



Министерство образования и науки Российской Федерации
Технологический институт сервиса (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Ставрополе Ставропольского края
(ТИС (филиал) ДГТУ)

Методические указания
к практическим занятиям

по дисциплине

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА



Ставрополь, 2015 г.

СОСТАВИТЕЛЬ
канд. техн. наук, доцент кафедры
«Технологии, конструирование и оборудование»
Малсугенов Александр Владимирович

Методические указания предназначены для магистрантов, обучающихся по направлению 29.04.05 Конструирование изделий легкой промышленности. Магистерская профессионально-образовательная программа "Конструирование швейных изделий"

Методические указания обсуждены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры «Технологии, конструирование и оборудование» ТИС (филиал) ДГТУ, протокол № 1 от 28 августа 2015 г.



Министерство образования и науки Российской Федерации
Технологический институт сервиса (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Ставрополе Ставропольского края
(ТИС (филиал) ДГТУ)

Методические указания
к практическим занятиям

по дисциплине

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА

Ставрополь, 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1: РЕШЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПРОБ И ОШИБОК

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2: РЕШЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПРЯМОЙ МОЗГОВОЙ АТАКИ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3: РЕШЕНИЕ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ МОЗГОВОЙ АТАКИ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4: РЕШЕНИЕ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5: РЕШЕНИЕ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ЭВИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Литература, рекомендуемая для выполнения практических заданий

ВВЕДЕНИЕ

Процесс создания любого технического объекта состоит из двух стадий - проектирования объекта и его изготовления. В историческом плане значимость этих стадий с точки зрения достижения конечного результата существенно изменилась. Если до начала второй промышленной революции (конец XIX века) превалирующей была стадия изготовления то в дальнейшем, и особенно в настоящее время, основную роль стала играть стадия проектирования технического объекта. Это было обусловлено, прежде всего, возросшими требованиями к качеству создаваемых объектов, их возможностям удовлетворять потребности, определяемые развитием общества. Именно на стадии проектирования закладываются те или иные значения показателей качества технического объекта, в то время как на стадии изготовления стремятся, в лучшем случае, обеспечить заданную эффективность функционирования объекта. Вместе с тем в начале 50-х гг. XX в. резко обострилось противоречие между бурным развитием науки техники и производства и процессом мыслительной деятельности человека, практически постоянно применяющего при поиске новых технических решений метод проб и ошибок.

Так, если в технически развитых странах мира производительность труда в сфере производства возросла с 1900 по 1960 г. в среднем на 1000 %, то в сфере проектирования только на 20 %. По единому мнению многих зарубежных отечественных ученых, выход из такой ситуации был возможен только путем создания и развития интеллектуальных специальных средств инженерного творчества, т. е. методов активизации творческого мышления.

Объяснить закономерности творческого мышления пытались еще в античные времена, в работах древнегреческого математика Паппа Александрийского, великого ученого и изобретателя Архимеда, философа Сократа и других имеются описания операций и приемов повышения продуктивности мышления при поиске решения творческих задач, которые положили начало эвристике - науке о творчестве, учению о продуктивном творческом мышлении и методах творчества. Определенную лепту в познание природы творчества, в рационализацию изобретательской деятельности внесли такие известные ученые, как Р. Бэкон (XIII в.), Ф. Бэкон, Г.В. Лейбниц, Р. Декарт (XVII в.) и др.

К настоящему времени создано большое количество методов и приемов творчества. Особенно активно разработка методов поиска новых идей и решений осуществлялась в 60-90 гг. XX в. Это было вызвано целым рядом побуждающих факторов: высокими темпами развития техники, появлением компьютеров и компьютерных технологий творчества, все возрастающей конкуренцией товаров и интеллектуальных услуг и т. п. При этом уделялось внимание не только разработке новых методов, но и увеличению эффективности использования уже известных методов, в частности, путем применения ЭВМ.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Тема:

РЕШЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПРОБ И ОШИБОК

Цель работы: приобретение навыков решения научных творческих задач методом проб и ошибок

Порядок работы:

- ознакомление с теоретическими основами и методикой решения творческих научных задач методом проб и ошибок;
- формулировка (самостоятельно или с помощью преподавателя) научной задачи, из области будущей профессиональной деятельности, решение которой является актуальным вопросом в настоящее время;
- решение поставленной творческой задачи в соответствии с изложенной методикой;
- составление отчета о результатах выполнения практической работы.

Составление отчета: указать цель занятия, краткое содержание основной части, ход решения поставленной задачи и сформулировать выводы.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДЕ ПРОБ И ОШИБОК

Это самый широко применяющийся во все времена, в том числе и в настоящее время, метод поиска новых решений. Хотя метод проб и ошибок известен человечеству с древнейших времен, но был сформулирован и получил свое название лишь в 1898 г. [30]. Сущность метода заключается в поиске наиболее приемлемого из *случайно* возникающих вариантов решения. При этом вариантом решения задачи может быть любая идея, пришедшая в голову разработчика (конструктора, технолога, изобретателя) нового технического объекта интуитивно или при выполнении им каких-либо действий, способствующих возникновению идей. Обычно такими действиями являются введение случайных изменений в улучшаемый объект, логический анализ недостатков прототипа поиск аналогичных решений в объектах природы или в объектах другой области техники. Если при оценке возникшей идеи она признается неудачной, эта идея отвергается и проверяется новая, опять же случайно возникшая идея. Такой процесс проверки случайно возникающих вариантов решения задачи повторяется многократно, пока не будет найдено удовлетворяющее требованиям задачи решение.

Естественно, что поиск достаточно приемлемого решения методом проб и ошибок требует значительных затрат времени и средств, особенно если проверка выдвигаемых идей осуществляется экспериментальным путем. Тем не менее, этот метод, вследствие действия тех или иных случайностей,

может привести к сильным техническим решениям. Приведем только два из многочисленных примеров поиска решения методом проб и ошибок [26], иллюстрирующих, как «случайные явления» могут натолкнуть на искомое решение (при этом не следует забывать, что человек, ищущий решение задачи, находится «под властью этой задачи»).

Задача Микулина. В начале XX века, когда велось активное освоение самолетов с двигателями внутреннего сгорания, большинство катастроф было связано с отказом магнето, «исчезновением искры» зажигания. В связи с этим возникла задача повышения надежности работы магнето.

Эту задачу после долгих мучительных поисков методом проб и ошибок решил юный А. Микулин, будущий академик, известный конструктор авиационных двигателей. Он шел по улице и увидел огромного мужика с сильно подбитым заплывшим и ничего не видящим глазом. В это время и пришла догадка! Микулин сразу бросился бежать в гостиницу к знаменитому авиатору С.И. Уточкину, и между ними состоялся следующий разговор:

- У людей по два глаза, подбейте левый - правый будет видеть.

- Я никому не собираюсь подбивать глаза, - сказал Уточкин.

- На Вашей машине одно магнето - поставьте два!

- Прекрасная мысль! - сказал Уточкин. - За каждый благополучный показательный полет я буду платить тебе по 10 рублей.

Показательные полеты тогда были платными. И Уточкин сдержал свое слово, посылая после каждого полета переводы.

Задача Яблочкова. В 1875 г. русский изобретатель П.Н. Яблочков наряду с другими изобретателями Европы и Америки искал надежный способ регулирования расстояния между угольными электродами, расположенными в дуговой лампе на одной прямой навстречу друг другу. Для поддержания вольтовой (электрической) дуги требовалось с некоторой постоянной скоростью сближать электроды по мере их сгорания. Были испробованы сотни различных конструкций автоматического регулирования зазора между электродами. Однако все они имели существенный недостаток: устройства получались громоздкими и малонадежными.

После множества тщетных попыток П.И. Яблочков, сидя в одном из кафе Парижа, случайно увидел два рядом лежавших карандаша, и здесь возникла идея решения: электроды надо расположить рядом параллельно, разделив их выгорающим изоляционным материалом. Такое решение вообще исключало применение какого-либо регулятора зазора между электродами.

Несмотря на приведенные и большое число подобных примеров возникновения идей решения задач, метод проб и ошибок следовало бы назвать методом *слепого поиска*. Этот метод не предлагает какие-либо правила выдвижения идей, в принципе принимается любая идея, которая может привести к нужному результату. При этом осуществляется экспериментальная проверка огромного числа вариантов, чтобы на опыте определить пригодность того или иного варианта. В данном методе в полной степени реализуется своеобразная обменная операция: *незнание обменивается на время*, т. е. «чем

меньше знаем, тем дольше ищем» [30].

Задача поиска материала для нити накала электрической лампы. К решению этой задачи Т. Эдисон приступил в 1878 г. В первых опытах нить накала из обугленной бумаги светилась 8 мин, из платины - 10 мин. Затем испытывались нити из сплава титана с иридием, из бора, хрома, молибдена, осмия и никеля. Эти испытания дали плохие результаты. Далее следовала новая серия проб: исследовались образцы нитей 1600 различных материалов. Снова неудача. Наконец, обугленная хлопчатобумажная нить светилась 13,5 ч, а через 14 месяцев экспериментов нить из обугленного картона - 170 ч, из обугленного бамбука (от футляра японского веера) - 1200 ч! К 1879 г. позади было около 6 тыс. опытов.

Перебор большого числа вариантов, а следовательно, большие затраты времени - главный недостаток метода проб и ошибок. На определенный исторический период этот его недостаток был преодолен Эдисоном. Изобретая щелочной аккумулятор, Эдисон получил положительный результат, выполнив за короткое время 50000 опытов. Это ему удалось за счет главного из более 1000 его изобретений: он изобрел *научно-исследовательский институт*. 50000 опытов он распределил между 1000 сотрудников. Столь простая идея дала ошеломляющий результат: резко сократилось время поиска решения задач.

Это изобретение Т. Эдисона получило особенно широкое применение во всем мире в первой половине XX века, когда количество и сложность задач резко возросли. Например, в США наблюдалась следующая динамика роста числа научно-исследовательских институтов (НИИ) и лабораторий: 1920 г. - 300, 1930 г. - 1600, 1940 г. - 2200, 1967 г. - 15000. Это позволило, применяя метод проб и ошибок, решить многие задачи и создать такие современные технические объекты, как мосты, корабли, самолеты, здания, автомобили, ракеты и т. п., которые повсеместно сегодня используются. Однако, пока имелись свободные людские ресурсы и экономика выдерживала беспрецедентный рост ассигнований на научно-технические разработки, принцип *«больше людей - больше идеи»* [30] оправдывал себя. Но к 70-80-м гг. во всех развитых странах рост предоставляемых обществом средств на науку и технику замедлился и стабилизировался на уровне темпов роста национального дохода. Эта ситуация вновь обострила проблему устранения недостатков метода проб и ошибок.

Следует отметить, что недостатки метода проб и ошибок беспокоили ученых и инженеров давно, в том числе и в период роста числа научно-исследовательских институтов и лабораторий. С решением задачи «ценой в тысячи и миллионы проб» с трудом справлялись и достаточно крупные НИИ. Поэтому параллельно с развитием НИИ разрабатывались методы активизации творческой деятельности человека и коллектива использующих при поиске решения поставленных задач метод проб и ошибок. Основу этих методов составила идея *последовательного применения двух операций*, направленных на повышение эффективности метода проб и ошибок:

- *генерирования идей решения задачи* (чем больше идей выдвинуто до начала их экспериментальной проверки, тем выше вероятность появления удачной идеи);

- *фильтрации идей* (чем больше идей будет отвергнуто в предварительном обсуждении, тем меньше потребуются опытов для проверки).

Обе эти операции составили методику *мысленного эксперимента*. Ценность мысленного эксперимента заключается в том, что с его помощью можно заранее предсказать результаты воплощения многочисленных идей, мысленно оценивая их на основе огромного объема накопленных человеческим знанием, при этом такие эксперименты осуществляются с минимальными затратами времени и не требуют каких-либо существенных финансовых вложений.

В наиболее полной степени идея последовательного осуществления операции генерирования идеи и их экспертизы реализована в методах мозговой атаки и ассоциативных методах.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Тема: РЕШЕНИЕ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ПРЯМОЙ МОЗГОВОЙ АТАКИ

Цель работы: приобретение навыков решения научных творческих задач методом прямой мозговой атаки

Порядок работы:

- ознакомление с теоретическими основами и методикой решения творческих научных задач методом прямой мозговой атаки;
- формулировка (самостоятельно или с помощью преподавателя) научной задачи, из области будущей профессиональной деятельности, решение которой является актуальным вопросом в настоящее время;
- решение поставленной творческой задачи в соответствии с изложенной методикой;
- составление отчета о результатах выполнения практической работы.

Содержание отчета: указать цель занятия, краткое содержание основной части, ход решения поставленной задачи и формулировка выводов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДЕ ПРЯМОЙ МОЗГОВОЙ АТАКИ

МЕТОД МОЗГОВОЙ АТАКИ

Мозговая атака (мозговой штурм) является методом коллективного поиска идей по выходу из затруднительных положений. Метод предложен американским изобретателем А. Осборном в 1939 г. и основан на психологическом эффекте возникновения цепной реакции идеи между участниками творческой группы, обсуждающими острую для них проблему в условиях непринужденной обстановки (нет авторитетов, руководителя и начальника, наличие возможности свободного высказывания любой идеи, отсутствие критики идей и т. п.). Это позволяет за 15-30 мин коллективного поиска решения поставленной задачи получить от 50 до 150 различных идей. Помимо высокой эффективности, данный метод имеет ряд других, весьма важных, достоинств. Он не требует специальной подготовки участников к проведению мозговой атаки: правила ее просты, легко и быстро осваиваются как учащимися средних школ, так и опытными конструкторами. Метод мозговой атаки обладает удивительной универсальностью применения. Он позволяет рассматри-

вать практически любую проблему или любое затруднение в самых различных сферах человеческой деятельности. Это могут быть задачи из области организации производства, сферы обслуживания, бизнеса, экономики, социологии, уголовного розыска и т. д. При этом единственным условием успешного применения метода является достаточно простая и ясная формулировка задачи.

В общем случае процесс поиска решения задачи методом мозговой атаки включает в себя выполнение следующих операций:

- постановка задачи;
- формирование двух творческих групп: группы «генераторов» идей и группы «экспертов»;
- организация и проведение на основе правил мозговой атаки сеанса поиска идей;
- оформление результатов мозговой атаки и экспертиза выдвинутых идей.

Постановка задачи. Задача перед участниками мозговой атаки может быть поставлена в общем виде, например в виде описания проблемной ситуации или с подробной детализацией, содержащей ответы на вопросы, в чем заключается проблема, какую потребность надо удовлетворить, что мешает достижению цели, какой положительный эффект будет получен в результате решения проблемы и т. п. Независимо от формы постановки задачи в ней достаточно четко, просто и понятно должны быть обозначены два момента:

- что в итоге желательно получить или иметь;
- что мешает получению желаемого.

При этом из формулировки задачи стремятся исключить специальные термины, непонятные для отдельных участников мозговой атаки - специалистов из смежных или других областей. Такие термины заменяются другими, нейтральными, отражающими в себе общепонятные признаки замененных терминов. Заметим, что такая замена специальных терминов способствует также уменьшению психологической инерции у специалистов той области, к которой относится решаемая задача.

Формирование творческих групп. Основу высокой продуктивности методов мозговой атаки составляет решение А. Осборна разделить во времени процессы генерирования идей решения задачи и экспертизы этих идей. В этом решении учитывается следующая психологическая особенность человека. Считая, что творческие способности есть у всех людей, А. Осборн обратил внимание на обстоятельства, препятствующие проявлению этих способностей: присутствие начальника, критика идей решения проблемы, давление сложившихся представлений о применяющихся решениях подобных проблем: и т.п. Естественно, что вряд ли в таких условиях автор идеи будет высказывать непроверенную мысль. В связи с этим в методах мозговой атаки формируются две творческие группы: группа «генераторов» идей и группа «экспертов» идей, работающие отдельно друг от друга. Оптимальное число участников в каждой группе 5-12 человек.

В творческую группу «генераторов» идей обычно входят несколько постоянных участников (ядро группы), легко и плодотворно «рождающих» идеи, обладающих фантазией и творческим воображением, хорошо знающих и соблюдающих правила игры, и временные члены. Качественный состав приглашенных временных членов зависит от характера и содержания решаемой задачи. Они являются необходимым и гармоничным дополнением к ядру группы, обеспечивающим выполнение следующих условий продуктивности мозговой атаки:

- число специалистов по решаемой задаче не должно превышать половины общего состава группы;
- в составе группы целесообразно иметь специалистов-смежников (конструкторов, технологов, экономистов, менеджеров и т. д.), которые обеспечат всестороннее рассмотрение задачи;
- желательно наличие в составе группы женщин: они практически и оригинально мыслят, стимулируют дух соревнования между мужчинами;
- полезно наличие в группе «людей со стороны» не имеющих никакого отношения к рассматриваемой проблеме (врача, парикмахера, кондуктора автобуса и т. п.). Их идеи. «как бы далекие от решаемой задачи», могут вызывать у других участников продуктивные мысли.

В составе группы «генераторов» идей исключается присутствие прирожденных скептиков и критиков.

Творческая группа «экспертов» идей также состоит из постоянных и временных участников и создается на основе таких же рекомендаций, как и группа генераторов идей. Однако в нее, в отличие от группы «генераторов», приглашают людей с аналитическим, критическим складом ума, способных к логической оценке не только выдвинутых идеи, но и путей их возможной практической реализации.

Правила мозговой атаки. Эти правила направлены на достижение цели мозговой атаки - *получение максимального количества новых идей* - и обеспечение условий, стимулирующих участников к интенсивному интеллектуальному поиску. В соответствии с этим они обуславливают поведение участников во время сеанса мозговой атаки и обязанности руководителя, ведущего этот сеанс.

Правила для участников мозговой атаки:

1. Стремитесь высказывать как можно больше идей. Отдавайте предпочтение количеству, а не качеству идей. Свои идеи высказывайте короткими предложениями.
2. Помните, что во время сеанса мозговой атаки запрещена критика в любой форме ее представления: неодобрительные замечания, иронические реплики, ядовитые шутки. **Запрет критики создает благоприятную творческую обстановку для участников мозговой атаки.**
3. Внешне и внутренне одобряйте и принимайте все идеи, даже заведомо непрактичные и глупые, по Вашему мнению. Оказывайте предпочтение не системному логическому мышлению, а озарениям, необузданной и безгра-

ничной фантазии в самых разных направлениях.

4. Стремитесь развивать, комбинировать и улучшать высказанные ранее идеи, получать от них новые ассоциативные идеи.

5. Поддерживайте и создавайте обстановку шуток, юмора, смеха, поскольку такая обстановка способствует продуктивному мышлению.

6. Обеспечивайте между участниками свободные, дружественные и доверительные отношения. Никто после сеанса не станет зло шутить над неудачными идеями других.

Обязанности ведущего (руководителя) во время сеанса мозговой атаки. В качестве ведущего, осуществляющего управление сеансом мозговой атаки, обычно выступает руководитель творческой группы. Поскольку успех и результативность мозговой атаки во многом зависят от ведущего, то в его обязанности входит, прежде всего, осуществление действий, способствующих созданию непринужденной обстановки между участниками сеанса мозговой атаки, возникновению и развитию условий, стимулирующих участников к поиску и изложению спонтанно возникающих идей. Такими действиями, в частности, являются:

- представление новичков в творческой группе (с краткой лестной характеристикой их);

- четкое и эмоциональное изложение задачи как с использованием терминов, принятых в области возникновения проблемы, так и с применением общедоступных понятий. При этом задача излагается в таком виде, который вынуждает участников воспринимать ее как свою собственную проблему;

- контролирование соблюдения правил мозговой атаки (выполнение роли, подобной роли судьи на футбольном поле);

- отслеживание, чтобы обсуждение не шло в слишком узком и практическом направлении (расширение сферы поиска с помощью реплик и вопросов);

- обеспечение непрерывности высказывания идей, например, путем заполнения пауз шутками, наводящими вопросами и т. п.

Настоящий сеанс мозговой атаки - это такое психологическое состояние участников, в котором свободно думается, принимается во внимание все, что придет в голову. Именно такое состояние позволяет использовать подсознание человека - самый мощный аппарат творческого мышления. Поэтому каждый ведущий стремится найти свои индивидуальные подходы, приемы, способствующие повышению результативности сеанса мозговой атаки.

Организация проведения мозговой атаки. Обычно о проведении мозговой атаки участникам оповещаются за 2-3 дня с изложением сути задачи. Это позволяет участникам штурма задачи продумать возможные идеи и настроиться на поиск решения. В отдельных случаях о сущности задачи общается только часть участников.

Полная продолжительность процесса поиска решения задачи методами мозговой атаки составляет 1,5-2 ч. Он включает в себя выполнение следу-

ющих мероприятий:

- представление участников мозговой атаки друг другу и ознакомление с правилами сеанса атаки (5-10 мин);
- постановка задачи ведущим с ответами на вопросы (10-15 мин);
- проведение сеанса мозговой атаки (20-30 МИН);
- перерыв (10 мин);
- составление отредактированного списка идей (30...45 мин).

Сеанс стремятся проводить в отдельном, нешумном помещении за круглым или П-образным столом, чтобы все видели друг друга. Для психологической настройки и психоэвристического стимулирования участников могут осуществляться такие мероприятия, как показ легкого веселого короткометражного фильма или фильма, актуализирующего постановку задачи, показ натурального образца или макета объекта задачи. угощение чаем или кофе, объявление перед сеансом о гонораре и т. д.

Оформление результатов мозговой атаки и экспертиза выдвинутых идей. Фиксирование высказываемых в ходе мозговой атаки идей может проводиться стенографистом, или каждый участник после высказывании записывает свою идею, или используются какие-либо технические средства записи идей. После сеанса проводится коллективное редактирование списка идей с полукритическим отношением. Абсурдные и наименее приемлемые идеи при этом сразу же отбрасываются. Список может быть дополнен и новыми идеями, которые возникнут во время редактирования. Отредактированный и оформленный список идей затем передается в экспертную группу.

Эксперты весьма тщательно оценивают каждую из представленных в списке идей, подразделяя их на группы: наиболее приемлемые и легко реализуемые, наиболее эффективные и перспективные и малозначимые. Конечными результатами экспертизы идей могут быть рекомендации об использовании лучших идей в проектно-конструкторских разработках, а также по их патентной про работке на предмет закрепления приоритета и защиты интеллектуальной собственности.

Различают две разновидности метода: прямую и обратную мозговые атаки. Для повышения эффективности поиска идей решения задачи применяют также различные комбинации этих разновидностей, в частности двойную прямую мозговую атаку, последовательное применение прямой и обратной мозговых атак и др.

Прямая мозговая атака

Цель прямой мозговой атаки - это получение как можно большего числа идей решения поставленной задачи. В сфере производства новой техники такой задачей обычно является задача по совершенствованию существующего или созданию нового технического объекта (устройства, процесса). При этом метод может быть использован при поиске решения задач раз-

личных типов (выбора функциональной структуры, физического принципа действия и т. д.) и на различных этапах проектирования объекта.

Поиск новых технических решений методом прямой мозговой атаки полностью реализуется описанной выше последовательностью операций.

Обратная мозговая атака

В основе целевой направленности метода обратной мозговой атаки лежит закон прогрессивной эволюции технических объектов, согласно которому переход к новым моделям и поколениям техники происходит путем выявления и устранения недостатков, обнаруженных в процессе использования существующих образцов. Поэтому, в отличие от метода прямой мозговой атаки, целью обратной атаки является поиск и составление наиболее полного списка недостатков рассматриваемого объекта путем всесторонней, ничем не ограниченной критики.

Обратную мозговую атаку часто применяют при уточнении постановки изобретательских и рационализаторских задач, разработке технического задания или предложения и при экспертизе проектно-конструкторской документации на любой стадии разработки (технического задания, технического предложения, эскизного или рабочего проекта и т. д.).

Подготовка и поведение обратной мозговой атаки практически не отличается от описанных выше операций. Однако, в связи с целевой направленностью обратной атаки, в постановке задачи и действиях ведущего в сеансе основное внимание уделяется поиску недостатков обсуждаемого объекта. При этом стремятся выявить не только недостатки, которые могут иметь место при изготовлении отдельных узлов изделия, его сборке, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте, но и недостатки, которые могут проявиться в будущем, например через 5-10 и более лет (затруднения с материалами и комплектующими деталями, с энергоснабжением и т. п.).

Способы применения метода мозговой атаки

В настоящее время, помимо применения основного метода прямой или обратной мозговой атаки, используют различные способы его реализации, позволяющие увеличить эффективность этого метода.

Теневая мозговая атака. Применяется для задействования потенциала участников, являющихся по своей природе «генераторами», однако по характеру относящихся к стеснительным людям (стесняются высказывать свои идеи перед большим коллективом). Для этого наряду с обычной группой «генераторов» формируется отдельная группа (*теневая кабинет*), которая работает одновременно с основной группой, но размещаются эти группы на определенном расстоянии друг от друга или в различных помещениях. В последнем случае связь между ними осуществляется с помощью телемонитора.

Двойная прямая мозговая атака. Применяется для повышения эф-

фективности использования возможностей подсознания участников атаки. Суть способа заключается в повторном проведении мозговой атаки через 2-3 часа или несколько дней после проведения первой мозговой атаки. Как показывает практика, применения способа двойной атаки, во время повторного штурма высказываются более плодотворные идеи, чем при первой мозговой атаке. Это объясняется интенсивной работой мозга на подсознательном уровне в период между обсуждениями (работает народная пословица: «Хорошая мысль приходит опосля»).

Обратная и прямая мозговые атаки. Используется для мысленного моделирования и прогнозирования развития интересующего класса изделий. В основе способа последовательного применения обратной и прямой мозговых атак лежит закономерность, отражающая повторяющийся цикл развития техники: существующее изделие - выявление недостатков - устранение недостатков в новой серии изделия. В соответствии с этой закономерностью вначале проводят обратную мозговую атаку, выявляя множество недостатков рассматриваемого объекта и выделяют из них главные. Затем осуществляют прямую мозговую атаку для поиска идей по устранению установленных главных недостатков.

Кроме рассмотренных способов, применяют также мозговую атаку с оценкой идей, массовую мозговую атаку и др.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Тема: РЕШЕНИЕ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ МОЗГОВОЙ АТАКИ

Цель работы: приобретение навыков решения научных творческих задач методом обратной мозговой атаки

Порядок работы:

- ознакомление с теоретическими основами и методикой решения творческих научных задач методом обратной мозговой атаки;
- формулировка (самостоятельно или с помощью преподавателя) научной задачи, из области будущей профессиональной деятельности, решение которой является актуальным вопросом в настоящее время;
- решение поставленной творческой задачи в соответствии с изложенной методикой;
- составление отчета о результатах выполнения практической работы.

Содержание отчета: указать цель занятия, краткое содержание основной части, ход решения поставленной задачи и формулировка выводов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДЕ ОБРАТНОЙ МОЗГОВОЙ АТАКИ

1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОДСОЗНАНИЯ

Методы мозгового штурма, или мозговой атаки (МА), основываются на следующем психологическом эффекте. Если взять группу в 5-8 человек и каждому предложить независимо и индивидуально высказывать идеи и предложения по решению поставленной изобретательской или рационализаторской задачи, то в сумме можно получить N идей. Если предложить этой группе коллективно высказывать идеи по этой же задаче, то получится N_k идей. При этом оказывается, что N_k намного больше N .

Обычно за 15-30 мин коллективно высказывается (при соблюдении правил МА) от 50 до 150 разных идей, f при индивидуальной работе - только 10-20 идей.

Во время сеанса МА происходит как бы цепная реакция идей, приводящая к интеллектуальному взрыву. В одном из американских руководств по методу МА говорится: «99 процентов ваших конструктивных идей возникает подобно электрической искре при контакте с мыслями других людей».

В связи с этим Г. Я. Буш, известный советский специалист по эвристическим методам технического творчества, пишет: «Мозговая атака, пред-

ложенная А. Осборном, представляет собой применение эвристического диалога Сократа с широким использованием механизма свободных ассоциаций творческого коллектива и одновременно созданием путей той или иной психоэвристической настройки оптимального микроклимата для творчества».

Современные методы МА имеют далекую предысторию уходящую в XVI-XVII века - время расцвета смелых морских путешествий. В это время в морской практике вырабатывается порядок действий на случай, когда судно терпит аварию или бедствие. В таких экстремальных ситуациях капитан судна (или оставшийся в живых старший по положению) проводит со всей оставшейся командой непродолжительный корабельный совет, на котором каждый должен высказывать свои предложения по устранению возникших затруднений и опасностей. При этом соблюдался строгий порядок выступавших. Сначала высказывались юнги и младшие матросы, затем старшие матросы и т. д. до капитана. Такая процедура стимулировала мышление более старших и опытных людей, которые приходили к более толковым и приемлемым идеям.

Современные методы МА возникли и были развиты в США. Их основателем считается морской офицер А. Осборн, который во время второй мировой войны был капитаном небольшого транспортного судна. Однажды судно под его командованием везло груз в Европу и оказалось без надежной охраны и прикрытия. В это время была получена радиограмма о скором нападении немецких подводных лодок. А. Осборн собрал всех на палубе сообщил о готовящемся нападении и попросил каждого подумать и высказать свои соображения по поводу того, что необходимо сделать, чтобы предотвратить гибель судна, которое не имело эффективных средств защиты. Один из матросов сказал, что нужно всей команде встать вдоль борта, к которому будет приближаться торпеда, дружно дуть на торпеду и «отдуть ее в сторону».

На этот раз встреча с подводными лодками не была роковой. Однако высказанная матросом смешная абсурдная идея оказалась плодотворной. Когда судно вернулось на свою базу, А. Осборн по разработанным в пути эскизам изготовил вентилятор, создающий мощный направленный поток воды, и этим вентилятором в одном из рейсов действительно «отдул» торпеду от борта.

Так у А. Осборна родилась идея создания метода коллективного поиска идей для устранения затруднительных ситуаций. После войны он разработал метод мозговой атаки и создал свою школу подготовки изобретателей и рационализаторов.

Методы МА представляют собой эмпирически найденные эффективные способы решения творческих задач. С точки зрения психологии, кибернетики и других наук феномен МА остается белым пятном, которое требует серьезного и глубокого изучения. Такие исследования несомненно обеспечат значительное повышение эффективности этого популярного и широко распространенного метода.

Методы МА рекомендуются для изучения в числе первых и обяза-

тельных эвристических методов при подготовке изобретателей. Это вызвано рядом причин, кроме уже отмеченной его высокой эффективности. Изучение методов МА не требует специальной подготовки, и они осваиваются легко и быстро как учащимися средних школ и молодыми рабочими, так и опытными конструкторами. В последнее время оправдали себя и прогрессивно развиваются различные формы коллективного технического творчества (творческие группы, бригады и т. п.). Для этих форм метод МА представляется наиболее естественным и подходящим. И еще одно достоинство МА универсальность метода и весьма широкая область его применения.

Мозговую атаку целесообразно использовать:

- при решении изобретательских и рационализаторских задач в самых различных областях техники;
- при самых различных постановках задачи (по форме, детальности и глубине проработки);
- на различных этапах решения творческой задачи и на различных стадиях разработки и проектирования изделий;
- в сочетании с другими эвристическими методами. Удивительная универсальность методов МА позволяет с их помощью рассматривать почти любую проблему или любое затруднение в сфере человеческой деятельности. Это могут быть также задачи из области организации производства, сферы обслуживания, бизнеса, экономики, социологии, уголовного розыска, военных операций и т. д., если они достаточно просто и ясно сформулированы.

2. МЕТОД ПРЯМОЙ МОЗГОВОЙ АТАКИ

Формулировка задачи. Постановка задачи перед творческой группой - участниками МА может иметь самую различную форму и содержание. Однако в ней должны быть четко сформулированы два момента:

- что в итоге желательно получить или иметь;
- что мешает получению желаемого.

Задачу может сформулировать внешний заказчик, руководитель творческой группы или ее член. Важно одно, чтобы перед сеансом МА имелась достаточно исчерпывающая четкая постановка задачи, желательно в документальном виде. Постановка задачи для МА должна также отличаться краткостью изложения.

В соответствии с рекомендациями постановка задачи может быть дана в виде описания проблемной ситуации (операция 1). Иногда имеет смысл дать более детальное изложение постановки, когда описание проблемной ситуации дополняют предварительной формулировкой задачи в соответствии с операцией 5.

Главное содержание постановки задачи (операция 1) содержится в ответах на вопросы а) и б). Ответы на вопрос г) и частично на вопрос а) должны стимулировать и вдохновлять членов творческой группы на активную деятельность, чтобы предлагаемая задача стала для них главной задачей, кото-

рую необходимо неотложно решить.

Если формулировка задачи содержит очень специальные и малоизвестные термины для специалистов из смежных или других областей, то необходимо сделать вторую редакцию предварительной формулировки без специальных терминов.

Формирование творческой группы. Наиболее эффективное число участников в творческой группе для проведения сеанса МА составляет 5-12 человек, хотя допустимо и меньшее (до 3) и большее число участников.

Как правило, творческие группы состоят из двух подгрупп: постоянное ядро группы и временные члены. Ядро группы постепенно отбирается при решении различных задач методом МА. В ядро группы входят ее руководитель и сотрудники, легко и плодотворно генерирующие идеи, а также хорошо знающие и соблюдающие правила игры (правила для участников сеанса МА).

Временные члены приглашаются в зависимости от характера и содержания предстоящей задачи. В творческую группу никогда не включаются прирожденные скептики и критиканы. Временные члены служат необходимым и гармоничным дополнением к ядру группы, обеспечивающим выполнение следующих рекомендаций:

- число специалистов по решаемой задаче должно быть не более половины;

- в состав группы целесообразно включать специалистов-смежников (конструкторы, технологи, экономисты, снабженцы и т. д.), которые обеспечат комплексное и всестороннее рассмотрение задачи;

- в состав группы желательно включать женщин, которые весьма практично и оригинально мыслят, стимулируют и повышают дух соревнования среди мужчин; рекомендуется включать «людей со стороны не имеющих никакого отношения к задаче (повар, врач, парикмахер, проводник поезда и т. д.).

Творческая группа - это дружная сыгранная команда, члены которой взаимно дополняют друг друга.

Правила для участников сеанса МА. Их можно сформулировать следующим образом.

1. Стремитесь высказывать максимальное число идей.

Отдавайте предпочтение количеству, а не качеству идей. Свои идеи высказывайте короткими предложениями .

2. Во время сеанса МА абсолютно запрещена критика предложенных идей. Запрещаются также неодобрительные замечания, иронические реплики, консервативные мысли, ядовитые шутки. Например:

Так еще никогда не делали!

А что скажет директор?

Для практики это не годится!

Это же чепуха и бред сивой кобылы! и Т. п.

Запрет критики создает благоприятный творческий микроклимат.

3. Внешне и внутренне одобряйте и принимайте все идеи, даже заведомо непрактичные и, казалось бы, глупые. Оказывайте предпочтение не систематическому логическому мышлению, а озарениям, необузданной и безграничной фантазии в самых разных направлениях.

4. Весьма способствуют продуктивному мышлению шутки, каламбуры, юмор и смех. Поддерживайте и создавайте такую обстановку.

5. Стремитесь развивать, комбинировать и улучшать высказанные ранее идеи, получать от них новые ассоциативные идеи.

6. Обеспечивайте между участниками МА свободные, демократические, дружественные и доверительные отношения. Никто после сеанса не будет зло шутить над неудачными идеями других.

Настоящий сеанс МА - это особое психологическое состояние людей, когда думается без волевых усилий и принимается во внимание «все, что придет в голову». Именно такое состояние оказывается наиболее продуктивным, поскольку позволяет в наибольшей мере использовать подсознание человека – самый мощный аппарат творческого мышления.

Обязанности ведущего (руководителя) в сеансе МА.

Успех и результативность МА в очень большой мере зависит от председателя совещания (ведущего), который осуществляет оперативное управление МА. Ведущим чаще всего бывает руководитель творческой группы. Ведущий должен руководствоваться правилами для участников МА и поддерживать непринужденную обстановку и чувство юмора. Кроме того, на ведущего возлагаются следующие обязанности.

1. Если есть новички в творческой группе, ведущий в самом начале представляет всех участников, давая им короткую лестную характеристику. Далее излагают правила для участников сеанса МА.

2. Ведущий четко и эмоционально излагает формулировку задачи как в специальной, так и в общедоступном изложении. При этом заставляет участников воспринимать задачу как свою главную проблему, усиливая обстановку, например, такими замечаниями:

Представьте себя на месте того-то.

Что бы вы сделали, если бы сами отвечали за это дело?

3. Ведущий должен уметь обеспечить соблюдение участниками всех правил проведения МА, не пользуясь при этом приказами и критическими замечаниями. Его роль подобна функциям судьи на футбольном поле.

4. Ведущий должен обеспечивать непрерывность высказывания идей, заполнять паузу поощрительными репликами.

Например:

в свое время предлагалось то-то (можно использовать протоколы предыдущих МА для аналогичных задач).

Давайте три минуты будем высказывать только непрактические и фантастические идеи.

А что думаете по этому поводу Вы, Николай Петрович?

А какое будет решение задачи, если убрать такое-то ограничение?

У нас уже 35 идей, давайте дотянем до 40.

5. Ведущий должен следить, чтобы обсуждение не шло в слишком узком и слишком практическом направлении, своими идеями или репликами расширять сферу поиска.

6. Ведущий должен следить за регламентом работы.

Говорить, сколько времени осталось до конца сеанса. Тактично останавливать участника, который высказывает свою идею более полминуты, интенсифицировать работу последних минут, например, такими восклицаниями:

Неужели ничего не найдем в последние три минуты?!

Неужели мы не забьем гол в последнюю минуту?!

МА - это интенсивный, быстро протекающий творческий процесс, как остроигровой хоккейный матч. Поэтому не может быть единой постоянной схемы проведения МА. Каждый ведущий должен искать свои индивидуальные пути повышения результативности сеанса МА. Например, создатель метода А. Осборн как бывший моряк во время сеанса употреблял крепкие соленые выражения, сообразуясь, конечно, с составом участников.

Организация проведения МА. Приглашать на совещание (сеанс МА) желательно за 2-3 дня с изложением сути задачи, чтобы участники могли подумать и настроиться. Иногда бывает целесообразно заранее сообщить постановку задачи только части участников.

Полная продолжительность совещания (сеанса МА) составляет 1,5-2 ч. Совещание имеет следующий порядок проведения и соответствующие затраты времени на отдельные мероприятия:

- представление участников совещания друг другу и ознакомление их с правилами проведения сеанса МА (5-10 мин);
- постановка задачи ведущим с ответами на вопросы (10-15 мин);
- проведение МА (20-30 мин);
- перерыв (10 минут);
- составление отредактированного списка идей (30- 45 мин).

Помещение должно быть по возможности нейтральное (лучше не кабинет директора) и не шумное. Лучше всего сидеть за круглым или П-образным столом, чтобы все друг друга видели.

Весьма повышают эффективность различные мероприятия по психологической настройке и психоэвристическому стимулированию, например:

- показ перед МА короткометражного фильма, заставляющего забыть заботы дня, или фильма, актуализирующего постановку задачи;
- включения негромкой фоновой музыки во время сеанса МА;
- показ натурального образца, макета или эскиза объекта, который требуется улучшить;
- показ на экране аналогичных объектов, случайно выбранных предметов или слов (существительных и глаголов);
- угощение чаем или кофе;

объявление перед сеансом о гонораре, вручаемом сразу после окончания совещания (это могут быть интересные сувениры, билеты в сауну, лотерейные билеты или деньги, действительно новая и смешная миниатюра, которую участники будут с удовольствием пересказывать своим знакомым и т. п.).

Запись и оформление результатов МА. Фиксирование идей, высказываемых во время сеанса МА, производится одним из трех способов:

среди участников имеется стенографист (можно записывать и не стенографическим текстом);

с помощью магнитофона;

каждый участник после высказывания записывает свою идею.

После сеанса проводится быстрое коллективное редактирование полученного списка идей с полукритическим отношением. При этом участники МА быстро отбрасывают наименее приемлемые и абсурдные идеи. Они могут также усилить и конкретизировать высказанные идеи и дополнить список новыми идеями, возникшими во время редактирования. Все полученные идеи желательно разделить на три группы: наиболее приемлемые и легко реализуемые для решаемой задачи, наиболее эффективные и перспективные, прочие.

Отредактированный и оформленный список передается заинтересованным лицам для дальнейшей более детальной оценки и проработки с точки зрения патентования и использования в проектно-конструкторских разработках.

После принятия решения об оформлении отдельных идей (в виде рационализаторских предложений, заявок на изобретение, технических предложений для проектирования и т. д.) уточняется и определяется список авторов с руководителем группы, а затем согласуется со всей творческой группой, участвовавшей в сеансе МА.

Учебно-тренировочные задачи. Прежде чем решать реальные задачи методом МА, необходимо отработать с творческой группой или ее ядром технику проведения МА на учебно-тренировочных задачах. Такие задачи должны:

быть общепонятными для всех участников;

содержать потенциально большое число идей решения задачи;

вызвать интерес у участников МА.

В качестве учебных задач можно брать реальные задачи, удовлетворяющие указанным требованиям. Если выбор реальных учебно-тренировочных задач вызывает затруднение, то можно предложить следующие темы для формулировки и решения задач:

Как исключить травмирование и гибель жителей города от падающих сосулек?

Как снизить аварийность и травматизм на автодороге во время гололеда?

Как сохранить от града хлебное поле?

Как уберечь от воров зеркало в туалетной комнате, сушилку для рук?

3 МЕТОД ОБРАТНОЙ МОЗГОВОЙ АТАКИ

Теоретические предпосылки. В основе обратной мозговой атаки лежит закон прогрессивной конструктивной эволюции ТО. По этому закону переход к новым образцам техники происходит через выявление и устранение дефектов (недостатков) в существующем поколении ТО при наличии необходимого научно-технического потенциала.

Поэтому при создании любого нового значительно улучшенного изделия решаются две задачи!

- 1) выявление в существующих изделиях максимального числа недостатков;
- 2) максимальное устранение этих недостатков во вновь разрабатываемом изделии.

Первая задача относится к постановке изобретательских и проектно-конструкторских задач, вторая - к синтезу нового технического решения. Первая задача оказывается не менее простой, поскольку необходимо выявить полный список недостатков, который состоит из двух частей:

- недостатки, обнаруженные при изготовлении, эксплуатации, ремонте и утилизации выпускаемых изделий;
- недостатки, которые возникнут в обозримом будущем у разрабатываемого изделия.

Таким образом, методы решения первой задачи должны обеспечивать не только выявление всех известных недостатков, но и прогнозировать все будущие недостатки.

Гипотетически существует некоторый идеальный полный список недостатков, каждый из которых может быть устранен или учтен в новом изделии, в результате чего новое изделие будет реализовывать максимально возможный скачок для существующего научно-технического уровня. Поэтому наилучшее решение первой творческой задачи соответствует наибольшему приближению к такому идеальному списку недостатков.

Говоря иначе, полный список недостатков (независимо от причины их возникновения) должен отражать все возможные отклонения действительного существующего положения от желаемого.

Область применения метода. Метод обратной МА ориентирован на решение первой творческой задачи, т. е. цель обратной МА заключается в составлении наиболее полного списка недостатков рассматриваемого объекта, на который обрушивается ничем не ограниченная критика. Объектом обратной МА может быть конкретное изделие или его узел, технологический процесс или его операция, сфера обслуживания и т. д.

Обратная МА может быть использована при решении, например, следующих вопросов и задач:

- уточнение постановки изобретательских и рационализаторских задач;

- разработка технического задания или технического предложения;
- экспертиза проектно-конструкторской документации на любой стадии разработки (техническое задание, техническое предложение, эскизный, технический или рабочий проект, экспериментальный или опытный образец);
- оценка эффективности закупаемых изделий. Формулировка задачи. Формулировка задачи для обратной МА должна содержать краткие и достаточно исчерпывающие ответы на следующие вопросы:

а) Что представляет собой объект, который требуется улучшить?

б) Какие известны недостатки объекта, связанные с его изготовлением, эксплуатацией, ремонтом и т. д.?

в) Что требуется получить в результате МА?

г) На что нужно обратить особое внимание? Изложение по п. а) желательно сопроводить наглядным эскизом, слайдами, кинофильмом, показом макета и натурального образца («лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать»). Наиболее полно и объективно информация по п. б) может быть собрана у изготовителей, пользователей, наладчиков и ремонтников.

По п. в) МА должна дать максимально полный список недостатков и дефектов у рассматриваемого объекта. Во время сеанса МА мы должны прозорливо угадать все будущие недостатки на 10-20 лет вперед, чтобы полученный полный список недостатков обеспечивал наиболее длительную конкурентоспособность созданного объекта.

По п. г) нужно указать, в каком направлении особенно нетерпимы недостатки и дефекты (например, прочность определенных деталей, надежность работы системы, экономия жидкого топлива, охрана окружающей водной среды и т. п.).

Формирование творческой группы. Здесь остаются в силе рекомендации, кроме одного пожелания. В творческую группу необходимо включить технологов, наладчиков, ремонтников, эксплуатационников, работников по сбыту и продаже.

Правила для участников сеанса МА. Эти правила совпадают с правилами проведения прямой МА.

Обязанности ведущего (руководителя) в сеансе МА.

Совпадают с обязанностями, изложенными выше. Для обеспечения непрерывности высказывания идей и полноты формируемого списка недостатков ведущему рекомендуется использовать следующий список вопросов:

У каких параметров объекта или его элемента ожидаются отклонения от нормы?

Какие ожидаются трудности изготовления, сборки, контроля изделия или его отдельных узлов?

Какие могут возникнуть затруднения с материалами и комплектующими деталями и узлами в настоящее время и через 10-20 лет?

Какие ожидаются трудности энергоснабжения в данное время и через 10-20 лет?

Какие неудобства в обслуживании или какие могут возникнуть

ошибки оператора?

Могут ли возникнуть опасные моменты для пользователей и обслуживающего персонала? .

Какие возможны трудности доставки и транспортирования в настоящее время и через 10-20 лет?

Таблица 1 Пример анализа недостатков прототипа

Наименование недостатка	Фактические или возможные следствия проявления недостатка	Фактические или возможные причины возникновения недостатка
1. Плохая подвижность шарнирной передачи 2. Неучет гололеда на автодороге 3. Отказ шариковой авторучки	1.1. Потеря мощности 1.2. Ускоренное изнашивание шарнира 1.3. Разрушение шарнира Скольжение транспорта с потерей управления Шариковая авторучка перестает оставлять след на бумаге в виде слоя пасты	1.1. Некачественная обработка 1.2. Малый зазор поверхностей трущейся пары 1.3. Непредусмотренные температурные перепады Наличие в атмосфере повышенной влажности и низкой температуры 3.1. Понижение давления в баллоне с пастой 3.2. Заклинивание шарика 3.3. Увеличение вязкости пасты в связи с понижением температуры

Организация проведения МА. Она совпадает с описанной выше. Для стимулирования мышления на экране показывают отдельные предложения из межотраслевого, проблемно и объектно ориентированных списков недостатков изделий и списков их параметров.

Запись и оформление результатов МА. Проводится в соответствии с рекомендациями. В дополнение выполняется классификация недостатков по родственным группам. Могут быть выделены, например, следующие группы: основные функциональные требования, производство, сбыт, эксплуатация, защита окружающей среды. Проводится ранжирование недостатков от самых больших (главных) до малых (второстепенных). Ранжирование можно выполнить также путем отнесения каждого недостатка к главным, средним или второстепенным недостаткам.

Если список недостатков составляется с целью последующего его

использования в постановке и решении изобретательских или рационализаторских задач, то желательно еще составить таблицу анализа недостатков (табл. 30), где приведены примеры заполнения.

При составлении табл. 30 время, отведенное на составление отредактированного списка идей, может быть увеличено до 1-1,5 ч, а заполнение столбцов по следствиям проявления и причинам недостатков можно проводить с помощью дополнительной мозговой атаки.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

Тема: РЕШЕНИЕ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

Цель работы: приобретение навыков решения научных творческих задач методом контрольных вопросов

Порядок работы:

- ознакомление с теоретическими основами и методикой решения творческих научных задач методом контрольных вопросов;
- формулировка (самостоятельно или с помощью преподавателя) научной задачи, из области будущей профессиональной деятельности, решение которой является актуальным вопросом в настоящее время;
- решение поставленной творческой задачи в соответствии с изложенной методикой;
- составление отчета о результатах выполнения практической работы.

Содержание отчета: указать цель занятия, краткое содержание основной части, ход решения поставленной задачи и формулировка выводов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДЕ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

МЕТОД КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ

Метод контрольных вопросов был предложен в 1955 г. руководителем изобретательского бюро в Кембридже (Англия) Т. Эйлоартом. Сущность метода заключается в поиске решения задачи с помощью специально подготовленного списка наводящих вопросов, указаний, советов, подсказок. По содержанию и порядку следования вопросов и советов список представляет собой определенный эвристический алгоритм случайного поиска идей. Применение такого алгоритма ориентировано на то, что при ответе на поставленные вопросы может прийти то озарение, которое составит основу рационального решения поставленной задачи. Метод может использоваться как в форме монолога с которым инженер обращается к самому себе, так и в виде диалога руководителя с членами творческой группы.

В настоящее время широко используются универсальный вопросник Т. Эйлоарта, список контрольных вопросов А.Осборна, а также правила М. Тринга и Э. Лейтуэйта, перечень вопросов и советов Д. Пойа и другие списки. В качестве примера приведем вопросник Т. Эйлоарта. Он содержит следующие позиции:

1. Перечислите все качества и определения предполагаемого изобретения, укажите, в какую сторону их предполагается изменить.
2. Четко сформулируйте задачи создания объекта, выделив среди них главные и второстепенные.
3. Перечислите основные принципы и недостатки известных решений рассматриваемой задачи, сформулируйте свои предложения по их устранению.
4. Выскажите и запишите различные, пусть даже фантастические, аналогии (химические, биологические, экономические и т. п.).
5. Постройте какие-то модели объекта: математические, гидравлические, механические, электронные и т. п., поскольку модели более точно выражают идеи, нежели аналогии.
6. Попробуйте применить для усовершенствования объекта другие виды материалов, энергии, другие физические, химические и иные эффекты.
7. Попытайтесь установить зависимости, взаимные связи и логические совпадения.
8. Узнайте мнение по разрешению главной задачи у людей, совершенно не осведомленных в данной проблеме.
9. Устройте свободное групповое обсуждение проблемы, выслушивая любые идеи без критики.
10. Попробуйте использовать «национальные» подходы к решению задач: хитрый шотландский, расточительный американский, сложный китайский, всеобъемлющий немецкий и т. п.
11. Постарайтесь быть всегда с проблемой, не расставаясь с ней не только на работе, но и в поездке, на прогулке, в игре.
12. Постарайтесь погрузиться в обстановку, стимулирующую творчество, побывать в техническом музее, в антикварном магазине, посмотреть журналы, комиксы.
13. Составьте сопоставительные таблицы типов материалов, геометрических параметров и других величин объекта и его элементов, а также их цен для решения проблемы.
14. Определите идеальные конечные результаты по разработке объекта.
15. Попробуйте видоизменить решение поставленной проблемы во времени, а также за счет изменения свойств и параметров объекта.
16. Попытайтесь в воображении «залезть» внутрь объекта и рассмотреть его изнутри.
17. Выявите и исключите из дальнейшего обсуждения альтернативные варианты решения проблемы, уводящие в сторону от траектории поиска наилучшего решения.
18. Попытайтесь выявить, кого и почему интересует решаемая проблема.
19. Выявите, кто первым и когда придумал аналогичный технический объект, были ли ложные попытки его усовершенствования.

20. Узнайте, кто еще решал подобную проблему и чего он добился?

21. Выявите и обоснуйте граничные условия изготовления и применения объекта.

По своей сущности метод контрольных вопросов практически не отличается от метода проб и ошибок. Однако сама приведенная последовательность постановки вопросов и рекомендации осуществления психологического тренинга по активизации творческого воображения и фантазии (вопросы 4, 10, 12, 16) значительно повышают вероятность удачного поиска.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

Тема:

РЕШЕНИЕ НАУЧНЫХ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Цель работы: приобретение навыков решения научных творческих задач методом эвристических приемов

Порядок работы:

- ознакомление с теоретическими основами и методикой решения творческих научных задач методом эвристических приемов;
- формулировка (самостоятельно или с помощью преподавателя) научной задачи, из области будущей профессиональной деятельности, решение которой является актуальным вопросом в настоящее время;
- решение поставленной творческой задачи в соответствии с изложенной методикой;
- составление отчета о результатах выполнения практической работы.

Содержание отчета: указать цель занятия, краткое содержание основной части, ход решения поставленной задачи и формулировка выводов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

МЕТОД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Решая задачу методом проб и ошибок, каждый творческий человек получает при ее успешном решении два результата:

- методический результат, представляющий собой найденный (изобретенный) способ поиска решения поставленной задачи;
- искомое техническое решение, полученное с помощью изобретенного способа поиска.

Встречаясь с новой задачей, прежде всего пытаются ее решить путем использования ранее найденных способов, приемов. Если это не удается (встретился иной тип задачи), то опять ищут решение методом проб и ошибок. Успешный поиск дает новый способ решения задачи. В итоге постепенно формируется определенный набор способов, приемов, правил поиска решения задач.

Способы, приемы или правила, в которых содержится краткое предписание или указание, как преобразовать имеющийся объект задачи или в каком направлении нужно искать, чтобы получить решение задачи, называют **эвристическими приемами**. Эвристические приемы не содержат прямого

однозначного указания, как именно следует преобразовать данный объект. Приемы играют только роль подсказок, которые облегчают получение искомого решения, не гарантируя, однако, его нахождение. Естественно, что разным людям потребуется приложить различные усилия, чтобы с помощью таких подсказок найти приемлемое решение.

Для иллюстрации того, что собой представляет эвристический прием, приведем из прил. 2 четыре приема, которые могли бы подсказать П. Яблочкову и А. Микулину идеи решения их задач, без больших затрат времени и усилий:

- прием 3.4: размещение на одной линии заменить размещением по нескольким линиям или по плоскости;

- прием 3.5: заменить размещение по плоскости размещением по нескольким плоскостям или в трехмерном пространстве; перейти от одноэтажной (однослойной) компоновки к многоэтажной (многослойной);

- прием 9.5: для уменьшения простоев и повышения надежности создать легко используемый запас рабочих органов или элементов. Предусмотреть в ответственных частях объекта дублирующие элементы;

- прием 11.2: использовать природный принцип повторяемости однотипных элементов (пчелиные соты, листья, кристаллы и т. п.).

Для получения собственного, личного представления о предсказывающей силе эвристического приема попытайтесь найти решение двух нижеприведенных задач, используя следующие приемы:

- прием 2.6: заменить источник энергии, тип привода, цвет и т.д.;

- прием 2.7: заменить механическую схему электрической, тепловой, оптической или электронной;

- прием 5.2: заменить поступательное (прямолинейное) или возвратно-поступательное движение вращательным;

- прием 8.5: допустить незначительное снижение требуемого эффекта;

- прием 8.6: использовать идею избыточного решения (если трудно получить 100 % требуемого эффекта, задаться целью получить несколько больше).

Задача 1. Голландская фирма «Филипс» рекламирует свое устройство для прямолинейных микроперемещений (на сотые доли микрометра), применяемое в микроскопах. Устройство довольно сложное: электродвигатель, червячная передача, двухступенчатый фрикционный механизм и т.д.; причем все детали прецизионной точности, из специальной стали. Фирма подчеркивает достоинства: отсутствие люфта, мертвого хода и смазки.

Необходимо предложить идею технического решения, представляющего собой *простейшее* устройство с такой же функцией, как рекламируемое устройство фирмы «Филипс», также не имеющее люфта, мертвого хода и смазки, но при этом обеспечивающее микроперемещения с более высокой точностью.

Задача 2. Требуется предложить способ равномерного нанесения тон-

кого слоя краски на наружные поверхности цилиндрических деталей. Применение пульверизатора нежелательно по условиям техники безопасности. контрольные решения приведенных задач можно найти в работах.

Обобщая опыт работы инженеров и изобретателей, российские ученые (Г.С. Альтшуллер, А.И. Половинкин и др.) во второй половине XX в. составили списки различных эвристических приемов поиска идей решения инженерных задач. Эти списки явились основой метода эвристических приемов. В настоящее время известно около десяти его модификаций, использующих различные фонды эвристических приемов.

В частности, в изложенном в работе методе предложен для поиска идей решения задач сокращенный межотраслевой фонд, содержащий 180 отдельных эвристических приемов. В работе представлены примеры использования типовых приемов устранения технических противоречий при решении изобретательских задач в области технологии машиностроения.

Отличие метода эвристических приемов от метода контрольных вопросов заключается в том, что он ориентирован не столько на *возможное возникновение озарения* через наводящие вопросы, сколько на *осознанный вызов этого озарения* путем предложения конкретных способов, вариантов, действий по преобразованию рассматриваемого объекта. Эти приемы преобразования относятся к самым различным признакам существования и создания объекта: его форме и структуре, взаимному расположению его элементов, их взаимодействию между собой и с объектами окружающей среды, наличию и использованию внутренних резервов объекта в целом и его элементов и т. д.

1. ЭВРИСТИЧЕСКИЙ ПРИЕМ

С давних времен перед человеком часто возникала следующая ситуация. Существующее орудие труда, станок, машина или оружие переставали удовлетворять новым требованиям или имели нетерпимые недостатки, которые требовалось исключить. Человек (конструктор) пытался найти улучшенное техническое решение путем логического анализа недостатков и их устранения или путем поиска и приспособления аналогичного решения в природе либо в другой области техники, или путем случайных изменений прототипа.

Все эти не очень систематизированные попытки поиска улучшенного решения называют методом «проб и ошибок». На основе этого древнего способа в 40--50-х годах возник метод эвристических приемов.

Рассмотрим сначала метод «проб и ошибок» на одном из многочисленных примеров решения задачи таким образом.

Задача Микулина. В начале XX века, когда началось активное освоение самолетов с двигателями внутреннего сгорания, большинство катастроф было связано с отказом магнето, «исчезновением искры» зажигания. В связи с этим возникла задача повышения надежности работы магнето.

Задачу эту после долгих мучительных поисков методом «проб и ошибок» решил юный А. Микулин, будущий академик, известный конструктор авиационных двигателей. Он шел по улице и увидел огромного мужика с сильно подбитым, заплывшим и ничего не выдающим левым глазом. В это время и пришла догадка! Микулин сразу бросился бежать в гостиницу к знаменитому авиатору С. И. Уточкину, и между ними состоялся следующий разговор:

- У людей по два глаза, подбейте левый - правый будет видеть.
- Я никому не собираюсь подбивать глаза, - сказал Уточкин.
- На Вашей машине одно магнето - поставьте два!
- Прекрасная мысль! - сказал Уточкин. - За каждый благополучный показательный полет я буду платить тебе по 10 рублей.

Показательные полеты тогда были платные. И Уточкин сдержал свое слово, посылая после каждого полета переводы.

Чем начинающий изобретатель отличается от опытного конструктора?

При успешном решении творческой инженерной задачи (ТИЗ) начинающий изобретатель всегда получает два результата: методический результат (изобретение способа решения интересующей его ТИЗ) и искомое техническое решение, полученное с помощью изобретенного способа.

Когда изобретатель встречается с новой ТИЗ, то в первую очередь пытается ее решить с помощью изобретенного им способа. Если это не удастся (поскольку встретился другой тип задачи), то изобретатель опять вынужден искать решение методом «проб и ошибок». При успешном решении он открывает для себя второй способ решения изобретательских задач. Так постепенно у человека формируется свой набор способов, и он из начинающего превращается в опытного изобретателя.

Такие способы или правила решения ТИЗ называют эвристическими приемами (ЭП), в которых содержится краткое предписание или указание, «как преобразовать» имеющийся прототип или «в каком направлении нужно искать», чтобы получить искомое решение. ЭП обычно не содержит прямого однозначного указания, как преобразовать прототип. Если ЭП имеет отношение к рассматриваемой ТИЗ, то он содержит (подсказку), которая облегчает получение искомого решения, однако не гарантирует его нахождения. Различным людям требуется приложить различные усилия, чтобы догадаться до искомого (удовлетворительного) технического решения.

Опытные изобретатели обычно имеют свой индивидуальный набор (фонд) ЭП.

Рассмотрим примеры решения ТИЗ с помощью ЭП.

Задача 1. В опытном образце прецизионного станка имеется винтовая пара подачи инструмента. При имеющихся размерах и усилиях для вращения вала подачи требуется момент 118 Н·м. Такое усилие вращения вызывает недопустимые деформации, и точность обработки деталей не выдержи-

вается. Для обеспечения необходимой точности требуется в 3-4 раза снизить вращающий момент. Принцип подачи инструмента изменять нежелательно.

Используем ЭП 5.9: «Заменить трение скольжения трением качения».

Решение. На валу в гайке делают винтовые пазы, которые заполняют шариками. Винтовая пара превращается в подшипник качения.

Задача 2. Снятие гипсовых повязок связано с двумя неудобствами: при распиливании повязки можно повредить тело; при разбивании причиняется боль и может быть повреждена слабо сросшаяся кость. Требуется изобрести способ, устраняющий указанные неудобства.

Для решения этой задачи подходят два ЭП.

Прием 3 изменить направление действия рабочей силы или среды; прием 3.10: заранее расставить объекты так, чтобы они могли вступить в действие с наиболее удобного места в без затрат времени на их доставку.

Решение. Для предупреждения травм и облегчения снятия повязки проволочную пилу помещают в предварительно смазанную подходящей смазкой трубку, выполненную, например, из полиэтилена, и заранее загипсовывают под повязку при ее наложении. Распиливать повязку можно от тела наружу.

Многие ЭП могут быть успешно использованы в самых различных областях техники. Они со временем морально не стареют и оказываются полезными для других изобретателей. Способы решения ТИЗ открытые различными изобретателями, имеет смысл собирать, обобщать и обучать им начинающих изобретателей. Именно на этих свойствах основывается метод эвристических приемов, который интегрирует в методически доступной форме опыт многих изобретателей.

Метод эвристических приемов разработан и нашел широкое распространение в СССР. Известно около десяти его модификаций.

2. МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ФОНД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Метод эвристических приемов основывается на межотраслевом фонде ЭП. Этот фонд в нашей методике содержит описания 180 отдельных ЭП, которые разделены на 12 групп (табл. 1).

Межотраслевой фонд ЭП имеет универсальный характер, т. е. ориентирован на самые различные области техники. Поэтому ЭП имеют обобщенное описание. В них под «объектами» подразумеваются ручные орудия и инструменты, станки, приборы, машины, аппараты, технологические процессы, комплексы станков и приборов и т. д., а также их детали, узлы, технологические операции и т. д. В некоторых ЭП наряду с объектом имеет смысл выделять части объекта, которые называют «элементами». К ним могут относиться детали, узлы, блоки, агрегаты, технологические операции и другие части объекта.

Таблица 1 Группы эвристических приемов

Номер группы	Наименование группы	Число ЭП
1	Преобразование формы	16
2	Преобразование структуры	19
3	Преобразования в пространстве	16
4	Преобразования во времени	8
5	Преобразование движения и силы	14
6	Преобразование материала и вещества	23
7	Приемы дифференциации	12
8	Количественные изменения	12
9	Использование профилактических мер	22
10	Использование резервов	13
11	Преобразования по аналогии	9
12	Повышение технологичности	16
	Всего	180

В конце описания многих ЭП в целях сокращения дается еще указание «Инверсия приема», по которому рекомендуется также производить обратное преобразование или искать в обратном направлении. Например, ЭП 1.2 имел бы следующее полное описание: «сделать в объекте (элементе) отверстия и полости, исключить в объекте (элементе) отверстия и полости».

В любом межотраслевом или специализированном фонде ЭП после описания приема должно даваться 2-3 примера решения ТИЗ с помощью этого ЭП. в целях экономии места в нашем фонде описания ЭП даны без примеров применения. Для более углубленного изучения ЭП и в качестве учебного практикума рекомендуется самим подобрать (из истории техники или патентного фонда) примеры решения ТИЗ для каждого ЭП. В связи с этим приведем примеры для двух ЭП.

Примеры решения ТИЗ для ЭП 8.1.

1. В конце XVIII века опытами с вольтовым столбом (первым химическим источником тока для практического применения) занимались все подряд, даже короли. Русский академик В. В. Петров вместо обычных десятков элементов сделал вольтов столб на 2100 элементов и получил качественно новое явление - электрическую дугу - непрерывный электрический свет большой интенсивности.

2. Струей воды до 10 МПа размывали грунт. Увеличение давления

до 100 МПа позволило струей воды резать камень и металл.

Пример решения ТИЗ для ЭП 10.8.

ЭП 10.8 сформулировали супруги Лазаренко, которые много труда и времени затратили на поиск средств борьбы с разрушением электрических контактов от возникающей электрической искры. В итоге они сделали два попутных изобретения, нашедших широкое практическое применение:

- искровую мельницу для измельчения (распыления) металла в порошок;
- электроискровую обработку металлов.

Этот ЭП супруги Лазаренко еще много раз успешно использовали в их редакции ЭП имеет следующее описание: «Нет в природе совершенно вредных явлений! Из каждого вредного фактора можно извлечь пользу».

Если опытный конструктор познакомится с межотраслевым фондом ЭП, то у него может создаться впечатление, что большинство приемов ему известно и они как будто ничего нового не дают. Однако вся сила фонда ЭП заключается в системном всестороннем охвате проблемы или задачи. Опытному конструктору (по сравнению с другим конструктором, имеющим фонд ЭП) потребуется несоизмеримо больше времени, чтобы вспомнить или додуматься до большинства приемов и подсказанных ими решений. Наряду с этим можно утверждать, что при всегда ограниченном времени решения ТИЗ некоторые ЭП так и не попадут в его поле зрения, т. е. фонд ЭП полезен не только для начинающих, но и для опытных изобретателей.

3. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ЕЕ РЕШЕНИЕ

Можно выделить следующие шесть последовательных этапов в постановке и решении ТИЗ методом эвристических приемов.

1. При использовании метода ЭП можно ограничиться предварительной формулировкой задачи. Более глубокий и плодотворный поиск решения с помощью метода ЭП осуществляют на основе уточненной постановки задачи.

2. Решение задачи начинается с выбора подходящих ЭП. Исходной информацией для этого являются:

- конкретный прототип, который требуется улучшить; главный недостаток прототипа, который необходимо устранить;
- главное противоречие развития прототипа, которое требуется устранить.

Исходя из этой информации просматривают в табл. 1 наименования групп ЭП и отбирают (в основном по интуитивным соображениям) наиболее подходящие группы. В каждой из этих групп просматривают все ЭП и выбирают также по интуиции те ЭП, которые представляют интерес для рассматриваемой задачи.

Если выбор групп ЭП вызывает затруднения, то наиболее подходя-

щие ЭП отбирают путем просмотра всего фонда.

В методе эвристических приемов не имеет смысла давать какие-либо формальные или полужформальные правила выбора наиболее подходящих ЭП для конкретной задачи. Если смотреть глубже, то выбор ЭП - это в принципе не формализуемая процедура. Лучше всего такой выбор интуитивно производит конструктор, решающий задачу, просматривая все подряд ЭП. На беглый просмотр знакомого фонда ЭП затрачивается мало времени всего 5-10 мин. В связи с этим матрица Г. С. Альтшуллера, на составление которой затрачен громадный труд, не имеет большого смысла. Она не экономит время и часто не указывает ЭП, наиболее эффективные для решения конкретной задачи.

3. Преобразование прототипа начинают с помощью выбранных приемов. При этом фиксируют идеи улучшенных технических решений в виде короткого описания или (и) упрощенной схемы.

Следует заметить, что у межотраслевого фонда ЭП есть одно сильное свойство, которое называем эвристической избыточностью. Отметим две разновидности этого свойства. Во-первых, многие задачи могут быть решены независимо разными ЭП. Так, например, приведенная задача Микулина с установкой на самолете резервного магнето могла быть независимо - решена с помощью ЭП 8.2, 9.15 или 11.2.

Вторая разновидность эвристической избыточности состоит в том, что одновременное использование двух и более ЭП приводит к их взаимному усилению в смысле облегчения нахождения улучшенного технического решения. Так, в задаче Микулина одновременное использование указанных трех ЭП облегчает ее решение. Нередки также случаи, когда два и более ЭП по отношению к конкретной ТИЗ по отдельности имеют слабую эвристическую подсказку, но при одновременном их использовании они явно взаимно усиливают друг друга. Проиллюстрируем это на примере.

Задача Яблочкова. В 1875 г. русский изобретатель П.Н. Яблочков предложил электрическую свечу (дуговую лампу), в которой между концами двух угольных стержней (расположенных на одной прямой навстречу друг другу или под углом) образовалась электрическая дуга. Для поддержания этой дуги требовалось с некоторой постоянной скоростью сближать электроды по мере их сгорания. Это осуществлялось с помощью специального автоматического регулятора. Свеча Яблочкова быстро нашла практическое применение. Однако она имела существенный недостаток: регуляторы были сложными по конструкции и малонадежными, поскольку сгорание электродов по разным причинам было неравномерным.

Требовалось найти простое техническое решение, обеспечивающее надежную работу электрической свечи от двух электродов.

П. Н. Яблочков решал эту задачу, по-видимому, методом «проб и ошибок». После долгих мучений и попыток он, сидя в одном из кафе Парижа случайно увидел два рядом лежащих карандаша и сразу понял, что электроды нужно расположить рядом параллельно, разделив их выгорающим изоляционным материалом. При таком ТР вообще исключается сложный ненадеж-

ный регулятор. Указанные ЭП, по-видимому, помогли бы Яблочкову раньше додуматься до решения.

Таким образом, с помощью отдельных приемов и наборов ЭП получают множество улучшенных допустимых технических решений. Если при этом не удастся получить удовлетворительного улучшенного решения, то рекомендуется наиболее перспективный из найденных вариантов принять за прототип и снова повторить его обработку с помощью подходящих ЭП.

4. Следует напомнить, что множество улучшенных допустимых технических решений получено только с учетом главного недостатка или главного противоречия развития. В дальнейшем эти решения используются как прототипы для поиска новых улучшенных технических решений, учитывающих другие недостатки и противоречия развития. В результате получают новое множество улучшенных допустимых технических решений.

Таблица 2 Формы анализа последствий от нового технического решения (ТР)

Какие отрицательные последствия принесет новое ТР для вышестоящего по иерархии и смежных ТО?	Какие положительные последствия принесет новое ТР для вышестоящего по иерархии и смежных ТО?
1. 2.	1. 2.

5. Для найденных в п. 4 технических решений проводят анализ их совместимости со смежными и вышестоящими по иерархии ТО. При этом составляют табл. 2.

Сопоставительный анализ таких таблиц для разных улучшенных технических решений позволяет обоснованно выбрать наиболее эффективное из них. Для особо перспективных вариантов делаются попытки устранить нетерпимые отрицательные последствия. При этом могут быть использованы также метод эвристических приемов или методы мозговой атаки.

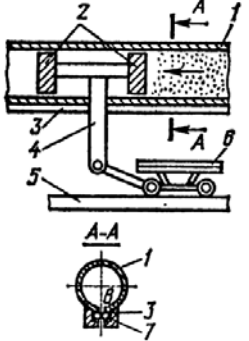
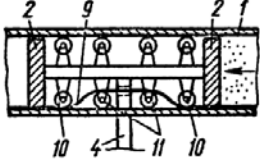
6. Работа по пп. 2-5 выполняется для всех прототипов, рекомендуемых в постановке задачи. В результате формируется достаточно полное множество улучшенных технических решений, из которого предстоит выбрать перспективные варианты для дальнейшей проработки. Такой выбор производится с учетом главных критериев развития и показателей, а также с точки зрения патентоспособности.

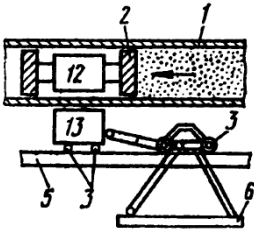
Дальнейшая проработка выбранных технических решений может быть проведена в соответствии с рекомендациями, данными в прил. 5 (этапы 5-7).

Следует отметить, что метод ЭП только повышает возможность получения допустимого улучшенного технического решения, но не гарантирует нахождение такового. И у разных пользователей этого метода (как и других эвристических методов) часто получаются разные результаты, что в большой

мере зависит от приобретенных навыков и природных способностей.

Таблица 3 – Примеры идей при решении задачи создания пневмотранспорта в цехе

Номер ТР	Описание идеи ТР	Эскиз
1	<p>Внутри трубопровода 1 перемещается поршень-каретка 2. По всей длине трубы сделана щель 8, через которую пропущен прикрепленный к каретке рычаг 4, соединенный с катящейся по направляющим 5 грузовой платформой 6, на которую укладывают крупногабаритные детали. Щель в трубе закрывают две эластичные трубки 7, заполненные воздухом под давлением и находящиеся в направляющих 3. Рычаг скользит между трубками, которые смыкаются за ними, закрывая щель</p>	
2	<p>Решение отличается от решения по п. 1 тем, что грузовую платформу 6 можно сделать не на роликах, а на воздушной подушке, и подавать воздух из трубы 1</p>	<p style="text-align: center;">—</p>
3	<p>Решение отличается от решений по пп. 1, 2 тем, что щель в трубе закрывается лентой 9, которая прижимается к трубе роликами 10, а в месте выхода рычага 4 через щель поднимается роликами 11. Лента прижимается воздухом внутри трубы, обеспечивая уплотнение щели</p>	

Номер ТР	Описание идеи ТР	Эскиз
4	<p>Внутри трубы 1 поршень-каретка 2 имеет магнит 12, который взаимодействует с находящимся снаружи магнитом 13, свободно передвигающимся по направляющим 5 на роликах. Магнит 13 тянет за собой грузовую платформу 6</p>	
5	<p>Отличается от решения по п. 4 тем, что вместо роликов 3 грузовая платформа 6 и магнит 13 подвешены на монорельсе 5 с помощью воздушной подушки</p>	—
6	<p>Труба 1 используется как опора для монорельса и линейного электродвигателя, передвигающего грузовую платформу</p>	—

Пример. Задача о модернизации пневмотранспорта в цехе. Будем рассматривать в качестве прототипа существующий пневмотранспорт. В этом прототипе должны быть устранены (или значительно снижены) следующие недостатки (в порядке их важности): затраты по замене трубопровода:

- 1) удары и трение деталей друг о друга и стенки трубы;
- 2) шум от трубопроводов;
- 3) зависимость от габаритных размеров деталей.

В целях экономии места будем выбирать подходящие ЭП с точки зрения всех недостатков. В табл.1 наибольший интерес представляют группы 1, 2, 3, 5, 6, 8, 11. В этих группах представляют интерес следующие ЭП (прил. 2): 2.1, 2.6, 3.2, 3.10, 3.13, 3.16, 5.8, 5.13, 6.14, 6.6, 6.12, 6.14, 6.17, 8.3, 11.7. (Следует заметить, что на выбор групп и приемов оказала решающее влияние

субъективная точка зрения автора, т. е. читатель может выбрать свои группы и приемы).

Попробуйте с помощью указанных ЭП получить улучшенные ТР или сами выберите ЭП и затем получите улучшенные ТР.

В табл. 3 приведены некоторые идеи решения этой задачи.

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ФОНД ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Межотраслевой фонд ЭП для отдельных пользователей (изобретателей) является «чужим» инструментом, малоудобным и малоприспособленным к конкретной творческой личности. В связи с этим каждому начинающему, изобретателю и рационализатору рекомендуется работать над созданием индивидуального фонда ЭП, т.е. над созданием своего, более удобного и эффективного инструмента.

Можно дать следующие рекомендации по формированию индивидуального фонда ЭП.

1. Выбор из межотраслевого фонда наиболее подходящих ЭП с учетом специфики решаемых задач (области техники, в которой работает изобретатель) и своих симпатий к определенным ЭП. При этом возможно и желательно изменить форму изложения ЭП, сделать ее более понятной, образной, эмоционально насыщенной и ориентированной на интересующий класс задач. ЭП должен возбуждать и активизировать мышление. Например, для ЭП 8.9 возможна следующая редакция: «Создать гиганта или карлика! И найти ему применение»; для ЭП 10.8 - «Обратить вред в пользу!» и т. д.

2. Подбор для каждого ЭП в индивидуальном фонде примеров решения ТИЗ из своей области или функционально близких областей. Такие примеры даны выше для ЭП 1.3, 3.1, 3А, 3.6, 3.7, 3.9, 3.10; 5.9, 8.1, 8.2, 9.15, 10.8, 11.2. При подборе примеров следует иметь в виду, что они должны играть двойную роль: во-первых, это аналогичная решенная задача, помогающая плодотворно использовать ЭП при решении новой задачи. Во-вторых, пример может быть использован как готовое или полуготовое решение в рассматриваемой задаче. Вероятность таких случаев может быть высокой, поскольку примеры берутся из своей или близких областей техники.

3. Разбор и анализ последних решенных задач и запатентованных технических решений в своей области функционально близких областях. Особое внимание следует обращать на новые образцы техники на уровне лучших мировых достижений. При этом тщательно изучают моменты перехода от прототипа к улучшенным техническим решениям и формулируют новые обобщенные ЭП, подбирают более удачные примеры решения ТИЗ, прототипы и другую полезную информацию. В результате такой работы происходит расширение и обогащение индивидуального фонда ЭП.

Таким анализом и обработкой новых технических решений нужно заниматься так же регулярно, как спортсмены ходят на тренировки, музы-

канты поддерживают свою форму ежедневной (или три раза в неделю) игрой на инструментах, и т. д. Ведь изобретательство не менее увлекательное занятие!

4. Изучение конструктивной эволюции ТО для выявления и формулировки эффективных ЭП, ориентированных на интересующий класс изделий или технологии, и подбора для них интересных примеров решения ТИЗ.

5. Существует также интересный и эффективный способ оперативной формулировки ЭП для решения конкретной ТИЗ. Суть способа состоит в том, что для имеющегося прототипа P'' , по патентным описаниям строят перспективно цепочку конструктивной эволюции

$$P_{k-3} \rightarrow P_{k-2} \rightarrow P_{k-1} \rightarrow P_k,$$

6. Обобщение опыта. После каждого удачного решения ТИЗ изобретатель должен обобщить свой опыт, т. е. рассмотреть возможность формулировки нового ЭП на основе решенной задачи или возможность ее использования как примера в каком-либо ЭП.

Наряду с созданием индивидуального фонда ЭП представляется полезным формирование фонда прототипов по своему классу ТИЗ. В качестве прототипов в первую очередь рекомендуется брать существенно отличающиеся наиболее перспективные технические решения, изделия на уровне лучших мировых образцов.

Литература, рекомендуемая для выполнения практических заданий:

Абовский Н.П. Творчество: системный подход, законы развития, принятие решений / Н.П. Абовский. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 312 с.

Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения / Г.С. Альтшуллер. – М.: Московский рабочий, 1973. – 296 с.

Альтшуллер Г.С. Как стать гением: жизненная стратегия творческой личности / Г.С. Альтшуллер, И.М. Верткин. – Мн.: Беларусь, 1994. – 479 с.

Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука / Г.С. Альтшуллер. – М.: Сов. радио, 1979. – 176 с.

Буш Г.Я. Методы технического творчества / Г.Я. Буш. – Рига: Издательство «Лиесма», 1972. – 73 с.

Донсков А.С. Основы инженерного творчества: учеб пособие / А.С. Донсков. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 225 с.

Кудрявцев А.В. Методы интуитивного поиска технических решений (методы анализа проблем и поиска решений в технике) / А.В. Кудрявцев. – М.: «Речной транспорт», 1991. – 315 с.

Михелькевич В.Н. Основы научно-технического творчества / В.Н. Михелькевич, В.М. Радомский. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 320 с.

Муштаев В.И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие для вузов / В.И. Муштаев, В.Е. Токарев. – М.: Дрофа, 2005. – 254 с.

Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие для студентов втузов / А.И. Половинкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

Тринг М. Как изобретать? / М. Тринг, Э. Лейтуэйт. – М.: Мир, 1980. – 272 с.

Филичев С.А. Основы технического творчества: краткий курс лекций: учеб. пособие / С.А. Филичев. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2009. – 93 с.

Чус А.В. Основы технического творчества / А.В. Чус, В.Н. Данченко. – Киев, Донецк: Вища школа, 1983. – 184 с.

Чяпяле Ю.М. Методы поиска изобретательских идей. – Л.: Машиностроение. Ленинград. отд-ние, 1990. – 96 с.