

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра машиностроения и транспорта

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » декабря 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА

Б1.В.ДВ.02.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ
Технология машиностроения**

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ		Стр.
1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ.....		4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....		4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости		4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ		5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий		5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам		5
4.3 Лабораторные работы.....		19
4.4 Практические занятия.....		19
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....		19
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ		20
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ		21
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....		21
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ		21
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....		22
9.1 Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных и практических работ		22
9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта (курсовой работы), контрольной работы, РГР, реферата		26
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		26
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ		26
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....		27
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины		30
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе		31
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....		32

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является – формирование у обучающихся фундаментальных знаний в области научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработок, эксплуатации, реорганизации машиностроительных производств, моделирования продукции и объектов автоматизированного проектирования.

Задачами изучения дисциплины является:

- получение основных представлений о последовательности, методах и природе организации творческой деятельности, мотивациях и желании научного творчества, как условия успешности.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	знать: – основные методы и средства научного творчества в технических направлениях; уметь: – применять методы и средства анализа, которые используются при выполнении научных исследований в технике; владеть: – навыками проведения научных исследований и экспериментов.
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.	знать: – мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов; уметь: – разрабатывать оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий; владеть: – навыками выбора параметров технологических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 Методы научно-технического творчества является дисциплиной по выбору вариативной части.

Дисциплина «Методы научно-технического творчества» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как:

- «История отрасли и введение в специальность»;
- «Техническая эксплуатация промышленного оборудования».

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Методы научно-технического творчества» представляет основу для изучения дисциплин:

- «Учебно-исследовательская работа студента»;
- «Математические модели и обработка экспериментальных данных».

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
Очная	3	5	180	85	17	51	17	68	-	экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			5
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	85	17	85
Лекции (Лк)	17	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	51	-	51
Практические занятия (ПЗ)	17	-	17
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	68	-	68
Подготовка к лабораторным работам	40	-	40
Подготовка к практическим занятиям	15	-	15
Подготовка к экзамену в течение семестра	13	-	13
III. Промежуточная аттестация экзамен	27	-	27
Общая трудоемкость дисциплины час.	180	-	180
зач. ед.	5	-	5

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1.	Методологические основы научно-технического творчества	153	17	51	17	68
1.1.	Законы развития науки и техники	5	2	-	-	3
1.2.	Классификация методов научно - технического творчества	8	3	-	-	5
1.3.	Методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве	47	4	17	6	20
1.4.	Творческие методы перебора, переноса и модифицирования ситуаций	47	4	17	6	20
1.5.	Механические методы комбинаторики при решении технических задач	46	4	17	5	20
	ИТОГО	153	17	51	17	68

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Методологические основы научно-технического творчества

Тема 1.1. Законы развития науки и техники (Дискуссия 2 ч.)

Развитие представлений об окружающем нас мире идет по следующей схеме:

ЗАКОН \Rightarrow ЯВЛЕНИЕ \Rightarrow ЭФФЕКТ

Такая цепочка может быть выстроена для любой из областей наук, для любых форм движения материи, энергии или информации. В количественном соотношении звенья этой цепочки приблизительно соотносятся как $n : n : n$, т. е. при $n=10$ на 1 открытие закона приходится до десятка открытых явлений и до сотни новых различных эффектов. Очевидно, что чем больше значение n , тем более значимым представляется открытие.

Для природы характерен закон параллельности развития представлений о процессах и явлениях; для различных отраслей наук о живой неживой материи характерны аналогии, прямые и косвенные, в характере проявления законов, явлений и эффектов.

В частности, всеобщим является закон сохранения количества материи (энергии). В этой связи весьма обоснованным представляется использование метода гомологических рядов, графологических аналогий, прямых аналогий и методологии технического творчества.

К другим законам, важным для понимания процессов трансформации материальных объектов во времени, относится закон развития степени совершенства технического объекта во времени.

На рис. 1 представлена кинетическая кривая относительного возрастания количества идей, касающихся совершенствования конкретного технического объекта (устройства, способа). Условно показанную зависимость можно расчленить на три участка. Участок I – характеризует латентный (скрытый) период: направление поиска задано, имеются предвестники нового оригинального решения, однако реально идеи пока задействовано и реализовано мало. На этом участке зачастую улучшаются первостепенные признаки, намечаются задачи первостепенной, стержневой значимости. На участке II – отмечается максимальная скорость накопления идей. Это стадия прорыва, стадия улучшения и совершенствования второстепенных признаков. Завершает процесс стадия III – на ней отмечается угасание активности, спад скорости. На этом участке чаще всего совершенствуются третьестепенные признаки объекта.

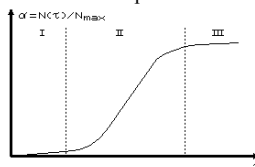


Рис. 1. Кинетическая кривая нормированного количества идей для одной отдельно взятой области знаний

На рис. 2 приведена производная относительного (нормированного) количества идей по времени, характеризующая скорость поступления (возникновения, генерации) идей при решении научных или технических задач.

На рис. 3 показана зависимость, отражающая изменение во времени степень трудности решаемой задачи по мере совершенствования технического объекта, и, наконец, на рис. 4 изображена зависимость, характеризующая временную зависимость количества остающихся недостатков в техническом объекте по мере его совершенствования.

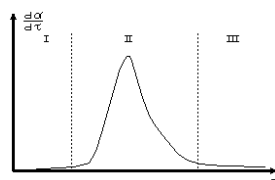


Рис. 2. Производная нормированного количества идей во времени

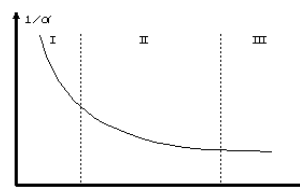


Рис. 3. Характер изменения во времени сложности решения задачи

Очевидно, что на рис. 1–4 представлен достаточно обобщенный, простейший случай; фактически в развитии технического объекта наблюдаются многомерность, ответвление от основного древа развития процесса, развитие параллельных и альтернативных вариантов.

В таблице приведены характеристики этапов совершенствования объектов и используемые для этого методы научно-технического творчества. К методам, посредством использования которых могут быть решены творческие задачи первого уровня сложности, можно отнести поисковый метод научного исследования и моделирования, методы прогнозирования свойств и характеристик объекта, методы с использованием гипотетических и прогностических предпосылок. К методам генерации новых ситуаций можно отнести и теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ), а также алгоритмы решения изобретательских задач (АРИЗ).

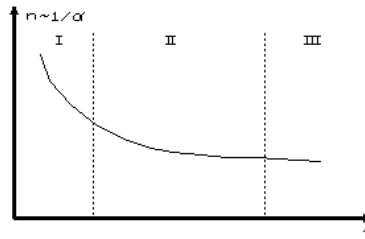


Рис. 4. Примерная зависимость снижения во времени числа остающихся в совершенствуемом объекте недостатков

Для решения задач второго уровня сложности (уровень изобретений) могут быть использованы большинство из рассматриваемых в курсах методологии технического творчества методов

– метод мозгового штурма, его разновидностей, фонд эвристических приемов, банк физических эффектов и ряд других.

И, наконец, для решения задач третьего уровня сложности (уровень технических решений, имеющих местную новизну, уровень рацпредложений) могут быть использованы функционально-стоимостный анализ, морфологический анализ и синтез, метод проб и ошибок, компьютерные и иные методы перебора ситуаций и т. д.

Таблица. Характеристики этапов совершенствования объектов и используемые для этого методы научно-технического творчества

Этап	Характер задач	Характер исследований	Уровень решаемых задач	Уровень использ.	Используемые методы научно-технического творчества
I	Научные	Фундаментальные	Открытия	Явления	Методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве (улучшение первостепенных признаков)
II	Инженерные	Прикладные	Изобретения	Эффекты	Творческие методы переноса и модифицирования ситуаций (улучшение второстепенных признаков)
III	Производственные	Производственные	Рацпредложения	Сочетания признаков	Механические методы комбинаторики при решении технических задач (улучшение третьестепенных признаков)

Очевидно, что рекомендаций по решению задач первого уровня сложности более сложны в практическом применении, зато они могут быть автоматически перенесены и использованы для решения задач второго и третьего уровня сложности. То же можно сказать в отношении переноса рекомендаций для решения задач второго уровня сложности на решение задач третьего уровня.

Приведем ниже классификацию методов научно-технического творчества, которые в той или иной степени использованы и систематизированы в настоящей работе, и представим расширенную и систематизированную базу методов для решения творческих задач различного уровня сложности.

Тема 1.2. Классификация методов научно-технического творчества (Дискуссия 3 ч.)

I. Методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве.

0 – Метод научного исследования и моделирования.

00 – Всеобщий подход. Законы развития природы.

000 – Прогноз явлений и эффектов. Банк законов, явлений, эффектов для различных форм движения материи, энергии, информации.

0000 – Метод наложения, сопоставления, поиска аналогов

(параллелей) в цепочках закон – явление – эффект.

0000 – Метод интерполяции, экстраполяции цепочек «закон – явление – эффект».

0000 – Метод анализа кинетических зависимостей развития (эволюции) объектов.

0000 – Метод временной или масштабной лупы.

0000 – Развитие признаков объекта с позиций двух или более наук.

000 – Использование в объекте изобретения знаний, получаемых с переднего края науки.

000 – Использование в объекте «исключений из правил», отклонений от закономерностей, использование парадоксов и феноменов.

0 – Научная фантастика в научно-техническом творчестве.

00 – Гипотетический подход.

000 – Метод существования гипотетических связей, полей, сил, взаимодействий.

000 – Метод инверсии и искажений причинно-следственных связей.

000 – Метод гипотетического существования идеального устройства. Платцебо-метод.

0 – Инженерный подход к решению творческих задач. ТРИЗ. АРИЗ.

00 – Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ).

0 0 – Алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ, метод Г.С. Альтшуллера).

II. Творческие методы перебора, переноса и модифицирования ситуаций.

0 – Методы активизации творческой деятельности.

0 0 – Метод творческого соревнования. 00 – Мозговой штурм (мозговая атака). 000 – Прямая мозговая атака.

000 – Обратная мозговая атака.

000 – Комбинированные методы мозговой атаки.

0 0 0 0 – Двойная прямая мозговая атака.

00000 – Обратная и прямая мозговая атака (прогнозирование и развитие техники).

00000 – Прямая и обратная мозговая атака (прогнозирование недостатков технического объекта).

0 0 0 0 0 – Мозговая атака с оценкой идей.

0000 – Метод аналога с деструктивной отнесенной оценкой.

00 – Активизация индивидуального творческого процесса.

000 – Решение конкретной творческой задачи альтернативными индивидуальными методами на конкурсной основе.

000 – Вепольный анализ.

000 – Идеальный конечный результат.

000 – Наделение косной материи свойствами живой (эмпатические методы).

0000 – Принцип самообслуживания, самообеспечения, самоорганизации и саморазвития.

- 0000 – Взгляд на физические и иные процессы, происходящие в устройстве или при осуществлении того или иного способа «изнутри», со стороны, издалека, вблизи.
- 0000 – Введение «живой материи» в качестве элемента конструкции. Создание гибрида устройства (способа) с использованием живого и косного вещества.
- 0000 – «Плагии» у живой природы. Патенты живой природы.
- 000 – Метод эстетических композиций. Перенос законов теории искусств на технические объекты.
- 000 – Метод творческого раздвоения личности. Эстетический и технический (эмоциональный и логический) подход к решению творческой задачи.
- 000 – Метод органолептических ассоциаций. Использование соответствующих видов памяти.
- 000 – Ювенильно-дилетантский подход. Новый подход к решению старой проблемы.
- 0 – Анализ путей развития технического объекта.
- 00 – Метод классификационный с последовательным детализирующим расчленением объекта и его признаков. Метод *УДК, МКИ*.
- 00 – Метод цепной реакции.
- 00 – Обобщенный эвристический метод.
- 000 – Межотраслевой фонд эвристических приемов преобразования объектов.
- 0 0 0 – Фонд операций *Коллера*.
- 000 – Банк физических эффектов. Фонд физико-технических эффектов.
- 000 – 40 приемов разрешения физических (технических) противоречий.
- 00 – Банк открытий. Их систематизация и приложение к совершенствуемому объекту.
- 00 – Использование банка описаний патентов и открытий. Анализ банка отказных решений.
- 000 – Анализ значимости формулы изобретения, функционального назначения признаков, их удельного веса.
- 0 0 0 – Анализ деталей устройства, их взаимосвязи (в статике), их взаимодействия (в динамике) с точки зрения оптимизации.
- 000 – Метод размерностной качественной зависимости параметров устройств и процессов от факторов, их определяющих.
- 0 0 0 – Применение объектов по новому назначению, в новом качестве.
- 000 – Метод ретроспективного (регрессивного) анализа с поиском альтернативных путей развития объекта.
- 000 – Метод конкурентного развития альтернативного и основного вариантов.
- 000 – Метод сканирующей псевдовынужденной замены узла устройства или процедуры в способе.
- 000 – Решение основной задачи как второстепенной и временное улучшение другого параметра. Временный перенос центра тяжести.
- 0000 – Метод достижения внепланового (дополнительного) эффекта.
- 000 – Решение симметричной задачи из другой области науки.
- III. Механические методы комбинаторики при решении технических задач.*
- 0 – Критериальный анализ по параметрам устройства (процесса) в целях его оптимизации.
- 00 – Метод *Огюста Родена*. Негативная новизна.
- 0 0 – Функционально-стоимостный анализ.
- 00 – Морфологический анализ и синтез.
- 000 – Графологические ряды. Гомологические ряды.
- 0 – Метод прямой (логической) аналогии, подобия. Масштабирование, учет размерных и временных эффектов.
- 00 – Метод прямых (логических) аналогий.
- 00 – Фантастическая аналогия.
- 00 – Метод символической аналогии.
- 0 0 – Личные аналогии (эмпатия).
- 000 – Метод моделирования маленькими человечками.
- 0 – Ассоциативные методы.
- 00 – Метод фокальных объектов.
- 00 – Метод гирлянд ассоциаций и метафор.
- 0 0 – Стратегия семикратного поиска.
- 0 – Метод контрастов и противоречий с переходом к методу последовательных приближений.
- 0 – Метод контрольных вопросов.
- 00 – Списки *Т. Эйлоарта*.
- 0 0 – Метод экспертных оценок.
- 0 – Метод случайных комбинаций и сочетаний. Игровые методы развития ситуаций.
- 00 – Использование случайностей.
- 00 – Синектика. Совмещение разнородных элементов.
- 0 0 – Метод проб и ошибок.
- 00 – Метод прямого решения.
- 00 – Метод последовательной замены признаков.
- 00 – Использование метода *Монте-Карло*.
- 00 – Метод калейдоскопа. Использование элементов комбинаторики.
- 00 – Метод лабиринта. Случайность, закономерность, прогноз хода развития.
- 00 – Метод фоторобота.
- 0 – Компьютерные методы моделирования.
- 0 0 – Компьютерный метод физических принципов действия.
- 00 – Компьютерный метод синтеза оптимальных структур и форм.
- 00 – Компьютерный метод обратно-ориентированного синтеза и анализа конструкторско-технологических решений.
- 00 – Компьютерный метод синтеза технических решений на *И-ИЛИ* графах.
- 00 – Метод компьютерных игр. Компьютерная мультипликация.
- 0 0 – Метод шахматной партии.
- 00 – Компьютерный метод наращивания признаков «лица» по мере его старения.
- 00 – Компьютерная оптимизация технического решения. Принцип наименьшего сопротивления (наименьшего действия).
- 0 – Программа «Изобретающая машина».
- Описания методов, приводимых ниже, упорядочены в следующем виде:

 1. Определение метода.
 2. Идея метода.
 3. Рекомендуемые этапы реализации.
 4. Достоинства метода.
 5. Недостатки метода.
 6. Пример(ы) практической реализации.

- В свою очередь, пример практической реализации описан по схеме:

 1. Задача (постановка задачи).

2. Формулировка проблемы (проблема).
3. Процедуры, рекомендуемые методом.
4. Решение задачи.

При освоении методов научно-технического творчества рекомендуется использовать набор простых типовых задач и периодически осуществлять контроль уровня коэффициента изобретательности контингента обучаемых.

Для определения этого коэффициента полезно составить наборы типовых несложных задач, например, по 30 задач, и ограничить время для их решения. Определение коэффициента изобретательности производится по аналогии с определением коэффициента интеллектуальности, но с учетом побочных вариантов ответов. Использование данного приема позволит выявить изобретателей, способных в ограниченные сроки справиться с решением конкретной творческой задачи с избирательным подходом к ее решению, например, с позиций механики, физики, химии, электроники и т. д.

Тема 1.3. Методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве (Дискуссия 4 ч.)

Метод научного исследования и моделирования.

- Всеобщий подход. Законы развития природы. Использование закона последовательного перехода количества в качество; закона единства и борьбы противоположностей; закона отрицания-отрицания; всеобщей связи явлений.

- Прогноз явлений и эффектов. Банк законов, явлений, эффектов для различных форм движения материи, энергии, информации.

- Метод наложения, сопоставления, поиска аналогов (параллелей) в цепочках закон – явление – эффект.

1. Задача (постановка задачи): требуется выявить свойства объекта «X».

2. Формулировка проблемы (проблема) близкие аналоги отсутствуют, нет исходных данных, не ясен конечный результат.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: построение древа цепочек «закон – явление – эффект» для возможно большего количества наук; последующее развитие и детализация цепочек (многомерный рост ветвей дерева), заполнение «белых пятен», выравнивание «густоты» кроны построенного «дерева».

4. Итог: получение косвенной информации о вероятных свойствах объекта «X», возможных путях его синтеза.

- Метод интерполяции, экстраполяции цепочек «закон – явление – эффект».

1. Задача: определить свойства химического элемента (или его изотопа), если сам элемент (изотоп) не выделен в чистом виде.

2. Проблема: точность прогноза свойств невысока.

3. Процедура: на основании Периодической системы *Д.И. Менделеева* экстраполяцией или интерполяцией спрогнозировать искомые свойства. При необходимости, для получения более корректных результатов ввести нормировочные (весовые) коэффициенты.

4. Итог: свойства элемента (изотопа) могут быть спрогнозированы с высокой степенью приближения.

- Метод анализа кинетических зависимостей развития (эволюции) объектов.

- Метод временной или масштабной лупы.

- I. Пример реализации метода масштабной лупы:

1. Задача: изучить процессы в сверхтонких металлических пленках при пропускании через них тока и практически использовать результаты исследований.

2. Проблема: экспериментальные и теоретические данные по вопросу исследования фрагментарны и противоречивы, результаты экспериментов маловоспроизводимы.

3. Процедура: исследование поведения тонких металлических пленок, полученных в виде клина (пленок переменной толщины) в электрическом поле; варьируемый параметр – только толщина пленки металла; изучение масштабных (размерных) явлений в тонких металлических пленках.

4. Итог: открытие № 31, 1967 г.: «Установлено неизвестное ранее явление, заключающееся в том, что при прохождении электрического тока через тонкие металлические пленки с острой структурой толщиной в несколько десятков ангстрем возникает эмиссионный ток».

Практическое использование – холодные тонкопленочные катоды; пленочные электролюминесцентные источники света; новые планарные оптоэлектронные приборы.

- II. Пример реализации метода временной лупы:

1. Задача: повысить надежность радиоэлектронной аппаратуры.

2. Проблема: при коммутации радиоэлектронной аппаратуры возникают мощные броски тока (переходные электрические процессы), выводящие аппаратуру из строя и индуцирующие помехи, и сбои в близкорасположенных узлах радиоэлектронного оборудования.

3. Процедура: исследование переходных процессов и причин, их вызывающих, посредством оптимизации стадий инициирования сверхбыстрых переходных процессов, перераспределение критических бросков тока во времени, сглаживание «пиков».

4. Итог: создание нового направления исследований в физике твердого тела; повышение надежности работы радиоэлектронного оборудования.

- III. Примеры использования метода комбинированной лупы:

1. Задача: получить более детальную информацию о процессе с целью извлечения возможного положительного эффекта в новых полупроводниковых приборах специальной конструкции.

2. Проблема: в области малых напряжений наблюдается аномальность на вольтамперной характеристике полупроводникового прибора, отмечается неустойчивый характер его работы.

3. Процедура:

- a) использование «лупы» по осям вольтамперной характеристики;

- b) использование временной лупы.

4. Итог:

- обнаружен участок вольтамперной характеристики с отрицательным динамическим сопротивлением;

- указанный участок сохраняется до частот в десятки ГГц;

- создание туннельных диодов (диоды *Esaki*), способных работать в генераторах, усилителях, переключающих устройствах.

- Развитие признаков объекта с позиций двух или более наук.

Пример реализации: низкотемпературный термоядерный синтез – на стыке электрохимии и термоядерной энергетики; низкотемпературная сверхпроводимость + физикохимия композиционных материалов + криогенная техника + физика твердого тела.

Использование в объекте изобретения знаний, получаемых с переднего края науки, в том числе сведений мало проверенных, малодоступных, неверно или неточно трактуемых.

Пример.

1. Задача: воспроизвести реакцию низкотемпературного термоядерного синтеза (имеется набор ключевых слов).

- Проблема: требуются специальные электроды из палладия - дефицитного и дорогого материала.

2. Процедура (решение): известны другие токопроводящие аккумуляторы изотопов водорода.

3. Решение: в качестве электродов использовать активированный уголь, прессованные ультрадисперсные порошки, электролитические покрытия – палладий, например, на меди; использование дейтериевых мембранных приэлектродных фильтров, использование дейтеридов алюминия, лития и т. п.

- Использование в объекте «исключений из правил», отклонений от закономерностей, использование парадоксов и феноменов.

Пример.

1. Задача: создать материал, способный регистрировать инфракрасное излучение.

2. Проблема: фотографические материалы могут быть сенсублизованы теоретически до «красной границы» 1200 нм.
3. Процедура: используем эффект сверхддитивного (одновременного или последовательного во времени) воздействия на фотографический материал излучений из двух спектрально разнесенных областей (эффект *Беккереля*).
4. Итог: на фотографический материал воздействуют одновременно или последовательно во времени активным (ультрафиолетовым) излучением равномерно по фотослою и «неактивным» (инфракрасным) излучением в соответствии с требуемым изображением; в итоге на фотографическом материале в местах, подвергнутых совместному облучению, формируется изображение, соответствующее распределению интенсивности инфракрасного излучения.

1.2. Научная фантастика в научно-техническом творчестве. Пример.

1. Определение метода: использование идей научно-фантастической литературы в техническом творчестве.

2. Идея метода [2]:

- а) в сюжете произведения действуют реальные, известные физические эффекты; иногда их использование оказывается не тривиальным и может быть реализовано в технических устройствах;
- б) научно-фантастическая идея построена на необычном или малоизвестном физическом эффекте;
- в) в сюжете используется полуфантастический физический эффект, в котором иногда можно распознать измененное автором известное физическое явление;
- г) в сюжет вставлен фантастический физический эффект, не имеющий аналога в науке; идеи эти всегда очень интересны, особенно тогда, когда удается предсказать открытие реального физического эффекта.

Пример: *Н. Носов*, «Незнайка в Солнечном городе» – новые типы машин, способы их передвижения, автоматы ...

- Фантастико-гипотетический подход.
- Метод существования гипотетических связей, полей, сил, взаимодействий.

Пример: спинорное взаимодействие, «N»-лучи *Блондло*, гипотеза парности событий, пятое (шестое...) состояние вещества, «коргонный» аккумулятор, животный магнетизм, существование информационного поля и т. д.

- Метод инверсии и искажений причинно-следственных связей.

Инверсия – преобразование – обратная инверсия; метод двойной (тройной...) инверсии; реинверсия.

Пример:

1. Задача: требуется создать прибор, позволяющий реализовать новый (бесконтактный) способ определения параметров перемещающихся сред.
2. Проблема: как это сделать – неизвестно.
3. Процедуры: а) инверсия: *О'Генри*, «Вождь краснокожих» – «Ветер дует оттого, что деревья качаются»; б) первое преобразование – «Ветер дует оттого, что лес шумит»; второе (возможное преобразование) – «Вода течет оттого, что журчит»; в) обратная инверсия: 1. Лес шумит (тем сильнее, чем сильнее дует ветер); 2. Вода (жидкость) журчит при протекании в каналах тем сильнее, чем выше скорость ее течения.

4. Итог (решение): определение скорости перемещения жидких (газообразных) сред по интенсивности (спектру) акустических (шумовых) эффектов.

Дополнительные решения: определение скорости истечения среды: а) по углу отклонения ворсинок (леса), гибких пластинок-лопастей; б) по возникающему пьезоэффекту, если эти пластинки выполнены из сегнетоэлектрика; в) по изменению электрического сопротивления, если эти пластинки связаны, например, с гедисторами, тензопреобразователями.

- Метод гипотетического существования идеального устройства. Пляцебо-метод.

1. Определение метода – метод дезинформационного стимулирования творческой деятельности.

2. Идея метода – преднамеренная дезинформация с целью активизации интеллектуальной деятельности высококвалифицированных специалистов о существующем (созданном) якобы за рубежом, в другом институте, другой лаборатории объекта, технические характеристики которого на голову превосходят существующие технические аналоги. Специалистам могут быть «за-читаны» заметки из печатных материалов, показаны специально подготовленные документы, кинофильмы, фотоснимки и т. п.

3. Рекомендуемые этапы реализации: а) дезинформационный этап; б) предложение, каким образом можно решить подобную задачу; в) этап обдумывания; г) этап анализа и отбора идей и решений.

4. Достоинства метода: высокая эффективность, обусловленная «рвнивым» отношением специалистов к прорыву «конкурентов» в их области знания.

5. Недостатки метода: метод не может быть использован повторно в одном и том же коллективе.

6. Пример(ы) практической реализации.

1. Задача: создать совершенно оригинальный объект, например, устройство для спасения экипажей подводных лодок с больших глубин.

2. Проблема: подсказки, как это сделать, нет.

3. Процедура: коллективу изобретателей или отдельно взятым специалистам сообщается, что за рубежом (либо в другом *НИИ*) создано такое устройство, указываются некоторые его технические характеристики, параметры, как правило, намного отличающиеся в лучшую сторону в сопоставлении с потенциальными прототипами; может быть показан фильм, зачитана «сенсационная» газетная заметка.

4. Итог: решение ранее неразрешимой (трудноразрешимой) задачи, пусть даже в далеком от идеального варианте, например, торпеда для экипажа.

- Инженерный подход к решению творческих задач. *ТРИЗ*. *АРИЗ*.

- Теория решения изобретательских задач (*ТРИЗ*) [6 и др.].

1. Определение метода: теория решения изобретательских задач, использующая набор правил синтеза и преобразования технических систем (стандарты), непосредственно вытекающих из развития этих систем.

2. Идея метода: использовать сочетание приемов и физических эффектов, объединенных в стандарты для решения основной массы стандартных изобретательских задач.

3. Рекомендуемые этапы реализации: использование системы стандартов:

- на изменение систем (и изменения в системах);
- на обнаружение и изменение систем;
- на применение стандартов.

Более подробная градация изложена в брошюре [6].

4. Достоинства метода: использование системы стандартов в *ТРИЗ* является мощным инструментом в деле решения изобретательских задач.

5. Недостатки метода: не включает в явном виде фундаментальные для *ТРИЗ* механизмы – идеальный конечный результат и др., неявность связи многих стандартов с идеальным конечным результатом.

6. Пример(ы) практической реализации: см..

- Алгоритм решения изобретательских задач (*АРИЗ*, метод *Г.С. Альтшулера*).

1. Определение метода: алгоритм (программа) решения изобретательских задач, содержащий четкую последовательность действий при поиске новых технических решений, используется для анализа и решения нестандартных задач и получения информации, позволяющей формировать новые правила синтеза и преобразования технических систем.

2. Идея метода: использовать для решения творческих задач определенный набор операций (шагов) и систему правил, примечаний и таблиц, облегчающих и уточняющих выполнение шагов.

3. Рекомендуемые этапы реализации:

- анализ исходной ситуации;
 - анализ задачи;
 - анализ модели задачи;
 - разрешение физического противоречия;
 - анализ способа устранения физического противоречия;
 - развитие полученного ответа;
 - анализ хода решения.
4. Достоинства метода: метод может быть успешно использован для решения нестандартных задач; имеет заданную последовательность процедур и приемов для достижения (решения) поставленной задачи.
5. Недостатки метода: повышенный уровень сложности.

Тема 1.4. Творческие методы перебора, переноса и модифицирования ситуаций (Дискуссия 4 ч.)

Методы активизации творческой деятельности.

- Метод коллективного разума.
 - Метод творческого соревнования.
1. Определение метода: метод решения творческих задач, использующий стимулирующее действие за счет введения в процесс решения элемента соревновательности.
2. Идея метода: коллектив изобретателей одновременно в одном помещении решает творческую задачу. Этапы: генерации идей с записью максимально возможного их количества без оглашения сути, но с индикацией каждого факта решения новой идеи по каждому из участников на доске (табло); этап сбора идей с отсевом типовых; оглашение предложенных идей с их балльной оценкой; дополнительный этап – открытой генерации идей с их балльной оценкой; подведение итогов, выявление победителя, его моральное или материальное поощрение.
- Мозговой штурм (мозговая атака) [].
1. Определение метода: творческий метод коллективной генерации неограниченного количества идей с отсроченной их критикой и анализом.
2. Идея метода: коллективный поиск идей, при котором процесс генерации идей разнесен во времени от процесса их оценки (критики).
3. Рекомендуемые этапы реализации:
- сформулировать проблему в основных терминах, выделить единственный центральный пункт;
 - не объявлять ложной и не прекращать исследование ни одной из предложенных идей;
 - подхватывать и развивать идею любого рода, даже если ее уместность (возможность реализации) кажется в данное время сомнительной или абсурдной;
 - оказывать поддержку и поощрение, столь необходимые для того, чтобы освободить участников от скованности;
 - проводить окончательную оценку и отбор идей только после окончания сессии с помощью группы экспертов, как правило, не участвовавших в проведении сессии.
4. Достоинства метода: высокая эффективность, метод легко осваивается, достаточно универсален, имеет широкую область возможного применения.
5. Недостатки метода: трудность использования при решении узкоспециализированных задач.
6. Пример(ы) практической реализации: см. [8].
- Прямая мозговая атака [5].
 - Обратная мозговая атака [5].
 - Комбинированные методы мозговой атаки [5]. 2.1.1.2.3.1. Двойная прямая мозговая атака.
 - Обратная и прямая мозговая атака (прогнозирование и развитие техники).
 - Прямая и обратная мозговая атака (прогнозирование недостатков технического объекта).
 - Мозговая атака с оценкой идей.
 - Метод аналога с деструктивной отнесенной оценкой
 - Активизация индивидуального творческого процесса.
 - Решение конкретной творческой задачи альтернативными индивидуальными методами на конкурсной основе.
1. Определение метода: метод, позволяющий активизировать индивидуальную творческую деятельность при решении конкретной задачи группой изобретателей с оригинальным подходом к решаемой задаче с последующей конкурсной оценкой эффективности найденного решения.
2. Идея метода: решение творческой задачи коллективом изобретателей, каждый из которых решает задачу в индивидуальном порядке, обособленно от других и только своим (единственным) заданным методом; последующий сбор информации, ее анализ, сортировка и выбор на конкурсной основе наилучшего варианта решения.
3. Рекомендуемые этапы реализации:
- ознакомить коллектив изобретателей с сутью проблемы (постановка задачи);
 - предложить каждому из участников воспользоваться одним из методов технического творчества на собственное усмотрение или на усмотрение ведущего;
 - этап генерации идей;
 - сбор информации;
 - анализ и сортировка идей;
 - выбор на конкурсной основе наилучшего решения;
 - при необходимости – вторая итерация, повторный подход к решению задачи со сменой методов тем же или обновленным творческим коллективом.
4. Достоинства метода:
5. Недостатки метода:
6. Пример(ы) практической реализации:
1. Задача (постановка задачи).
 2. Формулировка проблемы (проблема).
 3. Процедуры, рекомендуемые методом.
 4. Решение задачи.
- Вепольный анализ [].

1. Определение метода: решение творческой задачи посредством использования ряда стандартных правил вещественно– полевых (вепольных) преобразований, отражающих закономерности развития технической системы.

2. Идея метода [2]: структура любого физического эффекта может быть представлена в виде комбинации веществ и полей, изображаемых векторными диаграммами; таким образом, физический принцип любого устройства может быть описан как взаимодействие веществ и полей.

3. Рекомендуемые этапы реализации: см. [9, С. 4–5].

4. Достоинства метода: минимальные затраты времени на решение задачи.

5. Недостатки метода: далеко не все задачи (особенно сложные) могут быть решены с использованием данного метода.

• Идеальный конечный результат (*ИКР*) [4, С. 35].

1. Определение метода: прием обходного мышления, позволяющий обойти бесполезные поисковые концепции и избежать инерции мышления.

2. Идея метода: изобретательская задача сводится к анализу и преодолению противоречия между достигнутым уровнем и *ИКР*.

3. Рекомендуемые этапы реализации:

– идеализирование всех условий для достижения *ИКР*;

– выдвижение поисковых концепций;

– проверка поисковых концепций, выбор наиболее подходящей концепции применительно к решаемой задаче.

4. Достоинства метода: по сравнению, например, с методом проб и ошибок, значительно уменьшается количество шагов, необходимых для достижения равного уровня технического решения; возможна систематизация и обобщение типовых приемов разрешения технических противоречий.

5. Недостатки метода: метод малоприменим при решении нетрадиционных задач.

• Наделение косной материи свойствами живой (эмпатические методы).

2.1...1. Принцип самообслуживания, самообеспечения, самоорганизации и саморазвития.

Пример 1.

1. Задача (постановка задачи): повысить долговечность и *КПД* ламп накаливания.

2. Формулировка проблемы (проблема): низкий коэффициент преобразования электрической энергии в световую, определяемый низкой температурой тела накала. При повышении температуры увеличивается интенсивность газовой выделений из конструктивных материалов, в том числе газов из стеклянной колбы лампы, что приводит к перегоранию нити накаливания; одно временно с ростом температуры снижается эффективность геттеров.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: геттером (поглостителем газов) должна стать сама внутренняя поверхность колбы лампы, одновременно она должна стать отражающим покрытием в инфракрасной области спектра, причем в фокусе отражателя будет находиться нить накаливания.

4. Решение задачи: нанесение на внутреннюю поверхность колбы лампы пленки металла (олова); при прогреве пленка металла взаимодействует с агрессивными газами, отделяемыми как из стеклянной колбы, так и находящимися в самой колбе, нейтрализует их действие, одновременно происходит самопросветление покрытия за счет окисления металла. Самомодифицирующееся покрытие (при определенной его толщине) становится сферическим инфракрасным отражателем, в фокусе которого автоматически оказывается расположенным тело накала, тем самым на его подогрев расходуется меньше электрической энергии. Для того чтобы металлическое покрытие было однородно по толщине, металл испаряют непосредственно с тела накала.

Пример 2.

1. Задача (постановка задачи): требуется повысить срок службы ламп накаливания.

2. Формулировка проблемы (проблема): неравномерность выгорания (по длине и сечению) вольфрамовой нити в процессе эксплуатации.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: нить должна самовосстанавливаться (самозалечиваться), причем интенсивнее там, где вольфрам больше выгорает.

4. Решение задачи: используем реакцию *Ван Аркеля-Де Бура* и помещаем в лампу накаливания добавку йода; при этом в местах, где температура тела нити накаливания повышена (сечение уменьшается вследствие «выгорания» вольфрама, намечаются предпосылки для сторания нити) происходит интенсивное восстановление вольфрамовой нити (самозалечивание дефекта). Срок службы лампы заметно возрастает (лампы с йодным циклом, галогенные лампы).

2.1...2. Взгляд на физические и иные процессы, происходящие в устройстве или при осуществлении того или иного способа «изнутри», со стороны, издали, вблизи.

Пример.

1. Задача (постановка задачи): требуется повысить эффективность действия ледокольных судов.

2. Формулировка проблемы (проблема): для этого необходимо либо наращивать вес, либо скорость, тогда должен быть и более прочный, более тяжелый корпус, возрастает расход энергии.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: взгляд со стороны – аналог – отбойный молоток, ударник которого выполнен из ряда отдельных частей; выигрыш в силе удара происходит не за счет увеличения массы, а за счет расчленения удара отбойного молотка на отдельные компоненты (открытие д. т. н. *Е.В. Алексан-дрова*): повышение коэффициента передачи энергии при соударении двух или более тел – параметры соударяющихся тел при упругом ударе определяются не только соотношением их масс, но и формой.

4. Решение задачи: выполнить ледокольное судно (его рабочую часть) по аналогии с ударником отбойного молотка (см. выше).

• Введение «живой материи» в качестве элемента конструкции. Создание гибрида устройства (способа) с использованием живого и косного вещества.

Пример 1.

1. Задача (постановка задачи): создать материал для обратимой регистрации оптических изображений.

2. Формулировка проблемы (проблема): дороговизна фотохромных стекол и материалов.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: использование фототропного эффекта у ряда микроорганизмов для формирования изображения (микроорганизмы покидают наиболее освещенные места, формируя таким образом изображение).

4. Решение задачи: используют плоскую герметичную кювету с жидкой питательной средой, в которой находятся микроорганизмы. При проецировании на кювету изображения, в ней формируется «изображение», состоящее из микроорганизмов. При отключении источника света изображение исчезает, «стирается», запись-стирание может быть неоднократным.

Пример 2.

1. Задача (постановка задачи): создать новый способ (устройство) – реле, исполнительное устройство, срабатывающее при пропускании электрического тока.

2. Формулировка проблемы (проблема): существующие устройства сложны и энергоемки.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: а) вводим в качестве элемента конструкции, изменяющего свои геометрические размеры при пропускании электрического тока, например, лапку лягушки; б) находим либо способ консервации биоткани, либо ее эквивалентную техническую замену; в) для этого, например, используем П-образную пластину с эффектом памяти формы, на колене пластины – электрическая обмотка, разогреваемая электрическим током (либо пропускание электрического тока непосредственно через П-образную пластину); при нагреве пластина разворачивается, замыкая при этом контакты, либо выполняя механическую работу.

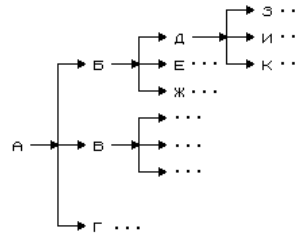
4. Решение задачи:

Пример 3. Использование конского волоса в гигрометрах.

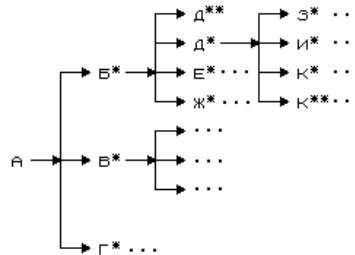
• «Плагнат» у живой природы. Патенты живой природы.

1. Определение метода: метод изобретательского творчества, основанный на использовании аналогий в био- и техносферах.
 2. Идея метода: применение принципа действия живых систем и использование биологических процессов для решения ин-женерных задач [4, С. 39].
 3. Рекомендуемые этапы реализации: анализ решаемой проблемы с позиций заимствования идей у живой природы.
 4. Достоинства метода: наглядность, убедительность, оптимальность решения.
 5. Недостатки метода: трудность прямого перенесения решений (например, создание аналога головного мозга, глаза и т. д.).
 6. Пример(ы) практической реализации:
 1. Задача (постановка задачи): создать объективы, позволяющие: а) обеспечить максимальный обзор; б) обеспечить регулировку светового потока при варьировании его интенсивности на несколько порядков.
 2. Формулировка проблемы (проблема): сложность технического воплощения при традиционном подходе.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: используются природные аналоги – глаз рыбы, кошки.
 4. Решение задачи: создание объективов типа «рыбий глаз», «кошачий глаз».
 - Метод эстетических композиций. Перенос законов теории искусств на технические объекты.
 - Метод творческого раздвоения личности. Эстетический и технический (эмоциональный и логический) подходы к решению творческой задачи.
 1. Определение метода: метод активизации индивидуальной творческой деятельности, основанный на эмоционально-логическом коммуникативном подходе к решению задачи.
 2. Идея метода: поочередная активизация работы левого и правого полушарий головного мозга, позволяющая реализовать симбиоз эстетического и технического подходов к решению творческой задачи.
 3. Рекомендуемые этапы реализации:
 - 1) постановка задачи;
 - 2) генерирование идей с логическим (техническим) подходом;
 - 3) генерирование идей с эмоциональным (эстетическим) подходом;
 - 4) поочередное повторение процедур 2 и 3 до достижения конечного результата.
 4. Достоинства метода: позволяет в лице одного человека осуществить творческое раздвоение личности, удвоить таким образом силы.
 5. Недостатки метода: необходима тренировка; метод не претендует на универсальность.
 6. Пример(ы) практической реализации:
 1. Задача (постановка задачи): усовершенствовать окно.
 2. Формулировка проблемы (проблема): окно должно пропускать свет, а также выполнять эстетические функции.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: см. выше этапы.
 4. Решение задачи: окно – «живая картина».
 - Метод органолептических ассоциаций. Использование соответствующих видов памяти.
- Определение метода: метод органолептических ассоциаций (с использованием соответствующих органов чувств и видов памяти) с образным представлением объектов (явлений, устройств и т. п.) в виде вкусовых, цветовых, обонятельных, осязательных и других композиций.
- Пример: технический аналог – метод цветокодированных эквиденситограмм для выявления микрофлуктуаций оптических плотностей в фотографическом изображении. Градации перепада оптических плотностей (обычно визуально можно различить до двух десятков градаций серого) трансформируются в градации цветовой гаммы (можно различить визуально до 300 оттенков).
- Ювенильно-дилетантский подход. Новый подход к решению старой проблемы.
1. Определение метода: метод, использующий возможность нетрадиционного решения задачи дилетантом, человеком, у которого не сформировался и не стал техническим штампом взгляд на данную проблему
 2. Идея метода: см. выше.
 3. Рекомендуемые этапы реализации: как правило, отсутствуют; «озарение».
 4. Достоинства метода: быстрота и оригинальность решения.
 5. Недостатки метода: случайность, непредсказуемость, непрогнозируемость во времени момента решения, проблема поиска потенциального исполнителя.
 6. Пример(ы) практической реализации:
 1. Задача (постановка задачи): усовершенствовать процесс фотопечати.
 2. Формулировка проблемы (проблема): лист фотобумаги не является плоской фигурой, возникают краевые искажения; если использовать прижимную рамку, возрастает расход фотобумаги.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: взгляд на проблему сызнова.
 4. Решение задачи: проецировать изображение на фотобумагу не сверху, а снизу – на экран, а фотобумагу прижимать к экрану, например, к листу стекла.
 - Анализ путей развития технического объекта.
 - Метод классификационный с последовательным детализирующим расчленением объекта и его признаков. Метод *УДК, МКИ*.
 1. Определение метода: метод решения технических задач, использующий последовательно детализируемую классификацию объекта и его признаков с дальнейшим дополнением и/или заменой признаков с последующим синтезом оригинального технического решения.
 2. Идея метода: последовательная углубленная детализация признаков объекта с последующим их совершенствованием с синтезом модифицированного объекта.
 3. Рекомендуемые этапы реализации: см. ниже пример.
 4. Достоинства метода: относительная простота.
 5. Недостатки метода: метод применим при решении преимущественно простых задач.
 6. Пример(ы) практической реализации:
 1. Задача (постановка задачи): усовершенствовать усилитель, сделать так, чтобы его полоса пропускания подстраивалась на усилимый сигнал.
 2. Формулировка проблемы (проблема): отсутствие аналогов, сложность перестройки полосы пропускания.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: а) составление аналога таблицы *УДК*; б) ее искусственное развитие (детализация).
 - Метод цепной реакции.
 1. Определение метода: Метод, использующий «взрывной» характер развития и детализации признаков в n – мерном пространстве, где n – количество признаков объекта.
 2. Идея метода: последовательное многоуровневое расчленение признаков объекта в n – мерном пространстве, где n – количество признаков объекта изобретения; последующий координатный сканирующий опрос и модификация (модернизация) полученного банка информации с его последующим анализом и синтезом полученного решения. Простейший вариант метода – 1, 2, 3 – мерное развитие цепной реакции применительно, например, к совершенствованию однозначно определяемых пара-метров.
 3. Рекомендуемые этапы реализации:
 - 1) расчленение признаков:
 - – усилитель с перестройкой полосы пропускания, управляемый по постоянному току.

- .126.41 – ... изменением частоты настройки колебатель- ного контура.
- .126.411 – ... в цепи обратной связи усилителя.
- .126.42 – ... изменением частоты настройки сигналом по- стоянного тока.



2) сканирующее модифицирование (*) и синтез альтернативных признаков (**) с привлечением одного из вспомогательных методов технического творчества, например, перебора ситуаций.



- 3) анализ признаков;
- 4) синтез нового технического решения.
- 4. Достоинства метода: возможность многостороннего и многоуровневого подхода к совершенствованию объекта, возможность комплексного усовершенствования его технических характеристик.

5. Недостатки метода: относительно большое число получаемых вариантов, трудность их перебора и отбора.

- Обобщенный эвристический метод *[5].

1. Определение метода: метод, использующий фонд специ- альных (эвристических) приемов (преобразований) объектов при реше- нии технических задач.

2. Идея метода: использование в изобретательском творчестве информационной базы, включающий фонд физических эффектов, информационный фонд технических решений, материалов, конструкционных материалов, элементов, технологических процессов.

3. Рекомендуемые этапы реализации:

- предварительная постановка задачи;
- изучение задачи и ее анализ;
- уточнение и детализация постановки;
- поиск технических идей, решений, физических принципов;
- выбор наилучших технических решений;
- доработка выбранных технических решений;

– анализ технико-экономической эффективности показателей технических решений и оценки перспектив их внедрения (прак- тического использования).

4. Достоинства метода:

5. Недостатки метода:

- Межотраслевой фонд эвристических приемов преобразования объектов* [5].

Включает преобразование: а) формы; б) структуры; в) в пространстве; г) во времени; д) движения и силы; е) материала и вещества; ж) приемы дифференциации; з) количественные изменения; и) использование профилактических мер; к) использование резервов; л) преоб- разование по аналогии; м) повышение технологичности.

- Фонд операций Коллера* [5].

1. Определение метода: ряд приемов для активизации процесса преобразования технического объекта, использующий взаимопр- отивоположные операции; в основу метода заложен закон единства и борьбы противоположностей.

2. Идея метода: применяя набор типовых взаимно противоположных операций, использовать этот фонд для практического усовер- шенствования технического объекта.

3. Рекомендуемые этапы реализации: последовательный пе- ребор взаимно противоположных операций с попыткой логического или интуитивного выбора наиболее подходящих операций для усовершенствования технического объекта:

- излучение-поглощение;
- сбор-рассеяние;
- проведение-непроведение;
- преобразование-обратное преобразование;
- изменение направления - изменение направления;
- увеличение-уменьшение;
- проводимость-изоляция;
- выравнивание-колебание;
- связь-прерывание;
- объединение-разделение;
- накопление-выдача;
- отображение-обратное отображение;
- фиксирование-расфиксирование.

В функциональной структуре прототипа затем следует осуществить различные перестановки физических операций с одно- временным анализом полученных вариантов на работоспособ- ность, допустимость и эффективность [5].

4. Достоинства метода: простота.

5. Недостатки метода: возможность решения, как правило, простых задач.

2.2.3.5. Банк физических эффектов. Фонд физикотехнических эффектов* [5].

1. Определение метода: метод технического творчества, основанный на использовании банка физических (физико-технических) эффектов.

2. Идея метода: использовать богатейший фонд (до 3–5 тысяч) физических (физико-технических) эффектов и их описаний для расширения представления изобретателя о возможных путях преобразования технического объекта; обеспечения возможности выбора нетрадиционного подхода, использования нестандартных процедур.

3. Рекомендуемые этапы реализации:

— подготовка технического задания (правильно поставленная задача – половина успеха);

— синтез возможных физических принципов действия (цепочки физико-технических) эффектов;

— анализ совместимости (физико-технических) эффектов в цепочках;

— разработка принципиальной схемы.

4. Достоинства метода: допускает возможность применения *ПЭВМ*, может быть использован в сочетании с другими методами; расширяет перечень возможных вариантов решения задачи.

5. Недостатки метода: большие затраты времени на изучение и попытки применения банка малоизвестных физических эффектов; вероятная неполнота банка эффектов в отношении решаемой задачи.

40 приемов разрешения физических (технических) противоречий.

1. Определение метода: метод изобретательского творчества, основанный на использовании набора стандартных приемов разрешения физических (физико-технических) противоречий.

2. Идея метода: при решении технической задачи использовать набор типовых приемов с учетом того, что число физических противоречий, на которых базируются изобретательские задачи, сравнительно невелико.

3. Рекомендуемые этапы реализации: последовательный перебор приемов разрешения физических (технических) противоречий и выбор наиболее приемлемого приема с его развитием для конкретной изобретательской задачи.

4. Достоинства метода: простота.

5. Недостатки метода: невозможность охвата всех возможных вариантов решения.

6. Пример(ы) практической реализации:

1. Задача (постановка задачи): усовершенствовать мишень для спортивной стрельбы по тарелочкам.

2. Формулировка проблемы (проблема): трудность сбора боя тарелок.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: перебор возможных приемов разрешения технических противоречий (см. выше).

4. Решение задачи:

— прием использования фазовых переходов: тарелочка из замороженной жидкости (вода, сухой лед и т. п.);

— прием изменения физико-химических параметров объекта – прием использования окислителей: тарелочка из растворимого соединения, окисляющегося соединения (состава);

— прием обращения вреда в пользу – тарелочка из удобрений;

— прием замены дешевой недолговечности на дорогую долговечность – тарелочки из металла, а пули, например, резиновые;

— прием дробления – тарелочка из прессованной пыли, песка;

— прием заранее подложенной подушки – расположение под местом падения осколков полотна для сбора этих осколков;

— прием самообслуживания – тарелочка-бумеранг, выполненная в виде металлического обода и натягиваемой поверх него пленки.

• Банк открытий. Их систематизация и приложение к совершенствуемому объекту.

1 и 2. Определение и идея метода: метод, использующий возможность практического распространения новых, недавно открытых явлений природы, а также других открытий, занесенных в Государственный реестр открытий, на совершенствуемый объект.

3. Рекомендуемые этапы реализации: С большей отдачей для практической деятельности человека использовать потенциал теоретических сведений, заложенных в открытых явлениях природы.

4. Достоинства метода: позволяет использовать совершенно новые, оригинальные идеи в техническом творчестве.

5. Недостатки метода: неуниверсальность.

6. Пример(ы) практической реализации:

1. Задача (постановка задачи): разработать новый метод анализа жидких сред.

2. Формулировка проблемы (проблема): путь решения не просматривается.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: берем открытие № 109 1961 г. «Экспериментально установлено неизвестное ранее явление аномального увеличения (в десятки раз) скорости движения и высоты подъема жидкости в капиллярах при непосредственном воздействии ультразвука ...»

4. Решение задачи: для жидких сред, отличающихся физико-химическими параметрами (вязкость, плотность и т. п.):

— высота подъема столба жидкости в капиллярах под воздействием ультразвука будет различна;

— при изменении сечения капилляра или интенсивности (либо частоты) ультразвуковых колебаний для различных жидкостей относительная высота подъема жидкости по капиллярам будет отличаться.

Следовательно, можно создать новый способ идентификации жидких сред, изучения их свойств.

• Использование банка описаний патентов и открытий. Анализ банка отказных решений.

1. Определение метода: метод включает анализ признаков (см. ниже пп.), использование приемов и методов, их достоинств и недостатков путей усовершенствования объекта. Так как, как правило, все возможности для усовершенствования метода, объекта далеко не исчерпаны, определение узких мест в развитии технических объектов, стадий развития этих объектов, целесообразности концентрирования творческих усилий на решении конкретной задачи, а также выбор метода, который можно было бы использовать для решения творческих задач подобного уровня сложности.

• Анализ значимости формулы изобретения, функционального назначения признаков, их удельного веса.

1. Определение метода: метод, использующий анализ значимости формулы изобретения и входящих в ее структуру признаков с оценкой их весового вклада.

2. Идея метода: анализ формулы конкретного технического решения (прототипа), его признаков и их значимости в функционировании объекта, попытки введения дополнительных признаков, их развития в расчете на дальнюю и ближнюю перспективы с коррекцией удельного веса признаков; анализ назначения (предназначения) каждого из признаков для достижения основной и вспомогательной целей.

3. Рекомендуемые этапы реализации:

— вычленение признаков объекта: $A + B + B + \dots$;

— оценка их удельного веса, значимости;

— введение дополнительных признаков и/или развитие старых признаков на дальнюю и ближнюю перспективы;

— коррекция удельного веса признаков;

— анализ назначения каждого из признаков для достижения основной и вспомогательной задачи;

— синтез нового технического решения.

• Анализ деталей устройства, их взаимосвязи (в статике), их взаимодействия (в динамике) с точки зрения оптимизации.

Метод включает также анализ взаимодействия устройства и его деталей с рабочим телом и с подводимым источником энергии; воздействие элементов устройства на промежуточный и конечный продукты; изменение свойств деталей, их взаимосвязей в процессе эксплуатации и износа, изменение свойств подводимых материалов и источников энергии, конечного и промежуточного продуктов.

- Метод размерностной качественной зависимости параметров устройств и процессов от факторов, их определяющих.

Метод подразумевает использование анализа размерностной качественной зависимости параметра объекта **K1, K2, K3 ...** с последующим варьированием факторов, их определяющих, в направлении совершенствования и выбора оптимальных вариантов.

- Применение объектов по новому назначению, в новом качестве.

Пример 1.

1. Задача (постановка задачи): создать устройство для аэрионного воздействия.
2. Формулировка проблемы (проблема): при традиционном подходе необходим сложный излучатель, высоковольтный источник напряжения.
3. Процедуры, рекомендуемые методом: использование высоковольтного выпрямителя телевизионного приемника по новому назначению.
4. Решение задачи: применить высоковольтный источник напряжения телевизора или саму электронно-лучевую трубку для ионизации воздуха.

Пример 2: использование электронно-лучевой трубки в электрофотографическом аппарате.

Пример 3: использование фломастеров для электрофорезного введения лекарственных препаратов.

Пример 4: нанесение на обод колеса автомобилей линий для того, чтобы без специальных приборов визуально по стробоскопическому эффекту определять скорость движения автомобиля.

- Метод ретроспективного (регрессивного) анализа с поиском альтернативных путей развития объекта.

Пример.

1. Задача (постановка задачи): требуется устройство (или способ) записи информации под водой.
2. Формулировка проблемы (проблема): шариковые ручки, карандаши – малоприспособны.
3. Процедуры, рекомендуемые методом: – ретроспекция – возврат к гусиному перу, к свинцовым палочкам, которыми пользовались для записи на бересту.
4. Решение задачи: (и альтернативный путь): в качестве пишущего узла использовать стержень, на заостренном конце которого – радиоактивный препарат, в качестве материала для записи – альбом фоторегистрирующего материала в свето- и гиронепроницаемых упаковках.

- Метод конкурентного развития альтернативного и основного вариантов.

Пример.

1. Задача (постановка задачи): создать пишущий узел с регулируемой шириной линии письма.
2. Формулировка проблемы (проблема): изменение ширины линии невозможно осуществлять в широких пределах.
3. Процедуры, рекомендуемые методом:
 - выбор альтернативных вариантов, например, перьевая авто-ручка и фломастер;
 - формулирование проблемы и путей ее разрешения; а) сменные головки пишущих узлов;
- б) изменение сечения капилляра (зазора в перьевой ручке).
 - конкурсное и поочередное развитие возможных вариантов устройств, возможность объединения подхода к решаемой проблеме;
 - выбор оптимального конечного результата (решения).
4. Решение задачи: изменение ширины линии пишущего узла фломастера посредством использования навинчиваемого клина, обеспечивающего равномерный обжим капиллярного стержня и плавную регулировку сечения капилляров.

- Метод сканирующей псевдовынужденной замены узла устройства или процедуры в способе.

Пример.

1. Задача (постановка задачи): повысить надежность контактных групп коммутаторов электрического тока (например, в телефонном номеронабирателе), снизить в них содержание серебра.
2. Формулировка проблемы (проблема): контакты с малым содержанием серебра быстро окисляются на воздухе, быстрее изнашиваются; надежность таких контактных групп невысока.
3. Процедуры, рекомендуемые методом:
 - отказ от контактной группы;
 - введение нового узла.
4. Решение задачи:
 - 1) вместо контактной группы и прерывателя использовать геркон (герметизированный магнитоуправляемый контакт) и 10 магнитиков, закрепленных на телефонном диске;
 - 2) введение открытой оптоэлектронной пары (светодиод– фотодиод), работающей на отражение от 10 микрозеркал, закрепленных или нанесенных, например, вакуумной металлизацией, на телефонный диск.

- Решение основной задачи как второстепенной и временное улучшение другого параметра. Временный перенос центра тяжести.

Пример.

1. Задача (постановка задачи): требуется, чтобы изоляцией можно было бы экранировать токонесящие элементы.
2. Формулировка проблемы (проблема): неясно, как сделать так, чтобы изолянта одновременно изолировала токонесящие элементы изделия, и одновременно экранировала бы электрические поля.
3. Процедуры, рекомендуемые методом: временно улучшаем другой параметр (переносим центр тяжести) – увеличиваем диэлектрическую прочность пленки, например, за счет введения второго слоя.

Преобразование объекта – введем токопроводящий слой между двумя диэлектрическими.

4. Решение задачи: основная задача – введение токопроводящего слоя (экрана) между двумя диэлектрическими слоями (многослойная лента с чередованием токопроводящих и нетокопроводящих слоев).

4а. Развитие решения основной задачи:

- исключение диэлектрических материалов, создание токопроводящей липкой ленты;
- используем бислойную токопроводящую – токонепроводящую липкую ленту;
- используем многослойную токопроводящую – токонепроводящую липкую ленту в качестве проходных конденсаторов электрических фильтров;
- использование такого материала в качестве диэлектрических перчаток с заземленным экранным слоем – даже при пробое изоляции человек не пострадает, т. к. ток короткого замыкания «уйдет на землю», и защита успеет сработать.

Метод достижения внепланового (дополнительного) эффекта.

1. Задача (постановка задачи): создать перестраиваемую антенну СВЧ-диапазона.

2. Формулировка проблемы (проблема): трудность изменения геометрических размеров антенны.

3. Процедуры, рекомендуемые методом: надо ввести внеплановый эффект – сделать антенну компактной.

4. Решение задачи:

- 1) использовать принцип «гармошки» – с избирательной металлизацией элементов;
- 2) создать надувную антенну с металлизацией (токопроводящая резина);

3) использовать рулонную антенну со спиральной металлизацией (выдвижная антенна в виде металлизированного рулона).

2.2.5.9. Решение симметричной задачи из другой области науки.

Пример.

1. Задача (постановка задачи): требуется создать огнетушитель, которым можно было бы тушить электрические цепи, находящиеся под напряжением.
2. Формулировка проблемы (проблема): необходимо полностью исключить возможность поражения человека электрическим током.
3. Процедуры, рекомендуемые методом: решение параллельной задачи: как лучше забить гвоздь – давлением на гвоздь; од- ним сильным ударом или серией слабых ударов. Перенос решения задачи.
4. Решение задачи: использовать для тушения пожара в токонесящих конструкциях под напряжением огнетушители, периодически «выстреливающие» порции (в качестве варианта – пакеты) воды или льда.

Тема 1.5. Механические методы комбинаторики при решении технических задач (Дискуссия 4 ч.)

Критериальный анализ по параметрам устройства (процесса) в целях его оптимизации.

- Метод *Огюста Родена*. Негативная новизна.
 - Функционально-стоимостный анализ
1. Определение метода: метод системного исследования объекта, направленный на повышение эффективности использования материальных и трудовых ресурсов.
 2. Идея метода: в любом объекте заложены скрытые резервы (излишний вес, энергопотребление, ненужные или малозначимые операции или элементы); необходимо рационально усовершенствовать объект, как правило, без его усложнения, с извлечением при этом экономического эффекта.
 3. Рекомендуемые этапы реализации:
 - подготовительно-поисковый этап; выбор объекта анализа;
 - информационный этап (сбор, систематизация, изучение объекта и его анализ);
 - аналитический этап (выявление скрытых резервов);
 - творческий этап (выбор пути устранения излишков);
 - экспертный этап;
 - исследовательский этап;
 - оформительно-исследовательский этап.
 4. Достоинства метода: относительная простота.
 5. Недостатки метода: усовершенствованию поддаются, как правило, довольно несовершенные объекты.
 6. Пример(ы) практической реализации:
 1. Задача (постановка задачи): снизить массогабаритные показатели низкочастотного дросселя.
 2. Формулировка проблемы (проблема): снизить массу и габариты дросселя мешают ограничения, связанные с необходимостью сохранения сечения сердечника.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: см. выше.
 4. Решение задачи: использовать набор пластин специальной формы с тем, чтобы перевести центральную часть сердечника из прямоугольной в круглую форму – экономится железо для сердечника, обмоточный провод при сохранении количества витков и мощности, на которую рассчитан дроссель, снижается расход изоляционных материалов. Одновременно можно скруглить краевые выступы дросселя до сохранения равного сечения по всему периметру сердечника; в итоге снижается масса дросселя, его габариты.
- Морфологический анализ и синтез
1. Определение метода: метод, использующий систематизированное исследование возможных способов решения технической задачи посредством составления морфологического ящика (таблицы).
 2. Идея метода: [8]: систематически исследовать все возможные способы решения, найти неожиданные варианты (которые при использовании метода проб и ошибок могли быть упущены).
 3. Рекомендуемые этапы реализации:
 - точно сформулировать задачу;
 - составить список характеристик или функциональных узлов объекта техники (осей морфологической таблицы);
 - по каждому признаку (характеристике) перечислить все возможные варианты объекта;
 - проанализировать возникающие варианты;
 - отобрать лучшие решения.
 4. Достоинства метода: можно получить исчерпывающее количество вариантов реализации объекта в сжатой (компактной) форме.
 5. Недостатки метода: нет системы отбора эффективных решений. Число анализируемых вариантов может достигать невообразимых значений.
- Графологические ряды. Гомологические ряды* [5].
- Гомологические (т.е. соответственные, подобные) группы родственных объектов с одинаковыми свойствами, функциями, структурой, например, гомологические ряды органических соединений, различающихся на одну или несколько метиленовых групп. Закон гомологических рядов устанавливает параллелизм в изменчивости родственных групп объектов.
- Достоинства метода: позволяет прогнозировать появление новых технических решений по аналогии, например, с прогнозированием открытия новых химических элементов с помощью Периодической таблицы *Д.И. Менделеева*. На основе метода может быть разработана эффективная модификация метода морфологического анализа и синтеза [5, С. 128–129]. Значительно облегчается выбор в морфологической таблице новых улучшенных технических решений [5].
- Метод прямой (логической) аналогии, подобию. Масштабирование, учет размерных и временных эффектов.
- Пример 1.
1. Задача (постановка задачи): создать регулятор нагрева к паяльнику.
 2. Формулировка проблемы (проблема): тиристорный регулятор сложен, дорог, но удерживает малые токи; автотрансформатор громоздок, тяжел.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: другие нагревательные приборы, такие, например, как утюги, используют биметаллические терморегуляторы, которые отключают нагревательный элемент при достижении заданной пользователем температуры.
 4. Решение задачи: введение в паяльник биметаллического терморегулятора.
- Пример 2.
1. Задача (постановка задачи): создать индикатор температуры для утюга (паяльника).
 2. Формулировка проблемы (проблема): ртутный термометр – опасен, биметаллический – занимает относительно много места.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: в медицине используют безынерционные жидкокристаллические индикаторы температуры, изменяющие свою окраску в зависимости от изменения температуры.
 4. Решение задачи: введение в объект термоминдикаторов, изменяющих свою окраску при изменении температуры.

- Метод прямых (логических) аналогий*.

Разновидности методов прямых (логических) аналогий рассмотрены также в [3, С. 50; 4, С. 40].

- Фантастическая аналогия* [4, С. 41].

В задачу вводится фантастический объект, выполняющий то, что требуется по условиям задачи (ковер-самолет, шапка-невидимка, волшебная палочка и т. п.). После того, как задача с помощью фантастических средств решена, эти средства «материализуют», т. е. заменяют реально существующими механизмами или их комбинациями [4, С. 41].

- Метод символической аналогии* [4, С. 41].

Характеристики объекта представляются в обобщенном, абстрактном виде и им ищется аналог. Затем производится обратное преобразование от найденных абстрактных аналогов к условиям решаемой задачи.

Например, для шлифовального круга символической аналогией будет «точная шероховатость» [4, С. 41].

- Личные аналогии (эмпатия) [4, С. 41].

Для использования метода решающий задачу человек вживается в образ совершенствуемого объекта, пытаясь выявить возникающие при этом чувства, ощущения.

- Метод моделирования маленькими человечками

Метод применяется в тех случаях, когда изменения, которые должны происходить с человеком в процессе моделирования методом эмпатии (личной аналогии), выходят за пределы возможностей человеческого организма, например, быть разрезанным на несколько частей.

Суть метода состоит в том, чтобы представить объект в виде множества (толпы) маленьких человечков.

Пример: открытие *Ф.А. Кекуле* структурной циклической формулы бензола; «демоны» *Дж.К. Максвелла*, использованные при разработке динамической теории газов.

- Ассоциативные методы*.

- Метод фокальных объектов*.

1. Определение метода: метод, использующий целенаправленно псевдослучайные признаки, сочетания для модифицирования исходного объекта.

2. Идея метода: оригинальное усовершенствование объекта нельзя осуществить путем дедуктивных рассуждений с использованием жестких алгоритмов; для этого необходимо в случайном порядке находить большое число «подсказок» и анализировать построенные на их основе возможные варианты решения [4, С. 42].

3. Рекомендуемые этапы реализации: [4, С. 42]:

— определение фокального объекта, на котором сосредоточено внимание при решении задачи;

— случайный выбор, например, из энциклопедии, нескольких слов – как правило, от двух до шести, которые не обязательно должны обозначать технические объекты;

— составление ведомости выбранных объектов и выявление их разнообразных признаков;

— развитие первоначальных идей и генерирование новых путем свободных ассоциаций (сопоставляя случайные признаки с новыми объектами);

— оценка полученных вариантов решений и выбор из них практически осуществимых.

- Метод гирлянд ассоциаций и метафор*. Метод изложен в [2, С. 43; 3, С. 81].

- Стратегия семикратного поиска*. Метод изложен в [3, С. 81].

- Метод контрастов и противоречий с переходом к методу последовательных приближений.

1. Задача (постановка задачи): создать надежный паяльник.

2. Формулировка проблемы (проблема): обгорание конца нагреваемого стержня и сторание самого нагревательного элемента.

3. Процедуры, рекомендуемые методом:

1a – конец стержня (оптим.) – не обгорает.

1б – конец стержня (не оптим.) – быстро сгорает (исчезает).

2a – нагревательный элемент (оптим.) – не сгорает.

2a – нагревательный элемент (не оптим.) – сгорает сразу.

1a – стержень из стали – но... мала теплопроводность.

1б – конец стержня – припой, выдавливаемый, как, например, красящий состав из шариковой ручки, цангового карандаша, фломастера (при разогреве, плавлении).

1a – вновь возникла проблема, необходимо ответвление.

... после ряда последовательно выполненных процедур – три решения:

4. Решение задачи:

Решение 1: использовать металлокерамический стержень, который одновременно является тепловыделяющим элементом, работающим при пропускании через него электрического тока.

Решение 2: паяльник, выполненный по типу пишущего узла (шариковая ручка, фломастер), где расплав припоя поступает к точке пайки через, например, капилляры.

Решение 3. нагревательный элемент паяльника включается только при касании жала паяльника припоя (места пайки), замыкание: а) за счет кнопки; б) через припой (место пайки) в) за счет срабатывания сенсорного элемента при поднесении руки к паяльнику.

- Метод тестов, контрольных вопросов*.

- Списки *Т. Эйлорта**.

Суть метода изложена в [3, С. 80]; изобретатель, отвечая на вопросы, содержащиеся в списке, может подойти к решению своей задачи; таким образом, задается программа поиска решения изобретательской задачи.

- Метод экспертных оценок*.

1. Определение метода: метод, предусматривающий привлечение к анализу новых технических идей специалистов из различных технических областей.

2. Идея метода: многостороннее рассмотрение проблемы с точек зрения специалистов различного профиля [2, С. 12].

3. Рекомендуемые этапы реализации: [2, С. 12] проектируемое устройство рассматривается с различных точек зрения, причем:

— устройство должно удовлетворять удобству человека;

— устройство не должно нарушать условия общественного порядка;

— конструкция должна хорошо соответствовать условиям окружающей среды (климатическим, радиационным и т. д.);

— могут возникнуть требования, исходя из условий биологической среды;

— изделие анализируется с точки зрения совместимости заложенных в нем физических эффектов.

Метод случайных комбинаций и сочетаний. Игровые методы развития ситуаций.

1. Задача (постановка задачи):

— не определена;

— усовершенствовать;

— создать новый объект; объект с комбинированными свойствами.

2. Формулировка проблемы (проблема): отсутствует.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: перебор случайных комбинаций и сочетаний.
 4. Решение задачи:
 - радиорепродукторчасы на жидких кристаллах с подпиткой от радиотрансляционной сети с использованием подзаряжаемого конденсатора;
 - кепка – солнечные очки;
 - вилокложка, сочетающая свойства вилки и ложки.
 - Использование случайностей*.
- Пример: «Ванна *Архимеда*», «Яблоко *Ньютона*».
- Синектика. Совмещение разнородных элементов*.
 - Метод проб и ошибок*.
1. Определение метода: псевдостохастический перебор информации, касающийся совершенствуемого объекта.
 2. Идея метода: использование последовательного выдвижения и рассмотрения всевозможных вариантов решения, отбрасывание неудачных и субъективная оценка пригодности или непригодности идеи.
 3. Рекомендуемые этапы реализации:
 - идея возникает по формуле: «А что, если сделать так...»;
 - анализ идеи, ее оценка, введение корректировки;
 - последовательное повторение пп. 1, 2 до достижения приемлемого результата.
 4. Достоинства метода: эффективность при решении сравнительно простых задач.
 5. Недостатки метода: нет правил выдвижения идей, субъективность оценки, неопределенности количества этапов метода для достижения требуемого результата.
 6. Пример(ы) практической реализации: подход *Т.А. Эдисона*.
- Метод прямого решения*.
 - Метод последовательной замены признаков (цепочка последовательных превращений)..
1. Задача (постановка задачи): усовершенствовать объект с признаками, например, Т–О–К, перейти к объекту с планируемыми признаками К–О–Д.
 2. Формулировка проблемы (проблема): не обозначена.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом:
 - формирование цепочки последовательных преобразований с заменой признаков;
 - отсев неестественных и бессмысленных решений, например, АОК, ГОК и т. п.
 - Использование метода *Монте–Карло* (рулетки).
- Перебор и совершенствование признаков объекта по случайному закону, но с определенным весовым вкладом того или иного признака.
- Кубик *Рубика*. Молдавская пирамидка.
- Представление кубика *Рубика*, молдавской пирамидки, других подобных фигур – в виде варьируемой структуры, где граням и плоскостям фигур соответствует определенный набор эффектов, явлений, признаков с последующей экспертной оценкой полученных сочетаний.
- Метод калейдоскопа. Использование элементов комбинаторики.
- Методы предусматривают механический перебор случайных вариантов и сочетаний; необходимо предусмотреть, чтобы в основу был заложен потенциально большой набор сочетаний, исходных данных.
- Метод лабиринта. Случайность, закономерность, прогноз хода развития.
 - Метод фоторобота.
1. Задача (постановка задачи): подобрать оптимальное сочетание комбинаций для решения технической задачи.
 2. Формулировка проблемы (проблема): выбор наиболее близкого сочетания признаков по идеальному соответствию к ожидаемому конечному результату.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: последовательная замена признаков объекта с коллегиальной (коллективной) оценкой ее соответствия.
 4. Решение задачи: эмпирически подбор (перебор) наиболее удачного сочетания признаков для достижения планируемого эффекта (цели).
 - Компьютерные методы моделирования.
 - Компьютерный метод физических принципов действия
 - Компьютерный метод синтеза оптимальных структур и форм* [5, С. 11].
 - Компьютерный метод обратнo–ориентированного синтеза и анализа конструкторско-технологических решений* [5, С. 11].
 - Компьютерный метод синтеза технических решений
 - Метод компьютерных игр. Компьютерная мультипликация.
 1. Задача (постановка задачи): усовершенствовать технический объект.
 2. Формулировка проблемы (проблема): не обозначена.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: проигрывание процесса или технического объекта в пространстве и во времени; введение элементов игры.
 4. Решение задачи: следует из хода развития игровой ситуации.
 - Метод шахматной партии.
- Предусматривает компьютерную проработку ситуаций на перспективу на несколько ходов вперед с учетом ответной (ожидаемой и неожиданной) реакции технического объекта на вмешательство.
- Компьютерный метод наращивания признаков «лица» по мере его старения.
1. Задача (постановка задачи): спроектировать развитие технического объекта в процессе эксплуатации или усовершенствования.
 2. Формулировка проблемы (проблема): на дальнюю перспективу развитие технического объекта явно не просматривается.
 3. Процедуры, рекомендуемые методом: прогностическое развитие признаков во времени.
 4. Решение задачи:
 - регрессивные преобразования; при эксплуатации – развитие сети трещин, появление дефектов, изменение геометрии элементов объекта в результате износа;
 - прогрессивные преобразования – при усовершенствовании технического объекта (могут быть также получены методом «от противного»).
 - Компьютерная оптимизация технического решения. Принцип наименьшего сопротивления (наименьшего действия).
 - Программа «Изобретающая машина».

Пакет программ «Изобретающая машина» представляет собой семейство интеллектуальных систем поддержки решений сложных инженерно-изобретательских задач в любой области техники.

База знаний «Изобретающей машины», разрабатываемой Научно-исследовательской лабораторией изобретающих систем (НИЛИМ), г. Минск, построена на основе теории решения изобретательских задач (школа Г.С. Альтшуллера).

Проект «Изобретающая машина» (ИМ) содержит интеллектуальные системы:

- ИМ-П (приемы) – для разрешения технических противоречий и генерации идей решений изобретательских задач;
- ИМ-С (стандарты) – для решения изобретательских задач с помощью стандартов ТРИЗ с возможностью выдачи структурного прогноза развития полученной идеи;
- ИМ-Э (эффекты) – для поиска решений задач через применение естественнонаучных знаний с рекомендациями по применению физических, химических, геометрических, ресурсных, функциональных, ресурсно- функциональных эффектов;
- ИМ-Эвро – для развития творческого воображения;
- ИМ-А – для решения задач на основе логики алгоритма решения изобретательских задач – АРИЗ;
- ИМ-ФСА – для проведения функционально-стоимостного анализа;
- ИМ-Уч – интеллектуальная обучающая система;
- ИМ-Пс – комплекс подсистем, служащих для снятия психологической инерции во время решения изобретательских задач.

4.3. Лабораторные работы

<i>№ n/n</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Исследование интеллектуальных способностей, эмоциональных особенностей личности; планирование и прогнозирование работы творческих групп с помощью тестирования и анкетирования. Основные черты творческой личности, их развитие и совершенствование	8	-
2	1.	Формулирование проблемы, постановка целей и задач, как этапы научного творчества. Построение «дерева проблем», декомпозиция, аналогии	9	-
3	1.	Мозговой штурм, как метод активизации творчества в группе. Роль лидера в группе генераторов идей	8	-
4	1.	Содержание основных методов активизации инженерного творчества (ТРИЗ, ФСА и др.)	9	-
5	1.	Последовательность основных этапов прогнозирования технических решений. Банки данных и их использование в научном творчестве (на примере патентной информации)	9	-
6	1.	Матрица как способ систематизации знаний по проблеме. Создание матрицы физических эффектов; формул расчета элементов технических решений	8	-
ИТОГО			51	-

4.4. Практические занятия

<i>№ n/n</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Практические задачи научно-технического творчества	17	-
ИТОГО			17	-

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено.

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных заня- тий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
			<i>4</i>	<i>16</i>				
1. Методологические основы научно-технического творчества		153	+	+	2	76,5	Лк, ЛР, ПЗ, СР	Экзамен
<i>всего часов</i>		153	76,5	76,5	2	76,5		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Фурсенко, А. И. Основы научно-технического творчества, изобретательской и рационализаторской работы : учебное пособие для техникумов / А. И. Фурсенко, С. В. Романовский, Д. М. Беренштейн. - Москва: Высшая школа, 1987. - 191 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование издания	Вид занятия	Кол-во экз. в библи., шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
Основная литература				
1.	Алексеев В. П. Системный анализ и методы научно-технического творчества: учебное пособие / В. П. Алексеев, Д. В. Озёркин. – Томск: Томский гос ун-т систем управл. и радиоэл., 2012. – 326 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=209005	Лк, ПЗ, СР	ЭР	1,0
2.	Пахомова Ю. В. Основы технического творчества и научных исследований: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2015. – 81 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444964	Лк, ЛР, СР	ЭР	1,0
3.	Аверченков В. И. Основы научного творчества: учебное пособие / В. И. Аверченков, Ю. А. Малахов – 3-е изд., стер. – М.: Флинта, 2016. – 156 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93347	Лк, СР	ЭР	1,0
4.	Аверченков В. И. Методы инженерного творчества: учебное пособие / В. И. Аверченков, Ю. А. Малахов – 3-е изд., стер. – М.: Флинта, 2016. – 78 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93272	Лк, СР	ЭР	1,0
Дополнительная литература				
5.	Фурсенко, А. И. Основы научно-технического творчества, изобретательской и рационализаторской работы: учебное пособие для техникумов / А. И. Фурсенко, С. В. Романовский, Д. М. Беренштейн. - Москва: Высшая школа, 1987. - 191 с.	ПЗ, СР	4	0,25

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Номер раздела основные положения раздела, рекомендуемые для СР	Рекомендуемая литература	Форма отчета	Всего часов
1.	1. Методологические основы научно-технического творчества 1.1. Законы развития науки и техники 1.2. Классификация методов научно - технического творчества 1.3. Методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве 1.4. Творческие методы перебора, переноса и модифицирования ситуаций 1.5. Механические методы комбинаторики при решении технических задач	[1], [2] [1], [2] [1], [2], [3] [1], [2], [3] [1], [2], [3]	Экзамен ПЗ 1, ЛР 1...6	68
ИТОГО				68

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных и практических работ

Лабораторная работа № 1

Исследование интеллектуальных способностей, эмоциональных особенностей личности; планирование и прогнозирование работы творческих групп с помощью тестирования и анкетирования.

Основные черты творческой личности, их развитие и совершенствование

Цель работы: изучить способы планирования и прогнозирования работы творческих групп с помощью тестирования и анкетирования.

Порядок выполнения работы:

- разработать анкету и тестовые задания для исследования интеллектуальных способностей, эмоциональных особенностей личности;
- выявить черты творческой личности, способы их развития и совершенствования.

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Анкета и тестовые задания для исследования интеллектуальных способностей, эмоциональных особенностей личности.
5. Выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний;
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников.

Основная литература

1. Пахомова Ю. В. , Орлова Н. В. , Орлов А. Ю. , Пахомов А. Н. Основы технического творчества и научных исследований: учебное пособие / Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 81 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444964

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Каковы основные черты творческой личности?
2. Каким образом можно развивать черты творческой личности?

Лабораторная работа № 2

Формулирование проблемы, постановка целей и задач, как этапы научного творчества.

Построение «дерева проблем», декомпозиция, аналогии

Цель работы: научиться формулировать проблемы, ставить цели и задачи исследования.

Порядок выполнения работы:

- выбрать научную проблему и описать для нее возможные методы решения;
- сформулировать цели и задачи для решения научной проблемы;
- построить «дерево проблем», провести поиск аналогов решения проблемы.

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Описание научной проблемы.
5. «Дерево проблем»
6. Выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний;
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников.

Основная литература

1. Пахомова Ю. В., Орлова Н. В., Орлов А. Ю., Пахомов А. Н. Основы технического творчества и научных исследований: учебное пособие / Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 81 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444964

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Каким образом строится «дерево проблем»?

Лабораторная работа № 3

Мозговой штурм, как метод активизации творчества в группе.

Роль лидера в группе генераторов идей

Цель работы: изучить методы активизации научного творчества.

Порядок выполнения работы:

- выбрать научную проблему;
- используя метод «мозгового штурма» сформулировать способы решения проблемы;
- провести отсев решений научной проблемы, неприменимых в научно-производственной деятельности, дать обоснование решениям;

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Описание научной проблемы.
5. Способы решения проблем.
6. Выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний;
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников.

Основная литература

1. Пахомова Ю. В., Орлова Н. В., Орлов А. Ю., Пахомов А. Н. Основы технического творчества и научных исследований: учебное пособие / Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 81 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444964

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Опишите метод мозгового штурма.

Лабораторная работа № 4

Содержание основных методов активизации инженерного творчества (ТРИЗ, ФСА и др.)

Цель работы: изучить методы активизации научного творчества.

Порядок выполнения работы:

- выбрать научную проблему;
- используя теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ) сформулировать способы решения проблемы;
- сформулировать противоречия и их обоснования;

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Описание научной проблемы.
5. Способы решения проблем.
6. Выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний;
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников.

Основная литература

1. Пахомова Ю. В., Орлова Н. В., Орлов А. Ю., Пахомов А. Н. Основы технического творчества и научных исследований: учебное пособие / Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 81 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444964

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Опишите теорию решения изобретательских задач.

Лабораторная работа № 5

Последовательность основных этапов прогнозирования технических решений.

Банки данных и их использование в научном творчестве (на примере патентной информации)

Цель работы: изучить основные этапы прогнозирования технических решений.

Порядок выполнения работы:

- выбрать конструкцию;
- провести патентный поиск и выделить научную новизну и практическую значимость;
- дать оценку патентоспособности выбранной конструкции;

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Патентная конструкция.
5. Оценка патентоспособности выбранной конструкции.
6. Выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний;

2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников.

Основная литература

1. Пахомова Ю. В., Орлова Н. В., Орлов А. Ю., Пахомов А. Н. Основы технического творчества и научных исследований: учебное пособие / Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 81 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444964

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Этапы прогнозирования технических решений.

Лабораторная работа № 6

Матрица как способ систематизации знаний по проблеме.

Создание матрицы физических эффектов; формул расчета элементов технических решений

Цель работы: изучить способы систематизации знаний по проблеме.

Порядок выполнения работы:

- разработать матрицу решений научной проблемы;
- сформировать матрицу физических дефектов;
- привести примеры формул расчета элементов технических решений.

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Матрица физических дефектов.
5. Выводы по работе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний;

2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе:

проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников.

Основная литература

1. Пахомова Ю. В., Орлова Н. В., Орлов А. Ю., Пахомов А. Н. Основы технического творчества и научных исследований: учебное пособие / Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 81 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=444964

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Опишите способ систематизации знаний по проблеме с помощью матриц.

Практическое занятие №1

Практические задачи научно-технического творчества

Цель работы:

получение навыков научно-технического творчества с применением методов и средств анализа, которые используются при выполнении научных исследований в технике.

Задание: Решите задачи:

1. Основание пирамиды Хеопса имеет абсолютно точную нивелировку, хотя занимает площадь 4,5 га. Как древние египтяне, не имея современных высокоточных приборов для нивелировки, могли выполнить эту работу?

Предложите способ удаления сломанного метчика из отверстия.

2. Как узнать, какой из радиоэлементов перегревается при работе и его следует заменить?

Предложите способ измерения температуры в зоне резания при механической обработке на токарном станке.

3. Формовочный автомат каждую секунду выдает одну круглую таблетку. Она катится по наклонному лотку и попадает на приемный стол линии упаковки. Бывает, что автомат выдает брак: таблетку не круглой формы, а со сколами по краям или же вообще расколотую на две половинки. Как, не применяя каких-либо специальных механизмов, отделить бракованные таблетки от целых?

Предложите способ измерения температуры в зоне резания при механической обработке на фрезерном станке.

4. Во многих крупных городах автомобильные перекрестки оборудуются специальными светофорами, которые сами регулируют длительность свечения красного или зеленого цвета в зависимости от количества скопившихся автомашин. Как это может быть?

Предложите способ измерения температуры в зоне резания при механической обработке на шлифовальном станке.

5. В бункер по трубопроводу самотеком подается песок. По мере заполнения бункера требуется перекрывать трубопровод, но любые задвижки или краны быстро истираются песком. Предложите способ перекрытия трубопровода.

В процессе обработки детали резанием она нагревается и после остывания изменяет свой размер, в результате чего возникает погрешность обработки. Предложите способ компенсации этой погрешности.

6. На северных метеостанциях требуется зимой (часто в лютые морозы) четыре раза в сутки опускать в прорубь приборы для замеров параметров воды и взятия пробы. Работа осложняется тем, что прорубь через 2—3 часа полностью замерзает и ее приходится пробивать заново. Никаких сложных механизмов на метеостанции нет. Как освободить работника метеостанции от ручной работы по пробиванию проруби?

Предложите способ удаления стружки из отверстий в процессе сверления.

7. В цех на катках вкатили тяжелый пресс массой более 40 т и установили над приямком фундамента глубиной 0,5 м, куда его следовало опустить, убрав катки. Подходящего грузоподъемного оборудования не оказалось, поэтому монтаж пресса остановился и план пуска цеха срывался. Предложите выход из создавшегося положения.

Предложите способ определения работоспособности реза в процессе обработки.

8. Как, не сливая воду из трубопроводной системы, заменить ее поврежденный участок?

Предложите способ определения работоспособности фрезы в процессе обработки

9. Плужковый сбрасыватель сыпучих материалов с ленты конвейера должен плотно и сильно прижиматься к поверхности ленты. Однако при этом лента недопустимо быстро изнашивается. Как устранить износ ленты?

Предложите способ определения внутренних раковин в отливках.

10. Как предотвратить истирание днища ковша экскаватора?

Предложите способ определения скрытых трещин в изделии.

11. Известно, к каким последствиям может привести замороженная в тепловых радиаторах вода. Внесите минимальные изменения в конструкцию радиаторов, позволяющие не допустить его разрывов при замерзании воды.

Предложите способ автоматического измерения диаметра детали при токарной обработке.

12. Как с помощью обычного медицинского термометра измерить температуру мухи или червяка?

Предложите способ автоматического измерения размера детали при фрезеровании.

13. Нужно транспортировать влажную глину шнековым винтовым питателем, но глина прилипает к поверхности шнека и не продвигается вперед. Предложите решение этой задачи.

Предложите способ контроля износа резцов в процессе обработки.

14. Зимой на дно открытого водохранилища для гидроизоляции уложили полиэтиленовую пленку. Для того чтобы пленка долго сохранялась, ее нужно было закрыть слоем грунта. Привезли грунт, сложили у края котлована и попробовали его разровнять на пленке с помощью бульдозера, но гусеницы бульдозера прорвали пленку. Предложите решение этой задачи.

Предложите способ автоматической сортировки шариков подшипников по отклонениям их размеров от номинальных значений.

15. Нужно склепать между собой две плоские пластины, которые впоследствии образуют шарнир. Если заклепку, служащую осью, расклепать сильно, то пластины будут плотно прижаты друг к другу, но не смогут проворачиваться. Если слабо, то пластины будут проворачиваться, но будут слабо закреплены. Поэтому пластины не должны иметь зазора, чтобы их закрепление было хорошим, и в то же время зазор необходим, чтобы пластины были подвижными. Как это осуществить?

Предложите способ автоматической компенсации погрешностей диаметров деталей при токарной обработке, вызванных износом режущих инструментов.

16. Как определить направление движения холодной воды в закрытом стальном трубопроводе?

Предложите способ завальцовки вала с подшипниками в цилиндрическую обечайку (трубу).

17. Как пробить швейной иглой медный пятак?

Предложите способ автоматического контроля поломки режущих инструментов при обработке на токарных станках.

18. Как аккуратно и точно просверлить отверстие в трубке, изготовленной из полиэтиленовой пленки?

Предложите способ автоматического контроля поломки режущих инструментов при обработке на фрезерных станках.

19. Это случилось в прошлом веке. При строительстве железной дороги на ровном месте оказался огромный валун. Запрягли всех лошадей, но оттащить камень не удалось. Изменять трассу железной дороги нельзя. Как можно решить эту задачу?

Предложите способ автоматизированного контроля шероховатости поверхностей деталей при обработке на токарном станке с числовым программным управлением.

20. Петр I спешно создавал российский флот. Корабли строились и зимой и летом.

Если летом спуск построенных кораблей с берега в воду по дощатому наклонному настилу проходил нормально, то зимой возникали сложности. Набрав скорость, с дощатого настила корабль врезался в лед, который наносил деревянным корпусам кораблей значительные повреждения. Можно было предварительно делать большие полыньи, но это была длительная и утомительная работа. Российские корабли научились спускать корабли зимой на лед без ущерба для деревянных корпусов. Как им удалось это сделать?

Предложите способ контроля силы резания при обработке на токарных станках.

21. Как определить момент затвердения (схватывания) бетонной смеси?

Предложите способ контроля силы резания при обработке на фрезерных станках.

22. Предложите компас для слепых.

Предложите способ диагностики работоспособности подшипников металлообрабатывающих станков.

23. В глубокую скважину опустили взрывчатое вещество и подорвали его. Под землей образовалась обширная полость. Как определить ее объем?

Предложите способ автоматического дробления сливной стружки в процессе обработки на металлообрабатывающих станках.

24. Внутренняя поверхность труб покрывается отложениями транспортируемого материала. Возникает необходимость периодической чистки. Как, не разрушая трубу, вести контроль за величиной отложений?

Предложите способ автоматического удаления стружки после обработки на токарных станках.

25. В керамическом сосуде нужно отшлифовать внутренние стенки каналов. Когда каналы были достаточно большого диаметра, в них вводили соответствующих размеров шлифовальный наконечник и вращали его с помощью гибкого вала. Для шлифования капиллярных каналов этот инструмент явно не годится. Что Вы можете предложить?

Предложите способ автоматического удаления стружки с базировочных поверхностей установочных приспособлений токарных станков с числовым программным управлением.

26. Две стеклянные пластины расположены одна над другой. Их поверхности нагревают горячим воздухом. Нужно дождаться, когда поверхности стекол «потекут», и в этот момент сжать их. Так получают некоторые оптические элементы. Предложите способ, позволяющий сигнализировать с высокой точностью момент расплавления поверхности стекла.

Предложите способ автоматического удаления стружки с базировочных поверхностей установочных приспособлений фрезерных станков с числовым программным управлением.

27. В одном из музеев наибольший интерес у посетителей вызывали старинные часы. Особенность была в том, что их никто никогда не заводил, но тем не менее они в течение вот уже более двух столетий исправно отсчитывают время. Как это может быть? Откуда часы могут брать энергию?

Предложите способ автоматического удаления стружки с базировочных поверхностей установочных приспособлений сверлильных станков с числовым программным управлением.

28. Всем знакомо устройство для сушки рук нагретым воздухом, так называемое «Электрополотенце». Встроенный в него вентилятор засасывает холодный наружный воздух, гонит его через ряд нагретых электроспиралей и выталкивает наружу. Предложите решение, которое позволит при той же эффективности устройства значительно уменьшить потребление электроэнергии, которая идет на подогрев воздуха.

Предложите способ автоматического контроля и сортировки деталей на годные и брак после обработки на токарном станке.

29. Как очистить длинную проволоку от ржавчины, не применяя никаких специальных щеток или приспособлений?

Предложите способ автоматического контроля и сортировки деталей на годные и брак после обработки на фрезерном станке.

30. По наклонному лотку скатываются кнопки острием вверх. Некоторые из кнопок расположены острием вниз. Нужно обнаружить неправильно лежащие кнопки и по- вернуть их. Как это сделать?

Предложите способ автоматического контроля и сортировки деталей на годные и брак после обработки на шлифовальном станке.

Форма отчетности:

Отчет по практическому занятию должен содержать: цель, задание, расчеты всех необходимых этапов, выводы.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний;

2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

Проработка основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников.

Основная литература

1. Алексеев В. П., Озеркин Д. В. Системный анализ и методы научно-технического творчества: учебное пособие / Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 326 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=209005

Дополнительная литература

1. Фурсенко, А. И. Основы научно-технического творчества, изобретательской и рационализаторской работы : учебное пособие для техникумов / А. И. Фурсенко, С. В. Романовский, Д. М. Беренштейн. - Москва : Высшая школа, 1987. - 191 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Методы и средства анализа, которые используются при выполнении научных исследований в технике.

9.2. Методические указания по выполнению курсового проекта (курсовой работы), контрольной работы, РГР, реферата

Учебным планом не предусмотрено.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) используются для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения занятий;
- работы в электронной информационной среде.

Стандартное лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Imagine Premium: Microsoft Windows Professional 7.
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level.
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
4. Adobe Reader.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№Лк, ЛР, ПЗ</i>
Лк	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
ЛР	Лаборатория автоматизации систем проектирования	Учебная мебель; Системный блок (AMD 690G, mANX, HDDSeagate 250Gb, DIMMDDR//2*512Мб,DVDRV,FDD; Системный блок CelD-315; Системный блок CPU 4000.2*512МБ; Монитор Терминал TFT 19 LG L1953S-SF; Системный блок AMD Athlon 64X2; Системный блок Celeron 2,66; Сканер HP 3770; Монитор 15 LG; Системный блок iCel 433; Принтер HP LJ P2015	ЛР № 1...6
ПЗ	Лекционная / семинарская аудитория	Учебная мебель	-
СР	Читальный зал № 1	Учебная мебель; 10-ПК i5-2500/Н67/4Gb (мониторTFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	1. Методологические основы научно-технического творчества	1.1. Законы развития науки и техники	Экзаменационный вопрос № 1.1
			1.2. Классификация методов научно - технического творчества	Экзаменационный вопрос № 1.2
1.3. Методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве	Экзаменационный вопрос № 1.3			
1.4. Творческие методы перебора, переноса и модифицирования ситуаций	Экзаменационный вопрос № 1.4			
1.5. Механические методы комбинаторики при решении технических задач	Экзаменационный вопрос № 1.5			
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.			

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1.	ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	1.1. Законы развития науки и техники 1.2. Классификация методов научно - технического творчества 1.3. Методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве	1. Методологические основы научно-технического творчества
2.	ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.	1.4. Творческие методы перебора, переноса и модифицирования ситуаций 1.5. Механические методы комбинаторики при решении технических задач	

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
знать: <i>ОПК-4</i> – основные методы и средства научного творчества в технических направлениях; <i>ПК-16</i> – мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов; уметь: <i>ОПК-4</i> – применять методы и средства анализа, которые используются при выполнении научных исследований в технике; <i>ПК-16</i> – разрабатывать оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий; владеть: <i>ОПК-4</i> – навыками проведения научных исследований и экспериментов. <i>ПК-16</i> – навыками выбора параметров технологических процессов.	отлично	«Отлично» заслуживает обучающийся, который знает основные методы и средства научного творчества в технических направлениях, умеет применять методы и средства анализа, которые используются при выполнении научных исследований в технике, владеет навыками проведения научных исследований и экспериментов.
	хорошо	«Хорошо» заслуживает обучающийся, который знает основные методы и средства научного творчества в технических направлениях, умеет применять методы и средства анализа, которые используются при выполнении научных исследований в технике, владеет навыками проведения научных исследований и экспериментов. Но обучающийся допустил не более двух-трех недочетов и может исправить их самостоятельно или с помощью преподавателя.
	удовлетворительно	«Удовлетворительно» ставится обучающемуся, у которого в ответе имеются отдельные пробелы в освоении вопросов курса «Методы научно-технического творчества», не препятствующие усвоению программного материала. Владеет навыками проведения научных исследований и экспериментов.
	не удовлетворительно	«Неудовлетворительно» ставится обучающемуся, который не знает основные разделы дисциплины.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Методы научно-технического творчества» направлена на формирование у обучающихся фундаментальных знаний в области научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработок, эксплуатации, реорганизации машиностроительных производств, моделирования продукции и объектов автоматизированного проектирования.

Изучение дисциплины «Методы научно-технического творчества» предусматривает:

- лекции;
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- самостоятельную работу;
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 Методологические основы научно-технического творчества обучающиеся должны уяснить законы развития науки и техники, классификацию методов научно - технического творчества, методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве, творческие методы перебора, переноса и модифицирования ситуаций, механические методы комбинаторики при решении технических задач.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление теоретических знаний об основных методах и средствах научного творчества в технических направлениях.

В процессе проведения практических занятий происходит формирование умений применения методов и средств анализа, которые используются при выполнении научных исследований в технике.

При подготовке к экзамену необходимо ознакомиться с экзаменационными вопросами. На основе этого надо составить план повторения и систематизации учебного материала на каждый день. Нельзя ограничиваться только конспектами лекций, следует проработать ре-

комендуемые преподавателем учебные пособия и литературу. Необходимо внимательно прочитать и уяснить суть требований конкретного экзаменационного вопроса. Если отдельные вопросы программы остаются неясными, их необходимо выяснить на консультации с преподавателем.

Удобнее готовиться к лабораторным работам, практическим занятиям и экзамену в читальном зале библиотеки или в специализированном учебном кабинете.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Методы научно-технического творчества

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является – формирование у обучающихся фундаментальных знаний в области научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработок, эксплуатации, реорганизации машиностроительных производств, моделирования продукции и объектов автоматизированного проектирования.

Задачами изучения дисциплины является:

- получение основных представлений о последовательности, методах и природе организации творческой деятельности, мотивациях и желании научного творчества, как условия успешности.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: лекции – 17 часов, лабораторные работы – 51 час, практические занятия – 17 часов, самостоятельная работа – 68 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц.

2.2. Основные разделы дисциплины:

1. Методологические основы научно-технического творчества.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 – способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;

ПК-16 – способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.

4. Вид промежуточной аттестации: Экзамен.

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от «__» _____ 20__ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-4	способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа	1. Методологические основы научно-технического творчества	1.1. Законы развития науки и техники	Конспект лекций; Отчет по ЛР №1
			1.2. Классификация методов научно - технического творчества	Конспект лекций; Отчет по ЛР №2
			1.3. Методы генерации новых ситуаций в научно-техническом творчестве	Конспект лекций; Отчет по ЛР №3; Отчет по ПЗ №1
1.4. Творческие методы перебора, переноса и модифицирования ситуаций	Конспект лекций; Отчет по ЛР №4...5; Отчет по ПЗ №1			
1.5. Механические методы комбинаторики при решении технических задач	Конспект лекций; Отчет по ЛР №6; Отчет по ПЗ №1			
ПК-16	способность осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.			

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>знать: <i>ОПК-4</i> – основные методы и средства научного творчества в технических направлениях; <i>ПК-16</i> – мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов;</p> <p>уметь: <i>ОПК-4</i> – применять методы и средства анализа, которые используются при выполнении научных исследований в технике; <i>ПК-16</i> – разрабатывать оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий;</p> <p>владеть: <i>ОПК-4</i> – навыками проведения научных исследований и экспериментов. <i>ПК-16</i> – навыками выбора параметров технологических процессов.</p>	зачтено	<ul style="list-style-type: none"> - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы; - ответы изложены грамотно, уверенно, логично, последовательно; - опираясь на усвоенные знания, четко увязывает научные положения с практической деятельностью; - свободно владеет основными понятиями дисциплины.
	не зачтено	<ul style="list-style-type: none"> - допускает существенные ошибки и неточности при ответе на поставленные вопросы; - испытывает трудности в практическом применении полученных знаний; - не может аргументировать научные положения; - не владеет системой основных понятий дисциплины.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств от 11 августа 2016 г № 1000

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «03» июля 2018г. № 413,

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» октября 2016 г. № 684,

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. № 125,

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018г. № 130.

Программу составил:

Рычков Д.А., доцент кафедры МиТ, канд. техн. наук. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МиТ

от «11» декабря 2018 г., протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой МиТ _____ Е.А. Слепенко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой МиТ _____ Е.А. Слепенко

Директор библиотеки _____ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета МФ

от «14» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета МФ _____ Г.Н. Плеханов

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____