

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Цель: - изучить краткие теоретические сведения по вопросу развития технических систем;

- выполнить практические задания, актуализируя теоретические знания

Краткие теоретические положения

К техническим системам относятся системы, содержащие хотя бы один искусственный элемент и предназначенные для выполнения определенных функций, с конечной целью - реализация потребностей человека.

Технические системы (ТС) развиваются в соответствии с объективными диалектическими законами. Их объективность проявляется в том, что попытки создания ТС с нарушением (сознательным или непреднамеренным) этих законов приводят к появлению нежизнеспособных (плохо выполняющих свои функции) технических систем. Законы выявляются путем анализа развития значительного количества ТС различных уровней. При этом уровень определяется только относительными масштабами технических систем, но не развитом, например, в сложности структур. Каждая ТС, как правило, входит в качестве составной части в ТС более высокого уровня и содержит в качестве собственных частей ТС более низкого уровня.

Выявленные к настоящему времени законы развития технических систем можно разделить на две группы:

1. Условия жизнеспособности технических систем.

1.1. Наличие и минимальная работоспособность основных частей ТС (условно) - изделия, инструмента, источника энергии, органа управления.

1.2. Сквозной проход энергии по всем частям ТС.

1.3. Согласование ритмики частей ТС.

2. Тенденции развития технических систем.

2.1. Неравномерность развития частей ТС.

2.2. Переход частей ТС на более низкий уровень (микро-уровень). 2.3. Переход функций системы на более высокий уровень (макро-уровень).

2.4. Увеличение степени идеальности (в пределе – системы нет, а ее функции выполняются) - следствие из 2.2 и 2.3.

2.5. Увеличение степени вепольности.

В процессе исследований были выявлены принципиальные совпадения между законами развития натуральных (природных) систем, общественных систем - и законами развития технических систем. В то же время установлено, что неправомерно прямо переносить законы развития ТС на области, не относящиеся к технике (например, искусство). Для этого нужно собирать отдельные информационные фонды и выявлять особые законы развития именно этих систем.

Законы развития технических систем - основа для создания аппарата решения технических изобретательских задач. Возможно также непосредственное применение этих законов для решения некоторых задач, усовершенствования и, в особенности, прогнозирования развития технических систем.

Разбор задач с использованием законов развития технических систем.

Задача 2.1. Современные промышленные дымовые трубы достигают в высоту многих десятков и даже сотен метров. При этом не всегда возможно установить непосредственно на трубе датчики, определяющие загрязненность выпускаемого потока газа. И практически невозможно измерять загрязненность на той же высоте, но на расстоянии нескольких десятков метров от трубы. Как быть?

Решение. Рассмотрим условия жизнеспособности заданной системы. Уже первое условие не выполняется - в системе присутствует только изделие (частицы вредных выбросов). Нет инструмента, который должен непосредственно взаимодействовать с частицами, измеряя их количество, нет источника энергии, органа управления. Вводя эти

недостающие части, следует учитывать действие других законов развития технических систем и, прежде всего, - увеличение степени идеальности. Если нет возможности вообще избавиться от введения новых частей - следует стремиться совместить их функции в меньшем количестве элементов.

Из ситуации вытекает, что инструмент-измеритель должен подняться на высоту сотни метров, некоторым образом измениться и вернуться назад. Желательно также, чтобы инструмент сам для себя был источником энергии. Этим требованиям хорошо отвечает электромагнитное излучение. Известно, что световые лучи, например, при отражении от загрязненных участков атмосферы испытывают смещение частоты отраженных сигналов (эффект Рамана), причем величина этого смещения зависит от степени загрязненности.

Теперь несложно представить себе техническую реализацию способа измерения загрязненности. Лазерный луч направляется на исследуемую область атмосферы, отраженное излучение сравнивается с эталонным и по смещению частоты судят о загрязнении. Такое устройство разработано управлением защиты окружающей среды США совместно с НАСА.

Зная законы развития технических систем, можно представить дальнейшее развитие этого прибора (и самого способа). Очевидно, следует стремиться к идеальности инструмента-измерителя. Он должен быть, чтобы измерение все же проводилось, и его не должно быть, чтобы конструкция упростилась. Инструмент нам нужен только тогда, когда он коснулся загрязненного облака и пошел к земле. Нам вовсе необязательно самим направлять его вверх. Следовательно, инструмент должен появиться «из ничего» - из другой технической или природной системы. Например, в качестве источника электромагнитного излучения можно взять Солнце и сравнивать прошедший или отразившийся от загрязненной области луч с эталонным (его можно записать заранее в зоне, заведомо свободной от загрязнений).

Задача 2.2. Стальные изделия закаляют в ваннах, заполненных специальным закалочным маслом. При этом качество закаливания зависит от чистоты масла. Наличие примесей выше определенной величины недопустимо. Необходим сравнительно простой способ определения наличия примесей

Решение. Все части системы налицо: изделие (примеси), инструмент (масло), тепловое поле, несущее энергию в систему. Этим полем можно легко управлять. Теперь все эти части нужно связать таким образом, чтобы изменение содержания примесей в масле немедленно сказывалось бы на всей системе. Здесь проще всего учесть неравномерность развития частей системы, конкретнее, - различную степень восприимчивости инструмента и изделия к действию теплового поля. Так, при нагревании пробы масла выше температуры 100 - 120°C его давление изменяется неодинаково при различных степенях загрязнения. Примеси вносят свою лепту в объем и вес пробы, но практически не влияют на давление, которое определяется только количеством чистого масла. Прибор для контроля загрязненности закалочного масла, построенный на этом принципе, выпускает фирма «Дж. У. Борланд» (Бирмингем). Он обнаруживает наличие в масле 0,02% воды, которая в данном случае является загрязняющей примесью.

Задача 2.3. Многие машины и механизмы в процессе работы интенсивно вибрируют. Вибрация передается на соседнее оборудование, приводя к его преждевременному износу. Для гашения вибрации применяются, например, войлочные прокладки, но они недостаточно эффективны. Как быть?

Решение. Казалось бы, все уже сделано - амортизаторы поставлены. Но они неэффективны... Система оказалась излишне жизнеспособной: вибрация в любой ее части хорошо передается другим частям. По законам необходимо нарушить жизнеспособность системы. Поскольку удалять из нее части и прерывать энергопоток нельзя - остается нарушить ритмику частей системы.

Именно на этом принципе работает звукопоглощающее покрытие, разработанное в университете Легайи (Бетлен, штат Пенсильвания, США). На лист пластика наносят тонкий (менее 0,5 мм) слой латекса или каучука, а сверху покрывают алюминиевой фольгой. Резонансная частота такого «пирога» близка к естественной максимальной частоте колебаний звука. В то же время собственно лист пластика и дополнительный лист фольги имеют различные резонансные частоты и колеблются несинхронно. Благодаря этому, промежуточный слой поглощает до двух третей шума устройств, расположенных на нем.

Вообще, согласование и рассогласование ритмики частей системы - очень сильное средство повлиять на функционирование системы. Его используют также в стандартах на решение изобретательских задач, применяют как отдельный физический эффект.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание: Решить задачи, применяя теоретические знания по вопросу «Законы развития технических систем». Номер задачи задается преподавателем индивидуально.

Задача 2.4. До сих пор сложной проблемой остается перемещение космонавтов в невесомости вне космического корабля. Необходимо предложить новый способ или приемлемое устройство по старому способу для свободного перемещения космонавтов.

Задача 2.5. Для откорма крупного рогатого скота наряду с обычными используются так называемые грубые корма - своеобразная жевательная резинка для коров. Стимулирование жевательной активности (за счет введения грубых кормов) положительно влияет на рост животных, на их состояние. Однако грубые корма недостаточно хорошо усваиваются животными, что приводит к потерям в весе. Причина недостаточной усваиваемости - излишне крупные и далеко не одинаковые размеры частичек грубого корма.

Задача 2.6. Новые лекарства, пищевые продукты, несмотря на тщательные испытания перед выпуском на рынок, могут дать совершенно неожиданный отрицательный эффект. Требуется разработать способ быстрого выявления потенциально опасных товаров.

Задача 2.7. Во многих случаях присутствие человека на летательном аппарате небезопасно, однако весьма целесообразно. Например, автоматика не может предусмотреть всех возможных ситуаций при полете в атмосфере другой планеты. В то же время полет человека вызывает дополнительные осложнения в конструкции исследовательского зонда. К тому же, космонавт не может быть специалистом одновременно во многих областях. Как быть?

Задача 2.8. Семена одуванчиков имеют хромосомы, качественно подобные хромосомам человека. Как использовать это, например, при контроле за работой атомной электростанции?

Задача 2.9. Бериллий обладает наиболее высоким модулем Юнга среди других известных металлов, поэтому из него выгодно изготавливать особо жесткие (и легкие) конструкте. Однако бериллий очень токсичен, он вызывает тяжелые легочные заболевания, нередко заканчивающиеся смертью больного. Поэтому бериллий не находит широкого распространения в технике. Как быть?

Задача 2.10. При работе с доильными аппаратами необходимо внимательно следить за поступлением молока. Если молоко перестает поступать и аппарат не выключить - корова может получить травму вымени. Как быть?

Задача 1.11. Предложите принципиальную схему устройства, исключаящего перерасход топлива в автомобилях.

Задача 2.12. Быстродействие матричных печатающих устройств для первых компьютеров было ограничено механическими характеристиками. Они несколько улучшаются с применением многолепестковых и сферических печатающих головок, однако этого явно недостаточно... Как (с позиции законов развития) объяснить дальнейшее совершенствование быстропечатающих устройств?

Задача 2.13. В магнитном печатающем аппарате используется пленочная печатающая головка, включающая пьезоэлектрический датчик, которая создает строку механических напряжений на бумаге. Магнитная головка создает сильное магнитное поле и в точках совпадения максимумов напряжений механического и магнитного полей формируются знаки. Способ высокопроизводительный, но требующий специальной бумаги для печати. Предложите улучшение этого способа.

Задача 2.14. Авиакомпания «Юнайтед эрлайнс» предложила метод посадки пассажирских реактивных самолетов, значительно снижающий уровень шума в зоне аэродрома. Суть метода - в оригинальной траектории подхода самолета в посадочной полосе, которая выполняется по командам компьютера. На первом этапе самолет снижается под значительно более крутым углом, чем при обычной посадке. Примерно за 2,5 км до полосы самолет выходит на нормальную глиссаду пологого планирования и совершает посадку обычным образом. Какие законы развития технических систем проявились при реализации этого метода?

Задача 2.15. Обычная свеча зажигания в двигателях внутреннего сгорания хорошо выполняет свои функции. Но если рассмотреть ее работу с точки зрения законов развития технических систем, легко обнаружить недостаток, устранив который можно добиться значительного улучшения работы двигателя. Что можно предложить?

Задача 2.16. Установлено (Национальный институт питания, Токио), что ядовитые тяжелые металлы лучше выводятся организмом через потовые железы, чем посредством почек. Для ядовитых легких металлов зависимость обратная. Используя законы развития ТС предложите применение этого эффекта для диагностики и лечения.

Задача 2.17. В последнее время опять распространяются специализированные счетные линейки, например, для расчета прогибов несущих элементов из стали, бетона, дерева (фирма «Индустра»). На основании каких законов развития ТС возможно их использование и дальнейшее совершенствование?

Задача 2.18. В свое время обычные двигатели внутреннего сгорания устояли под натиском роторных двигателей Ванкеля. Однако конструкторы этих машин ищут новые, более совершенные модификации. Так был создан двигатель, ротор которого смонтирован на наклонном относительно оси вращения диске (он может вращаться и прецессировать). Новый двигатель, в отличие от предшественников, хорошо уравновешен и может развивать высокие обороты. Однако при этом возникают значительные осевые нагрузки. Как быть?

Задача 2.19. В одной из статей журнала «Флайт» указывается на большое значение электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры для самолетостроения. Можно ли указать основные проблемы, связанные с этим явлением, зная только школьную (университетскую) физику и - законы развития технических систем?

Задача 2.20. Электрические измерительные приборы, как правило, имеют очень незначительную инерционность. Это хорошо - можно измерять краткосрочные изменения параметров. Но есть существенный недостаток - оператор часто не успевает заметить пиковый показатель, из-за чего не только падает точность измерений, но и возникают аварийные ситуации. Как быть?

Задача 2.21. На автозаправочных станциях фирмы «Эвери- Хавдол» используются абонентные контрольные карточки, которые необходимо вставить в считывающее устройство, а затем выполнить ряд технологических операций (например, заземление), предусмотренных правилами. После чего следует собственно заправка. Если правила нарушаются - считывающее устройство запоминает карточку и при повторном её использовании срабатывает аварийная сигнализация. Предложите дальнейшее усовершенствование этой системы.

Задача 2.22. Благодаря улучшенному медицинскому обслуживанию уменьшается срок пребывания в больницах. Соответственно, больничная одежда на протяжении одного и того же срока стирается сейчас чаще, чем раньше. В связи с этим предлагается

использовать более дорогие, но долговечные синтетические материалы. Однако против синтетики активно возражают врачи... Какие законы развития технических систем проявились в этой ситуации? Проследите эволюцию дальше.

Задача 2.23. Лесные пожары, вызванные ударами молний, - достаточно распространенное явление. Предположим, найден абсолютно надежный способ защиты леса от молний (например, на каждом дереве установлен молниеотвод). Обоснуйте целесообразность (или нецелесообразность) его применения.

Задача 2.24. Предложен такой метод охлаждения электронных схем: между двумя платами с печатными схемами располагается лист гофрированного алюминия, который выполняет одновременно функции несущей конструкции и радиатора. На основе законов развития технических систем предложите дальнейшее усовершенствование этого способа.

Задача 2.25. Ежегодно в американских городах сжигают или закапывают в землю более 200 миллионов тонн мусора, а вместе с ним и энергию, которой (по подсчетам журнала «Бизнес Уик») хватило бы для удовлетворения 10% потребности США в электроэнергии. Не случайно в последнее время утилизации технического мусора уделяют повышенное внимание. Но есть мусор природный - и его по-прежнему продолжают сжигать. Предложите направления утилизации природного мусора - опавших листьев, применив для этого законы развития технических систем. Какие задачи при этом возникают?

Указания к решению задач.

Развитие технических систем происходит через преодоление противоречий. Это в особенности нужно иметь в виду, применяя законы развития ТС. Разрешение противоречия осуществляется не путем компромисса между противоположными свойствами или действиями ТС, а посредством их диалектической взаимосвязи. Наиболее четко разрешение противоречий прослеживается в АРИЗ-85В (см. раздел 5 «АРИЗ»).

Следует подчеркнуть, что применение законов развития технических систем к анализу той или иной ситуации дает, как правило, только знание общего направления развития конкретной ТС, ее перспектив. В дальнейшем должна следовать детальная проработка технической системы с помощью АРИЗ и стандартов, затем - конструкторская и технологическая доводка (также с применением ТРИЗ).

Рассмотрим в качестве примера развитие системы «магнитная звукозапись». Необходимо преобразовать акустическое поле в магнитное и зафиксировать это поле для дальнейшего воспроизведения. Две главные функции предполагают две технические системы для их реализации, либо - одну систему с универсальными, совмещенными функциями. Второй путь ближе к идеальному, больше соответствует законам развития ТС. Переход к идеальной системе предполагает, в частности, замену большого агрегата одним устройством, замену устройства одним веществом, выполняющим те же функции. Если в результате рассмотрения получено два вещества, выполняющих различные функции, желательно заменить их одним, совмещающим обе функции. Все эти выводы прямо вытекают из законов развития технических систем. Следовательно, для осуществления практически идеальной звукозаписи нужно получить вещество, преобразующее акустическое поле в магнитное и одновременно сохраняющее это поле в себе. Порознь такие вещества хорошо известны. Что же касается одного вещества, объединяющего оба свойства - сказать о нем что-либо определенное можно только после дальнейшей проработки полученной задачи с помощью ТРИЗ.