



**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ**

Направление подготовки	<u>22.04.02 Металлургия</u>
Профиль подготовки	<u>Внедрение инновационных технологий на металлургических предприятиях</u>
Уровень высшего образования	<u>магистратура</u> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>

Автор-разработчик: Гурская Т.В., канд. пед. наук, доцент
Рассмотрено на заседании кафедры гуманитарных и естественно-научных дисциплин
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма
2021

Методические рекомендации к выполнению практических работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Практические занятия по дисциплине имеют целью закрепление обучающимися на практике полученных теоретических знаний под руководством преподавателя.

1. Примерное содержание тем практических занятий

Тема 1. Основные понятия системного анализа

Объект. Система. Принцип эмерджентности. Исчезновение системного эффекта при разрушении системы.

Системы материальные и нематериальные. Среда и взаимодействие системы со средой. Среда. Вход/выход. Функции системы. Функциональность системы как ее определяющая характеристика. Основной эффект, побочные эффекты, сверхэффект. Открытые и замкнутые системы. Черный ящик.

Состав системы. Компоненты. Элементы и подсистемы. Надсистемы. Существенные и несущественные компоненты. Композиция и декомпозиция.

Структура системы. Существенные и несущественные связи. Иерархичность.

Тема 2. Функции системы. Идеальность системы

Функции системы: основная и дополнительная. Основной эффект и сверхэффект. Функции полезные и вредные: для человека, для среды, для самой системы. Идеальность системы.

Формула для оценки степени идеальности. Применение формулы для определения путей совершенствования системы.

Уточнение формулы для эргономических систем. Системы конкурирующие, альтернативные, антисистемы.

Тема 3. Приемы разрешения противоречий

Разрешение административных противоречий.

Приёмы разрешения технических противоречий. Перечень приёмов. Классификация приёмов. Таблица выбора приемов.

Приемы разрешения физических противоречий. Приемы разрешения организационных противоречий

Тема 4. Динамичность систем

Системы статические и динамические. Квазидинамические модели.

Закон повышения динамичности систем. Этапы развития системы: стабилизация - оптимизация - динамизация - самоорганизация.

Эволюция технических систем: монолит, монолит со сдвинутыми характеристиками, один шарнир, несколько шарниров, гибкая система (метр - складной метр - рулетка), эластичная оболочка, поля.

Переход "моно-би-поли".

Системный оператор. Геносистема и топосистема. Онтогенез и филогенез. Закон неравномерного развития.

Закон S-образного развития систем. Этапы развития системы: рождение, детство, зрелость, старость, смерть или перерождение. «Долина смерти». Crocodile back. Поведение на каждом этапе. Переход на следующую кривую. Бизнес-куб Семеновой.

Тема 5. Управление в системах

Классификация систем по способу управления. Системы неуправляемые, управляемые извне и самоуправляемые. Управляемые извне: без обратной связи и с обратной связью. Самоуправляемые: программно управляемые, самонастраивающиеся (меняются параметры системы и ее

поведение), самоорганизующиеся (меняется структура), саморазвивающиеся (система сама выбирает цель, критерии ее достижения, определяет и изменяет свою структуру и парамет^ры).

Адаптация системы (целенаправленное приспособление к внешней среде): пассивная (реакция системы на изменения среды) и активная (воздействие на среду). Закон повышения управляемости. Закон вытеснения человека из системы. Управление без обратной связи и с обратной связью.

Схема управления с обратной связью. Обратная связь положительная и отрицательная. Механизм выработки управляющих воздействий.

- 1) Без обратной связи.
- 2) С восприятием информации о среде и об объекте или только об объекте.
- 3) С встроенной уставкой или с уставкой, задаваемой извне.
- 4) С наличием модели для выработки прогноза поведения объекта или без такой модели.
- 5) С наличием модели для выработки прогноза изменения среды или без таковой.
- 6) Упреждающие сигналы для реагирования на будущие изменения среды.

Наличие и важность датчиков и приводов. Для технических систем: необходимость перевода с одного языка на другой (механические воздействия - в электрические сигналы и обратно). Информация через датчики: 1) передается не вся, 2) изменяется (помехи технические и социальные), 3) запаздывает. Пример с воспитанием

Запаздывание управления при обратной связи. Пример: выборы как механизм обратной связи общества к власти. Изменение системы выборов с точки зрения оперативности обратной связи. Инерционность системы.

Тема 6. Законы развития искусственных систем. Их познание и применение для прогнозирования направления развития систем и целенаправленного развития систем

1. Закон повышения идеальности
2. Закон полноты частей системы
3. Закон сквозного прохода энергии
4. Закон развития по S-образной кривой
5. Закон неравномерности развития частей системы. Теория ограничений
6. Закон согласования-рассогласования

Закон согласования-рассогласования. Этапы несогласованный, согласованный, сознательно рассогласованный, динамически согласованный-рассогласованный.

7. Закон вытеснения человека из ТС
8. Закон свертывания-развертывания ТС
9. Закон повышения динамичности
10. Закон повышения управляемости
11. Закон перехода на микроуровень и преимущественного использования полей
12. Закон перехода в надсистему.

Закон перехода в надсистему и объединения систем. Возможность значительного увеличения ресурсов путем объединение систем. Переход "моно-би-поли"

Тема 7. АРИЗ (АРПС). Аналитическая стадия

Анализ задачи. Анализ модели задачи. Определение ИКР и ФП

Переход от расплывчатой "проблемной ситуации" к четко построенной модели задачи. Описание системы по схеме: назначение системы, ее состав, выделение противоречия, которое требуется устранить. Формулировка технических противоречий.

Выделение конфликтующей пары элементов (изделие и инструмент). Графическое изображение конфликта.

Уточнение времени и места возникновения конфликта и учет ресурсов, кои могут быть использованы для его разрешения. Оперативное время. Оперативная зона.

Вещественно-полевые ресурсы: внутрисистемные (в том числе, ВПР инструмента и ВПР изделия), внешне системные (ресурсы среды) и надсистемные (отходы посторонней системы, «копеечные ресурсы», доступные по пренебрежимо малым ценам, типа воздуха).

Формулировка идеального конечного результата.

Формулировка физического противоречия.

Тема 8. АРИЗ (АРПС). Оперативная стадия

Мобилизация ВПР. Применение инфофонда. Изменение и/или замена задачи. Анализ способа устранения ФП.

Планомерный поиск ресурсов, которые можно использовать для решения задачи.

Использование фонда систематизированной информации о способах решения задач разных классов. Вепольный анализ и стандарты. Законы развития технических систем. Задачи-аналоги. Указатели эффектов (химических, физических, геометрических, биологических, физиологических и пр.).

Изменение смысла задачи по ходу ее решения, снятием первоначальных ограничений, связанных с психологической инерцией. Переформулировка задачи в результате найденного решения.

Анализ способа устранения ФП. Проверка качества найденного решения, оценка его близости к идеалу. Насколько предложенное решение затратно? Пришлось ли вводить новые вещества и поля? Является ли решение саморегулируемым? И т.д.

Является ли решение формально новым (в соответствии с данными патентного фонда)?

Важный вопрос: какие подзадачи возникают при разработке сформулированной идеи? Куда необходимо двигаться дальше?

Тема 9. Инструменты ТРИЗ

Информационный фонд. Задачи-аналоги. Указатели эффектов (химических, физических, геометрических, биологических, физиологических и пр.) Метод маленьких человечков

Вепольный анализ. Стандарты решения изобретательских задач Функционально-стоимостной анализ Развитие творческого воображения

Свойства творческой личности. Жизненная стратегия творческой личности.

Виды психологической инерции:

- 1) привычная функциональная направленность,
- 2) инерция привычных терминов (специальные - общетехнические -функциональные - детские - универсальные),
- 3) инерция привычного внешнего вида,
- 4) инерция привычных свойств и состояний,
- 5) инерция привычного измерения,
- 6) инерция привычного принципа действия,
- 7) инерция несуществующего запрета,
- 8) инерция статичности,
- 9) инерция одиночности объекта,
- 10) инерция привычной значимости,
- 11) инерция известного решения, инерция лишней информации.

Мозговой штурм. Принципы. Варианты организации. Диверсионный анализ.

Метод фокальных объектов. Метод гирлянд ассоциаций. Метод контрольных вопросов. Опросник Осборна и др.

Совмещение преодоления психологической инерции и систематичности работы. Морфологический анализ.

Дерево целей. Проблема как источник целей. Надсистема как постановщик целей. Цель как база для выбора альтернативных решений. SMART. «Нецели». Дерево целей. Дерево противоречий.

Метод контрольных вопросов. Опросник Тамберга.

2. Примеры практических заданий.

Провести поиск и найти наиболее «сильное» решение предложенной педагогом задачи, применяя различные технологии и методики.

- 1) *Мозговой штурм*. Провести мозговой штурм для решения некоторой проблемы.
Применить метод фокальных объектов для поиска путей усовершенствования некоторой системы. Мысленно откатиться назад на несколько лет и/или десятилетий, применить предложенные идеи к предку анализируемой системы. Оценить, какие из них за эти годы нашли свое воплощение на практике.
- 3) *Метод гирлянд ассоциаций*.
Аналог метода фокальных объектов (МФО), но для метода гирлянд ассоциаций.
- 4) *Метод контрольных вопросов (МКВ)*. Опросник Осборна. Аналог МФО, но для МКВ. Применить опросник Осборна.
- 5) *Метод контрольных вопросов*. Опросник Тамберга.
Применить опросник Тамберга для прогноза развития некоторой фирмы.
- 6) *Морфологический анализ*.
Для поиска путей решения проблемы построить морфологический ящик.
- 6) *Дерево целей*. *Дерево противоречий*.
Построить дерево целей некоторой системы. Достроить его до дерева противоречий.
- 8) *Базовые понятия ТРИЗ*
Решить ряд проблем с помощью базовых понятий ТРИЗ: ИКР, противоречия (АП, ТП, ФП), ОЗ, ОВ, ВПР. Использовать графическую схему («глазки») для изображения противоречий.
- 9) *Таблица выбора приемов разрешения ТП*.
Решить проблему с помощью таблицы выбора приемов разрешения ТП.
- 10) *Идеальность*. Записать формулу идеальности для выбранной системы.
- 11) *Системный оператор*.
Изобразить для выбранной системы филогенетический и онтогенетический системные операторы (хотя бы на 9 экранов). Спрогнозировать развитие системы.
- 12) *ЗРТС (закон развития технических систем)*
Решить ряд проблем с помощью ЗРТС.
- 13) *ЗРТС и системный оператор*
Оценить прогноз развития системы, построенный с помощью системного оператора с точки зрения ЗРТС.
- 14) *Оператор РВС (Размер, Время, Стоимость)*..
Решить проблему с помощью оператора РВС.
- 15) *Метод ММЧ (моделирование «маленькими человечками»)*
Исследовать процесс и/или явление с помощью метода ММЧ.
- 16) *АРИЗ (АРПС) (Алгоритм решения изобретательских задач/ алгоритм решения проблемных ситуаций)*
Решить реальную проблему с помощью АРИЗ (АРПС).
Сочинить сказку с помощью приемов РТВ (развитие творческого воображения).
- 18) *ЖСТЛ (Жизненной стратегии творческой личности)*

Проанализировать себя с точки зрения требований к творческой личности по перечню ходов ЖСТЛ.

Изучить перечень ходов ЖСТЛ по книге Генриха Альтшуллера и Игоря Верткина «Как стать гением» (Как стать гением: Жизненная стратегия творческой личности. Жанр: Технические науки. Издательский дом: Беларусь. Год издания: 1994.).

3. Методические указания к выполнению практических работ

Метод фокальных объектов.

Цель метода - совершенствование объекта за счёт получения большого количества оригинальных модификаций объекта с неожиданными свойствами. Суть метода заключается в перенесении признаков случайно выбранных объектов на совершенствуемый объект, который лежит как бы в фокусе переноса и поэтому называется фокальным. Возникшие необычные сочетания стараются развить путём свободных ассоциаций.

схема реализации метода

1. Выделяется объект (прототип), подлежащий усовершенствованию. Необходимо произвести уточнение цели усовершенствования фокального объекта.
2. Выбирается 3-4 случайных (наугад) объектов (из каталога, книга)
3. Для каждого из выбранных объектов выписываются несколько характерных признаков-свойств
4. Полученные признаки переносятся на фокальный объект. В результате получают новые сочетания
5. Путём свободных ассоциаций полученные сочетания развиваются. Интересные идеи фиксируются.
6. Новые идеи оцениваются с различных сторон и выбираются наиболее эффективные с точки зрения реализации.
7. Завершающий этап: формулировка задачи на разработку новых модификации объекта

пример использования фокального метода

Для наглядного примера можно рассмотреть один из самых распространённых предметов — смартфон.

Открываем книгу и выбираем три случайных слова:

антиквариат, дверь и биржа.

Теперь нужно ответить на вопрос: «Каким бывает XXX?»

В результате получилось:

Антиквариат

- Дорогой
- Эксклюзивный
- Египетский

Дверь

- Входная
- Стеклопанельная
- Крутящаяся

Биржа

- Валютная
- Непредсказуемая
- Лондонская

Анализируя сочетания получают такие идеи для обновления смартфона:

- Смартфон с инкрустацией
- Смартфон с биоидентификацией владельца
- Смартфон для дайвинга
- Смартфон с управлением умным домом

- Смартфон с корпусом из сапфирового стекла
- Смартфон с поворотной камерой
- Смартфон с интегрированной картой для оплаты покупок в офлайне
- Смартфон с генерацией предложений «куда пойти вечером после работы»
- Смартфон, выполненный в дизайне красной, английской, телефонной будки

Метод гирлянд случайностей

Или метод ассоциаций, – это оригинальная методика поиска новых идей, модификация алгоритма, известного как метод фокальных объектов. Его цель — генерация новых идей и подсказок для их возникновения.

Автор эвристического метода гирлянд ассоциаций: Генрих Язепович Буш, латышский и советский исследователь технического и изобретательского творчества. Стратегия гирлянд ассоциаций применялась Г. Я. Бушем, начиная с 1964 года. В основу разработки метода гирлянд ассоциаций был положен метод фокальных объектов. В своей книге Рождение изобретательских идей (1976) автор приводит теоретическое обоснование метода «Гирлянды ассоциаций», приводит алгоритмы и виды гирлянд от признаков и функций, до метаний, методов и физических эффектов.

Метод мозгового штурма

Мозговой штурм, мозговая атака (англ. brainstorming) - это такой процесс решения возникшей проблемы, когда участники обсуждения предлагают, как можно больше самых разных вариантов решения, из которых потом выбираются наиболее удачные. Согласно статистике, продуктивными оказываются всего 10-15% высказанных идей.

Метод контрольных вопросов

Это техника, позволяющая при помощи вопросов рассмотреть задачу с разных сторон и найти нестандартное решение. У данной методики нет автора как такового. В равной степени многие техники используют списки вопросов. Например, ТРИЗ Генриха Альтшуллера, список вопросов по Осборну, вопросы Бонзака, Пирсона, Эйлоарта, методика SCAMPER. Все они преследуют одну цель, вынесенную в определение метода контрольных списков — всесторонне рассмотреть задачу и найти нестандартное решение.

Метод контрольных вопросов — это то же самое, что и метод контрольных списков, только во втором случае вопрос меняется на указание («что будет, если убрать звук?» и «уберите звук»). Вы можете как пользоваться уже имеющимися списками и вопросами, так и создавать свои.

Крайне важно понимать, какая проблема перед вами стоит. Причем никто не мешает придумать одной проблеме несколько названий и каждую рассматривать отдельно.

Определите проблему («Придумать название», «Создать рабочее место», «Решить конфликт с коллегами на работе»).

Сейчас название проблемы общее. Попробуйте придумать пару вариантов («Придумать страшное название», «Придумать название, которое вызовет улыбку», «Придумать название, которое заставит задуматься о смысле жизни»).

Напишите список контрольных вопросов или действий (сами или воспользовавшись чьим-то).

Теперь рассматривайте вашу проблему, состоящую из трех формулировок или более.

Морфологический анализ

Морфологический анализ (метод морфологического анализа) — метод решения задач, основанный на подборе возможных решений для отдельных частей задачи (так называемых морфологических признаков, характеризующих устройство) и последующем систематизированном получении их сочетаний (комбинировании).

В дальнейшем стали появляться другие методики творчества, например, метод Тагучи (Taguchi), QFD (QualityFunctionDeployment), «6 Сигм (SixSigma)», TQM (TotalQualityManagement) и некоторые другие методы.

Дерево целей

Это структурированная, построенная по иерархическому принципу (распределенная по уровням, ранжированная) совокупность целей системы, программы, плана, в которой выделены генеральная цель («вершина дерева»); подчиненные ей подцели первого, второго и последующего уровней («ветви дерева»). Название «дерево целей» связано с тем, что схематически представленная совокупность распределенных по уровням целей напоминает по виду перевернутое дерево.

Построение «дерева целей» Сначала формируется основная цель (желание), формулировка которой, как правило, имеет следующую структуру: глагол-действие, пояснение, объект-цель. Построение «дерева целей» начинается с процедуры структуризации, расчленения основной цели на составные элементы, называемые подцелями, каждая из которых является средством, направлением или этапом ее достижения. Многоуровневая иерархическая система противоречий и есть дерево противоречий системы. Функциональные модули сложной системы формируют ее концепцию в соответствии с деревом функций и деревом противоречий системы.

Метод моделирования маленькими человечками ММЧ

Знаменитый физик Максвелл, решая многие задачи, представлял себе исследуемый процесс в виде маленьких гномиков, которые могут делать все, что необходимо. Такие гномики в литературе получили название "гномиков Максвелла". Аналогичный метод моделирования с помощью толпы маленьких человечков предложил Г. Альтшуллер. Любой процесс моделируется с помощью маленьких человечков, которые в нашем воображении могут осуществлять любые действия. Конфликтующие требования схематически представляют в виде условного рисунка (или нескольких последовательных рисунков), на котором действует большое число "маленьких человечков" (группа, несколько групп, "толпа"). Изображать в виде "маленьких человечков" следует только изменяемые части модели задачи (инструмент, икс-элемент).

"Конфликтующие требования" - это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния. Легче рисовать "конфликт" в модели задачи, можно выполнять, совместив на одном рисунке два изображения: *плохое действие и хорошее действие*. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

Метод ММЧ позволяет отчетливее увидеть идеальное действие ("что надо сделать") без физики ("как это сделать"). Благодаря этому снимается психологическая инерция, фокусируется работа воображения. Таким образом, ММЧ - метод психологический. Но моделирование "маленькими человечками" осуществляется с учетом законов развития технических систем. Поэтому ММЧ нередко приводит к техническому решению задачи.

Методы Тагучи

Это статистические методы, иногда называемые надежными методами проектирования, разработанные Геничи Тагучи для улучшения качества промышленных товаров, а в последнее время также применяемые в инженерии, биотехнологиях, маркетинге и рекламе. Профессиональные статистики приветствовали цели и улучшения, достигнутые с помощью методов Тагучи, в частности, разработку Тагучи схем изучения вариаций, но критиковали неэффективность некоторых предложений Тагучи. Методы Тагучи - https://ru.gaz.wiki/wiki/Taguchi_methods.

Шесть сигм (sixsigma)

Метод разработан в корпорации Motorola в 1980-е годы. Получил широкую популярность в середине 1990-х после внедрения его как ключевой стратегии Джеком Уэлчем в корпорации General Electric.

Шесть сигм (англ. Six sigma) — это один из методов управления процессами, основанный на проведении статистической оценки фактов, данных процесса, систематическом поиске и разработке мероприятий по повышению уровня выхода годной продукции, их последовательному внедрению и последующему анализу безошибочности процессов для увеличения удовлетворенности клиентов.

Жизненной стратегии творческой личности (ЖСТЛ)

ЖСТЛ — это прекрасный структурированный фонд социальных творческих задач, поставленных Внешними и Внутренними обстоятельствами перед творческой личностью (ТЛ). Эти задачи должны быть решены не только иллюстрациями отдельных примеров из жизни конкретных ТЛ (что сегодня, несомненно, ценно), но и ТРИЗ-инструментами.