**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования   
"Национальный исследовательский университет   
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Факультет Электроники и телекоммуникаций

**Программа дисциплины** «**Методология инновационного инженерного проектирования**»

для направления 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

для магистерских программ «Инжиниринг в электронике», «Измерительные технологии наноиндустрии», «Прикладная физика»

Автор программы:

Львов Б.Г., д.т.н., профессор, [blvov@hse.ru](mailto:blvov@hse.ru)

Одобрена на заседании кафедры "Электроника и наноэлектроника" «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_К.О. Петросянц

Рекомендована профессиональной коллегией УМС «Электроника» «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2014г.

Председатель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С.У. Увайсов

Утверждена УС МИЭМ НИУ ВШЭ «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г.

Ученый секретарь\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.П. Симонов

Москва, 2014

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.*

**1 Область применения и нормативные ссылки**

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки магистра 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» по магистерским программам «Инжиниринг в электронике», «Измерительные технологии наноиндустрии», «Прикладная физика».

Программа разработана в соответствии с:

* Оригинальным образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению подготовки магистра 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»;
* Образовательными магистерскими программами «Инжиниринг в электронике», «Измерительные технологии наноиндустрии», «Прикладная физика» направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»;
* Рабочими учебными планами университета по направлению подготовки магистра 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденными в 2014 г.

**2 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Методология инновационного инженерного проектирования» являются:

* формирование системного междисциплинарного мышления и самостоятельности при инновационном проектировании технических систем;
* развитие способности творческого мышления при проектировании для синтеза новых эффективных патентоспособных технических решений и решения проблемных инженерных задач;
* формирование способности планомерного целенаправленного поиска и обоснованного выбора новых эффективных инженерных решений в условиях неопределенности постановки задачи и неоднозначности результатов решения.

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины «Методология инновационного инженерного проектирования» студент должен:

* **знать** общие принципы и содержание основных стадий проектирования и конструирования технических систем (ТС), системное описание ТС, системное описание процессов проектирования и конструирования на стадиях разработки, методы инженерного творчества, многокритериального выбора, выявления и разрешения противоречий, синтеза и анализа структурных схем ТС.
* **уметь** формулировать основные технико-экономические требования к ТС, проводить инновационную оценку технического уровня ТС, осуществлять объективный многокритериальный выбор ТС, разрабатывать новые конкурентоспособные технические решения.

В результате освоения дисциплины «Методология инновационного инженерного проектирования» студент осваивает следующие компетенции:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Компетенция** | **Код по стандарту НИУ ВШЭ** | **Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)** | **Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции** |
| Способен предлагать моде-ли, изобретать и апроби-ровать способы и инструменты профессио-нальной деятельности | СК-2 | Владеет методиками структурного моделирования и синтеза технических систем | Участие в тренингах по творческим методам проектирования и выбору технических решений. Обсуждение и анализ результатов на практических занятиях |
| Способность к самостоя-тельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессио-нальной деятельности | СК-3 | Владеет методами проекти-рования ТС, не изучаемыми в курсе. Применяет полученные знания и опыт для совершен-ствования ТС в новой предметной области | Систематическая самосто-ятельная работа студентов с рекомендованными и новыми источниками информации.  Подготовка, выполнение и защита домашнего задания и реферата. |
| Способен порождать прин-ципиально новые идеи и продукты, обладает креатив-ностью, инициативностью | ПК-3 | Осуществляет синтез новых технических решений на основе методов инженерного творчества, | Решение задач на практичес-ких занятиях, обсуждение и анализ результатов. Участие в тренингах по методам инженерного творчества проектирования и выбору технических решений. Выполнение домашнего задания. |
| Способен ставить и решать с использованием физико-математических методов задачи инженерного анализа для создания изделий электронной техники. | ПК-8 | Анализирует проблемную ситуацию, выявляет недостатки и противоречия в технической системе, предлагает методы для усовершенствования технических систем | Участие в тренингах по методам инженерного творчества. Подготовка и выполнение и домашних заданий. Решение задач на практических занятиях, обсуждение и анализ результатов. |
| Способен на основе системного подхода проек-тировать и конструировать изделия электронной техни-ки на стадиях технического предложения, эскизного, технического и рабочего проектов с учетом экономической целесообраз-ности, соблюдения правил охраны здоровья и требований экологической безопасности. | ПК-9 | Формулирует цели разработки, осуществляет построение дерева целей проектирования, проводит функциональный анализ, проводит декомпозицию технического задания на разработку системы на частные технические задания на разработку подсистем, проводит оценку инновационного потенциала усовершенствования ТС. | Самостоятельная работа студентов, решение задач на практических занятиях, обсуждение и анализ результатов. Выполнение домашнего задания. |
| Способен к поиску и синтезу новых конкурентоспособных технических решений изде-лий электронной техники и технологий их производства для достижения лидирую-щих позиций на рынке. | ПК-14 | Осуществляет эвристический поиск новых технических решений, синтез новых физических принципов действия ТС, выявляет и разрешает противоречия в технических системах при их усовершенствовании | Решение задач на практичес-ких занятиях, обсуждение и анализ результатов. Участие в тренингах по методам инженерного творчества проектирования и выбору технических решений. Выполнение домашнего задания. |
| Способен обосновывать, планировать и организовы-вать реализацию технико-технологических новшеств в электронике и наноэлектро-нике на этапах иннова-ционной деятельности. | ПК-15 | Анализирует проблемную ситуацию, выявляет недостатки и противоречия в технической системе,. Формулирует цели разработки, осуществляет построение дерева целей проектирования, проводит декомпозицию технического задания на разработку системы на частные технические задания на разработку подсистем, предлагает методы для усовершенствования технических систем. | Самостоятельная работа студентов, решение задач на практических занятиях, обсуждение и анализ результатов. |
| Способен осуществлять обо-снование инновационного проекта, защищать права на полученные объекты интеллектуальной собствен-ности и презентовать результаты инновационной инженерной деятельности.. | ПК-16 | Осуществляет сбор, анализ и обработку научно-технической и патентной информации, составляет описание изобретения. | Решение задач на практических занятиях, обсуждение и анализ результатов, самостоятель-ная работа студентов. Подготовка, выполнение и защита реферата. |

**4 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Методология инновационного инженерного проектирования» направления 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» подготовки магистра является обязательной дисциплиной базовой части направления.

Изучение дисциплины «Методология инновационного инженерного проектирования» базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия», «Инженерная и компьютерная графика», «Материаловедение», «Микросхемотехника», «Системный анализ в электронике», «Методы математического моделирования», «Физические основы микро- и наноэлектроники», «Проектирование и технология электронных средств». «Конструирование и технология радиоэлектронных средств космической техники».

Основные положения дисциплины «Методология инновационного инженерного проектирования» используются в дальнейшем при подготовке выпускной квалификационной работы, междисциплинарной курсовой работы и при изучении следующих дисциплин: «Неразрушающий контроль и диагностирование радиоэлектронных средств космических аппаратов», «Методы и средства измерения характеристик микроэлектронных приборов и элементов БИС», «Обеспечение качества обработки цифрового сигнала при конструировании радиоэлектронных средств космических аппаратов», «Обеспечение ЭМС и защита радиоэлектронных средств космических аппаратов от внешних воздействий», «Проектирование беспроводных сенсорных систем связи».

**5 Тематический план учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название раздела | Всего часов | Аудиторные часы | | | Самостоя-тельная работа |
| Лек-ции | Семи-нары | Практи-ческие занятия |
| **1** | **Системное представление ТС и процессов проектирования** | **40** | **6** |  | **6** | **28** |
| 1.1 | ТС как объект инновационного инженерного проектирования | 16 | 4 |  | 2 | 8 |
| 1.2 | Системная модель проектирования ТС | 14 | 2 |  | 2 | 10 |
| 1.3 | Ситуации и цели проектирования ТС | 10 | - |  | 2 | 8 |
| **2** | **Методические основы многокритериального выбора ТС** | **30** | **4** |  | **4** | **22** |
| 2.1 | Многокритериальный выбор ТС в условиях определенности | 18 | 2 |  | 2 | 14 |
| 2.2 | Многокритериальный выбор ТС в условиях неопределенности | 20 | 2 |  | 2 | 16 |
| **3.** | **Методы инженерного творчества** | **54** | **6** |  | **16** | **32** |
| 3.1. | Ненаправленные методы эвристического поиска технических решений | 20 | 2 |  | 6 | 12 |
| 3.2. | Направленные методы эвристического поиска технических решений | 34 | 4 |  | 10 | 20 |
| **4**. | **Методические основы выявления и разрешения противоречий в технических системах** | **26** | **4** |  | **4** | **18** |
|  | **Итого часов** | **150** | **20** |  | **30** | **100** |

# Формы контроля знаний студентов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип контроля | Форма контроля | 1 год, модуль | | Параметры |
| 3 | 4 |
| Текущий | Активность на практических занятиях | \* | \* | ответы на вопросы и участие в дискуссиях, рассмотрении кейсов |
| Домашнее задание | \* | \* | письменная работа до 15 стр., шрифт Times New Roman, 14 pt, 1,5 интервала |
| Итоговый | Экзамен |  | \* | Устный экзамен, 30 минут на студента |

**6.1 Критерии оценки знаний, умений и навыков**

**Активность на семинарских занятиях** оценивается по следующим критериям:

* ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
* участие в дискуссиях по предложенной проблематике;
* активность и вовлечённость в проводимых тренингах;
* интенсивность консультаций с преподавателем по выполнению реферата и домашнего задания.

**Домашние задания** оценивается по следующим критериям:

* соблюдение структуры работы согласно заданию;
* соблюдение правил оформления задания согласно ГОСТ 7.32-2001;
* правильность и обоснованность построения структурных моделей;
* новизна предложенных технических решений;
* способность аргументировано объяснять на защите работы её выполнение.

**Текущий контроль** осуществляется по активности студента на практических занятиях и по выполнению двух домашних заданий.

**Итоговый контроль** проводится в форме устного экзамена сдаётся в конце курса в присутствии преподавателя. На экзамене студент выбирает экзаменационный билет, который составляется с учетом пройденного материала и содержит три теоретических вопроса. После подготовки ответов студент устно отвечает преподавателю на вопросы экзаменационного билета. После ответа студента преподаватель может ему задать уточняющие вопросы по тематике билета.

Студент, имеющий накопленную оценку текущего контроля *Отк* за выполнение и сдачу домашних заданий *Одз1*, *Одз1 и* за активность на практических занятиях*Оауд* от 6 до 10 баллов включительно, имеет возможность на получение итоговой оценки *Орезульт* за экзамен, равной накопленной оценке *Отк* без непосредственной сдачи экзамена. При желании получить более высокую оценку текущего контроля *Отк* студент приступает к сдаче зачёта; ему предлагается для ответа один вопрос.

В остальных случаях на экзамене:

Студент выбирает экзаменационный билет, который содержит три теоретических вопроса.

Студенту, имеющему оценку за выполнение и сдачу домашнего задания 1 *Одз1* ниже 4 баллов, предлагается для ответа дополнительно вопрос по теме домашнего задания1.

Студенту, имеющему оценку за выполнение и сдачу домашнего задания 2 *Одз2* ниже 4 баллов, также предлагается для ответа дополнительно вопрос по теме домашнего задания 2.

Ответы на предложенные вопросы излагаются в письменной форме. Использование каких-либо текстов, калькуляторов, телефонов и др. средств связи запрещается. Время написания работы – 30 мин; в случае, если вопросов больше двух – 60 мин.

Использование каких-либо текстов, калькуляторов, телефонов и др. средств связи запрещается. Время на подготовку ответов на вопросы экзаменационного билета – 30 мин; в случае, если вопросов четыре – 40 мин. По желанию студента и согласию преподавателя возможен досрочный ответ.

**7. Содержание дисциплины**

**Раздел 1 Системное представление ТС и процессов проектирования**

**Тема 1.1 ТС как объект инновационного инженерного проектирования**

ТС как сложная иерархическая система. Системная модель ТС. Основные понятия: функция, структура, свойства, окружение ТС, входные и выходные воздействия. Технологические и измерительные технические системы.

Воздействия и действия: классификация. Физико-технические эффекты как основа действий. Функция ТО: классификация функций. Потребительская и техническая функция: системное описание. Соответствие между функцией и устройством.

Связи действий. Принцип действия ТС. Функционирование ТО: Общесистемная модель функционирования ТС. Пространство состояний. Управляемые и неуправляемые воздействия. Операторы выхода и переходов. Математические модели на микро – и макроуровне.

Закономерности строения ТС: функциональная полнота, проводимость рабочего воздействия, совместимость и совместность связей и отношений элементов и свойств. Структура ТС. Представление ТС в виде графов. Виды структур: иерархическая, действий, функциональная, морфологическая, абстрактная элементная, элементная, пространственная, геометрическая, графическая, размерная, точностная. Отношения между структурами. Связи между структурами и представлениями ТО в ЕСКД.

Связи целей, функций и структур.

Свойства и признаки ТС. Классификация свойств. Связи между свойствами и признаками. Описание ТС через признаки и свойства. Требования к ТС: связи ТС с окружением, выявление существенных связей с окружением. Связи свойств: уравнения функционирования, проектирования и конструирования, формирование графов связей свойств.

**Тема 1.2 Системная модель проектирования ТС**

Общие принципы проектирования на основе системного подхода. Стратегии проектирования ТС: выбор аналогов; оптимизация параметров; модернизация известных конструкций; беспрототипная разработка.

Системная модель проектирования ТС. Основные понятия. Проблемная ситуация: системная модель. Цель проектирования. Структуры процесса проектирования. Действия разработчика. Ресурсы проектирования.

Проектирование ТС как преобразование структур. Действия разработчика над структурами ТС. Соответствие между эвристическими приемами и действиями разработчика над структурой.

***Основная литература:***

1. Половинкин А. И., Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – С-Пб.: Лань, 2007. – 368 с. Гл. 1-3.
2. Львов Б.Г. Основы теории технических систем. Учебное пособие. – М.: МИЭМ, 1991. – 135 с. Гл. 1-3.
3. Анализ технических объектов методами структурного моделирования: Методические указания к самостоятельной работе / Моск. гос. ин-т электроники и математики; Сост.: Б.Г. Львов, В.А. Ветров. – М.: 2010. – 20 с

***Дополнительная литература:***

1. Брук В.М., Николаев В.И. Системотехника: методы и приложения. – Л.: Машиностроение, 1985. – 199 с.
2. Хубка В. Теория технических систем. - М.: Изд. Мир, 1987. - 208 с.
3. Титов В.В. Законы построения системhttp://serendip.narod.ru/order/syst/sys4.html

**Тема 1.3 Ситуации и цели проектирования ТС**

Проблемная ситуация: системная модель, этапы анализа. Описание проблемной ситуации. Формирование списка требований к ТО. Формирование дерева недостатков ТО. Выявление противоречий развития ТО.

Цель проектирования. Классификация целей. Дерево целей проектирования. Системная модель формирования дерева целей. Методика формирования дерева целей. Связи целей проектирования со структурами ТС и планированием действий разработчика. Действия разработчика. Ресурсы проектирования.

***Основная литература:***

1. Половинкин А. И., Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – С-Пб.: Лань, 2007. – 368 с. Гл. 1-3.
2. Львов Б.Г., Кожевников А.И., Филипчук Т.С. Формирование целей проектирования технических объектов: Методические указания. – М.: МГИЭМ. – 11 с.
3. Владимир Петров. Основы теории решения изобретательских задач. Учебник. ISBN 965-7127-00-9. 2003 by <http://ru.wikibooks.org/wiki/Основы_ТРИЗ>. – Vladimir Petrov (портал "Викиучебник. Открытые книги для открытого мира").

***Дополнительная литература:***

1. Титов В.В. Выбор целей в поисковой деятельности. "Речной транспорт", 1991.

**Раздел 2 Методические основы многокритериального выбора ТС**

**Тема 2.1 Многокритериальный выбор ТС в условиях определенности**

Понятие о выборе ТС. Системная модель многокритериального выбора. Виды вариантов выбора. Понятие о критерии. Классификация критериев. Шкалы измерения критериев. Методы назначения весовых коэффициентов критериев. Проблема многокритериальности выбора. Система предпочтений ЛПР. Решающее правило: подход и формирование. Принципы оптимальности. Обобщенный критерий. Нормализация критериев. Формы обобщенного критерия и условия их существования.

Общая схема выбора. Выбор в условиях определенности, риска и неопределенности. Постановка задач выбора. Задача оценки вариантов выбора. Этапы решения задачи оценки. Виды множества допустимых оценок. Метод экспертных оценок: общая характеристика. Метод Дельфи. Метод попарных сравнений. Граф предпочтений.

Эффективные варианты и их свойства. Методы нахождения области Парето. Методика многокритериального выбора по обобщенному критерию.

**Тема 2.2 Многокритериальный выбор ТС в условиях неопределенности**

Особенности решения задач выбора в условиях неопределенности. Основные этапы решения задачи. Классификация методов выбора. Метод анализа иерархий. Шкала отношений. Матрица парных сравнений. Построение иерархий. Собственные векторы и собственные значения матриц парных сравнений. Иерархический синтез: процедуры. Оценка достоверности метода. Оценка однородности иерархии. Учет мнений нескольких экспертов.

***Основная литература:***

1. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений: Учебник. – М.: Логос. 2000. – 296 с.
2. Вишнеков А.В. Методы принятия проектных решений в CAD/CAM/CAE системах электронной техники. Учебное пособие. - М.: МИЭМ, 1999. Ч.1. - 95 с. Ч.2. - 78 с.
3. Львов Б.Г., Ветров В.А. Многокритериальный выбор технических объектов по интегральному критерию: Методические указания к самостоятельной работе. – М.: МИЭМ, 2009. – 19 с.
4. Львов Б.Г., Кожевников А.И., Филипчук Т.С. Выбор вида технических объектов: Методические указания. – М.: МИЭМ, 1998 – 12 с.

***Дополнительная литература:***

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. -М.: Радио и связь, 1993.-278 с.
2. Микони С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив. - СПб.: Лань, 2009, - 272 с.
3. Орлов А.И. Теория принятия решений. Учебное пособие / А.И.Орлов.- М.: Издательство «Экзамен», 2005. - 656 с.
4. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач– М.: ФИЗМАТЛИТ. -2007.
5. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений – М.: ФИЗМАТЛИТ. -2007.

**Раздел 3 Методы инженерного творчества**

**Тема 3.1 Ненаправленные методы эвристического поиска технических решений**

Основные понятия. Классификация эвристических методов поиска: ненаправленные, направленные; групповые, индивидуальные; систематические, несистематические. Ненаправленные методы: элементарные эвристичекие приемы: аналогия, инверсия, эмпатия, фантазия; мозговой штурм, синектика, метод контрольных вопросов, метод гирлянд ассоциаций и метафор, метод отрицания и конструирования, метод фокальных объектов.

Групповые методы ИТ. Классификация групповых методов ИТ. Метод мозгового штурма (МШ): суть, виды, область применения. Организационно-технические задачи и ограничения, формулировка задачи, формирование творческой группы, правило работы участников сеанса МШ, обязанности руководителя сеанса МШ, организация проведения МШ, фиксация и оформление результатов.

Метод синектики: суть, область применения, виды аналогии. Основные стадии: формулировка проблемы с заказчиком, поиск и отбрасывание очевидных решений, поиск аналогий, определение главных трудностей и противоречий, поиск решения на основе аналогий.

Метод гирлянд ассоциаций и метафор: суть, область применения. Основные стадии: формирование синонимов ТО, произвольный выбор случайных ТО, формирование комбинаций синонимов и гирлянды случайных ТО, формирование гирлянды признаков случайных объектов, генерация ТО с учетом гирлянды признаков, генерирование гирлянд ассоциаций, формирование новых ТО с учетом гирлянд ассоциаций, оценка и выбор вариантов сгенерированных идей.

**Тема 3.2 Направленные методы эвристического поиска технических решений**

Направленные методы: морфологический анализ и синтез, метод Р. Коллера, десятичные матрицы поиска, алгоритм решения изобретательских задач (АРИЗ), комплексный метод поиска новых технических решений, параметрический метод разрешения противоречий в технике, метод эвристических приемов, обобщенный эвристический метод. Теория решения изобретательских задач. Выбор методов.

Метод морфологического анализа и синтеза (MAC): суть, методы применения, виды. Содержание метода MAC: постановка задачи, формирование цели, выбор прототипа, формирование требований к ТО; функциональный анализ: построение функциональной структуры, формирование множества родовых элементов, формирование множества вариантов родовых элементов. Выбор вариантов: выбор допустимых вариантов, исходя из целей ТЗ и отношения совместимости, выбор вариантов по Парето, выбор наилучшего варианта.

Метод эвристических приемов (ЭП). Понятие об ЭП. Группы ЭП. Связи целей и структур с ЭП.

Метод АРИЗ. Аналитическая стадия: формирование идеального результата, выявление недостатков и противоречий, определение условий получения идеального результата. Предварительная оценка найденной идеи: определение улучшаемых и ухудшаемых параметров ТС, анализ проигрыша и выигрыша в сформированном ТС. Оперативная стадия: формирование целей проектирования, определение недопустимо ухудшающихся параметров, поиск конструкторских действий, разрешающих недостатки и противоречия, анализ применимости действий с учетом связей ТС с окружением. Синтетическая стадия: анализ изменения ТС высшего и проектируемого уровня ТС, анализ применения найденного ТС при решении других технических задач.

Обобщенный эвристический метод: определение потребности и цели решения задачи, сбор и анализ информации о задачи, выбор параметров ТС и предъявляемых к нему ограничений, формулировка задачи, выбор аналога или прототипа, выявление недостатков и противоречий в ТС, выбор эвристических приемов, поиск идей решения задачи, анализ и проработка идей, выбор рациональных вариантов, выбор наиболее рациональных вариантов, развитие и упрощение ТС.

***Основная литература:***

1. Половинкин А. И., Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – С-Пб.: Лань, 2007. – 368 с. Гл. 1-3.
2. Эвристический поиск и анализ технических решений. http://serendip.narod.ru/reshebnik/5.html
3. http://ru.wikibooks.org/wiki/Основы\_ТРИЗ – Владимир Петров. Основы теории решения изобретательских задач. Учебник. ISBN 965-7127-00-9. © 1990-2003 by Vladimir Petrov (портал "Викиучебник. Открытые книги для открытого мира").
4. Титов В.В. Системно морфологический подход в технике, науке, социальной сфере. http://serendip.narod.ru/order/syst/oglavl.

***Дополнительная литература:***

1. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Теория и практика решения технических задач.: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2008.
2. Уразаев В.Г. ТРИЗ в электронике -М.: Техносфера, 2006. - 320 с.
3. «Новатор» - изобретающая программа 2-го поколения. www.method.ru
4. Голдовский Б.И., Вайнерман М.И. Комплексный метод поиска решений технических проблем. – М.: Речной транспорт, 1990.
5. Глазунов В.Н. Поиск принципов действия технических систем. М.: "Речной транспорт", 1990. - 112 с.

**4** **Методические основы выявления и разрешения противоречий в технических системах**

Метод выявления м разрешения противоречий. Понятие о противоречиях в технических системах. Техническое противоречие. Физическое противоречие. Узловой параметр. Классификация методов.

Системные модели выявления и разрешения противоречий: формирование исходных целей проектирования; формирование множества противоречивых целей; определение конкретной иерархической структуры; определение узловых параметров для противоречивых целей; определение узловых подсистем; разрешение противоречия; выбор технического решения.

Методика выявления технических противоречий в технических системах. Основные способы разрешения противоречий. Связи видов узловых объектов, требований, предъявляемых к ним и способов разрешения технических противоречий.

***Основная литература:***

1. Половинкин А. И., Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – С-Пб.: Лань, 2007. – 368 с. Гл. 1-3.
2. Глазунов В.Н. Параметрический метод разрешения противоречий в технике. – М.: Речной транспорт, 1990.

***Дополнительная литература:***

1. Уразаев В.Г. ТРИЗ в электронике -М.: Техносфера, 2006. - 320 с.
2. Голдовский Б.И., Вайнерман М.И. Комплексный метод поиска решений технических проблем. – М.: Речной транспорт, 1990.

**8 Образовательные технологии**

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы: доклады, обсуждения, решение задач, рассмотрение кейсов.

**9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента**

**9.1 Тематика заданий текущего контроля**

Написание рефератов осуществляется на основе зарубежных (англоязычных) и отечественных публикаций по вопросам научно-технического уровня техники и технологий в области тематики научно-исследовательской работы магистранта, согласованной с преподавателем.

При выполнении домашнего задания проводится построение структурных моделей технических систем и деревьев целей проектирования в области тематики научно-исследовательской работы магистранта, согласованной с преподавателем.

**9.2 Вопросы для оценки качества освоения дисциплины**

1. Жизненный цикл ТС.
2. Понятия о новации и инновации.
3. Этапы инновационной деятельности.
4. Задачи инновационного инженерного проектирования.
5. ТС как сложная иерархическая система.
6. Системная модель ТС как объекта проектирования: функция, структура, свойства.
7. Окружение ТС. Связи ТС с окружением. Выявление существенных связей с окружением.
8. Входные и выходные воздействия: классификация.
9. Функция ТС: классификация. Соответствие между функцией и устройством.
10. Описания потребительской и технической функции.
11. Принцип действия ТС.
12. Структура ТС. Классификация структур.
13. Представление структур в виде графов.
14. Отношения между структурами и представлениями объектов в ЕСКД.
15. Свойства и признаки ТС. Классификация.
16. Связи свойств и признаков ТС.
17. Общесистемная модель функционирования ТС.
18. Уравнения функционирования , проектирования и конструирования ТС.
19. Требования к ТС. Показатели технического уровня ТС.
20. Общие принципы проектирования ТС.
21. Начальные стадии инновационного проектирования.
22. Техническое задание: структура описания, содержание, основные стадии разработки.
23. Стратегии проектирования ТС: выбор аналогов; оптимизация параметров; модернизация известных конструкций; беспрототипная разработка.
24. Выбор стратегии проектирования
25. Системная модель проектирования ТС. Основные понятия. Ресурсы проектирования.
26. Проектирование как преобразование аспектов структур ТС.
27. Классификация методов инженерного творчества
28. Метод мозгового штурма.
29. Метод эвристических приёмов.
30. Метод гирлянд и ассоциаций.
31. Метод морфологического анализа и синтеза
32. .Алгоритм решения изобретательских задач
33. Элементарные эвристические приемы.
34. Синектика.
35. Метод отрицания и конструирования.
36. Метод Р. Коллера.
37. Метод эвристических приемов.
38. Десятичные матрицы поиска.
39. Техническое противоречие.
40. Физическое противоречие. Узловой параметр.
41. Системная модель выявления противоречий в технической системе.
42. Системная модель разрешения противоречий в технической системе.
43. Основные способы разрешения противоречий.
44. Связи видов узловых объектов и требований, предъявляемых к ним, способами разрешения технических противоречий.
45. Проблемная ситуация: системная модель описания.
46. Действия разработчика над проектом при структурном проектировании
47. Цель проектирования. Понятие.
48. Проблемная ситуация. Системное описание.
49. Выявление недостатков ТС.
50. Системная модель формирования дерева целей.
51. Методика выявления недостатков ТС.
52. Связи целей проектирования со структурами технических решений и конструкторскими действиями.
53. Проектировочные расчеты на начальных стадиях проектирования.
54. Проверочные расчеты на начальных стадиях проектирования.
55. Системная модель многокритериального выбора технических систем.
56. Формирование множества вариантов технических систем.
57. Формирование критериев выбора технических систем и их шкал.
58. Обобщенный критерий .Виды, выбор вида.
59. Решающее правило выбора технических систем.
60. Классификация задач выбора.
61. Общая схема многокритериального выбора.
62. Методы многокритериального выбора. Обоснование применения.
63. Выбор по обобщенному критерию. Основные стадии.
64. Метод анализа иерархий. Основные стадии.
65. Связи целей, функций и структур при структурном синтезе ТС.
66. Соответствие между эвристическими приемами и действиями разработчика над структурой ТС.
67. Физико-технический эффект. Системное описание
68. Виды совместимости физико-технических эффектов.
69. Поиск допустимых физических принципов действия ТС. Формирование вариантных структур.

**10. Порядок формирования оценок по дисциплине**

**Итоговая оценка по курсу дисциплины** *Орезульт* формируется как взвешенная сумма накопленной оценки текущего контроля *Отк* в течение курса и оценки за экзамен *Оэкз*.

*Орезульт = 0.6Отк. + 0,4Оэкз*

Итоговый экзамен (максимум 10 баллов): устный экзамен.

Оценка текущего контроля (максимум 10 баллов)включает оценки за выполнение и сдачу домашнего задания *Одз1, Одз2.* и оценку за активность на практических занятиях*Оауд*

*Отк=0,3 Одз1+0,3 Одз2 +0,4 Оауд*

Оценки по всем формам текущего и итогового контроля выставляются по 10-ти балльной шкале и качественной шкале.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Количество набранных баллов | Оценка по десятибалльной шкале | Оценка по качественной шкале |
| 9,5-10 | 10 | отлично |
| 8,5-9,4 | 9 | отлично |
| 7,5-8,4 | 8 | отлично |
| 6,5-7,4 | 7 | хорошо |
| 5,5-6,4 | 6 | хорошо |
| 4,5-5,4 | 5 | удовлетворительно |
| 3,5-4,4 | 4 | удовлетворительно |
| 2,5-3,4 | 3 | неудовлетворительно |
| 1,5-2,4 | 2 | неудовлетворительно |
| 0–1,4 | 1 | неудовлетворительно |

**11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**11.1 Базовый учебник**

В настоящий момент базовый учебник отсутствует.

* 1. **Основная литература**

1. Половинкин А. И., Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – С-Пб.: Лань, 2007. – 368 с.
2. Львов Б.Г. Основы теории технических систем: Учеб. пособие. – М.: МИЭМ, 1991. – 136 с.
3. Дж. К. Джонс Методы проектирования. Пер. с англ. – М.: «Мир», 1986. – 328с
4. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений: Учебник. – М.: Логос. 2000. – 296 с
5. Уразаев В.Г. ТРИЗ в электронике -М.: Техносфера, 2006. - 320 с.
6. Эвристический поиск и анализ технических решений. http://serendip.narod.ru/reshebnik/5.html.

**11.3 Дополнительная литература**

1. Джозеф О’Коннор, Иан Макдермотт. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 256 с.
2. Чернышов Е.А. Основы инженерного творчества в дипломном проектировании и магистерских диссертациях. – М.: Высшая школа, 2008. – 254 с.
3. Львов Б.Г., Ветров В.А. Многокритериальный выбор технических объектов по интегральному критерию: Методические указания к самостоятельной работе. – М.: МИЭМ, 2009. – 19 с.
4. Львов Б.Г., Кожевников А.И., Филипчук Т.С. Формирование целей проектирования технических объектов: Методические указания. – М.: МИЭМ. 1998. – 12 с.
5. Анализ технических объектов методами структурного моделирования: Методические указания к самостоятельной работе / Моск. гос. ин-т электроники и математики; Сост.: Б.Г. Львов, В.А. Ветров. – М.: 2010. – 20 с.
6. Микони С. В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив. - СПб.: Лань, 2009.
7. Латыпов Н.Н., Ёлкин С.В., Гаврилов Д.А. Инженерная эвристика / под.ред. А.А. Вассермана. — М.: Астрель, 2012. — 320 с.
8. Титов В.В. Выбор целей в поисковой деятельности. "Речной транспорт", 1991.
9. Брук В.М., Николаев В.И. Системотехника: методы и приложения. – Л.: Машиностроение, 1985. – 199 с.
10. Хубка В. Теория технических систем М.: Изд. Мир, 1987. - 208 с.
11. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ. -М.: Радио и связь, 1993.-278 с.
12. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Теория и практика решения технических задач.: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2008.
13. Джозеф О’Коннор, Иан Макдермотт. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 256 с.
14. «Новатор» - изобретающая программа 2-го поколения. www.method.ru
15. Кудрявцев А. В. Методы интуитивного поиска технических решений. М.: «Речной транспорт», 1991.
16. Голдовский Б.И., Вайнерман М.И. Комплексный метод поиска решений технических проблем. – М.: Речной транспорт, 1990.
17. Голдовский Б.И., Вайнерман М. И. Рациональное творчество. О направленном поиске новых технических решений. – М.: Речной транспорт, 1990.
18. Глазунов В.Н. Поиск принципов действия технических систем. М.: "Речной транспорт", 1990. - 112 с.
19. Глазунов В.Н. Параметрический метод разрешения противоречий в технике. – М.: Речной транпорт, 1990. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Теория и практика решения технических задач.: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2008.
20. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Теория и практика решения технических задач.: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2008.

**11.4 Рекомендации по использованию информационных технологий:**

Помимо книг, учебников, ридеров и статей в журналах, студенты могут широко использовать интернет-ресурсы для выполнения домашнего задания, контрольных работ, подготовки к зачёту и для самообразования:

1. http://www.metodolog.ru/ – Сайт изобретательских задач и методов их решения "Методолог";
2. http://www.altshuller.ru/ – Официальный Фонд Г.С. Альтшуллера;
3. http://ru.wikibooks.org/wiki/Основы\_ТРИЗ – Владимир Петров. Основы теории решения изобретательских задач. Учебник. ISBN 965-7127-00-9. © 1990-2003 by Vladimir Petrov (портал "Викиучебник. Открытые книги для открытого мира");
4. http://www.trizland.ru/ – Сайт о теории решения изобретательских задач.

**12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекции и практические занятия проводится в общеинститутских аудиториях.

Автор программы: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Львов Б.Г./