

Противоречия в технических системах и методы их разрешения

Противоречия в технических системах

Социально-техническое противоречие - **противоречия между потребностями общества и возможностями их удовлетворения с помощью технических средств.** Потребность есть, а средств для ее удовлетворения нет.

Техническое противоречие - **единство улучшения и ухудшения** сторон технической системы, **единство положительного и нежелательного** эффектов при изменении части системы.

Технических систем без противоречий не бывает.

Методы разрешения технических противоречий

Для разрешения технических противоречий и поиска новых решений **создано около тридцати методов.**

Известные методы технического творчества можно объединить в несколько групп:

- **Метод мозгового штурма;**
- **Метод морфологического ящика;**
- **Метод контрольных вопросов;**
- **Методы эвристических приемов;**
- **Методы, основанные на алгоритмах решения изобретательских задач.**

Метод мозгового штурма

Был разработан морским офицером США Алексом Осборном после второй мировой войны.

История рождения метода мозгового штурма

Однажды судно А. Осборна, на котором он был капитаном, шло с грузом в Европу. Капитан получил предупреждение о возможной атаке немецких подводных лодок. А. Осборн собрал команду на палубе и попросил высказать соображения как спасти судно от торпед подлодок. Один из матросов сказал, что нужно **всей команде встать вдоль борта и при обнаружении торпеды дружно дуть на нее, чтобы отдуть ее в сторону.**

Встреча с подлодками на этот раз не состоялась, однако высказанная идея была реализована. Вернувшись на базу, А. Осборн оснастил судно вентилятором, создающим мощный направленный воздушный поток, и этим вентилятором в одном из рейсов действительно отдул торпеду от борта.

Используя этот опыт, после войны А. Осборн разработал метод мозговой атаки и создал свою школу изобретателей и рационализаторов.

Принцип метода мозгового штурма

Поиск технического решения проводится двумя группами в два этапа.

Первая группа – группа генераторов – **предлагает идеи**, строго придерживаясь правила запрета критики.

Вторая группа – группа экспертов – **обсуждает и анализирует** выдвинутые идеи.

Группа генераторов

Состоит из 5...12 человек.

В группу приглашаются **специалисты-смежники** (например: конструкторы, технологи, экономисты, снабженцы), один-два человека со стороны (например: врач, парикмахер).

Заседание группы продолжается 30...50 мин под руководством ведущего. Ведущий должен обеспечить раскрепощенную обстановку в группе. Идеи записываются магнитофоном. За один сеанс обычно высказывается 50...150 разных идей.

Затем **идеи передаются группе экспертов**, которые их анализируют и пытаются оценить скрытые возможности предложений.

Метод синектики

Разработан в период 1952...1959 гг. Уильямом Дж. Гордоном на базе метода мозгового штурма.

Для генерации новых идей формируется **группа синекторов из 5...7 человек**, прошедших предварительную подготовку.

Синектор – человек с широким кругозором, имеющий, как правило, две специальности, например, врач-механик, химик-музыкант и т.п.

При подготовке синекторов учат применять в процессе поиска идей следующие **четыре вида аналогий**:

- **прямая аналогия**;
- **личностная аналогия** или эмпатия;
- аналогия **фантастическая**;
- аналогия **символическая**.

Прямая аналогия

Ее используют все инженеры и изобретатели.

Для этого они ищут **аналогичные ситуации, встречающиеся в других задачах, в природе.**

Природа создала много примеров различных способов и механизмов.

Например, известны сотни конструкций насосов, аналогами которым послужили сердца разных животных.

Личностная аналогия или эмпатия

Синектор отождествляет себя с техническим объектом и представляет себе, что бы он сделал сам, если бы оказался на месте этого объекта.

Эмпатия требует от человека **вхождения в образ**.

Этим хорошо владеют дети.

Они легко отождествляют себя с самолетиком, машинкой, животным и т.д.

Вхождению в образ обучают артистов.

Этому надо учиться и инженеру.

Аналогия фантастическая

Фантазия – это **воображение, с помощью чего можно достичь того, чего хочется.**

Синектор прибегает к помощи золотой рыбки, волшебной палочки, всемогущего Джина и т.п.

Часто бывает полезно рассмотреть идеальное решение, которое сопряжено с долей фантазии.

Размышление о желаемом может натолкнуть на новую идею или точку зрения, которая приведет к новому решению.

Например, писатели-фантасты предсказали множество изобретений.

А.Н.Толстой предсказал лазер (гиперболоид инженера Гарина), Г. Уэлс – способ исчезновения предмета (человек-невидимка) и др.

Аналогия символическая

Ее еще называют **метафорой**, или названием книги.

Литераторы и журналисты часто пользуются этим приемом для того, чтобы в названии произведения ярко вскрыть противоречивую сущность описываемых персонажей и явлений.

Например, «Щит и меч», «Красное и черное» и др.

Синекторы работают по определенной программе:

- На первом этапе **уточняют проблему**.
На заседание синекторов приглашаются эксперты, которые помогают прояснить проблемную ситуацию.
- На втором этапе **проблема дробится на несколько маленьких задач**.
Каждая задача подчинена достижению одной конкретной цели.
- На третьем этапе ведется **генерирование идей**.
Начинается “экскурсия” по различным объектам техники, природы. Выявляется, как аналогичные проблемы решаются в различных областях науки и техники.
- На четвертом этапе производится **перенос аналогичных решений на решаемую проблему**.
Проводится критический анализ предложенных решений.

Метод морфологического анализа

Основан на классификации, которая позволяет систематизировать материал, сделать его наглядным и доступным.

Разработан он в 30-х годах прошлого столетия швейцарским астрономом **Ф. Цвикки.**

Суть метода морфологического анализа

По правилам Ф. Цвикки, прежде всего необходимо **составить перечень функциональных узлов**, от которых зависит решение проблемы.

Пусть список узлов будет такой:

- А – двигатель;
- Б – движитель;
- В – кабина;
- ...
- К – система амортизации.

Определяются возможные варианты выполнения узлов.

- Двигатель может быть: А1 – электрический; А2 – химический; А3 – реактивный; А4 – ядерный.
- Движитель может быть: Б1 – колесный; Б2 – моноколесный (кабина внутри колеса); Б3 – гусеничный; Б4 – шагающий; Б5 – шнековый.
- Кабина: В1 герметичная; В2 – негерметичная.
- Система амортизации: К1 специальные амортизаторы; К2 – амортизация за счет движителя; К3 – без амортизации.

Строится морфологическая матрица

Такая матрица дает представление о всех возможных вариантах лунохода.

Например, вариант А1-Б1-В1-...-К1 характеризует луноход с электрическим двигателем, колесный, с герметичной кабиной и специальными амортизаторами.

Общее число возможных вариантов равно произведению чисел элементов в каждой строке таблицы: $4 \cdot 5 \cdot 2 \cdot \dots \cdot 3$.

Самая трудная часть работы заключается в анализе полученных вариантов.

Метод контрольных вопросов

Контрольные вопросы **позволяют стимулировать решение творческих задач.**

Списки их предлагались разными авторами (А. Осборном, Т. Эйлоартом, Д. Пойа и др.).

Вопросами **можно пользоваться как при индивидуальном, так и при коллективном поиске идей.**

Контрольные вопросы полезны особенно для молодых специалистов.

Опытные изобретатели списками вопросов, как правило, не пользуются, но в затруднительных ситуациях всегда их просматривают.

Список контрольных вопросов Т. Эйлоарта:

- Перечислить все качества и определения предполагаемого изобретения. Изменить их.
- Ясно сформулировать задачи. Попробовать новые формулировки. Определить второстепенные и аналогичные задачи. Выделить главные.
- Перечислить недостатки имеющихся решений, их основные принципы, новые предложения.
- Набросать фантастические, биологические, экономические, химические, молекулярные и другие аналогии.
- Построить математическую, гидравлическую, электрическую, механическую и другие модели (модели точнее выражают идею, чем аналогии).
- Попробовать различные виды материала – газ, жидкость, твердое тело, гель, пену, пасту и др.; различные виды энергии – тепло, магнитную энергию, электрическую, свет, силу удара и т.д.; различные длины волн, поверхностные свойства и т.п.; переходные состояния – замерзания, конденсации, переход через точку Кюри и т.д.; эффекты Джоуля-Томпсона, Фарадея и др.
- Установить варианты, зависимости, возможные связи, логические совпадения.

Список контрольных вопросов Т. Эйлоарта (продолжение):

- Узнать мнение некоторых совершенно неосведомленных в данном деле людей.
- Устроить сумбурное групповое обсуждение, выслушивая все и каждую идею без критики.
- Спать не забывая о проблеме, идти на работу, гулять, ехать, принимать душ, пить, есть, играть в теннис – думать о ней.
- Набросать таблицу цен, величин, перемещений, типов материалов и т.д. для разных решений проблемы или разных ее частей.
- Определив идеальное решение, разрабатывать возможные.
- Видоизменить решение проблемы с точки зрения времени (скорее или медленнее), размеров, вязкости и т.п.
- В воображении проникнуть внутрь механизма.
- Определить альтернативные проблемы и системы, которые изымают звено из цепи и таким образом создают нечто совершенно иное, уводя в сторону от нужного решения.
- Чья это проблема? Почему его?
- Кто придумал это первым? История вопроса. Какие известны ложные толкования этой проблемы?
- Кто еще решал эту проблему? Чего он добился?
- Определить общепринятые граничные условия и причины их установления.