

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Рыбинский государственный авиаци-
онный технический университет имени П.А.Соловьева»

Отдел аспирантуры

"УТВЕРЖДАЮ"
Проректор по науке и инновациям

_____ Т. Д. Кожина

"__" _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине: **Проблемы выбора технических решений**

Специальность: 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и
систем управления

Кафедра Электротехники и промышленной электроники

Вид занятий	Количество часов	Зачетных единиц
Лекционные	18	0,5
Практические	36	1
Самостоятельная работа	54	1,5
Всего часов	108	3
Форма контроля	зачет	

Рабочую программу составил: _____ д.т.н., проф. Юдин В.В.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электротехники и
промышленной электроники, протокол № _____ от «__» _____ 201__ г.

Заведующий кафедрой:
д.т.н., проф. _____ Юдин В.В.

Рыбинск 2011

Настоящая программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом подготовки аспирантов по специальности 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Целью изучения дисциплины является изучение и практическое освоение методов решения творческих инженерных задач в процессе практической деятельности по основной специальности.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- получения аспирантами знаний об основных эвристических методах инженерного творчества;
- приобретение аспирантами необходимых знаний о методах поискового конструирования;
- применение полученных знаний при решении практических задач в процессе нахождения технических решений новых, более совершенных и эффективных технических объектов.

Дисциплина связана с предшествующими ей курсами: физика, электротехника, физические основы микроэлектроники и твердотельная электроника.

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Цель и задачи изучения дисциплины, её взаимосвязь с другими дисциплинами. Различия четко определенных и творческих инженерных задач. Отличия курса от традиционных учебных курсов. Основные инвариантные понятия техники. Иерархия описания технических объектов. Систематика задач поиска и выбора проектно-конструкторских решений. Критерии развития, показатели качества и список недостатков технического объекта. Модель технического объекта.

1.1 Эвристические методы инженерного творчества

Уровни задач. Классификация методов инженерного творчества. Методы мозговой атаки. Метод морфологического анализа. Метод фокальных объектов. Технические и физические противоречия. Приемы устранения технических противоречий. Алгоритм решения изобретательских задач. Стандартные решения задач инженерного творчества. Стандарты на изменение систем. Стандарты на измерение систем. Стандарты на применение стандартов. Источники патентной информации. Рациональные приемы работы с технической литературой.

1.2 Функционально-физический анализ технических объектов

Построение конструктивной функциональной структуры. Построение потоковой функциональной структуры. Описание физического принципа действия. Постановка и анализ задачи поискового конструирования. Классификация критериев развития технических объектов. Требования к выбору и описанию критериев развития технических объектов. Функциональные критерии развития технических объектов. Технологические критерии развития технических объектов. Экономические критерии развития технических объектов. Экономические критерии. Антропологические критерии. Автоматизированный синтез физических принципов действия. Фонд физико-технических эффектов. Синтез физических принципов действия по заданной операции. Закон прогрессивной эволюции техники. Закон соответствия между функцией и структурой. Закон стадийного развития техники.

1.3 Компьютерные методы поискового конструирования

Автоматизированный синтез физических принципов действия. Фонд физико-технических эффектов. Синтез физических принципов действия позаданной физической операции. Морфологический синтез физических принципов действия. Автоматизированный синтез технических решений. Построение "и-или" дерева технических решений. Составление списка требований, разработка модели оценки технических решений. Алгоритм поиска решения на "и-или" дереве. Порядок решения задачи.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1 Уровни решений проблемных задач. Простейшие методы активизации поиска решений проблемных задач. Формулировка технического и физического противоречий. Приемы устранения технических противоречий. (4 часа)

2.2 Стандартные решения проблемных задач. Алгоритм решения проблемных задач. (4 часа)

2.3 Проведение патентного поиска при решении проблемных задач.(4 часа)

2.4 Функционально-физический анализ технических объектов. (4 часа)

3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая и расчётно - графическая работы учебным планом не предусмотрены.

4.СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Сорокин А.А., Юдин В.В., Семенова Ю.В. Проблемы выбора технических решений, Учебное пособие, РГАТА, 2005

2. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества., М., Машиностроение", 2002.

Дополнительной

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука, М., "Советское радио", 2009.

2. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. 6-е изд. перераб. М.: Мир, 2002.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ АСПИРАНТАМИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный материал дисциплины достаточно полно изложен в учебниках, указанных в списке основной литературы. Дополнительная литература рекомендуется с целью более глубокой проработки отдельных разделов программы.

Изучение дисциплины рекомендуется проводить последовательно, в порядке перечисления разделов рабочей программы. После изучения какого-либо раздела по учебнику рекомендуется записать в тетрадь определенные выводы формул, начертить схемы, графики и ответить на вопросы самопроверки. Такой метод даст возможность проверить усвоение материала и запомнить основные элементы прочитанного.

Цели и задачи дисциплины-обучение навыкам постановки и решения задач поиска новых, более эффективных конструкторско-технологических решений, в том числе решений, превосходящих мировой уровень. Такие задачи возникают при разработке новых устройств, приборов, технологического оборудования, при выполнении плановых работ по реконструкции и модернизации.

В возрасте 20-25 лет значительно легче формируется творческая личность, осваивается психология и методология инженерного творчества. Известно, что революционные идеи создания новых высокоэффективных машин, аппаратов, приборов чаще всего выдвигают и разрабатывают люди до 30 лет. Научно-технический прогресс, экономическая мощь страны находятся в прямой зависимости от ее творческого потенциала, т.е. от числа творчески работающих конструкторов, технологов, ученых.

Актуальность освоения методов научного творчества связана с возрастанием сложности изделий по числу деталей и используемых физических эффектов, расширению номенклатуры используемых материалов и комплектующих элементов, ростом разнообразия самих технических систем, сокращением времени их создания и морального старения, возрастанием объема патентной и научно-технической информации. Эти факторы привели к такому положению, когда объем работ по выбору новых улучшенных проектно-конструкторских решений возрастает каждые 10 лет примерно в 10 раз.

Существует мнение, что умение находить, ставить и решать изобретательские и рационализаторские задачи — это «божий дар», которому нельзя обучить. Как относиться к такой точке зрения? Может ли каждый научиться изобретать"?

По мнению ряда авторитетных педагогов обучение методам инженерного творчества заметно повышает творческий потенциал каждого человека. Конечно, у одаренных людей при одинаковом обучении со всеми творческий потенциал остается относительно более высоким. Здесь вполне можно провести аналогию со спортом. Каждого здорового человека можно научить достаточно хорошо играть в волейбол или шахматы, но у спортсменов, имеющих соответствующие природные данные, результаты будут выше.

Если говорить конкретнее, то основная цель обучения заключается в выявлении и раскрытии творческих наклонностей и способностей, о которых многие обучаемые не подозревают (и может быть до конца своей жизни не узнали бы!). Обучение ускоряет приобретение опыта и мастерства одаренными (в смысле ИТ) специалистами. Для людей, имеющих слабые природные задатки, обучение дает в руки инструмент и навыки, которые позволяют успешно решать довольно широкий круг творческих инженерных задач. И еще один нюанс, который лучше передать словами английского проф. М. Тринга к Э. Лейтуэйта: «Как показал наш собственный опыт, лишь немногие из тех, кто наделен талантом изобретателя, умеют развивать талант и пользоваться им» [13].

Таким образом, необходимость массового обучения молодежи ИТ кроме всего прочего сильно связана с поднятием престижа инженера, популярности инженерного труда и повышением качества обучения во втузе. Дело в том, что многие инженеры, не умея ставить и решать творческие задачи, вынуждены заниматься утомительной и неинтересной рутинной работой. Приобретение навыков постановки и решения творческих инженерных задач значительно увеличит долю творческого труда

Ответим на ряд вопросов.

Какие в настоящее время существуют методы инженерного творчества?

Известно довольно большое число методов, которые условно можно разделить на две группы:

- Эвристические методы технического творчества, основанные на использовании достаточно четко описанных методик и правил поиска

новых технических решений. Эти методы начали разрабатывать еще с древних времен (Сократ, Архимед); особое внимание им уделили выдающиеся ученые XVII—XVIII вв. Ф. Бэкон, Р. Декарт и Г. Гейблиц. Начиная с 40-х гг. прошлого столетия резко возросли исследования и разработки по созданию и применению эвристических методов, методик, приемов, принципов, правил и т. п. В настоящее время известно более 100 эвристических методов, методик, подходов и их модификаций.

- Компьютерные методы поискового конструирования, основанные на использовании ЭВМ в решении творческих инженерных задач. Эти методы начали разрабатывать и применять в 60-х годах. В настоящее время известны десятки различных подходов и методов поискового конструирования.

Принимая во внимание довольно большое разнообразие методов ИТ и то, что их число продолжает расти (в силу молодости самой дисциплины), зададимся вопросом: Какому методу или каким методам рекомендуется в первую очередь обучать?

Как считают опытные педагоги и методисты, нецелесообразно обучать какому-либо одному методу или стараться освоить все имеющиеся подходы и методы. Студент или специалист на первом этапе или на первой ступени овладения методами ИТ должен научиться свободно пользоваться небольшим набором из трех — пяти методов. Дальнейшее повышение эффективности деятельности творчески работающего инженера связано с приобретением собственного опыта и расширением набора используемых методов и систем методов решения творческих инженерных задач.

Настоящий курс направлен на изучение эвристических методов: методы мозговой атаки, фокальных объектов, морфологического анализа и синтеза а также теории решения изобретательских задач (алгоритма решения изобретательских задач, стандартных решений изобретательских задач) и двух компьютерных методов (методы синтеза технических решений на И—ИЛИ графах, синтеза физических принципов действия).

Какие принципиальные отличия имеют, эвристические методы технического творчества и методы поискового конструирования?

В 1977 г. было проведено условное разделение между эвристическими и компьютерными методами (с помощью первых решают задачи технического творчества, с помощью вторых — задачи поискового конструирования). К задачам технического творчества были традиционно отнесены такие, при которых человек решает поставленную задачу способом «проб и ошибок» или с помощью эвристических методов без использования ЭВМ. К задачам поискового конструирования отнесены такие творческие инженерные задачи, которые человек решает с использованием ЭВМ.

Если бы все задачи поискового конструирования одновременно можно было решать с помощью эвристических методов, то, конечно, не имело бы смысла их особо выделять. Однако, как показали не только теория, но и практика, множество задач технического творчества не включает в себя полностью множество задач поискового конструирования, а только пересекаются с ним, т. е. существует некоторое подмножество задач поискового конструирования, которые человек не может решить без ЭВМ или решение их без машинной поддержки (при эквивалентном результате) вызывает значительные трудности. Это непосильные для естественного интеллекта творческие задачи. Особенно это относится к изделиям, созданным на основе новых физических принципов действия, затруднительных для мысленного моделирования, а также к таким сверхсложным техническим комплексам, о которых человек без ЭВМ уже не может иметь цельного и ясного представления. Число подобных задач со временем будет расти, что и оправдывает выделение специальных методов поискового конструирования в особую группу и заставляет стимулировать их развитие.

Чем отличается настоящий курс по основам ИТ от традиционных учебных курсов?

Почти все учебные курсы, начиная от математики и механики и кончая специальными дисциплинами, дают знания и навыки решения четко определенных инженерных задач (например, вычисление объема тела сложной формы, расчет вала на прочность, определение параметров редуктора, выбор технологического оборудования и т. п.). Курс по методам ИТ призван дать знания и привить навыки в постановке и решении творческих инженерных задач. Эти два класса задач имеют

принципиальные отличия: постановка задачи как правило отсутствует, метод решения не указан, обучающий пример отсутствует, результат решения многозначен.

И

6. СПИСОК ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Уровни задач.
2. Классификация методов инженерного творчества.
3. Методы мозговой атаки.
4. Метод морфологического анализа.
5. Метод фокальных объектов.
6. Технические и физические противоречия.
7. Приемы устранения технических противоречий.
8. Алгоритм решения изобретательских задач.
9. Стандартные решения задач инженерного творчества.
10. Стандарты на изменение систем.
11. Стандарты на измерение систем.
12. Стандарты на применение стандартов.
13. Источники патентной информации.
14. Рациональные приемы работы с технической литературой.
15. Иерархия описания технических систем.
16. Систематика задач поиска и выбора проектно-конструкторских решений.
17. Построение конструктивной функциональной структуры.
18. Построение потоковой функциональной структуры.
19. Описание физического принципа действия.
20. Постановка и анализ задачи поискового конструирования.
21. Классификация критериев развития технических объектов.
22. Функциональные критерии.
23. Технологические критерии.
24. Экономические критерии.
25. Антропологические критерии.
26. Автоматизированный синтез физических принципов действия. Фонд физико-технических эффектов.
27. Синтез физических принципов действия по заданной операции.
28. Построение И-ИЛИ-Дерева технических решений.
29. Разработка модели оценки технических решений.
30. Алгоритм поиска решения на "и-или" дереве. Порядок решения задачи.
31. Закон прогрессивной эволюции техники.
32. Закон соответствия между функцией и структурой.
33. Закон стадийного развития техники.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ САМОПРОВЕРКИ

1. Определите к какому уровню относится следующая задача:

Задача. Существует специальный вид фотографирования с использованием взрывного затвора: с помощью сильного электрического разряда уничтожают шторку, перекрывающую путь световому потоку. Решено было использовать этот принцип при киносъёмке. Но при киносъёмке нужно снимать один кадр за другим непрерывно. Возникает проблема: каким образом быстро менять шторку, уничтоженную взрывом?

2. В чем отличие математических моделей от физических?

3. В чем принципиальное отличие теории решения изобретательских задач от других методов инженерного творчества?

4. Что дают формулировки технического и физического противоречий при выборе решений проблемных задач?

5. Какими свойствами обладают определения «минимальная техническая система» и «идеальный конечный результат»?

6. Каким образом физические эффекты позволяют устранить физическое противоречие?

7. Объясните в чём сущность фотоэлектрического эффекта.

8. Назовите примеры использования пьезоэлектрического эффекта.

9. Как пользоваться таблицей применения физических эффектов?

10. Назовите основные этапы решения проблемных задач при использовании алгоритма решения изобретательских задач.

11. К какому классу, и к какому стандарту относится следующее устройство:

Пример:

«Способ демпфирования механических колебаний путём перемещения металлического неферромагнитного подвижного элемента между полюсами магнита, отличающийся тем, что, с целью уменьшения времени демпфирования, в зазор между полюсами магнита и подвижным элементом вводят магнитную жидкость и меняют напряженность магнитного поля пропорционально амплитуде колебаний.»

12. Назовите основные системные переходы к принципиально новым техническим системам.

13. Перечислите основные этапы проведения тематического патентного поиска.

14. G 01n 29\00 – что обозначают эти символы?

15. На каком этапе функционально-физического анализа технических объектов используются операции Коллера?

16. Назовите основные отличия потоковой функциональной структуры от конструктивной функциональной структуры.

17. Какие физико-технические эффекты считаются совместимыми?

18. Приведите классификацию критериев развития технических объектов.

19. Как по заданной физической операции синтезировать физический принцип действия?

20. Назовите области применения эвристических методов и методов поискового конструирования.