ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Федоров В. Б.
Пользователь: fedorovvb
Дата подписания: 07.06.2021

В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.10.02 Структурно-функциональный анализ технических систем
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Дегтярь В. Г.
Пользователь: degtiarvg
Дата подписания: 07.06.2021

В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Махнович С. В.
Пользователь: makhnovichsv
Дата подписания: 07.06.2021

С. В. Махнович

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

привить студенту вкус к системному мышлению; дать представление о передовых методах разработки конкурентоспособных сложных изделий: функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач; .

Краткое содержание дисциплины

Проектные стадии разработки изделий РКТ. Системный подход в анализе и разработке сложных технических систем. Основные понятия теории систем. Эволюция технических объектов. Законы развития техники. Структурно-функциональный подход как основа функционально-стоимостного анализа технических объектов. Цели, этапы и их содержание. Структурный анализ объекта. Компонентная и структурная модели объекта. Функциональный анализ объекта. Функционально-идеальное моделирование . Методы формулирования и решения изобретательских задач. Методы активизации инженерного творчества. Психологические методы. Методы систематизации перебора вариантов. Эвристические методы. Решение изобретательских задач с использованием методов ТРИЗ.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-3 способностью разрабатывать с использованием CALS-технологий на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики приборов, систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс, а также состав, структуру, объемно-компоновочные схемы объектов наземного ракетно-космического комплекса (в том числе объектов наземного комплекса управления)	Знать:принципы и методы формирования структурно-функциональных моделей процессов, конструкций; основы системного подхода в принятии технических решений при конструировании систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса
	Уметь:применять структурно - функциональный анализ при анализе эффективности проектируемых конструкций;
	Владеть:методами разработки структурно-функциональной модели конструкции с целью выявления нежелательных эффектов и формирования задач по их устранению а также формирования технических условий и требований при составлении заданий на конструирование механизмов и агрегатов изделий РКТ
ПК-6 способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	Знать:принципы и методы формирования структурно-функциональных моделей процессов, конструкций; современные методы поиска новых технических решений при конструировании систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса
	Уметь:применять структурно - функциональный анализ при оценке эффективности

	проектируемых конструкций; критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые решения
	Владеть:методами разработки структурно-функциональной модели конструкции с целью выявления нежелательных эффектов и формирования задач по их устранению а также формирования технических условий и требований при составлении заданий на конструирование механизмов и агрегатов изделий ракетно-космического комплекса

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.10 Введение в специальность, Б.1.22 История авиационной и ракетно-космической техники (РКТ)	Б.1.27 Устройство и конструкция ракет, Б.1.37 Теория поиска и принятия решений в проектировании летательных аппаратов (ЛА), В.1.13 Эксплуатация ракетных комплексов и космических аппаратов, Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.22 История авиационной и ракетно-космической техники (РКТ)	Знать основные этапы в истории развития ракетной техники, а также - назначение и принципы действия основных агрегатов ракет и стартовых комплексов
В.1.10 Введение в специальность	Иметь представление о назначении и принципах действия основных агрегатов ракет и стартовых комплексов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16

Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	60	60
Проработка теоретического материала и задач, решённых на практических занятиях, по конспектам и учебной литературе. Подготовка к экзамену	60	60
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Проектные стадии разработки изделий РКТ	6	4	2	0
2	Системный подход в анализе и разработке сложных технических систем.	10	6	4	0
3	Структурно- функциональный анализ сложных технических систем	14	10	4	0
4	Методы формулирования и решения изобретательских задач.	18	12	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1,2	1	Проектные стадии разработки изделия. Основные понятия (проект, конструкция, изделие, проектирование, конструирование, технологичность, техническое решение).	4
3-5	2	Основные понятия теории систем. Понятие системы. Модель системы. Типы систем. Признаки системы (структурность, организация, функциональность, эмерджентность - системное свойство). Иерархичность систем и их изменение во времени. Структурный анализ объекта. Компонентная, структурная модели объекта. Анализ связей.	6
6,7	3	. Функциональный анализ объекта. Правила формулирования функций. Формулирование главной полезной функции объекта. Условия выполнения функций. Ранжирование функций. Определение уровня выполнения (ресурса) функций. Функциональная природа нежелательных эффектов. Функциональная модель объекта.	4
8-10	3	Структурно- функциональный анализ. Исторические предпосылки метода . Зарубежные и отечественные разработки. Основные теоретические принципы. Системный подход. Структурно-функциональный подход при формировании информационной модели технического объекта. Цели и этапы ФСА. Содержание работ на подготовительном, информационном, аналитическом, творческом, исследовательском, рекомендательном, внедренческом этапах.	6
11-13	4	Функционально-идеальное моделирование (ФИМ) или "свертывание" объекта. Правила свертывания. Свертывание для систем типа "объект" (конструкция) и "процесс" (технология). Построение функционально-идеальных моделей объекта. Выявление сверхэффектов. Прогнозирование развития объекта.	6
14-16	4	Решение задач на творческом этапе с использованием методов ТРИЗ. Анализ изобретательской задачи (АРИЗ-91). Использование приемов устранения технических противоречий для решения изобретательских задач.	6

		Последовательность анализа ресурсов при решении изобретательской задачи. Алгоритм применения системы стандартов для решения изобретательских задач.	

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Проектные стадии разработки изделия. Основные понятия (проект, конструкция, изделие, проектирование, конструирование, технологичность, техническое решение). Пример разработки проекта	2
2	2	Признаки системы (структурность, организация, функциональность, эмерджентность - системное качество). Иерархичность систем и их изменение во времени. Выдача контрольного задания для самостоятельного анализа технических объектов . Структурный анализ реального объекта. Компонентная, структурная модели объекта. Анализ связей.	2
3	2	Построение причинно-следственных сетей (ПСС) из нежелательных эффектов (НЭ) по результатам анализа вредных воздействий по связям. Анализ ПСС из НЭ, выявление ключевых НЭ и формирование задач по их устранению	2
4	3	Функциональный анализ реального объекта. Ранжирование функций. Определение уровня выполнения (ресурса) функций.Функциональная модель объекта. НЭ по результатам функционального анализа	2
5	3	Функционально-идеальное моделирование реального объекта. Правила свертывания. Свертывание для систем типа "объект" (конструкция) и "процесс" (технология). Построение функционально-идеальных моделей объекта. Выявление сверхэффектов.	2
6,7	4	Решение инженерных задач с использованием методов ТРИЗ. Анализ изобретательской задачи (АРИЗ-91). Использование приемов устранения технических противоречий для решения изобретательских задач.	4
8	4	Анализ ресурсов при решении изобретательской задачи. Основные определения вепольного анализа ТС (вещество, поле, веполь, виды взаимодействий). Алгоритм применения системы стандартов для решения изобретательских задач на примере реального объекта	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Анализ варианта технического объекта, выданного для выполнения задания. Компонентная, структурная модели объекта. Структурный анализ реального объекта. Анализ связей	[3, с.97 - 104] 3. Миронова Н.И. Введение в системный анализ: Лекции и практикум. - Челябинск, ЮУрГУ. - 28 с. http://window.edu.ru/resource/610/47610 4. Козлов В.Н. Системный анализ и принятие решений: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2008. - 220 с. http://window.edu.ru/resource/375/77375	20

Подготовка и сдача экзамена	Конспект лекций , [3]	20
Функциональный анализ реального объекта. Ранжирование функций. Определение уровня выполнения (ресурса) функций.Функциональная модель объекта. НЭ по результатам функционального анализа	{3, с.123-141}	20

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Интерактивные формы Разбор конкретных ситуаций	Практические занятия и семинары	Анализ структуры сложного изделия на примере реальных конструкций РКТ	9

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-6 способностью на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	экзамен	1-6
Системный подход в анализе и разработке сложных технических систем.	ПК-3 способностью разрабатывать с использованием CALS-технологий на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики приборов, систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс, а также состав, структуру, объемно-компоновочные схемы объектов наземного ракетно-космического комплекса (в том числе объектов наземного комплекса управления)	экзамен	1-6

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экзамен	К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие задачи, решённые на практических занятиях. Экзамен проводится в форме устного опроса. Студент выбирает билет, состоящий из трёх вопросов.	Отлично: студент владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы; достаточно глубоко осмысливает все вопросы билета, умеет анализировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное Хорошо: студент владеет знаниями дисциплины , однако имеются пробелы знаний в отдельных, относительно сложных разделах; студент самостоятельно, и отчасти при наводящих вопросах, дает полноценные ответы на вопросы билета, не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах. Удовлетворительно: студент владеет частью предмета, проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками, в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов Неудовлетворительно: студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
экзамен	Дайте определение понятия "система". Что такое надсистема, подсистема? Назовите основные типы систем. Что такое система типа "устройство"? Что такое система типа "процесс"? Раскройте сущность признаков системы (структурность, функциональность, системное свойство). Что такое функция? Что такое носитель функции? Что такое объект функции? Основные признаки главной функции системы. Что такое дополнительные функции системы? Что такое нейтральная функция? Дайте определение основной функции. Дайте определение вспомогательной функции. Что такое параметр функции? В чем сущность иерархичности систем. В чем суть структурного анализа объекта? В каком виде строятся компонентная, структурная модели объекта? Как проводится анализ связей в структурной модели? Как проводится функциональный анализ объекта? Изложите правила формулирования функций объектов. Как выявляется и формулируется главная функция объекта? Как определяется уровень выполнения функций? Дайте понятие недостаточного, нормального и избыточного ресурса функции. Как определяется ранг функции? Каковы правила ранжирования функций? Дайте характеристику основных видов нежелательных эффектов.

	В каком виде представляются функциональные модели объекта? В чем суть функционально-идеального моделирования (ФИМ) или "свертывания" объекта? Каковы правила функционально-идеального моделирования (ФИМ) или "свертывания" объекта? Как ведется функционально-идеальное моделирование (ФИМ) или "свертывание" объекта для систем типа "устройство" (конструкция)? Что такое системное качество? Что такое причинно-следственная сеть (ПСС) из нежелательных эффектов (НЭ)? Как ведется построение и анализ причинно-следственной сети (ПСС) из нежелательных эффектов (НЭ)? Что понимается под ключевым НЭ при анализе причинно-следственной сети (ПСС) из нежелательных эффектов (НЭ)? Как выявляются противоречия при формулировании задач развития и совершенствования технических систем? Виды противоречий в задачах развития и совершенствования технических систем? Способы разрешения противоречий? Контрольные вопросы Структурно – функциональный анализ.docx

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Поиск новых идей: От озарения к технологии Теория и практика решения изобретат. задач Г. С. Альтшуллер, Б. Л. Злотин, А. В. Зусман, В. И. Филатов. - Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1989. - 378,[3] с. ил., 1 л. прил.
2. Альтшуллер, Г. С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач Г. С. Альтшуллер; Отв. ред. А. К. Дюнин; Акад. наук СССР, Сиб. отд-ние. - 2-е изд., доп. - Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991. - 224 с. ил.
3. Лихолетов, В. В. Теория решения изобретательских задач [Текст] учеб. пособие В. В. Лихолетов, Б. В. Шмаков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Экономика и упр. на транспорте ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2008. - 174, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Злотин, Б. Л. Решение исследовательских задач Ч. 1 ТРИЗ и наука Б. Л. Злотин, А. В. Зусман. - Кишинев: Прогресс: Картя молдовеняскэ, 1991. - 201 с. ил.
2. Альтшуллер, Г. С. Рабочая книга по теории развития творческой личности Ч. 2 Г. С. Альтшуллер, И. М. Верткин. - Кишинев: Прогресс: Картя молдовеняскэ, 1990. - 101,[4] с.
3. Альтшуллер, Г. С. Рабочая книга по теории развития творческой личности Ч. 1 Г. С. Альтшуллер, И. М. Верткин. - Кишинев: Прогресс: Картя молдовеняскэ, 1990. - 237 с.
4. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества [Текст] учебное пособие А. И. Половинкин. - 3-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2007. - 360, [1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Щипицин А.Г. Основной информационный фонд теории решения изобретательских задач: Учеб. пособие для практических и лабораторных занятий. - Челябинск: ЧГТУ, 1995. - 80 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Альтшуллер, Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ — теорию решения изобретательских задач. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Альпина Паблишер, 2013. — 402 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/32475 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
2	Дополнительная литература	Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 224 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2775 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
3	Дополнительная литература	Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 364 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71759 — Загл. с экрана	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий

Практические занятия и семинары	110 (2)	Компьютерная техника. Предустановленное программное обеспечение для выполнения самостоятельной работы и контрольного задания. 1. Microsoft-Office(бессрочно) 2. Microsoft-Windows(бессрочно)