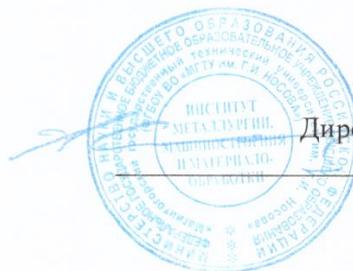




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Металлургия

Направленность (профиль/специализация) программы
Ювелирные и промышленные литейные технологии

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

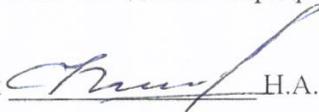
Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения
19.02.2020, протокол № 8

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ЛПИМ, канд. техн. наук  Синицкий Е.В.

Рецензент:
зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  Перятинский А.Ю.

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от 01 сентября 2020 г. № 1
Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины (модуля) «Основы технического творчества» является утверждение в сознании студентов, специализирующихся в области литейных технологий, необходимости использования в теории и практике разноплановых методов решения технических задач и формирование у студентов представления об основах изобретательства и технического творчества.

Задача дисциплины - приобретение студентами знаний и навыков постановки технической задачи и применения методов ее решения:

- изучение теоретических основ технического творчества;
- освоение основных методов решения технических задач;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы технического творчества входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Введение в направление

Введение в специальность

Основы металлургического производства

Проектирование ювелирно-литейного производства

Технология изготовления художественно-промышленных литых изделий

История техники

История металлургии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Технологическое оборудование литейных цехов

Технология ювелирного литья

Технология литейного производства

Технология художественного литья металлических и неметаллических материалов

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы технического творчества» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-11 готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии	
Знать	<ul style="list-style-type: none">- основные определения и понятия технического творчества;- основные методы исследований, используемых в техническом творчестве и изобретательстве;- определения базовых понятий, называет их структурные характеристики;- основные алгоритмы и правила ТРИЗ;- определения процессов при анализе объектов с целью их усовершенствования;

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - выделять проблемные аспекты технических и технологических систем; - обсуждать способы эффективного решения выявленных несоответствий и проблем технических систем; - распознавать эффективное решение от неэффективного; - объяснять (выявлять и строить) типичные модели изобретательских задач; - применять знания ТРИЗ в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне; - приобретать знания в области техники и технологий; - корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - практическими навыками использования элементов ТРИЗ на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике; - способами демонстрации умения анализировать проблемную ситуацию в технике и технологии; - методами АРИЗ и ТРИЗ; - навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности; - способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; - основными методами решения задач в области изобретательской деятельности; - профессиональным языком предметной области знания; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.
ПК-12 способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - основные определения и понятия техники и технологии; - основные методы исследований, используемых в решении изобретательских задач в области материалов и сплавов; - определения базовых понятий, называет их структурные характеристики; - основные алгоритмы и правила; - определения процессов ТРИЗ в области материалов;
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - выделять проблемные и требующие усовершенствования материалы, технологии и объекты; - обсуждать способы эффективного решения; - распознавать эффективное решение от неэффективного; - объяснять (выявлять и строить) типичные модели изобретательских задач; - применять знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне; - приобретать знания в области разработки новых материалов, технологий и объектов; - корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.

Владеть	<ul style="list-style-type: none">- практическими навыками использования элементов ТРИЗ на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике;- способами демонстрации умения анализировать ситуацию;- методами АРИЗ и ТРИЗ;- навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности;- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов;- основными методами решения задач в области усовершенствования объектов, материалов и технологий;- профессиональным языком предметной области знания;- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.
---------	---

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 51,95 академических часов;
- аудиторная – 51 академических часов;
- внеаудиторная – 0,95 академических часов
- самостоятельная работа – 56,05 академических часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Краткий анализ целей, задач и методов инженерного творчества. Теоретические основы инженерного творчества.	5	2		4/ИИ	6	Работа с литературными и электронными источниками.	Опрос	ПК-11, ПК-12
1.2 Основные инвариантные понятия техники. Технический объект и технология. Иерархия описания технических объектов. Список требований, критерии развития, модель технического		2		4/2И	6	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение практических задач, индивидуального задания.	Опрос	ПК-11, ПК-12
Итого по разделу		4		8/3И	12			
2. Функционально-физический анализ								
2.1 Построение конструктивной и потоковой функциональной структуры. Описание физического принципа действия.	5	1		3/ИИ	5	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение практических задач, индивидуального задания.	Опрос. Защита решенных задач и индивидуального задания.	ПК-11, ПК-12
2.2 Критерии технических объектов. Требования к выбору и описанию критериев. Функциональные критерии развития. Технологические критерии развития. Экономические критерии развития. Антропологические		2		3/ИИ	5	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение практических задач, индивидуального задания.	Опрос. Защита решенных задач и индивидуального задания.	ПК-11, ПК-12

2.3 Законы строения и развития техники. Законы техники в инженерном творчестве. Закон прогрессивной эволюции техники. Закон соответствия между функцией и структурой. Закон стадийного развития техники.		1		2/1И	6	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение практических задач, индивидуального задания.	Опрос. Защита решенных задач и индивидуального задания.	ПК-11, ПК-12
Итого по разделу		4		8/3И	16			
3. Постановка и анализ задачи								
3.1 Предварительная постановка задачи. Уточненная постановка задачи.		1		3/1И	6	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение индивидуального задания.	Опрос. Защита решенных задач и индивидуального задания	ПК-11, ПК-12
3.2 Методы мозговой атаки. Использование возможностей подсознания. Метод прямой мозговой атаки, метод обратной мозговой атаки. Комбинированный метод.	5	2		3/1И	6	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение практических задач, индивидуального задания.	Опрос. Защита решенных задач и индивидуального задания	ПК-11, ПК-12
3.3 Метод эвристических приемов. Эвристический прием. Постановка задачи и её решение. Вепольный анализ, АРИЗ.		2		3/2И	5,05	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение практических задач, индивидуального задания.	Опрос. Защита решенных задач и индивидуального задания	ПК-11, ПК-12
Итого по разделу		5		9/4И	17,05			
4. Морфологический анализ и синтез технических								
4.1 Морфологическая комбинаторика. Постановка задачи и построение функциональной структуры. Составление морфологических таблиц. Выбор наиболее эффективных технических решений.	5	2		4/2И	6	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение практических задач, индивидуального задания.	Опрос. Защита решенных задач и индивидуального задания	ПК-11, ПК-12
4.2 Функционально-стоимостный анализ технических объектов. Порядок проведения ФСА. Сбор и анализ информации. Разработка улучшенных проектно-конструкторских решений.		2		5/2И	5	Работа с литературными и электронными источниками. Выполнение практических задач, индивидуального задания.	Опрос. Защита решенных задач и индивидуального задания.	ПК-11, ПК-12
Итого по разделу		4		9/4И	11			
Итого за семестр		17		34/14И	56,05		зачёт	
Итого по дисциплине		17		34/14И	56,05		зачет	ПК-11,ПК-12

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Основы технического творчества» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

В ходе обучения используются следующие технологии и методики:

1. **Традиционные образовательные технологии** ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения).

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. **Технологии проблемного обучения** – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. **Интерактивные технологии** – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-прессконференция.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

4. **Информационно-коммуникационные образовательные технологии** – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к контрольным работам, индивидуальным заданиям, зачёту.

Выполнение индивидуального задания «Анализ и совершенствование технического объекта с применением ТРИЗ»:

Индивидуальное задание состоит из комплекса задач, где по предложенной теме (варианту) задания необходимо провести усовершенствование технического объекта или проблемной ситуации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Альтшуллер, Г. С. Найти идею: Введение в ТРИЗ - теорию решения изобретательских задач / Альтшуллер Г.С., - 9-е изд. - Москва :Альпина Пабли., 2016. - 402 с.: ISBN 978-5-9614-5558-8. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/bookread2.php?book=915077> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков, Н. М. Султан-заде, В. Ф. Солдатов, А. Г. Схиртладзе. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 295 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — Режим доступа: <http://new.znanium.com/bookread2.php?book=545566> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Токмин А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. — М. : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. — 235 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — Режим доступа: <http://new.znanium.com/bookread2.php?book=900849> . (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. ТРИЗ. Анализ технической информации и генерация новых идей : учебное пособие / Н. А. Шпаковский. - М. : ФОРУМ, 2010. - 263 с. : ил., табл.

2. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. — 2-е изд. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 330 с. + Доп. материалы. — (Высшее образование: Бакалавриат). — Режим доступа: <http://new.znanium.com/bookread2.php?book=938005> . — Загл. с экрана. (дата обращения: 01.09.2020).

3. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества : учебное пособие / А.И. Половинкин. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 364 с. — ISBN 978-5-8114-4603-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123469> (дата обращения: 01.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

Методические рекомендации приведены в приложении 3

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Far Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	http://www.springerprotocols.com/
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials	http://materials.springer.com/

Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП НЭИКОН)	https://archive.neicon.ru/xmlui/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для проведения устного опроса обучающихся:

1 Раздел: Введение.

- Краткий анализ целей, задач и методов инженерного творчества.
- Теоретические основы инженерного творчества.
- Основные инвариантные понятия техники.
- Технический объект и технология.
- Иерархия описания технических объектов.
- Список требований, критерии развития, модель технического объекта.

2 Раздел: Функционально-физический анализ технических объектов.

- Построение конструктивной и потоковой функциональной структуры.
- Описание физического принципа действия.
- Критерии технических объектов.
- Требования к выбору и описанию критериев.
- Функциональные критерии развития.
- Технологические критерии развития.
- Экономические критерии развития.
- Антропологические критерии развития.
- Законы строения и развития техники.
- Законы техники в инженерном творчестве.
- Закон прогрессивной эволюции техники.
- Закон соответствия между функцией и структурой.
- Закон стадийного развития техники.

3 Раздел: Постановка и анализ задачи.

- Предварительная постановка задачи.
- Уточненная постановка задачи.
- Методы мозговой атаки.
- Использование возможностей подсознания.
- Метод прямой мозговой атаки, метод обратной мозговой атаки.
- Комбинированный метод.
- Метод эвристических приемов.
- Эвристический прием.
- Постановка задачи и её решение.
- Вепольный анализ, АРИЗ.

4 Раздел: Морфологический анализ и синтез технических решений.

- Морфологическая комбинаторика.
- Постановка задачи и построение функциональной структуры.
- Составление морфологических таблиц.
- Выбор наиболее эффективных технических решений.
- Функционально-стоимостный анализ технических объектов.
- Порядок проведения ФСА.
- Сбор и анализ информации.
- Разработка улучшенных проектно-конструкторских решений.

Индивидуальное задание выполняется согласно вариантам из учебно-методического пособия «Основы технического творчества»

Индивидуальное задание выполняется под руководством преподавателя, в процессе его выполнения обучающийся развивает навыки к практической работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса. При выполнении индивидуального задания обучающийся должен показать свое умение работать с литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе выполнения индивидуального задания обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах заданной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения по конструкции литой детали.

Индивидуальное задание состоит из 2 частей:

- решение задач согласно вариантам пособия «Основы технического творчества»;
- Выполнение задания по совершенствованию технического объекта с применением алгоритмов ТРИЗ.

Примеры задач для решения:

1. Есть катер, на котором поставлен абсолютный рекорд скорости, имеет идеальную форму, лучшие двигатели. Как установить новый рекорд, намного (на 100 - 200 км/ч) превысив имеющиеся показатели?
2. Дана пружина. Увеличивать ее размеры и заменять вещество, из которого она сделана (сталь определенной марки), нельзя. Нужен способ, позволяющий существенно повысить жесткость пружины, ничего к ней не прикрепляя (не пристраивая никаких дополнительных пружин и т.д.). Способ должен быть предельно простым.
3. Установка для укладки фруктов в картонные коробки включает вибростол, на который устанавливает ящик (вибрация позволяет значительно повысить плотность укладки). Сверху по лотку поступают фрукты. К сожалению нежные фрукты бьются при падении (будем считать, что высота падения 0,5 м). Опускать лоток до дна коробки, а потом поднимать его, используя какое-либо устройство, - решение слишком сложное и потому плохое. Как быть?
4. Найти способ изготовления стеклянного куба (фильтра) с равными капиллярными сквозными отверстиями (длина ребра куба - до 1 м, количество капилляров - несколько десятков на один квадратный сантиметр).

Пример индивидуального задания:

Провести анализ работы прессовой формовочной машины с верхним прессованием. С применением алгоритма АРИЗ–85 выявить основные недостатки данного метода уплотнения форм и предложить методы их устранения. Алгоритм АРИЗ-85 системы ТРИЗ представлен в приложении 3

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-11 готовностью выявлять объекты для улучшения в технике и технологии		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные определения и понятия технического творчества; – основные методы исследований, используемых в техническом творчестве и изобретательстве; – определения базовых понятий, называет их структурные характеристики; – основные алгоритмы и правила ТРИЗ; – определения процессов при анализе объектов с целью их совершенствования; 	<p>Вопросы, входящие в перечень для сдачи зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цели, задачи и методы технического творчества. 2. Теоретические основы технического творчества. 3. Основные инвариантные понятия техники. 4. Технический объект и технология. 5. Иерархия описания технических объектов. 6. Список требований, критерии развития. 7. Модель технического объекта. 8. Функционально-физический анализ технических объектов. 9. Построение конструктивной и потоковой функциональной структуры. 10. Описание физического принципа действия. 11. Критерии технических объектов. 12. Требования к выбору и описанию критериев. 13. Функциональные критерии развития. 14. Технологические критерии развития. 15. Экономические критерии развития. 16. Антропологические критерии развития. 17. Законы строения и развития техники. 18. Законы техники в техническом творчестве. 19. Закон прогрессивной эволюции техники. 20. Закон соответствия между функцией и структурой. 21. Закон стадийного развития техники. 22. Постановка и анализ задачи.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		23. Предварительная постановка задачи. 24. Уточненная постановка задачи. 25. Методы мозговой атаки. 26. Использование возможностей подсознания. 27. Метод прямой мозговой атаки, метод обратной мозговой атаки. 28. Комбинированный метод.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – выделять проблемные аспекты технических и технологических систем; – обсуждать способы эффективного решения выявленных несоответствий и проблем технических систем; – распознавать эффективное решение от неэффективного; – объяснять (выявлять и строить) типичные модели изобретательских задач; – применять знания ТРИЗ в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне; – приобретать знания в области техники и технологий; – корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания. 	<p>Задание для самостоятельной и практической работы:</p> <p>На примере технического объекта литейных процессов показать умение использовать элементы алгоритма АРИЗ–85 для выбора объекта улучшения:</p> <p>ЭТАП 1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ. ШАГ 1.1. Записать условия мини-задачи (без специальных терминов). ШАГ 1.2. Выделить и записать конфликтующую пару элементов: изделие и инструмент. ШАГ 1.3. Составить графические схемы ТП-1 и ТП-2. ШАГ 1.4. Выбрать из двух схем конфликта (ТП-1 и ТП-2) ту, которая обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного процесса (основной функции технической системы, указанной в условиях задачи). ШАГ 1.5. Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов. ШАГ 1.6. Записать формулировку модели задачи. ШАГ 1.7. Проверить возможность применения системы стандартов к решению модели задачи.</p> <p>ЭТАП 2. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ. ШАГ 2.1. Определить оперативную зону (ОЗ). ШАГ 2.2. Определить оперативное время (ОВ). ШАГ 2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПр) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия.</p> <p>ЭТАП 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ФП. ШАГ 3.1. Записать формулировку ИКР-1: <i>икс-элемент, абсолютно не усложняя</i></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><i>систему</i> и не вызывая вредных явлений, устраняет (указать вредное действие) в течение оперативного времени (ОВ) в пределах оперативной зоны (ОЗ), сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).</p> <p>ШАГ 3.2. Усилить формулировку ИКР-1 дополнительным требованием: в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать ВПР.</p> <p>ШАГ 3.3. Записать формулировку физического противоречия на макроуровне.</p> <p>ШАГ 3.4. Записать формулировку физического противоречия <i>на микроуровне</i>.</p> <p>ШАГ 3.5. Записать формулировку идеального конечного результата ИКР-2.</p> <p>ШАГ 3.6. Проверить возможность применения системы стандартов к решению физической задачи.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками использования элементов ТРИЗ на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике; – способами демонстрации умения анализировать проблемную ситуацию в технике и технологии; – методами АРИЗ и ТРИЗ; – навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности; – способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; – основными методами решения задач в области изобретательской деятельности; – профессиональным языком предметной области знания; 	<p>Задание для самостоятельной и практической работы:</p> <p>На примере технического объекта литейных процессов показать владения методами применения ВПР и ИНФОРМФОНДА при использовании алгоритма АРИЗ–85:</p> <p>ЭТАП 4. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР.</p> <p>ШАГ 4.1. Метод ММЧ.</p> <p>Шаг 4.1 часто можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения: плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.</p> <p>ШАГ 4.2. Если из условий задачи известно, какой должна быть готовая система, и задача сводится к определению способа получения этой системы, можно использовать метод "шаг назад от ИКР". Изображают готовую систему, а затем вносят в рисунок минимальное демонтирующее изменение.</p> <p>ШАГ 4.3. Определить, решается ли задача применением смеси ресурсных веществ.</p> <p>ШАГ 4.4. Определить, решается ли задача заменой имеющихся ресурсных веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.</p> <p>ШАГ 4.5. Определить, решается ли задача применением веществ, <i>производных</i> от ресурсных (или применением смеси этих производных веществ с "пустотой").</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>– способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.</p>	<p>ШАГ 4.6. Определить, решается ли задача введением вместо вещества электрического поля или взаимодействием двух электрических полей.</p> <p>ШАГ 4.7. Определить, решается ли задача применением пары "поле - добавка вещества, отзывающегося на поле".</p> <p>ЭТАП 5. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМФОНДА.</p> <p>ШАГ 5.1. Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 и с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по стандартам.</p> <p>ШАГ 5.2. Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по аналогии с еще нестандартными задачами, ранее решенными по АРИЗ.</p> <p>ШАГ 5.3. Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью типовых преобразований (таблица 2 "Разрешение физических противоречий").</p> <p>ШАГ 5.4. Применение "Указателя физэффектов".</p>
<p>ПК-12 способностью осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды</p>		
Знать	<p>– основные определения и понятия техники и технологии;</p> <p>– основные методы исследований, используемых в решении изобретательских задач в области материалов и сплавов;</p> <p>– определения базовых понятий, называет их структурные характеристики;</p> <p>– основные алгоритмы и правила;</p> <p>– определения процессов ТРИЗ в области материалов;</p>	<p>Вопросы, входящие в перечень для сдачи зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод эвристических приемов. 2. Эвристический прием. 3. Постановка задачи и её решение. 4. Вепольный анализ, АРИЗ. 5. Морфологический анализ и синтез технических решений. 6. Морфологическая комбинаторика. 7. Постановка задачи и построение функциональной структуры. 8. Составление морфологических таблиц. 9. Выбор наиболее эффективных технических решений. 10. Функционально-стоимостный анализ технических объектов. 11. Порядок проведения ФСА.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>12. Сбор и анализ информации. 13. Разработка улучшенных проектно-конструкторских решений. 14. Закон корреляции параметров. 15. Закон симметрии ТО. 16. Закон гомологических рядов.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – выделять проблемные и требующие усовершенствования материалы, технологии и объекты; – обсуждать способы эффективного решения; – распознавать эффективное решение от неэффективного; – объяснять (выявлять и строить) типичные модели изобретательских задач; – применять знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне; – приобретать знания в области разработки новых материалов, технологий и объектов; – корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания. 	<p>Задание для самостоятельной и практической работы:</p> <p>На примере технического объекта литейных процессов показать умение использовать элементы алгоритма АРИЗ–85 при анализе материалов, а именно этапы 6, 7, 8:</p> <p>ЭТАП 6. ИЗМЕНЕНИЕ ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ. ШАГ 6.1. Если задача решена, перейти от физического ответа к техническому; ШАГ 6.2. Если ответа нет, проверить - не является ли формулировка 1.1 сочетанием нескольких разных задач. ШАГ 6.3. Если ответа нет, изменить задачу, выбрав на шаге 1.4 другое ТП. ШАГ 6.4. Если ответа нет, вернуться к шагу 1.1. и заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. ЭТАП 7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ФП. ШАГ 7.1. Контроль ответа. ШАГ 7.2. Провести предварительную оценку полученного решения. ШАГ 7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения. ШАГ 7.4. Какие подзадачи возникнут при технической разработке полученной идеи? ЭТАП 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО ОТВЕТА. ШАГ 8.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система. ШАГ 8.2. Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>по-новому. ШАГ 8.3. Использовать полученный ответ при решении других технических задач: ЭТАП 9. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ. ШАГ 9.1. Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). ШАГ 9.2. Сравнить полученный результат с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, приемы, физэффекты).</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками использования элементов ТРИЗ на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на практике; – способами демонстрации умения анализировать ситуацию; – методами АРИЗ и ТРИЗ; – навыками и методиками обобщения результатов решения, экспериментальной деятельности; – способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов; – основными методами решения задач в области усовершенствования объектов, материалов и технологий; – профессиональным языком предметной области знания; – способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей 	<p>Задание для самостоятельной и практической работы:</p> <p>На примере технического объекта литейных процессов показать владение навыками использования элементов алгоритма АРИЗ–85 при анализе материалов, а именно этапы 6, 7, 8:</p> <p>ЭТАП 6. ИЗМЕНЕНИЕ ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ. ШАГ 6.1. Если задача решена, перейти от физического ответа к техническому: ШАГ 6.2. Если ответа нет, проверить - не является ли формулировка 1.1 сочетанием нескольких разных задач. ШАГ 6.3. Если ответа нет, изменить задачу, выбрав на шаге 1.4 другое ТП. ШАГ 6.4. Если ответа нет, вернуться к шагу 1.1. и заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. ЭТАП 7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ФП. ШАГ 7.1. Контроль ответа. ШАГ 7.2. Провести предварительную оценку полученного решения. ШАГ 7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения. ШАГ 7.4. Какие подзадачи возникнут при технической разработке полученной идеи? ЭТАП 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО ОТВЕТА. ШАГ 8.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	информационной среды.	<p>измененная система.</p> <p>ШАГ 8.2. Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться по-новому.</p> <p>ШАГ 8.3. Использовать полученный ответ при решении других технических задач:</p> <p>ЭТАП 9. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ.</p> <p>ШАГ 9.1. Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ).</p> <p>ШАГ 9.2. Сравнить полученный результат с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, приемы, физэффекты).</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы технического творчества» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета и в форме выполнения и защиты индивидуального задания.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Методические рекомендации по проведению практических занятий

При проведении практических занятий решение задач и индивидуального задания необходимо проводить с применением методов ТРИЗ, в том числе:

1. АРИЗ-85
2. Фонд физико-технических эффектов (ФТЭ).
3. Межотраслевой фонд эвристических приемов преобразования объекта.
4. Стандарты на решение задач.
5. Типовые модели изобретательских задач и их вепольные преобразования

Алгоритм решения задач по ТРИЗ:

ЧАСТЬ 1. АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

Основная цель первой части АРИЗ - переход от расплывчатой изобретательской ситуации к четко построенной и предельно простой схеме (модели) задачи.

ШАГ 1.1. Записать условия мини-задачи (без специальных терминов) по следующей форме:

Техническая система:

для (указать назначение)

включает (перечислить основные части системы).

Техническое противоречие 1 (ТП-1):

(указать).

Техническое противоречие 2 (ТП-2):

(указать).

Необходимо при минимальных изменениях в системе

(указать результат, который должен быть получен).

Мини-задачу получают из изобретательской ситуации, вводя ограничения: все остается без изменений или упрощается, но при этом появляется требуемое действие (свойство), или исчезает вредное действие (свойство).

Переход от ситуации к мини-задаче не означает, что взят курс на решение небольшой задачи. Наоборот, введение дополнительных требований (результат должен быть получен "без ничего") ориентирует на обострение конфликта и заранее отсекает пути к компромиссным решениям.

При записи 1.1 следует указать не только технические части системы, но и природные, взаимодействующие с техническими. В задаче о защите антенны радиотелескопа такими природными частями системы являются молнии и принимаемые радиоволны (если они излучаются природными космическими объектами).

Техническими противоречиями (ТП) называют взаимодействия в системе, состоящие, например, в том, что полезное действие вызывает одновременно и вредное. Или - введение (усиление) полезного действия либо устранение (ослабление) вредного действия вызывает ухудшение (в частности, недопустимое усложнение) одной из частей системы или всей системы в целом. Технические противоречия составляют, записывая одно состояние элемента системы с объяснением того, что при этом хорошо, а что - плохо. Затем записывают противоположное состояние этого же элемента, и вновь - что хорошо, что плохо.

Иногда в условиях задачи дано только изделие; технической системы (инструмента) нет, поэтому нет явного ТП. В этих случаях ТП получают, условно рассматривая два состояния (изделия), хотя одно из них заведомо недопустимо.

Термины, относящиеся к инструменту и внешней среде, необходимо заменять простыми словами для снятия психологической инерции. И это потому, что термины:

- навязывают старые представления о технологии работы инструмента: "ледокол колет лед" - хотя можно продвигаться сквозь льды, не раскалывая их;
- затушевывают особенности веществ, упоминаемых в задаче: "опалубка" это не просто "стенка", а "железная стенка";
- сужают представления о возможных состояниях вещества: термин "краска" тянет к традиционному представлению о жидкой или твердой краске, хотя краска может быть и газообразной.

ШАГ 1.2. Выделить и записать конфликтующую пару элементов: изделие и инструмент.

Правило 1. Если инструмент по условиям задачи может иметь два состояния, надо указать оба состояния.

Правило 2. Если в задаче есть пары однородных взаимодействующих элементов, достаточно взять одну пару.

Изделием называют элемент, который по условиям задачи надо обработать (изготовить, переместить, изменить, улучшить, защитить от вредного действия, обнаружить, измерить и т. д.). В задачах на обнаружение и изменение изделием может оказаться элемент, являющийся по своей основной функции собственно инструментом, например шлифовальный круг.

Инструментом называют элемент, с которым непосредственно взаимодействует изделие (фреза, а не станок; огонь, а не горелка). Инструментом являются стандартные детали, из которых собирают изделие. Например, набор частей игры "Конструктор" - это инструмент для изготовления различных моделей.

Один из элементов конфликтующей пары может быть сдвоенным. Например, даны два разных инструмента, которые должны одновременно действовать на изделие, причем один инструмент мешает другому. Или даны два изделия, которые должны воспринимать действия одного и того же инструмента: одно изделие мешает другому.

ШАГ 1.3. Составить графические схемы ТП-1 и ТП-2.

В таблице 1 приведены схемы типичных конфликтов. Допустимо использование нетабличных схем, если они лучше отражают сущность конфликта. В некоторых задачах встречаются многозвенные схемы конфликтов, такие схемы необходимо свести к однозвенным.

Конфликт можно рассматривать не только в пространстве, но и *во времени*. Такой подход позволяет иногда четче выделить задачу, которую надо решать.

Шаги 1.2 и 1.3 уточняют общую формулировку задачи. Поэтому после шага 1.3 необходимо вернуться к 1.1 и проверить, нет ли несоответствий в линии 1.1 - 1.2 - 1.3. Если несоответствия есть, их надо устранить, откорректировать линию.

ШАГ 1.4. Выбрать из двух схем конфликта (ТП-1 и ТП-2) ту, которая обеспечивает наилучшее осуществление главного производственного процесса (основной функции технической системы, указанной в условиях задачи). Указать, что является главным производственным процессом.

Выбирая одну из двух схем конфликта, мы выбираем и одно из двух противоположных состояний инструмента. Дальнейшее решение должно быть привязано именно к этому

состоянию. Нельзя, например, подменять "малое количество проводников" каким-то "оптимальным количеством". *АРИЗ требует обострения, а не сглаживания конфликта.*

"Вцепившись" в одно состояние инструмента, мы в дальнейшем должны добиться, чтобы при этом состоянии появилось положительное свойство, присущее другому состоянию. Проводников мало, и увеличивать их число мы не будем, но в результате решения молнии должны отводиться так, словно проводников очень много.

С определением главного производственного процесса (ГПП) иногда возникают трудности в задачах на измерение. Измерение почти всегда производят ради изменения, т. е. обработки детали, выпуска продукции. Поэтому ГПП в измерительных задачах - это ГПП всей измерительной системы, а не измерительной ее части. Например, необходимо измерять давление внутри выпускаемых электроламп. ГПП - не измерение давления, а выпуск ламп. Исключением являются только некоторые задачи на измерение в научных целях.

ШАГ 1.5. Усилить конфликт, указав предельное состояние (действие) элементов.

Большая часть задач содержит конфликты типа "много элементов" и "мало элементов" ("сильный элемент" - "слабый элемент" и т. д.). Конфликты типа "мало элементов" при усилении надо приводить к одному виду - "ноль элементов" ("отсутствующий элемент").

ШАГ 1.6. Записать формулировку модели задачи, указав:

1. конфликтующую пару;
2. усиленную формулировку конфликта;
3. что должен сделать вводимый для решения задачи икс-элемент (что он должен сохранить и что должен устранить, улучшить, обеспечить и т.д.).

Модель задачи условна, в ней искусственно выделена часть элементов технической системы. Наличие остальных элементов только подразумевается. Так, в модели задачи о защите антенны из четырех элементов, необходимых для формулировки задачи (антенна, радиоволны, проводник и молния), остались только два, остальные упоминаются в скобках - их можно было бы вообще не упоминать.

После шага 1.6 следует обязательно вернуться к 1.1 и проверить логику построения модели задачи. При этом часто оказывается возможным уточнить выбранную схему конфликта, указав в ней X-элемент.

Икс-элемент не обязательно должен оказаться какой-то новой вещественной частью системы. Икс-элемент - это некое изменение в системе, некий икс вообще. Он может быть равен, например, изменению температуры или агрегатного состояния какой-то части системы или внешней среды.

ШАГ 1.7. Проверить возможность применения системы стандартов к решению модели задачи. Если задача не решена, перейти ко второй части АРИЗ. Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ со второй части.

Анализ по первой части АРИЗ и построение модели существенно проясняют задачу и во многих случаях позволяют увидеть стандартные черты в нестандартных задачах. Это открывает возможность более эффективного использования стандартов, чем при применении их в исходной формулировке задачи.

ЧАСТЬ 2. АНАЛИЗ МОДЕЛИ ЗАДАЧИ

Цель второй части АРИЗ - учет имеющихся ресурсов, которые можно использовать при решении задачи: ресурсов пространств, времени, веществ и полей.

ШАГ 2.1. Определить оперативную зону (ОЗ).

В простейшем случае оперативная зона - это пространство, в пределах которого возникает конфликт, указанный в модели задачи.

ШАГ 2.2. Определить оперативное время (ОВ).

Оперативное время - это имеющиеся ресурсы времени: конфликтное время T_1 и время до конфликта T_2 .

Конфликт (особенно быстротечный, кратковременный) иногда может быть устранен (предотвращен) в течение T_2 .

ШАГ 2.3. Определить вещественно-полевые ресурсы (ВПР) рассматриваемой системы, внешней среды и изделия. Составить список ВПР.

Вещественно-полевые ресурсы - это вещества и поля, которые уже имеются или могут быть легко получены по условиям задачи. ВПР бывают трех видов:

1. Внутрисистемные

а) ВПР инструмента;

б) ВПР изделия.

2. Внешнесистемные

а) ВПР среды, специфической именно для данной задачи, например вода в задаче о частицах в жидкости оптической чистоты;

б) ВПР, общие для любой внешней среды, "фоновые" поля, например гравитационные, магнитное поле Земли.

3. Надсистемные

а) отходы посторонней системы (если такая система доступна по условию задачи),

б) "копеечные" - очень дешевые посторонние элементы, стоимостью которых можно пренебречь.

При решении конкретной мини-задачи желательно получить результат при *минимальном расходе ВПР*. Поэтому целесообразно использовать в первую очередь внутрисистемные ВПР, затем внешнесистемные ВПР и в последнюю очередь надсистемные ВПР. При развитии же полученного ответа и при решении задач на прогнозирование (т. е. макси-задач) целесообразно задействовать *максимум различных ВПР*.

Как известно, изделие - неизменяемый элемент. Какие же ресурсы могут быть в изделии? Изделие действительно нельзя изменять, т. е. нецелесообразно менять при решении мини-задачи. Но иногда изделие может:

а) изменяться само;

б) допускать расходование (т. е. изменение) какой-то части, когда его (изделия) в целом неограниченно много (например, ветер и т.д.);

в) допускать переход в надсистему (кирпич не меняется, но меняется дом);

г) допускать использование микроуровневых структур;

д) допускать соединение с "ничем", т.е. с пустотой;

е) допускать изменение на время.

Таким образом, изделие входит в ВПР лишь в тех сравнительно редких случаях, когда его можно *легко менять, не меняя*.

ВПР - это имеющиеся ресурсы. Их выгодно использовать в первую очередь. Если они окажутся недостаточными, можно привлечь другие вещества и поля. Анализ ВПР на шаге 2.3 является предварительным.

ЧАСТЬ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИКР И ФП

В результате применения третьей части АРИЗ должен сформулироваться образ идеального решения (ИКР). Определяется также и физическое противоречие (ФП), мешающее достижению ИКР. Не всегда возможно достичь идеального решения. Но ИКР указывает направление на наиболее сильный ответ.

ШАГ 3.1. Записать формулировку ИКР-1: *икс-элемент, абсолютно не усложняя систему* и не вызывая вредных явлений, устраняет (указать вредное действие) в течение оперативного времени (ОВ) в пределах оперативной зоны (ОЗ), сохраняя способность инструмента совершать (указать полезное действие).

Кроме конфликта "вредное действие связано с полезным действием" возможны и другие конфликты, например "введение нового полезного действия вызывает усложнение системы" или "одно полезное действие несовместимо с другим". Поэтому приведенная в 3.1 формулировка ИКР - только образец, по типу которого необходимо записывать ИКР. Общий смысл любых формулировок ИКР: приобретение полезного качества (или устранение вредного) не должно сопровождаться ухудшением других качеств (или появлением вредного качества).

ШАГ 3.2. Усилить формулировку ИКР-1 дополнительным требованием: в систему нельзя вводить новые вещества и поля, необходимо использовать ВПР.

При решении мини-задачи, следует рассматривать используемые ВПР в такой последовательности:

- ВПР инструмента;
- ВПР внешней среды;
- побочные ВПР;
- ВПР изделия (если нет запрета по примечанию 21).

Наличие разных ВПР обуславливает существование четырех линий дальнейшего анализа. Практически условия задачи обычно сокращают часть линий. При решении мини-задачи достаточно вести анализ до получения идеи ответа; если идея получена, например, на "линии инструмента", можно не проверять другие линии. При решении макси-задачи целесообразно проверить все существующие в данном случае линии, т. е., получив ответ, например, на "линии инструмента", следует проверить также линии внешней среды, побочных ВПР и изделия.

Решение задачи сопровождается ломкой старых представлений. Возникают новые представления, с трудом отражаемые словами.

При работе с АРИЗ записи надо вести простыми, не техническими, всячески избегая спецтерминов (они увеличивают психологическую инерцию).

ШАГ 3.3. Записать формулировку физического противоречия на макроуровне:

оперативная зона в течение оперативного времени должна (указать физическое макросостояние, например "быть горячей"), чтобы выполнять (указать одно из конфликтующих действий), и не должна (указать противоположное физическое макросостояние, например "быть холодной"), чтобы выполнять (указать другое конфликтующее действие или требование).

Физическим противоречием (ФП) называют противоположные требования к физическому состоянию оперативной зоны.

Если составление полной формулировки ФП вызывает затруднения, можно составить *краткую* формулировку: элемент (или часть элемента в оперативной зоне) должен быть, чтобы (указать), и не должен быть, чтобы (указать).

При решении задачи по АРИЗ ответ формируется постепенно, как бы "проявляется". Опасно прерывать решение при первом намеке на ответ и "закреплять" еще не вполне готовый ответ. Решение по АРИЗ должно быть доведено до конца.

ШАГ 3.4. Записать формулировку физического противоречия *на микроуровне*: в оперативной зоне должны быть частицы вещества (указать их физическое состояние или действие), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3. макросостояние), и не должны быть такие частицы (или должны быть частицы с противоположным состоянием или действием), чтобы обеспечить (указать требуемое по 3.3. другое макросостояние).

При выполнении шага 3.4. еще нет необходимости конкретизировать понятие "частицы". Это могут быть, например, домены, молекулы, ионы и т.д.

Частицы могут оказаться:

- а) просто частицами вещества,
- б) частицами вещества в сочетании с каким-то полем,
- в) "частицами поля".

Если задача имеет решение только на макроуровне, 3.4. может не получиться, потому что дает дополнительную информацию: задача решается на макроуровне.

Три первые части АРИЗ существенно перестраивают исходную задачу. Итог этой перестройки подводит шаг 3.5. Составляя формулировку ИКР-2, мы одновременно получаем новую задачу - физическую. В дальнейшем надо решать именно эту задачу.

ШАГ 3.5. Записать формулировку идеального конечного результата ИКР-2: оперативная зона (указать) в течение оперативного времени (указать) должна сама обеспечивать (указать противоположные физические макро- или микросостояния).

ШАГ 3.6. Проверить возможность применения системы стандартов к решению физической задачи, сформулированной в виде ИКР-2. Если задача не решена, перейти к четвертой части АРИЗ.

Если задача решена, можно перейти к седьмой части АРИЗ, хотя и в этом случае рекомендуется продолжить анализ по четвертой части.

ЧАСТЬ 4. МОБИЛИЗАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ВПР

Ранее - на шаге 2.3. - были определены имеющиеся ВПР, которые можно использовать бесплатно. Четвертая часть АРИЗ включает планомерные операции по увеличению ресурсов: рассматриваются производные ВПР, получаемые почти бесплатно путем минимальных изменений имеющихся ВПР. Шаги 3.3. - 3.5. начали переход от задачи к ответу, основанному на использовании физики; четвертая часть АРИЗ продолжает эту линию.

Правило 4. Каждый вид частиц, находясь в одном физическом состоянии, должен выполнять одну функцию. Если частицы А не справляются с действиями 1 и 2, надо ввести частицы Б; частицы А выполняют действие 1, а частицы Б - действие 2.

Правило 5. Введенные частицы Б можно разделить на две группы: Б-1 и Б-2. Это позволяет "бесплатно" - за счет взаимодействия между уже имеющимися частицами Б - получить новое действие - 3.

Правило 6. Разделение частиц на группы выгодно и в тех случаях, когда в системе должны быть только частицы А; одну группу частиц А оставляют в прежнем состоянии, у другой группы меняют главный для данной задачи параметр.

Правило 7. Разделенные или введенные частицы после отработки должны стать неотличимыми друг от друга или от ранее имевшихся частиц.

Правила 4-7 относятся ко всем шагам четвертой части АРИЗ.

ШАГ 4.1. Метод ММЧ.

- а) используя метод ММЧ (моделирование "маленькими человечками"), построить схему конфликта;
- б) изменить схему А так, чтобы "маленькие человечки" действовали, не вызывая конфликта;
- в) перейти к технической схеме.

Метод моделирования "маленькими человечками" состоит в том, что 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, экс-элемент). "Конфликтующие требования" - это конфликт из модели задачи или противоположные физические состояния, указанные на шаге 3.5. Вероятно, лучше последнее, но пока нет четких правил перехода от физической задачи (3.5) к ММЧ, легче рисовать "конфликт" в модели задачи.

Шаг 4.1 часто можно выполнить, совместив на одном рисунке два изображения: плохое действие и хорошее действие. Если события развиваются во времени, целесообразно сделать несколько последовательных рисунков.

Шаг 4.1. - вспомогательный. Он нужен, чтобы перед мобилизацией ВПР нагляднее представить что, собственно, должны делать частицы вещества в оперативной зоне и близ нее. 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. Прерывать решение в этом случае не надо, мобилизация ВПР обязательно должна быть проведена.

Цель мобилизации ресурсов при решении мини-задачи не в том, чтобы использовать все ресурсы. Цель иная - при минимальном расходе ресурсов получить один максимально сильный ответ.

ШАГ 4.2. Если из условий задачи известно, какой должна быть готовая система, и задача сводится к определению способа получения этой системы, можно использовать метод "шаг назад от ИКР". Изображают готовую систему, а затем вносят в рисунок минимальное демонтирующее изменение.

Например, если в ИКР две детали соприкасаются, то при минимальном отступлении от ИКР между деталями надо показать зазор. Возникает новая задача (микро-задача): как устранить дефект?

Разрешение такой микро-задачи обычно не вызывает затруднений и часто подсказывает способ решения общей задачи.

ШАГ 4.3. Определить, решается ли задача применением смеси ресурсных веществ.

Если бы для решения могли быть использованы ресурсные вещества (в том виде, в каком они даны) задача, скорее всего, не возникла или была бы решена автоматически. Обычно нужны новые вещества, но введение их связано с усложнением системы, появлением побочных вредных факторов и т.д. Суть работы с ВПР в четвертой части АРИЗ в том, чтобы обойти это противоречие и ввести новые вещества, не вводя их.

Шаг 4.3. состоит (в простейшем случае) в переходе от двух моновеществ к *неоднородному* бивеществу.

Может возникнуть вопрос: возможен ли переход от моновещества к *однородному* бивеществу или поливеществу? Аналогичный переход от системы к однородной бисистеме или полисистеме применяется очень широко. Но в этом стандарте речь идет об объединении *систем*, а на шаге 4.3. рассматривается объединение *веществ*. При объединении двух одинаковых систем возникает новая система. А при объединении двух "кусков" вещества происходит простое увеличение количества.

Один из механизмов образования новой системы при объединении одинаковых систем состоит в том, что в объединенной системе сохраняются *границы* между объединившимися системами. Так, если моносистема - лист, то полисистема - блокнот, а не один очень толстый лист. Но сохранение границ требует введения второго (граничного) вещества (пусть это будет даже пустота). Отсюда шаг 4.4. - создание неоднородной квазиполисистемы, в которой роль второго - граничного - вещества играет пустота. Правда, пустота - необычный партнер. При смешивании вещества и пустоты границы не всегда видны. Но новое качество появляется, а именно это и нужно.

ШАГ 4.4. Определить, решается ли задача заменой имеющихся ресурсных веществ пустотой или смесью ресурсных веществ с пустотой.

Пустота - исключительно важный вещественный ресурс. Она всегда имеется в неограниченном количестве, предельно дешева, легко смешивается с имеющимися веществами, образуя, например, полые и пористые структуры, пену, пузырьки и т.д.

Пустота - это не обязательно вакуум. Если вещество твердое, пустота в нем может быть заполнена жидкостью или газом. Если вещество жидкое, пустота может быть газовым пузырьком. Для вещественных структур определенного уровня пустотой являются структуры нижних уровней. Так, для кристаллической решетки пустотой являются отдельные молекулы, отдельные атомы и т.д.

ШАГ 4.5. Определить, решается ли задача применением веществ, *производных* от ресурсных (или применением смеси этих производных веществ с "пустотой").

Производные ресурсные вещества получают изменением агрегатного состояния имеющихся ресурсных веществ. Если, например, ресурсное вещество жидкость, к производным относятся лед и пар. Производными считаются и продукты разложения ресурсных веществ. Так, для воды производными будут водород и кислород. Для многокомпонентных веществ производные - их компоненты. Производными являются также вещества, образующие при разложении или сгорании ресурсные вещества.

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, ионы), а непосредственное их получение невозможно по условиям задачи, требуемые частицы надо получить разрушением вещества более высокого структурного уровня (например, молекул).

Если для решения задачи нужны частицы вещества (например, молекулы) и невозможно получить их непосредственно, требуемые частицы надо получать достройкой или объединением частиц более низкого структурного уровня (например, ионов).

Вещество представляет собой многоуровневую иерархическую систему. С достаточной для практических целей точностью иерархию уровней можно представить так:

- минимально обработанное вещество (простейшее техновещество, например проволока);
- "сверхмолекулы": кристаллические решетки, полимеры, ассоциации молекул;
- сложные молекулы;
- молекулы;
- части молекул, группы атомов;
- атомы;
- части атомов;
- элементарные частицы;
- поля.

Новое вещество можно получить обходным путем - разрушением более крупных структур ресурсных веществ или таких веществ, которые могут быть введены в систему, возможен и другой путь - достройка менее крупных структур. Разрушать выгоднее "целые частицы (молекулы, атомы), поскольку нецелые частицы (положительные ионы) уже частично разрушены и сопротивляются дальнейшему разрушению; достраивать, наоборот, выгоднее нецелые частицы, стремящиеся к восстановлению.

ШАГ 4.6. Определить, решается ли задача введением вместо вещества электрического поля или взаимодействием двух электрических полей.

Если использование ресурсных веществ - имеющихся и производных - недопустимо по условиям задачи, надо использовать электроны - подвижные (ток) или неподвижные. Электроны - "вещество", которое всегда есть в имеющемся объекте. К тому же электроны - вещество в сочетании с полем, что обеспечивает высокую управляемость.

ШАГ 4.7. Определить, решается ли задача применением пары "поле - добавка вещества, отзывающегося на поле" (например, "магнитное поле - ферровещество", "ультрафиолет - люминофор", "тепловое поле - металл с памятью формы" и т.д.)

На шаге 2.3 рассмотрены уже имеющиеся ВПР. Шаги 4.3-4.5 относятся к ВПР, производным от имеющихся. Шаг 4.6 - частичный отход от имеющихся и производных ВПР: вводят "посторонние" поля. Шаг 4.7 - еще одно отступление: вводят "посторонние" вещества и поля.

Решение мини-задачи тем идеальнее, чем меньше затраты ВПР. Однако не каждая задача решается при малом расходе ВПР. Иногда приходится отступать, вводя "посторонние" вещества и поля. Делать это надо только при действительной необходимости, если никак нельзя обойтись наличным ВПР.

ЧАСТЬ 5. ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМФОНДА

Во многих случаях четвертая часть АРИЗ приводит к решению задачи. В таких случаях можно переходить к седьмой части. Если же после 4.7 ответа нет, надо пройти пятую часть.

Цель пятой части АРИЗ - использование опыта, сконцентрированного в информационном фонде ТРИЗ. К моменту ввода в пятую часть АРИЗ задача существенно проясняется - становится возможным ее прямое решение с помощью информационного фонда.

ШАГ 5.1. Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 и с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по стандартам.

Возврат к стандартам происходит, в сущности, уже на шагах 4.6 и 4.7. До этих шагов главной идеей было использование имеющихся ВПР, по возможности избегая новых веществ и полей. Если задачу не удастся решить в рамках имеющихся и производных ВПР, приходится вводить новые вещества и поля. Большинство стандартов как раз и относятся к технике введения добавок.

ШАГ 5.2. Рассмотреть возможность решения задачи (в формулировке ИКР-2 с учетом ВПР, уточненных в четвертой части) по аналогии с еще нестандартными задачами, ранее решенными по АРИЗ.

При бесконечном многообразии изобретательских задач число физических противоречий, на которых "держатся" эти задачи, сравнительно невелико.

Поэтому значительная часть задач решается по аналогии с другими задачами, содержащими аналогичное физпротиворечие. Внешне задачи могут быть весьма различными, аналогия выявляется только после анализа - на уровне физпротиворечия.

ШАГ 5.3. Рассмотреть возможность устранения физического противоречия с помощью типовых преобразований (таблица 2 "Разрешение физических противоречий").

Пригодны только те решения, которые совпадают с ИКР или практически близки к нему.

ШАГ 5.4. Применение "Указателя физэффектов".

Рассмотреть возможность устранения физпротиворечия с помощью "Указателя применения физических эффектов и явлений".

ЧАСТЬ 6. ИЗМЕНЕНИЕ ИЛИ ЗАМЕНА ЗАДАЧИ

Простые задачи решаются буквальным преодолением ФП, например разделением противоречивых свойств во времени или в пространстве. Решение сложных задач обычно связано с изменением смысла задачи - снятием первоначальных ограничений, психологической инерцией и до решения кажущихся самоочевидными. Для правильного понимания задачи необходимо ее сначала решить: изобретательские задачи не могут быть сразу поставлены точно. Процесс решения, в сущности, есть процесс корректировки задачи.

ШАГ 6.1. Если задача решена, перейти от физического ответа к техническому: сформулировать способ и дать принципиальную схему устройства, осуществляющего этот способ.

ШАГ 6.2. Если ответа нет, проверить - не является ли формулировка 1.1 сочетанием нескольких разных задач. В этом случае следует изменить 1.1, выделив отдельные задачи для поочередного решения (обычно достаточно решить одну главную задачу).

ШАГ 6.3. Если ответа нет, изменить задачу, выбрав на шаге 1.4 другое ТП. Эта измерительная задача была превращена в "изменяемую": как вообще избежать смешивания нефтепродуктов с разделительной жидкостью?

ШАГ 6.4. Если ответа нет, вернуться к шагу 1.1. и заново сформулировать мини-задачу, отнеся ее к надсистеме. При необходимости такое возвращение совершают несколько раз - с переходом к наднадсистеме и т.д.

ЧАСТЬ 7. АНАЛИЗ СПОСОБА УСТРАНЕНИЯ ФП

Главная цель седьмой части АРИЗ - проверка качества полученного ответа. Физическое противоречие должно быть устранено почти идеально, "без ничего". Лучше потратить 2-3 часа на получение нового - более сильного - ответа, чем потом полжизни бороться за плохо внедряемую слабую идею.

ШАГ 7.1. Контроль ответа. Рассмотреть вводимые вещества и поля. Можно ли не вводить новые вещества и поля, используя ВПР - имеющиеся и производные? Можно ли использовать саморегулируемые вещества? Внести соответствующие поправки в технический ответ.

Саморегулируемые (в условиях данной задачи) вещества - это такие вещества, которые определенным образом меняют свои физические параметры при изменении внешних условий, например теряют магнитные свойства при нагревании выше точки Кюри. Применение саморегулируемых веществ позволяет менять состояние системы или проводить в ней измерения без дополнительных устройств.

ШАГ 7.2. Провести предварительную оценку полученного решения.

Контрольные вопросы:

- а) Обеспечивает ли полученное решение выполнение главного требования ИКР-1 ("Элемент сам...")?
- б) Какое физическое противоречие устранено (и устранено ли) полученным решением?
- в) Содержит ли полученная система хотя бы один хорошо управляемый элемент? Какой именно? Как осуществлять управление?
- г) Годится ли решение, найденное для "одноцикловой" модели задачи в реальных условиях со многими циклами?

Если полученное решение не удовлетворяет хотя бы одному из контрольных вопросов, вернуться к 1.1.

ШАГ 7.3. Проверить (по патентным данным) формальную новизну полученного решения.

ШАГ 7.4. Какие подзадачи возникнут при технической разработке полученной идеи? Записать возможные подзадачи - изобретательские, конструкторские, расчетные, организационные.

ЧАСТЬ 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО ОТВЕТА

Действительно хорошая идея не только решает конкретную задачу, но и дает универсальный ключ ко многим другим аналогичным задачам. Восьмая часть АРИЗ имеет целью максимальное использование ресурсов найденной идеи.

ШАГ 8.1. Определить, как должна быть изменена надсистема, в которую входит измененная система.

ШАГ 8.2. Проверить, может ли измененная система (или надсистема) применяться по-новому.

ШАГ 8.3. Использовать полученный ответ при решении других технических задач:

- а) сформулировать в обобщенном виде полученный принцип решения;
- б) рассмотреть возможность прямого применения полученного принципа при решении других задач;
- в) рассмотреть возможность использования принципа, обратного полученному;
- г) построить морфологическую таблицу, например, типа "расположение частей - агрегатные состояния изделия" или "использованные поля - агрегатные состояния внешней среды" и рассмотреть возможные перестройки ответа по позициям этих таблиц;
- д) рассмотреть изменение найденного принципа при изменении размеров системы (или главных ее частей): размеры стремятся к нулю, размеры стремятся к бесконечности.

Если работа ведется не только ради решения конкретной технической задачи, тщательное выполнение шагов 8.3а - 8.3д может стать началом разработки новой теории, исходящей из полученного принципа.

ЧАСТЬ 9. АНАЛИЗ ХОДА РЕШЕНИЯ

Каждая решенная по АРИЗ задача должна повышать творческий потенциал человека. Но для этого необходимо тщательно проанализировать ход решения. В этом смысл девятой (завершающей) части АРИЗ.

ШАГ 9.1. Сравнить реальный ход решения данной задачи с теоретическим (по АРИЗ). Если есть отклонения, записать.

ШАГ 9.2. Сравнить полученный результат с данными информационного фонда ТРИЗ (стандарты, приемы, физэффекты). Если в информационном фонде нет подобного принципа, записать его в предварительный накопитель.