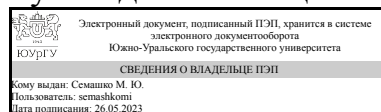


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



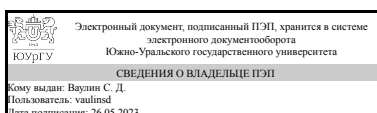
М. Ю. Семашко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.48 Основы баллистики и аэродинамики средств поражения  
для специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

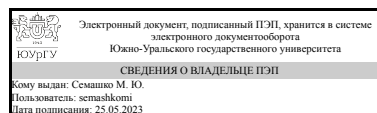
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утверждённым приказом Минобрнауки от 18.08.2020 № 1055

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



С. Д. Вавлин

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



М. Ю. Семашко

## 1. Цели и задачи дисциплины

Освоение основ внутренней баллистики артиллерийских орудий (АО) и ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ) как инструмента для нахождения взаимосвязи между пиродинамическими элементами и баллистическими параметрами, а также для определения нагрузок, действующих на артиллерийские снаряды и боевые части ракет при выстреле. Освоение основ науки о движении ракет и снарядов после прекращения их силового взаимодействия с пусковой установкой, а также методов расчета аэродинамических характеристик и траекторий движения. Задачами являются:

- Усвоение теоретических и методических материалов, составляющих основу расчета внутрибаллистических характеристик артиллерийских орудий и РДТТ;
- Овладение математическим аппаратом и методами расчета выходных баллистических характеристик АО и РДТТ;
- Ознакомление с экспериментальными методами внутренней баллистики.
- физические факторы, влияющие на полет ЛА;
- параметры траекторий ЛА и их аэродинамических характеристик при различных условиях движения;

## Краткое содержание дисциплины

Основные понятия и соотношения внутренней баллистики: законы горения топлив и порохов и газообразование; термодинамический метод решения задач баллистики для установок и твердотопливных двигателей; баланс энергии и системы уравнений; алгоритм решения задач внутренней баллистики; зависимость выходных баллистических характеристик от основных проектных параметров; системы координат; атмосфера Земли; силы, действующие на летательный аппарат (ЛА); кинематика жидкости; скачки уплотнения; теоретические и экспериментальные методы определения аэродинамических характеристик ЛА; математическая модель движения ЛА; методы наведения; методы определения характеристик движения ЛА; построение траекторий движения; теория «поправок».

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|--|---|
| ОПК-10 Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения | Знает: методы решения задач внутренней, внешней баллистики и аэродинамики при разработке и проектировании средств поражения и боеприпасов.<br>Умеет: находить основные пиродинамические элементы и параметры внутренней баллистики ствольных систем и двигателей твердого топлива; строить внешнебаллистические траектории артиллерийского, реактивного, активно-реактивного, высокоточного снарядов; оценивать аэродинамическую устойчивость летательного аппарата.<br>Имеет практический опыт: решения задач внутренней, внешней баллистики и аэродинамики при разработке и проектировании новых образцов средств поражения и |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана  | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|--|---|
| 1.О.30 Физика взрыва и удара,<br>1.О.11.02 Математический анализ,<br>Производственная практика (ориентированная, цифровая) (6 семестр) | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                      | Требования  |
|---------------------------------|---|
| 1.О.11.02 Математический анализ | <p>Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа., основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа., основные положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа. Умеет: самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ., самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ., самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ. Имеет практический опыт: владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической</p> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений., владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений., владения навыками работы с учебной и учебно-методической литературой; навыками употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений.</p>  |
| <p>1.О.30 Физика взрыва и удара</p>                                      | <p>Знает: базовые понятия, необходимые для решения задач физики взрыва; источники самостоятельного получения новых знаний в области физики взрыва и удара. Умеет: составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; обнаруживать недостаток знаний для решения поставленной задачи; работать с литературой по данной дисциплине. Имеет практический опыт: навыками планирования собственной деятельности по поиску решения задачи на основе имеющихся знаний; – навыками поиска и освоения необходимых для решения задачи новых знаний.</p>   |
| <p>Производственная практика (ориентированная, цифровая) (6 семестр)</p> | <p>Знает: принципы работы по созданию физических и математических моделей процессов, проходящих в узлах и агрегатах ракетно-космической техники в соответствии с техническими заданиями, порядок создания 2D-параметрической модели; порядок создания 3D параметрической модели; правила подготовки проектных документов; способы оценки инженерных решений; основные понятия информатики и информационных технологий; навыки и приёмы программирования на различных языках; назначение и функции прикладных и офисных программ; основные понятия информатики и информационных технологий; законы и методы накопления, передачи и обработки информации с помощью компьютерных технологий; основы построения и функционирования технических средств вычислительной техники. , основные положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа; базовые понятия, необходимые для решения задач физики взрыва; источники самостоятельного получения новых знаний в области физики взрыва и удара; современные методы проведения расчетов аэродинамических, прочностных, жесткостных,</p> |

массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций авиационной и ракетной техники; методы решения задач внутренней, внешней баллистики и аэродинамики при разработке и проектировании средств поражения и боеприпасов. Умеет: выполнять физическое и математическое моделирование процессов и явлений, сопровождающих создание и функционирование средств поражения и боеприпасов в соответствии с техническими заданиями; составлять алгоритмы и компьютерные программы на различных языках программирования, реализующие изученные методы, проводить их отладку, тестирование и использовать её для решения конкретной задачи; использовать возможности вычислительной техники и стандартных прикладных и офисных приложений для решения типовых задач профессиональной деятельности., самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; составлять математические модели простых задач реальных процессов и проводить их анализ; составлять план решения задачи на основе имеющихся знаний; применять современные САПР при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций боеприпасов и ракетной техники; находить основные пиродинамические элементы и параметры внутренней баллистики ствольных систем и двигателей твердого топлива; строить внешнебаллистические траектории артиллерийского, реактивного, активно-реактивного, высокоточного снарядов; оценивать аэродинамическую устойчивость летательного аппарата. Имеет практический опыт: построения трёхмерных моделей; владения методикой разработки поверхностных моделей, параметрического конструирования; оформления параметрических моделей; выполнения инженерных расчетов; разработки компьютерных программ на различных языках программирования, проведения отладки, тестирования программных решений; создания, редактирования, хранения, архивирования, визуализации информации как средствами стандартных приложений MS Office, так и с использованием прикладных продуктов компании АСКОН. Навыками использования компьютерной техники и сетей, защиты информации., составления математических моделей простых задач реальных процессов и проводить их анализ; применения современных

|  |   |
|--|---|
|  | САПР при расчете аэродинамических, прочностных, жесткостных, массово-центровочных, инерционных и других технических характеристик конструкций боеприпасов и ракетной техники; находить основные пиродинамические элементы и параметры внутренней баллистики ствольных систем и двигателей твердого топлива; строить внешнебаллистические траектории артиллерийского, реактивного, активно-реактивного, высокоточного снарядов; оценивать аэродинамическую устойчивость летательного аппарата. |
|--|---|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 111,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |             |
|--|-------------|------------------------------------|-------------|
|  |             | Номер семестра                     |             |
|  |             | 7                                  | 8           |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 216         | 108                                | 108         |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 96          | 48                                 | 48          |
| Лекции (Л)   | 48          | 32                                 | 16          |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 16                                 | 16          |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 16          | 0                                  | 16          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 104,25      | 53,75                              | 50,5        |
| Подготовка 1 части курсовой работы "Расчет пиродинамических элементов"     | 53,75       | 53,75                              | 0           |
| Подготовка 2 части курсовой работы "Внешнебаллистический расчет".          | 50,5        | 0                                  | 50,5        |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 15,75       | 6,25                               | 9,5         |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              | экзамен, КР |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                     | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Предмет и методы внутренней баллистики.                              | 2   | 2 | 0  | 0  |
| 2         | Горение пороха в постоянном объеме. Пиростатический период выстрела. | 12  | 6 | 2  | 4  |
| 3         | Пиродинамика   | 10  | 6 | 2  | 2  |
| 4         | Основные сведения газовой динамики                                   | 8   | 4 | 2  | 2  |
| 5         | Прямая (основная) задача внутренней баллистики. Методы решения.      | 8   | 2 | 6  | 0  |
| 6         | Баллистическое проектирование ствольных систем                       | 10  | 2 | 4  | 4  |

|    |   |    |   |   |   |
|----|---|----|---|---|---|
| 7  | Внутренняя баллистика РДТТ                                      | 12 | 4 | 4 | 4 |
| 8  | Предмет и метод внешней баллистики и аэродинамики               | 2  | 2 | 0 | 0 |
| 9  | Системы координат   | 2  | 2 | 0 | 0 |
| 10 | Силы, действующие на ЛА в полете                                | 2  | 2 | 0 | 0 |
| 11 | Математическое моделирование полета ЛА                          | 2  | 2 | 0 | 0 |
| 12 | Аналитические методы расчета траекторий                         | 12 | 6 | 6 | 0 |
| 13 | Возмущенное движение ЛА и определение характеристик рассеивания | 6  | 4 | 2 | 0 |
| 14 | Расчет аэродинамических характеристик ЛА                        | 8  | 4 | 4 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Предмет и метод внутренней баллистики. Физико-механические основы моделирования внутрибаллистических процессов.  | 2            |
| 2        | 2         | Горение пороха в постоянном объеме. Пиростатический период выстрела. Характеристики порохов. Образование пороховых газов.  | 6            |
| 3        | 3         | Пиродинамика. Силы действующие на снаряд в стволе. Поступательное и вращательное движение снаряда. Движение продуктов горения. Расширение пороховых газов. Истечение, последствие пороховых газов.   | 6            |
| 4        | 4         | Основные сведения газовой динамики. Разновидности газовых потоков. Одномерное течение газа. Уравнения движения, сохранения массы, энергии, кол-ва движения. Скорость звука. Критические параметры потока.  | 4            |
| 5        | 5         | Прямая (основная) задача внутренней баллистики. Система уравнений внутренней баллистики. Решение ОЗВБ аналитическими методами. Метод проф. Слухоцкого, метод Дроздова. Численные методы, таблицы, поправочные формулы.   | 2            |
| 6        | 6         | Баллистическое проектирование ствольных систем.  | 2            |
| 7        | 7         | Внутренняя баллистика РДТТ. Принцип устройства и действия РДТТ. Процессы, происходящие в камере РДТТ. Давление пороховых газов. Решение задачи внутренней баллистики РДТТ.   | 4            |
| 8        | 8         | Предмет и метод внешней баллистики. Предмет и задачи курса, его роль в деле подготовки инженеров по профилю специальности. Особенности полета ЛА различных классов. Роль отечественных ученых в создании научных школ. Основная практическая задача аэродинамики. Модель среды, сжимаемость, вязкость, гипотеза сплошности. Принцип обращенного движения. Физические особенности формирования силового воздействия среды на обтекаемое тело. Системы координат и углов, используемые в аэродинамических расчетах. Общие функциональные зависимости для аэродинамической силы и момента, основные критерии подобия. | 2            |
| 9        | 9         | Системы координат Системы координат по ГОСТ 20058-80. Связь между ними.  | 2            |
| 10       | 10        | Силы, действующие на ЛА в полете Внешние факторы, оказывающие влияние на движение ЛА. Гравитационное поле Земли. Потенциал поля тяготения. Вращение Земли. Атмосфера Земли. Аэродинамические силы и моменты, действующие на ЛА при движении в атмосфере. Управляющие силы и моменты. Сила тяги.  | 2            |
| 11       | 11        | Математическое моделирование полета ЛА Уравнение Мещерского. Уравнения движения центра масс ЛА и его движение вокруг центра масс в плотных слоях атмосферы. Кинематические уравнения Эйлера. Уравнение связи. Разделение пространственного движения ЛА на поступательное и   | 2            |

|    |    |  |   |
|----|----|--|---|
|    |    | вращательное, и продольное и боковое. Упрощенные уравнения движения управляемого и неуправляемого ЛА.  |   |
| 12 | 12 | Аналитические методы расчета траекторий Формула Циолковского. Параболическая теория. Допущения. Свойства траекторий. Условия применимости теории. Виды траекторий. Метод Эйлера. Метод Сиаиччи. Шапиро. АС. РС. АРС.   | 6 |
| 13 | 13 | Возмущенное движение ЛА и определение характеристик рассеивания Понятие поправки. Основная формула теории поправок. Учет влияния параметров атмосферы на полет ЛА. Баллистический средний ветер и баллистическое отклонение температуры. Рассеивание ракет при стрельбе. | 4 |
| 14 | 14 | Аэродинамические схемы ЛА. Органы управления. Определение аэродинамических величин компоновки.   | 4 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 2         | 2         | Горение пороха в постоянном объеме. Пиростатический период выстрела. Определение давления ПГ. Крешерный метод. Определение силы пороха и удельного ковалюма.  | 2            |
| 3         | 3         | Пиродинамика. Расчет характеристик пиродинамических процессов.  | 2            |
| 4         | 4         | Основные сведения из газовой динамики. Связь между давлением и площадью сечения газовой струи. Секундный расход газа.   | 2            |
| 5         | 5         | Прямая (основная ) задача внутренней баллистики. Решение ОЗВБ методом Слухоцкого, Дроздова.   | 6            |
| 6         | 6         | Баллистическое проектирование ствольных систем. Содержание баллистического проектирования. Задача баллистического проектирования. Определение основных параметров орудия.   | 4            |
| 7         | 7         | Внутренняя баллистика РДТТ. Расчет характеристик РДТТ. Решение задачи внутренней баллистики для пороховых ракет.  | 4            |
| 12        | 12        | Аналитические методы расчета траекторий. Расчет траекторных параметров методами Сиаиччи, Шапиро, приближенным, табличным.   | 6            |
| 13        | 13        | Определение поправочных коэффициентов интегрированием систем уравнений движения. Аналитические методы получения баллистических производных. Учет влияния параметров атмосферы на полет ЛА.  | 2            |
| 14        | 14        | Расчет подъемной силы комбинации крыло-корпус. Интерференция между крылом и оперением. Аэродинамические характеристики корпусов ЛА. Головная часть. Конус в сверхзвуковом потоке. Система уравнений для расчета параметров потока за коническим скачком уплотнения. | 4            |

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 2         | 2         | Горение пороха в постоянном объеме. Пиростатический период выстрела. Экспериментальное исследование горения пороха в манометрической бомбе | 4            |
| 3         | 3         | Экспериментальное определение выходных баллистических характеристик АО   | 2            |
| 4         | 4         | Экспериментальное определение выходных баллистических характеристик РДТТ   | 2            |
| 6         | 6         | Определение взаимосвязи пиродинамических элементов и   | 4            |



|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | внутрибаллистических проектных параметров.   |   |
| 7 | 7 | Приборы для измерения давлений (изучение устройства и действия манометров, датчиков, тарирование приборов и пр.) Измерение давления в двигателях (3-д Сигнал). | 4 |

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС   |   |         |              |
|--|---|---------|--------------|
| Подвид СРС   | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс  | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка 1 части курсовой работы "Расчет пиродинамических элементов" | Основы баллистики и аэродинамики средств поражения и боеприпасов [Текст] : учеб. пособие для 4-5 курсов Аэрокосм. фак. по специальности 17.05.01 "Боеприпасы и взрыватели" / М. Ю. Семашко, Н. Л. Кувшинова, С. В. Фирстова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели летат. аппаратов ; ЮУрГУ  | 7       | 53,75        |
| Подготовка 2 части курсовой работы "Внешнебаллистический расчет".      | Основы баллистики и аэродинамики средств поражения и боеприпасов [Текст] : учеб. пособие для 4-5 курсов Аэрокосм. фак. по специальности 17.05.01 "Боеприпасы и взрыватели" / М. Ю. Семашко, Н. Л. Кувшинова, С. В. Фирстова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели летат. аппаратов ; ЮУрГУ/ | 8       | 50,5         |

#### 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-мestr | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов  | Учи-тыва-ется в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|--|--------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль | Пиростатика                       | 1   | 5          | Текущий контроль раздела "Пиростатика". Содержит 5 вопросов. За правильные ответы на все 5 вопросов начисляется 5 баллов, при ответе на 4 вопроса - 4 балла, 3 вопроса правильно - 3 балла, 2 вопроса отвечено - 2 балла, 1 вопроса отвечено - 1 балл. Если ответа нет - 0 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система | зачет              |

|   |   |                  |  |   |   |  |       |
|---|---|------------------|--|---|---|--|-------|
|   |   |                  |  |   |   | оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В случае наличия замечаний балл может быть снижен.   |       |
| 2 | 7 | Текущий контроль | Ответы на вопросы                          | 1 | 4 | Текущий контроль раздела. Содержит 4 вопроса. За правильные ответы на все 4 вопросов начисляется 4 балла, 3 вопроса правильно - 3 балла, 2 вопроса отвечено - 2 балла, 1 вопроса отвечено - 1 балл. Если ответа нет - 0 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В случае наличия замечаний балл может быть снижен.                                       | зачет |
| 3 | 7 | Текущий контроль | Ответы на вопросы                          | 1 | 5 | Текущий контроль раздела. Содержит 5 вопросов. За правильные ответы на все 5 вопросов начисляется 5 баллов, при ответе на 4 вопроса - 4 балла, 3 вопросов правильно - 3 балла, 2 вопроса отвечено - 2 балла, 1 вопроса отвечено - 1 балл. Если ответа нет - 0 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В случае наличия замечаний балл может быть снижен. | зачет |
| 4 | 7 | Текущий контроль | 1 Часть курсовой работы. Метод Слухоцкого. | 1 | 9 | Задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент демонстрирует и сдает преподавателю выполненный расчет. В процессе демонстрации работы проверяется: соответствие расчета заданию. Преподаватель выставляет предварительную оценку и   | зачет |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | <p>допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита КР. На защиту студент предоставляет: 1. Задание. 2. Выполненный расчет (Excel, Mathcad) 3. Пояснительную записку в отпечатанном виде, содержащую описание произведенных расчетов и соответствующие иллюстрации. Защита 1й части курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Показатели оценивания: – Соответствие заданию: 3 балла – полное соответствие заданию. 2 балла – полное соответствие заданию, правильность расчетов в подавляющем большинстве. 1 балл – не полное соответствие заданию, правильность выполнения расчетов только в части работы. 0 баллов – не соответствие заданию, ошибки в расчетах или графиках. – Качество пояснительной записки: 3 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями 2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими</p> |
|--|--|--|--|--|--|

|   |   |                  |  |     |   |       |
|---|---|------------------|--|-----|---|-------|
|   |   |                  |  |     | <p>выводами, однако с не вполне обоснованными положениями 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения 0 баллов – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0</p> |       |
| 5 | 7 | Текущий контроль | 2 Часть курсовой работы. Метод Дроздова. | 1 9 | <p>Задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент демонстрирует и сдает преподавателю выполненный расчет. В процессе демонстрации работы проверяется: соответствие расчета заданию. Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита КР. На защиту студент предоставляет: 1. Задание. 2. Выполненный</p>  | зачет |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  | <p>расчет (Exel, Mathcad) 3. Пояснительную записку в отпечатанном виде, содержащую описание произведенный расчетов и соответствующие иллюстрации. Защита 1й части курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Показатели оценивания: – Соответствие заданию: 3 балла – полное соответствие заданию. 2 балла – полное соответствие заданию, правильность расчетов в подавляющем большинстве. 1 балл – не полное соответствие заданию, правильность выполнения расчетов только в части работы. 0 баллов – не соответствие заданию, ошибки в расчетах или графиках. – Качество пояснительной записки: 3 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями 2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом</p> |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

|   |   |                          |       |   |   |   |       |
|---|---|--------------------------|-------|---|---|---|-------|
|   |   |                          |       |   | <p>материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения 0 баллов – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0</p> |   |       |
| 6 | 7 | Промежуточная аттестация | Зачет | - | 10  | <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Зачет проводится в письменной форме. Зачет содержит два теоретических вопроса. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ - 30 минут. Шкала оценивания ответа на теоретический вопрос: 5 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет; 4 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет; 3 балла – вопрос раскрыт не</p> | зачет |

|   |   |                  |                   |   |   |  |         |
|---|---|------------------|-------------------|---|---|--|---------|
|   |   |                  |                   |   |   | <p>менее, чем на 80%, допущены 1–2 негрубые ошибки; 2 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки; 1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа; 0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более точного определения баллов за каждое задание. Максимальный балл – 10. Рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается одним из двух возможных способов. Причем способ определения своего рейтинга выбирает студент. Первый способ - только по результатам работы студента в семестре. Второй способ - по результатам работы в семестре и оценки за зачет. Работа в семестре включает выполнение курсовой работы и посещение лекций (индивидуальный конспект лекций).</p> |         |
| 7 | 8 | Текущий контроль | Ответы на вопросы | 1 | 4 | <p>Текущий контроль раздела. Содержит 4 вопроса. Блок 1 вложенного файла. За правильные ответы на все 4 вопросов начисляется 4 балла, 3 вопроса правильно - 3 балла, 2 вопроса отвечено - 2 балла, 1 вопроса отвечено - 1 балл. Если ответа нет - 0 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В случае наличия замечаний балл может быть снижен.</p>   | экзамен |
| 8 | 8 | Текущий контроль | Ответы на вопросы | 1 | 5 | <p>Текущий контроль раздела. Блок 2 вложенного файла. Содержит 5 вопросов. За</p>  | экзамен |

|    |   |                  |                   |   |   |   |         |
|----|---|------------------|-------------------|---|---|---|---------|
|    |   |                  |                   |   |   | правильные ответы на все 5 вопросов начисляется 5 баллов, при ответе на 4 вопроса - 4 балла, 3 вопросов правильно - 3 балла, 2 вопроса отвечено - 2 балла, 1 вопроса отвечено - 1 балл. Если ответа нет - 0 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В случае наличия замечаний балл может быть снижен.  |         |
| 9  | 8 | Текущий контроль | Ответы на вопросы | 1 | 5 | Текущий контроль раздела. Блок 3 вложенного файла. Содержит 5 вопросов. За правильные ответы на все 5 вопросов начисляется 5 баллов, при ответе на 4 вопроса - 4 балла, 3 вопросов правильно - 3 балла, 2 вопроса отвечено - 2 балла, 1 вопроса отвечено - 1 балл. Если ответа нет - 0 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В случае наличия замечаний балл может быть снижен. | экзамен |
| 10 | 8 | Текущий контроль | Ответы на вопросы | 1 | 4 | Текущий контроль раздела. Содержит 4 вопроса. Блок 4 вложенного файла. За правильные ответы на все 4 вопросов начисляется 4 балла, 3 вопросов правильно - 3 балла, 2 вопроса отвечено - 2 балла, 1 вопроса отвечено - 1 балл. Если ответа нет - 0 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В случае наличия  | экзамен |



|    |   |                        |                             |   |   |   |                 |
|----|---|------------------------|-----------------------------|---|---|---|-----------------|
|    |   |                        |                             |   |   | замечаний балл может быть снижен.   |                 |
| 11 | 8 | Текущий контроль       | Ответы на вопросы           | 1 | 5 | Текущий контроль раздела. Содержит 5 вопросов. Блок 5 вложенного файла. За правильные ответы на все 5 вопросов начисляется 5 баллов, при ответе на 4 вопроса - 4 балла, 3 вопроса правильно - 3 балла, 2 вопроса отвечено - 2 балла, 1 вопроса отвечено - 1 балл. Если ответа нет - 0 баллов. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). В случае наличия замечаний балл может быть снижен.  | экзамен         |
| 12 | 8 | Курсовая работа/проект | Внешнебаллистический расчет | - | 9 | Задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент демонстрирует и сдает преподавателю выполненный расчет. В процессе демонстрации работы проверяется: соответствие расчета заданию. Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита КР. На защиту студент предоставляет: 1. Задание. 2. Выполненный расчет (Excel, Mathcad)/ 3. Пояснительную записку в отпечатанном виде, содержащую описание произведенный расчетов и соответствующие иллюстрации. Защита курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. При оценивании результатов мероприятия используется | курсовые работы |

|  |  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  |  | <p>балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Показатели оценивания: – Соответствие заданию: 3 балла – полное соответствие заданию. 2 балла – полное соответствие заданию, правильность расчетов в подавляющем большинстве. 1 балл – не полное соответствие заданию, правильность выполнения расчетов только в части работы. 0 баллов – не соответствие заданию, ошибки в расчетах или графиках. – Качество пояснительной записки: 3 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями 2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения 0 балл – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы,</p> |  |
|--|--|--|--|--|---|--|

|    |   |                          |         |   |  |   |         |
|----|---|--------------------------|---------|---|--|---|---------|
|    |   |                          |         |   | свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0 |   |         |
| 13 | 8 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 10   | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Экзамен проводится в письменной форме. Экзамен содержит два теоретических вопроса. Студенту задаются 2 вопроса из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ - 40 минут. Шкала оценивания ответа на теоретический вопрос: 5 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет; 4 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет; 3 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, допущены 1–2 негрубые ошибки; 2 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки; 1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа; 0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений. Преподаватель имеет право провести собеседование со студентом с целью более | экзамен |

|  |  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  |  | <p>точного определения баллов за каждое задание. Вес мероприятия - 1, максимальный балл – 10. Рейтинг обучающегося по дисциплине рассчитывается одним из двух возможных способов. Причем способ определения своего рейтинга выбирает студент. Первый способ - только по результатам работы студента в семестре. Второй способ - по результатам работы в семестре и оценки за экзамен. Работа в семестре включает выполнение курсовой работы, посещение лекций (индивидуальный конспект лекций), выполнение мероприятий текущего контроля в полном объеме.</p> |
|--|--|--|--|--|---|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                            |
|------------------------------|---|--|
| экзамен                      | <p>На экзамене происходит оценивание знаний, умений и приобретенного опыта обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. В результате складывается совокупный рейтинг студента, который дифференцируется в оценку и проставляется в ведомость, зачетную книжку студента. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Оценка по дисциплине вносится в «Приложение к диплому специалиста».</p> | <p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p> |
| зачет                        | <p>Зачет выставляется по итогам текущей + промежуточной аттестации студента. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %. Допускается выставление оценки на основе текущего рейтинга (автоматом), при условии, что все практические работы выполнены студентом в полном объеме.</p>  | <p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p> |
| курсовые работы              | <p>Задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент демонстрирует и сдает преподавателю выполненный расчет. В процессе демонстрации работы проверяется: соответствие расчета заданию.</p>   | <p>В соответствии с п. 2.7 Положения</p>       |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>Преподаватель выставляет предварительную оценку и допускает студента к защите. В последнюю неделю семестра проводится защита КР. На защиту студент предоставляет: 1. Задание. 2. Выполненный расчет (Exel, Mathcad) 3. Пояснительную записку в отпечатанном виде, содержащую описание произведенных расчетов и соответствующие иллюстрации. Защита 1й части курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося 0...59 %.</p> |  |
|--|--|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения   | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|-------------|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|             |   | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| ОПК-10      | Знает: методы решения задач внутренней, внешней баллистики и аэродинамики при разработке и проектировании средств поражения и боеприпасов.  | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| ОПК-10      | Умеет: находить основные пиродинамические элементы и параметры внутренней баллсистики ствольных систем и двигателей твердого топлива; строить внешнебаллистические траектории артиллерийского, реактивного, активно-реактивного, высокоточного снарядов; оценивать аэродинамическую устойчивость летательного аппарата. | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |
| ОПК-10      | Имеет практический опыт: решения задач внутренней, внешней баллистики и аэродинамики при разработке и проектировании новых образцов средств поражения и боеприпасов.  | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Основы прикладной аэрогазодинамики Кн. 1 Аэродинамика крыла (профиля), корпуса и их комбинаций Учеб. пособие для втузов: В 2-х кн. Под ред. Н. Ф. Краснова. - М.: Высшая школа, 1990. - 336 с. ил.
2. Краснов, Н. Ф. Аэродинамика [Текст] Ч. 1 Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла учеб. для втузов Н. Ф. Краснов. - Изд. 4-е. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2010. - 496 с.
3. Фабрикант, Н. Я. Аэродинамика Общ. курс. - М.: Наука, 1964. - 814 с.
4. Ерохин, Б. Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ Учеб. для втузов Б. Т. Ерохин. - М.: Машиностроение, 1991. - 559 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Аллен, Дж. Аэродинамика ракет Кн. 1 Введение в аэродинамику ракет В 2-х кн. Под ред. М. Хемша, Дж. Нилсена; Пер. с англ. М. Хонькина с предисл. Ю. А. Рыжова. - М.: Мир, 1989. - 425 с. ил.
2. Внутренняя баллистика РДТТ [Текст] А. В. Алиев и др. ; под ред. А. М. Липанова, Ю. М. Милехина ; Рос. акад. ракетных и артиллер. наук. - М.: Машиностроение, 2007. - 500, [1] с. ил., табл.
3. Краснов, Н. Ф. Аэродинамика [Текст] Ч. 1 Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла учеб. для втузов Н. Ф. Краснов. - Изд. 4-е. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2010. - 496 с.
4. Петров, К. П. Аэродинамика тел простейших форм. - М.: Факториал, 1998. - 432 с. ил.
5. Прикладная аэродинамика Учеб. пособие для втузов Н. Ф. Краснов, В. Н. Кошевой, А. Н. Данилов и др.; Под общ. ред. Н. Ф. Краснова. - М.: Высшая школа, 1974. - 731 с.

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

Не предусмотрены

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. нет

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. нет

**Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

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 |
|---------------------------------|------------|--|
| Самостоятельная работа студента | 302<br>(2) | рабочий блокнот  |
| Лекции                          | 611<br>(3) | компьютер, телевизор, стенды, макеты, образцы  |
| Практические занятия и семинары | 303<br>(2) | нет  |