**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 образовательных программ «Инжиниринг в электронике» направления подготовки 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника», «Прикладная физика» направления подготовки 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника»

уровень магистр

Разработчик программы:

Львов Б.Г., д.т.н., профессор, blvov@hse.ru

Одобрена на заседании департамента электронной инженерии «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015 г.

Руководитель департамента Львов Б.Г.

Рекомендована академическим советом образовательной программы «Инжиниринг в электронике» «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2015г. № протокола

Утверждена «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2015 г.

Руководитель департамента электронной инженерии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Львов Б.Г.

Москва, 2015

 *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 магистерской программе «Инжиниринг в электронике».

Программа разработана в соответствии с:

* Оригинальным образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению подготовки магистра 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»;
* Учебным планом университета по направлению подготовки магистра 11.04.04. «Электроника и наноэлектроника», утвержденным в 2015 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 разработки 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 оценку технико-экономической эффективности 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», «Метрология, стандартизация и технические измерения», «Системный анализ в электронике», «Методы математического моделирования», «Физические основы микро- и наноэлектроники», «Проектирование и технология электронных средств».

Основные положения дисциплины «Методология инновационного инженерного проектирования» используются в дальнейшем при подготовке выпускной квалификационной работы, междисциплинарной курсовой работы и при изучении следующих дисциплин: «Обеспечение ЭМС и защита радиоэлектронных средств космических аппаратов от внешних воздействий», «Системы автоматизированного проектирования изделий микро- и наноэлектроники».

**5 Тематический план учебной дисциплины**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Название раздела | Всего часов  | Аудиторные часы | Самостоя-тельная работа |
| Лек-ции | Семи-нары | Практи-ческие занятия |
| **1.** | **Введение в инновационное инженерное проектирование** | **8** | **2** |  | **-** | **6** |
| **2** | **Системное представление ТС и процессов проектирования** | **50** | **8** |  | **8** | **34** |
| **2.1** | ТС как объект инновационного инженерного проектирования | 22 | 4 |   | 4 | 14 |
| **2.2** | Системная модель инновационного проектирования ТС | 28 | 4 |   | 4 | 20 |
| **3** | **Основы многокритериального выбора ТС** | **32** | **4** |  | **6** | **22** |
| **3.1** | Системная модель многокритериального выбора |  | 2 |  | 2 |  |
| **3.2** | Методы многокритериального выбора ТС |  | 2 |  | 4 |  |
| **4.** | **Методы инженерного творчества** | **62** | **8** |  | **16** | **38** |
| **4.1.** | Ненаправленные методы эвристического поиска технических решений | 20 | 2 |   | 6 | 12 |
| **4.2.** | Направленные методы эвристического поиска технических решений | 34 | 4 |  | 10 | 20 |
|  | **Итого часов** | **152** | **22** |  | **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 Введение в инновационное инженерное проектирование**

Жизненный цикл технических систем: стадии; новация (новшество) и инновация; преобразование новшества в инновацию: этапы инновационной деятельности. Инновационный инжиниринг как разработка и обоснование технических новаций.

 Задачи инновационного инженерного проектирования технических систем (ТС): системный анализ рыночной потребности, необходимых ресурсов и проблемных ситуаций на стадиях разработки и производства; постановка задач на проведение маркетинговых, патентных, технико-экономических и технологических исследований на стадиях разработки новаций; разработка технических заданий: на выполнение научно- исследовательских работ по поиску и обоснованию работоспособности технических новаций; на выполнение аванпроекта по технико-экономическому обоснованию возможности и целесообразности разработки новации; на выполнение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ; разработка новых, патенто - и конкурентоспособных технико-технологических новаций.

Оценка технико-экономической эффективности новых технических решений в сложных ТС.

***Основная литература:***

1. Конспект лекций.
2. Словарь терминов. Приложение к лекциям.

***Дополнительная литература:***

1. Ветров В. А., Львов Б. Г., Юрин А.И. Оценка технико-экономической целесообразности использования изобретений в сложных технических системах// Качество. Инновации. Образование. 2015. - №6 (121). - С.4-9.

**Раздел 2 Системное представление ТС и процессов проектирования**

**Тема 2.1 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: классификация. Физико-технические эффекты как основа действий. Технологические и измерительные технические системы.

Функция ТС: классификация функций. Потребительская и техническая функция: системное описание. Соответствие между функцией и устройством.

Принцип действия ТС. Функционирование ТС: Общесистемная модель функционирования ТС. Математические модели на микро – и макроуровне.

Структура ТС. Виды структур. Связи между структурами и представлениями ТО в ЕСКД.

Свойства и признаки ТС: классификация. Описание ТС. Требования к ТС: связи ТС с окружением. Связи свойств: уравнения функционирования, проектирования и конструирования. Структура иерархических связей параметров.

***Основная литература:***

1. Половинкин А. И., Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – С-Пб.: Лань, 2007. – 368 с. Гл. 1-3.
2. Конспект лекций.
3. Словарь терминов. Приложение к лекциям.

***Дополнительная литература:***

1. Хубка В. Теория технических систем. - М.: Изд. Мир, 1987. - 208 с.
2. Christian Weber Theory of Technical Systems – ITS Role for Design Theory and Methodology and Challenges in the Future. AEDS 2008, Pilsen - Czech Republic. 2008
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.

 **Тема 2.2 Системная модель инновационного 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.

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

Цель проектирования. Дерево целей проектирования. Методика формирования дерева целей. Связи целей проектирования с функциями, структурами ТС и планированием действий разработчика.

Закономерности строения ТС: функциональная полнота, проводимость рабочего воздействия, совместимость и совместность связей и отношений элементов и свойств.

 Понятие о структурном синтезе. Общая постановка задачи синтеза структур ТС. Обобщенная схема решения задачи синтеза. Основные подходы к решению задач структурного синтеза. Связи целей, функций и структур при структурном синтезе ТС. Соответствие между эвристическими приемами и действиями разработчика над структурой ТС. Действия разработчика при проектировании. Ресурсы проектирования.

Синтез физических принципов действия (ФПД) ТС. Структура описания физико-технического эффекта. Качественная и количественная совместимость физико-технического эффекта. Синтез ФПД ТС. Основные стадии. Поиск допустимых физических принципов действия ТС: методы.

***Основная литература:***

1. Половинкин А. И., Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – С-Пб.: Лань, 2007. – 368 с.
2. Конспект лекций.
3. Словарь терминов. Приложение к лекциям.

 ***Дополнительная литература:***

1. Титов В.В. Законы построения систем.<http://serendip.narod.ru/order/syst/sys4.htm>
2. 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.
3. Глазунов В.Н. Поиск принципов действия технических систем. М.: "Речной транспорт", 1990. - 112 с.
4. Ветров В. А., Линецкий Б. Л., Львов Б. Г., Чередниченко Д. А. Построение дерева целей проектирования технических систем // Качество. Инновации. Образование. 2014. - №12 (115). - С.55-61.
5. Владимир Петров. Основы теории решения изобретательских задач. Учебник.. 2003. http://ru.wikibooks.org/wiki/Основы\_ТРИЗ
6. Львов Б.Г., Кожевников А.И., Филипчук Т.С. Формирование целей проектирования технических объектов: Методические указания. – М.: МГИЭМ. – 11 с.

**Раздел 3 Основы многокритериального выбора ТС**

**Тема 3.1 Системная модель многокритериального выбора**

Понятие о выборе ТС. Виды вариантов выбора. Понятие о критерии. Классификация критериев. Шкалы измерения критериев. Методы назначения весовых коэффициентов критериев. Проблема многокритериальности выбора. Система предпочтений лица, принимающего решение. Решающее правило: подходы формирования. Подход MAUT: функция полезности. Принципы оптимальности. Обобщенный критерий. Нормализация критериев. Формы обобщенного критерия и условия их существования.

Общая схема выбора. Постановка задач выбора. Классификация задач выбора.

Задача оценки вариантов выбора. Этапы решения задачи оценки. Виды множества допустимых оценок. Методы экспертных оценок: общая характеристика. Метод Дельфи. Метод попарных сравнений. Граф предпочтений.

**Тема 3.2 Методы многокритериального выбора ТС**

Задача векторной оптимизации. Эффективные решения и их свойства. Множество Парето-Эджворта.

Постановка задачи многокритериального выбора по обобщенному критерию. Этапы выбора. Методика многокритериального выбора ТС по обобщенному критерию.

Метод анализа иерархий: основные стадии и процедуры. Представление ТС в методе. Построение иерархий. Шкала отношений элементов иерархии.. Матрицы парных сравнений. Собственные векторы и собственные значения матриц парных сравнений. Оценка однородности суждений эксперта. Иерархический синтез: процедуры. Оценка однородности иерархии.

***Основная литература:***

1. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в волшебных странах: Учебник. Издание третье, перераб. и доп. – М., Университетская книга, Логос, 2006. – 392 с.
2. Петровский А.Б. Теория принятия решений: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М., Издательский центр "Академия", 2009. – 400 с.

***Дополнительная литература:***

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. Либроком, 2012. – с.308.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. -М.: Радио и связь, 1993.-278 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. Львов Б.Г., Ветров В.А. Многокритериальный выбор технических объектов по интегральному критерию: Методические указания к самостоятельной работе. – М.: МИЭМ, 2009. – 19 с.
6. Львов Б.Г., Кожевников А.И., Филипчук Т.С. Выбор вида технических объектов: Методические указания. – М.: МИЭМ, 1998 – 12 с.

 **Раздел 4 Методы инженерного творчества**

**Тема 4.1 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: суть, виды, область применения.

***Основная литература:***

1. Эвристический поиск и анализ технических решений. http://serendip.narod.ru/reshebnik/5.html

***Дополнительная литература:***

1. Уразаев В.Г. ТРИЗ в электронике -М.: Техносфера, 2006. - 320 с.
2. Ревенков А.В., Резчикова Е.В. Теория и практика решения технических задач.: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ, 2008.

**Тема 4.2 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. 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.

Обобщенный эвристический метод: характеристика; основные процедуры.

Метод АРИЗ: характеристика; основные стадии и процедуры.

Метод выявления и 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. Объекты с парными свойствами.

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. Чернышов Е.А. Основы инженерного творчества в дипломном проектировании и магистерских диссертациях. – М.: Высшая школа, 2008. – 254 с.
2. Половинкин А. И., Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. – С-Пб.: Лань, 2007. – 368 с. .
3. Уразаев В.Г. ТРИЗ в электронике -М.: Техносфера, 2006. - 320 с.
4. Титов В.В. Системно морфологический подход в технике, науке, социальной сфере. <http://serendip.narod.ru/order/syst/oglavl>.
5. Глазунов В.Н. Параметрический метод разрешения противоречий в технике. – М.: Речной транспорт, 1990.

***Дополнительная литература:***

1. http://ru.wikibooks.org/wiki/Основы\_ТРИЗ – Владимир Петров. Основы теории решения изобретательских задач. Учебник. 2003.
2. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инноваций. Либроком, 2012. – с.308.
3. «Новатор» - изобретающая программа 2-го поколения. www.method.ru
4. Глазунов В.Н. Поиск принципов действия технических систем. М.: "Речной транспорт", 1990. - 112 с.

 **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**

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.
7. Окружение ТС.
8. Входные и выходные воздействия: классификация.
9. Функция ТС: классификация.
10. Описания потребительской и технической функции.
11. Принцип действия ТС.
12. Структура ТС. Классификация структур.
13. Представление структур в виде графов.
14. Свойства и признаки ТС.
15. Связи свойств и признаков ТС.
16. Иерархическая структура связей параметров в ТС.
17. Требования к ТС.
18. Показатели технического уровня ТС.
19. Уравнения проектирования и конструирования ТС.
20. Общесистемная модель функционирования ТС.
21. Общие принципы проектирования ТС.
22. Стадии инновационного проектирования.
23. Техническое задание: структура описания, содержание.
24. Техническое предложение: содержание работ.
25. Рабочий проект: содержание работ.
26. Стратегии проектирования ТС.
27. Выбор стратегии проектирования
28. Системная модель проектирования ТС.
29. Цель проектирования. Понятие.
30. Системная модель формирования дерева целей.
31. Системная модель описания проблемной ситуации.
32. Действия разработчика при проектировании ТС.
33. Связи целей проектирования со структурами технических решений и конструкторскими действиями.
34. Классификация методов инженерного творчества.
35. Метод мозгового штурма.
36. Метод эвристических приёмов.
37. Метод гирлянд и ассоциаций.
38. Метод морфологического анализа и синтеза.
39. Алгоритм решения изобретательских задач.
40. Элементарные эвристические приемы.
41. Метод отрицания и конструирования.
42. Метод Р. Коллера.
43. Метод эвристических приемов.
44. Десятичные матрицы поиска.
45. Техническое противоречие.
46. Физическое противоречие. Узловой параметр.
47. Описания технического и физического противоречий.
48. Метод выявления противоречий в технической системе.
49. Объекты с парными свойствами: типы объектов.
50. Системная модель разрешения противоречий в технической системе.
51. Основные стадии разрешения противоречий.
52. Основные способы разрешения противоречий.
53. Системная модель расчета устройств ТС.
54. Проектировочные расчеты на начальных стадиях проектирования.
55. Проверочные расчеты на начальных стадиях проектирования.
56. Оценка эффективности технических решений в сложных ТС.
57. Системная модель многокритериального выбора технических систем.
58. Формирование множества вариантов технических систем.
59. Формирование критериев выбора технических систем и их шкал.
60. Обобщенный критерий .Виды, выбор вида.
61. Решающее правило выбора технических систем.
62. Классификация задач выбора.
63. Общая схема многокритериального выбора.
64. Методы многокритериального выбора. Обоснование применения.
65. Выбор по обобщенному критерию. Основные стадии.
66. Метод анализа иерархий. Основные стадии.
67. Соответствие между эвристическими приемами и действиями разработчика над структурой ТС.
68. Закономерности строения ТС.
69. Системное описание физико-технического эффекта.
70. Виды совместимости физико-технических эффектов.
71. Синтез ФПД ТС. Основные стадии.
72. Поиск допустимых физических принципов действия ТС.

**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=0,4 Одз1+0,4 Одз2 +0,2 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.

**11.2. Основная литература**

Указано темам выше (раздел 7).

**11.3. Дополнительная литература**

Указано по темам выше (раздел 7).

**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. Учебник. 2003.
4. http://www.trizland.ru/ – Сайт о теории решения изобретательских задач.

Предусмотрено взаимодействие по электронной почте со студентами.

**12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Проектор для лекций и семинаров в общеинститутских аудиториях.

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