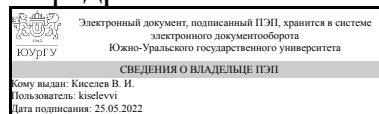


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



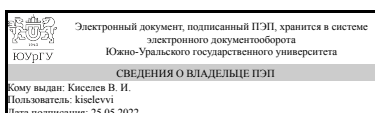
В. И. Киселев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.С1.12 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

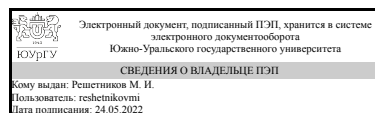
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

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



В. И. Киселев

Разработчик программы,  
старший преподаватель



М. И. Решетников

## 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 порядков. 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.<br>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.<br>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 | Не предусмотрены |

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>   | 48          | 48                                 |  |
| Лекции (Л)   | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 51,5        | 51,5                               |  |
| с применением дистанционных образовательных технологий                     | 0           |                                    |  |
| 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 оптимизации. Понятие об эффективности комплекса и критериях ее оценки. | 16    | 10 | 6  | 0  |
| 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. Дилемма 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  | 6            |

|       |   |  |   |
|-------|---|--|---|
|       |   | 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.   |   |
| 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 «убывающего 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  | Учитывается 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  | экзамен          |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | <p>(утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br/> Рейтинг обучающегося по дисциплине определяется только по результатам текущего контроля. При условии выполнения всех мероприятий текущего контроля и достижении 60 - 100 % рейтинга обучающийся получает соответствующую рейтинговую оценку.<br/> При желании повысить рейтинг за курс обучающийся на очном экзамене опрашивается устно по вопросам, взятым из списка вопросов, выносимых на экзамен.<br/> 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<br/> Шкала оценивания ответа на теоретический вопрос:<br/> 5 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет;<br/> 4 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет;<br/> 3 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, допущены 1–2 негрубые ошибки;<br/> 2 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки;<br/> 1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа;<br/> 0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений<br/> 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</p> |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | данным студентом от максимально возможных баллов за экзамен.<br>Рейтинг обучающегося по дисциплине 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

#### а) основная литература:

1. 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:

1. Голубев, И. С. Проектирование конструкций летательных аппаратов : учебник для студентов вузов / И. С. Голубев, А. В. Самарин. - М. : Машиностроение, 1991. - 512 с. : ил.



2. 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. Усолкин Ю. Ю. Проектирование летательного аппарата (баллистической ракеты). Курсовой проект: Методические указания. - Миасс: Б. И., 2007

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. Андреевский В.В. Динамика спуска космического аппаратов на Землю. , М., "Машиностроение", 1970, стр. 235

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Усолкин Ю. Ю. Проектирование летательного аппарата (баллистической ракеты). Курсовой проект: Методические указания. - Миасс: Б. И., 2007

2. Андреевский В.В. Динамика спуска космического аппаратов на Землю. , М., "Машиностроение", 1970, стр. 235

### 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   |