же «скалок», но уже вне машины (поэтому подготовку данного приемного устройства можно вести во время работы машины). При надевании новой сетьки с того же съемного устройства тот же вал перекашивается в другом направлении — и сетка сама «поехала» на валы в рабочее положение на той же «ползучей» скорости. Тридцати минут хватит... А скалки все-таки нужны, иначе сетка сомнется. Как уже указывалось, дороги и сложны не скалки, а механизмы для отвода валов. Натяженные валы легкие и сплошные, поэтому отводить их легко: общий вес их не превышает 500 кг (сравните с тридцатитонными формующими валами).

И еще. Вращаясь вместе с валами и «перекатывааясь» друг по другу, сетки совершенно независимо перемещаются в осевом направлении. Следовательно, мы имеем возможность менять одну (изношенную) сетку, не трогая другой. Естественно, надобность в сложных и дорогих механизмах для отвода формующих валов отпала.

ЗАДАЧА 3

Для изготовления бумаги используют древесную щепу, получаемую после рубки предварительно окоренных бревен в рубительной машине. Чтобы снять кору с бревен (кора загрязняет полуфабрикат, из которого изготавливается бумага), их пропускают через корободирочный барабан, который представляет собой трубу диаметром до четырех и длиной до десяти метров. Труба, вращаясь, перемешивает бревна, которые трутся друг о друга и о стенки барабана и за счет этого очищаются от коры. Из корободирочного барабана бревна падают хаотично на лоток, а с него при помощи системы транспортеров подаются в рубительную машину.

Для того чтобы подать бревна в приемное устройство рубительной машины, их необходимо сорентировать в одну линию, желательно непрерывную, чтобы бревна попадали в машину друг за другом. В последнее время для более равномерной выдачи

бревен из корообдирочного барабана на выходе из него устанавливают диск диаметром 6—8 метров, который, вращаясь в горизонтальной плоскости, раскатывает бревна к периферии, откуда по касательной они сходят на транспортер. Недостатком этого способа является конструктивная сложность и неудовлетворительная ориентация бревен (падая с диска на транспортер, они иногда опять меняют свою ориентацию), а самое главное, большие габариты ориентирующего механизма.

Поскольку задача была взята из заводского темника, который составлялся специалистом по АРИЗу, она была обработана до шага 2—2 (почти все решение задачи было проделано на занятиях изобретательской школы).

Итак, начнем с шага 2—2, с применения оператора РВС.

A. Р→0. Маленькие бревна. Иголки. Можно ориентировать гидро- и аэродинамически, в струе, где есть разность скоростей (градиент скоростей). На верхний конец иголки действует большая сила, чем на нижний, — создается момент, разворачивающий иголку (рис. 1).

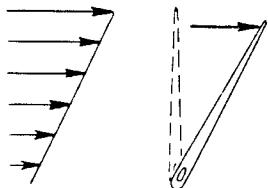
B. Р→∞. Большое бревно. Из барабана. Не влезает в корообдирочный барабан. А если и влезет, то одно. Одно бревно легче ориентировать, нежели кучу. Не надо растаскивать.

C. В→0. Быстро сориентирована вся куча бревен. Значит, нужны какие-то мощные силы. Но бревна тяжелые. Какие-нибудь антигравитационные? Погрузим бревна в воду — уничтожим силу веса. Вот и антигравитация. А ориентировать будем, создав водоворот — воронку, прокакивающую через патрубок рубительной машины (рис. 2).

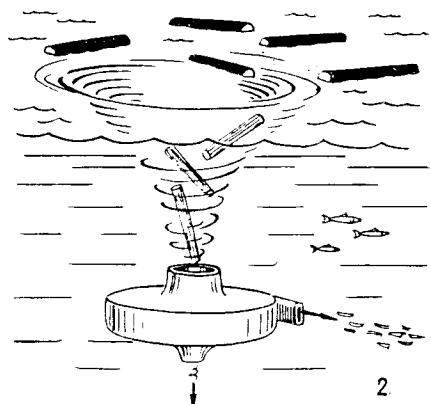
Г. В→∞. Ориентировать сколь угодно долго. Тысячу лет. Сгниют бревна ... нечего будет ориентировать...

Д. С→0. Бесплатно. Значит, под действием бесплатных сил. Каких? Опять гравитационных. Пусть сами бревна скатываются по лотку. Лоток должен иметь конфигурацию, ориентирующую бревна.

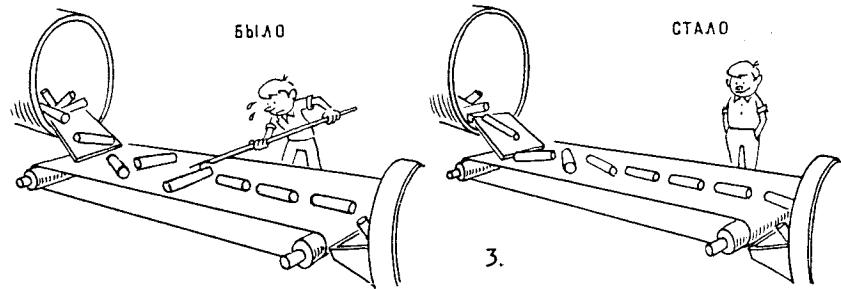
Е. С→∞. Очень дорогой транспортер. Тогда можно от-



1.



2.



3.

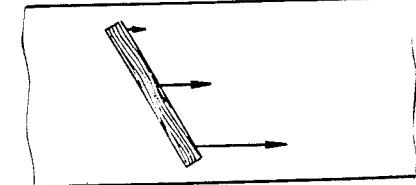
казаться от рубительной машины (она теперь стоит пренебрежительно мало по сравнению с транспортером). Рубить бревна в куче. Например, взрывом. Или лазером. Или мощными бегунами. Или дать большое давление и затем сбросить — и так неоднократно, пока не получим щепу нужных размеров.

Шаг 2—3. Дана система, включающая транспортирующую часть, бревна, корообдирочный барабан, рубительную машину. Бревна подаются транспортирующей частью из корообдирочного барабана в рубительную машину неориентированно (беспорядочно — пасынью).

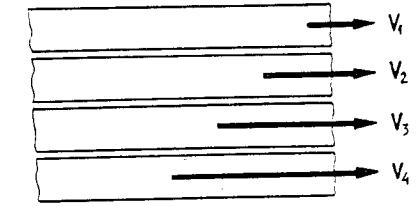
Шаг 2—4.

а) можно менять транспортирующую часть:

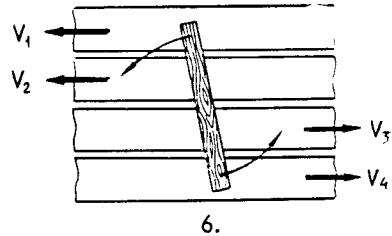
б) трудно и нежелательно видоизменять бревна, барабан, рубительную машину. Бревна — природный элемент, а корообдирочный барабан и рубительная машина — высокопроизводительные агрегаты. Раньше для окорки использовались пожевые и шарошечные короочистные машины — в них подавались бревна одно за другим, т. е. они уже были ориентированы и в таком виде шли дальше. Таким образом, при замене барабана его



4.



5. $V_1 < V_2 < V_3 < V_4$



6.

предшественниками задача была бы решена, по корообдирочный барабан значительно производительнее.

Шаг 2—5. Итак, транспортирующая часть.

Шаг 3—1. Транспортирующая часть ориентирует бревна в одну линию сама, не снижая производительности (скорости подачи).

Шаг 3—2. Делаем рисунки «было» и «стало» (рис. 3).

Шаг 3—3. Не может совершить требуемое действие поверхность транспортирующей части.

Шаг 3—4. Причина — поверхность транспортирующей части движется как одно целое, все точки ее контактируют со всеми бревнами, в том числе и неориентированными.

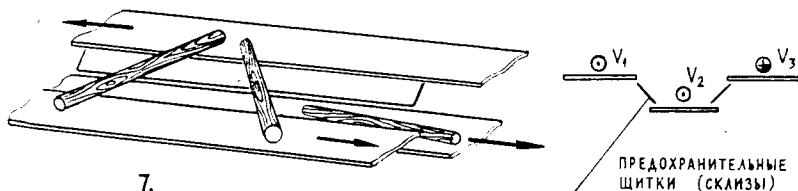
Шаг 3—5. Требуемое действие сможет осуществиться, если разные точки поверхности будут по-разному действовать на бревна, создавая усилия, разворачивающие или ориентирующие бревна.

Шаг 3—6. Различные точки поверхности должны иметь различные скорости (вид сверху, рис. 4). Из-за сил трения (разных!) появится момент, разворачивающий бревно.

Шаг 3—7. 1-й способ: ленты, движущиеся с различной скоростью (рис. 5).

2-й способ: пустить ленты «враздрай» — по-морскому так, на «пятке», разворачиваются двухмоторные суда (рис. 6).

Шаг 3—8. Центральная лента движется со скоростью подачи (исходя из производительности системы: корообдирочный барабан — транспортер — рубительная машина). Крайние ленты движутся враздрай на вспомогательной скорости — для разворота бревен (эта скорость может быть сколь угодно малой).

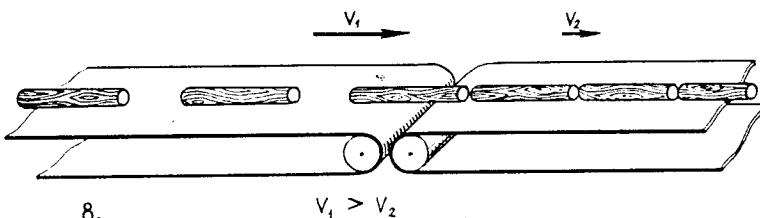


7.

Для того чтобы уже сориентированные бревна, не мешая еще не сориентированным, или на подачу, необходимо ввести вертикальную «развязку», широко распространенную на железнодорожном и автотранспорте (рис. 7). Тогда бревна могут вываливаться из корообдирочного барабана кучей. Эта куча будет вертеться на «пятке» (именно вертеться — без транспортировки, так как $V_1 = V_3$, а V_1 и V_3 меньше V_2). Развернувшиеся нижние брев-

на упадут на нижнюю транспортировочную ветвь, которая подаст их в рубительную машину.

Для того чтобы бревна шли непрерывно в рубительную машину, можно сделать скорость V_1 несколько большей, чем требуется по условиям производительности системы, и далее подавать бревна на транспортер со скоростью V_2 , обеспечивающей требуемую производительность. Будет происходить «подбивка» бревен в одну непрерывную линию (рис. 8).



8.