

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Киселев В. И.	
Пользователь: kiselevvi	
Дата подписания: 18.05.2023	

В. И. Киселев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.С0.12 Проектирование спускаемых аппаратов  
**для специальности** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов  
**уровень** Специалитет  
**специализация** Ракетные транспортные системы  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Прикладная математика и ракетодинамика

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 12.08.2020 № 964

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Киселев В. И.	
Пользователь: kiselevvi	
Дата подписания: 18.05.2023	

В. И. Киселев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Киселев В. И.	
Пользователь: kiselevvi	
Дата подписания: 18.05.2023	

В. И. Киселев

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цели и задачи преподавания и изучения дисциплины "Проектирования спускаемых аппаратов" - выработка умений в проектировании сложных, маневрирующих в космическом пространстве технических систем.

## **Краткое содержание дисциплины**

Раздел 1. Цели и задачи курса. Его роль среди профилирующих дисциплин. Термино-логия. Роль российских ученых в создании сложных технических систем. Раздел 2. Определение числа ББ, необходимых для выполнения задачи с заданной вероятностью. Раздел 3. Логика последовательного разведения ББ. Раздел 4. Анализ существующих компоновочных схем РГЧ. Методика оценки параметров РГЧ. Характеристика зон поражения средствами сухопутного и морского базирования. Расчет затрат топлива на разведение ББ. Раздел 5. Типы ББ: неуправляемые, управляемые. Способы совершения управляемого полета. Компоновочные схемы УББ. Комплект аппаратуры. Траектории маневра уклонения и повышения точности попадания. Раздел 6. Логика построения боевых порядков. Системы формирования боевых по-рядков. Средства маскировки Б.П. Ложные цели. Раздел 7. Пути совершенствования конструкций РГЧ (Анализ по критерию "излишество", совмещение функциональной нагрузки, защита от внешних воздействий, новые материалы, "рикошет", групповой "рикошет"....).

## **2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен проводить НИОКР в области создания РКТ, ее составных частей, систем и агрегатов	Знает: Причины создания разделяющихся головных частей, их компоновочные и силовые схемы, состав и логику функционирования отсеков; Специальную литературу и другие информационные источники для выбора методик расчета параметров РГЧ, компоновочных схем, расчетов запасов топлива, оптимизации порядка обхода точек прицеливания, типов двигательных установок разведения. Умеет: Решать проектные задачи по определению: параметров РГЧ, типов ДУ разведения, запасов топлива, порядка "отцепки" элементов, логики построения боевых порядков, методики оценки прочности узлов РГЧ, средств маскировки боевых порядков, обеспечения безударного разделения. Имеет практический опыт: Исполнения компоновочных схем, номограмм, чертежей, силовых схем; Применения ЭВМ для решения проектных задач.

## **3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Перечень предшествующих дисциплин,

Перечень последующих дисциплин,

видов работ учебного плана	видов работ
Практикум по виду профессиональной деятельности	Производственная практика (преддипломная) (11 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Практикум по виду профессиональной деятельности	Знает: Устройство, конструкцию и принцип действия подсистем и агрегатов; Процессы, происходящие в изделиях ракетно-космической техники; Основные законы реактивного движения, элементы теории полета. Умеет: Выполнять чертежи и эскизы узлов и деталей ракетных конструкций на основе знания конструкций аналогов; Выполнять техническое описание работы конструкции. Имеет практический опыт: Разработки эскизного проекта конструкций элементов и агрегатов ракет с использованием современных конструкторских решений.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		9
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>		
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (CPC)</i>	51,5	51,5
Подготовка к экзамену	25	25
Подготовка конспектов	26,5	26,5
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид 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	Введение в планирование и анализ систем. Методы	16	10	6	0

	оптимизации. Понятие об эффективности комплекса и критериях ее оценки.				
2	Стоимость и надежность комплекса.	20	12	8	0
3	Применение вероятностно-статистических методов для обоснования проектных параметров ЛА.	8	6	2	0
4	Космическое оружие. Дilemma безопасности.	4	4	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-3	1	Введение в планирование и анализ систем:-понятие «анализ систем»;- планирование систем; - стадии планирования систем; - категории специалистов для выполнения работ по планированию системы; - основные элементы анализа систем; - модель системы, классификация моделей; - взаимосвязь моделей в анализе систем; - процесс оценки системы.Математические методы оптимизации, общая характеристика методов: -аналитических методов оптимизации;-динамического программирования;-теории игр.Понятие об эффективности комплекса и критериях ее оценки:-качество комплекса, условия применения комплекса;-критерии оценки эффективности;- аналитические методы определения критериев эффективности;- обобщенный критерий эффективности комплекса.	5
4-6	1	Введение в планирование и анализ систем: -понятие «анализ систем»; - планирование систем; - стадии планирования систем; - категории специалистов для выполнения работ по планированию системы; - основные элементы анализа систем; - модель системы, классификация моделей; - взаимосвязь моделей в анализе систем; - процесс оценки системы. Математические методы оптимизации, общая характеристика методов: - аналитических методов оптимизации; -динамического программирования; - теории игр. Понятие об эффективности комплекса и критериях ее оценки: - качество комплекса, условия применения комплекса; - критерии оценки эффективности; - аналитические методы определения критериев эффективности; - обобщенный критерий эффективности комплекса.	5
7-10	2	Общие принципы экономических расчетов:-статьи расходов;-задача экономических исследований;-экономические критерии.Методы определения стоимости ракеты и комплекса:-факторы, характеризующие условия производства;-функции стоимости, базисные характеристики;-методы определения стоимости проектируемой ракеты;-укрупненный расчет стоимости ракеты;-стоимость технологического оборудования, строительных сооружений, эксплуатационные расходы;-затраты на разработку ракеты.Определение оптимальной эксплуатационной надежности ракеты:-надежность, критерий надежности;-цели исследования надежности;-стоимость выполнения задачи;-пути повышения надежности систем и агрегатов ракеты;- оптимальная эксплуатационная надежность.	6
11-14	2	Общие принципы экономических расчетов: -статьи расходов; -задача экономических исследований; -экономические критерии. Методы определения стоимости ракеты и комплекса: -факторы, характеризующие условия производства; -функции стоимости, базисные характеристики; - методы определения стоимости проектируемой ракеты; -укрупненный расчет стоимости ракеты; -стоимость технологического оборудования, строительных сооружений, эксплуатационные расходы; -затраты на разработку ракеты. Определение оптимальной эксплуатационной надежности ракеты: - надежность, критерий надежности; -цели исследования надежности; -	6

		стоимость выполнения задачи; -пути повышения надежности систем и агрегатов ракеты; - оптимальная эксплуатационная надежность.	
15-18	3	Проблемы применения вероятностно-статистических моделей в практике проектирования. Некоторые закономерности процесса проектирования. Критерии оптимизации ЛА: -вероятность выполнения полной и неполной систем условий работоспособностей; -максимальная дальность полета; - надежность. Физико-статистическая модель функционирования ЛА. Область работоспособности. Основные части модели. Зависимости проектных параметров ЛА от уровня их параметрической надежности: -прямая и обратная задачи расчета оптимальных значений надежности; -надежность составных частей ЛА (силовой корпус, СУ, ДУ); -зависимости «надежность-масса». Оптимальное распределение показателя надежности между системами.	6
19-21	4	Военно-стратегический баланс, закон «кубывающего эффекта». Суть стратегической оборонной инициативы (СОИ). Особенности отдельных участков траектории ракет, представляющих интерес с точки зрения ПРО. Средства поражения, предполагаемые к разработке в рамках СОИ. Лазерное оружие (типы, краткая характеристика). Пучковое оружие (краткая характеристика). Кинетическое оружие (краткая характеристика). ЭМИ-оружие (краткая характеристика).	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Основные элементы анализа систем; модель системы, классификация моделей; взаимосвязь моделей в анализе систем; процесс оценки системы	2
2	1	Критерии оценки эффективности; аналитические методы определения критериев эффективности; обобщенный критерий эффективности комплекса	4
3	2	Общие принципы экономических расчетов	4
4	2	Оптимальная эксплуатационная надежность ракеты.	4
5	3	Зависимости проектных параметров ЛА от уровня их параметрической надежности	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	ПУМД осн. лит. 1; доп. лит. 1-2; ЭУМД осн. лит. 1-3; доп. лит. 4, 5; метод. пос. 1-4.	9	25
Подготовка конспектов	метод. пос. 1	9	26,5

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

## 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	9	Текущий контроль	Подготовка конспекта по теме "Гравитационное поле Земли"	1	3	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2 баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов.	экзамен
2	9	Текущий контроль	Подготовка конспекта по теме "Оптимизация траектории спуска"	1	3	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2 баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов.	экзамен
3	9	Текущий контроль	Подготовка конспекта по теме "Оптимальный боковой маневр"	1	3	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2 баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов.	экзамен
4	9	Текущий контроль	Подготовка конспекта по теме "Управление траекторией спуска КА"	1	3	Подготовка конспекта по теме осуществляется во время изучения раздела и предоставляется на последнем занятии изучаемого раздела. Полный конспект по теме соответствует 3 баллам. Частично полный конспект соответствует 2 баллам. Отсутствие конспекта соответствует 0 баллов.	экзамен
5	9	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	При оценивании результатов мероприятий используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам	экзамен

					<p>текущего контроля. При условии выполнения всех мероприятий текущего контроля и достижении 60 - 100 % рейтинга обучающийся получает соответствующую рейтинговую оценку.</p> <p>При желании повысить рейтинг за курс обучающийся на очном экзамене опрашивается устно по вопросам, взятых из списка вопросов, выносимых на экзамен.</p> <p>Экзамен проводится в устной форме. Экзамен содержит 2 теоретических вопроса из списка, каждый из которых оценивается максимально в 5 баллов. Максимальное количество баллов, которое студент может набрать на экзамене, составляет 10</p> <p>Шкала оценивания ответа на теоретический вопрос:</p> <p>5 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет;</p> <p>4 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет;</p> <p>3 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, допущены 1–2 негрубые ошибки;</p> <p>2 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки;</p> <p>1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа;</p> <p>0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений</p> <p>Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного определения баллов за каждое задание. По результатам проверки экзаменационной работы и собеседования после подсчета суммы баллов, рассчитывается рейтинг обучающегося по промежуточной аттестации как процент набранных на зачете баллов данным студентом от максимально возможных баллов за экзамен.</p> <p>Рейтинг обучающегося по дисциплине</p>	
--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

						рассчитывается по результатам работы в семестре и оценки за экзаменационную работу.	
--	--	--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (экзамен) для улучшения своего рейтинга. Экзамен проводится в соответствии с расписанием экзаменационной сессии. На экзамен отводится 30 минут. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы в пределах выданной темы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-3	Знает: Причины создания разделяющихся головных частей, их компоновочные и силовые схемы, состав и логику функционирования отсеков; Специальную литературу и другие информационные источники для выбора методик расчета параметров РГЧ, компоновочных схем, расчетов запасов топлива, оптимизации порядка обхода точек прицеливания, типов двигательных установок разведения.	+++	+++	+++	+++	+++
ПК-3	Умеет: Решать проектные задачи по определению: параметров РГЧ, типов ДУ разведения, запасов топлива, порядка "отцепки" элементов, логики построения боевых порядков, методики оценки прочности узлов РГЧ, средств маскировки боевых порядков, обеспечения безударного разделения.	+++	+++	+++	+++	+++
ПК-3	Имеет практический опыт: Исполнения компоновочных схем, номограмм, чертежей, силовых схем; Применения ЭВМ для решения проектных задач.	+++	+++	+++	+++	+++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### a) основная литература:

- Добровольский, М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования [Текст] : учебник для вузов / М. В. Добровольский ; под ред. Д. А. Ягодникова. - 3-е изд., доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана . 2016

#### б) дополнительная литература:

- Голубев, И. С. Проектирование конструкций летательных аппаратов : учебник для студентов втузов / И. С. Голубев, А. В. Самарин. - М. : Машиностроение, 1991. - 512 с. : ил.
- Расчет и проектирование систем разделения ступеней ракет : учебное пособие / К. С. Колесников, В. В. Кокушкин, С. В. Борзых, Н. В. Панкова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.- 376 с.: ил.

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

## Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Проектирование исполнительных органов систем управления движением космических летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 частях. Ч. 1 / В. В. Зеленцов и др. : под ред. Б. Б. Петрикевича. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана. - 115 с.
2. Андреевский В.В. Динамика спуска космического аппарата на Землю. , М., "Машиностроение", 1970, стр. 235
3. Беляев, А. В. Средства выведения космических летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие для курсового и дипломного проектирования / А. В. Беляев и др. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 56 с. - Режим доступа : [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58421](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58421)
4. Усолкин Ю. Ю. Проектирование летательного аппарата (баллистической ракеты). Курсовой проект: Методические указания. - Миасс: Б. И., 2007

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Андреевский В.В. Динамика спуска космического аппарата на Землю. , М., "Машиностроение", 1970, стр. 235
2. Усолкин Ю. Ю. Проектирование летательного аппарата (баллистической ракеты). Курсовой проект: Методические указания. - Миасс: Б. И., 2007

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) : учебное пособие / В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов, В. И. Зернов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Машиностроение, 2005. — 375 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/812">https://e.lanbook.com/book/812</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Быков, В. В. Исследовательское проектирование в машиностроении / В. В. Быков, В. П. Быков. — Москва : Машиностроение, 2011. — 256 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/3312">https://e.lanbook.com/book/3312</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Зеленцов, В.В. Проектирование исполнительных органов систем управления движением космических летательных аппаратов: учеб. пособие: в 2 частях – часть 1. [Электронный ресурс] / В.В. Зеленцов, А.Г. Минашин, В.Е. Миненко, Ю.О. Ханча. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 115 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/58451">http://e.lanbook.com/book/58451</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Нестеров, В. А. Проектирование установок ракетного вооружения летательных аппаратов : учебное пособие / В. А. Нестеров, М. Ю. Куприков, Л. .. Маркин. — Москва : Машиностроение, 2008. — 288 с. — Режим доступа:

			<a href="https://e.lanbook.com/book/747">https://e.lanbook.com/book/747</a>
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лялин, В.В. Парашютные системы. Проблемы и методы их решения. [Электронный ресурс] / В.В. Лялин, В.И. Морозов, А.Т. Пономарев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 576 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/2701">http://e.lanbook.com/book/2701</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. 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	308 (5)	Меловая доска
Лекции	308 (5)	Меловая доска
Экзамен	308 (5)	Не предусмотрено