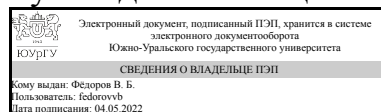


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель специальности



В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.О.38 Аэрогидрогазодинамика**

**для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

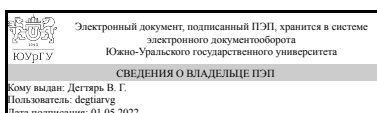
**уровень** Специалитет

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Летательные аппараты

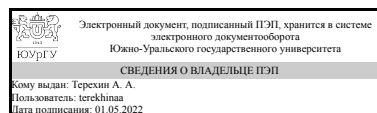
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 964

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. А. Терехин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по аэрогазодинамике ракетно-космической технике (РКТ). Предоставление обучающимся сведений, являющихся базовыми при расчетах и проектировании ракет, расчете аэрогазодинамических процессов и параметров внешней аэродинамики

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина содержит основные понятия и уравнения аэрогазодинамики; основы механики разреженных и сплошных сред; расчет потенциальных течений; расчет вихревых течений; сопротивление тонких тел; влияние формы тела на волновое сопротивление; влияние вязкости потока и донного разрежения на сопротивление; определение коэффициентов нормальной силы, момента и центра давления; расчет распределения давления при несимметричном обтекании; интерференция между отдельными частями ЛА

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                       | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач | <p>Знает: основные физические положения, законы аэрогазодинамики, основные свойства жидкости и газов, основные законы и уравнения гидрогазодинамики для идеальной жидкости и газа и вязкой жидкости. иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями, о тенденциях создания принципиально новых форм летательных аппаратов и ракет</p> <p>Умеет: применять основные законы аэрогазодинамики при анализе процессов нагружения объектов ракетно-космической техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов аэродинамических и гидродинамических параметров ракет (в том числе с применением вычислительной техники), специальную литературу и другие информационные данные (в том числе на иностранных языках) для решения профессиональных задач; методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований для разработки новых летательных аппаратов, а также методы обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов</p> <p>Имеет практический опыт: проведения расчетов аэродинамических, газодинамических процессов</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | внешних и внутренних течений в ракетных системах; разработки схем, графиков, диаграмм и других профессионально-значимых изображений, работы с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками, составления программ компьютерных расчетов аэродинамических параметров ракет, применения вычислительной техники для решения специальных задач, выполнения инженерных расчетов по основным типам профессиональных задач, разработки планов исследований, выполнения экспериментов. |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Нет                                                           | 1.О.37 Метод конечных элементов             |

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

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 48,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 5                                  |
| 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           |                                    |
| Выполнение самостоятельной работы                                          | 31,5        | 31,5                               |
| Изучение теоретического материала при подготовке к практическим занятиям.  | 10          | 10                                 |
| Подготовка к экзамену                                                      | 10          | 10                                 |
| 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         | Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории. Связь с ранее изучаемыми дисциплинами и важность для последующих дисциплин. Основные модели, свойства, методы. | 6                                         | 4 | 2  | 0  |
| 2         | Общие вопросы аэрогазодинамики (основные понятия и уравнения динамики жидкости и газа)                                                                                                                   | 8                                         | 6 | 2  | 0  |
| 3         | Потенциальные течения                                                                                                                                                                                    | 4                                         | 4 | 0  | 0  |
| 4         | Течения со сверхзвуковыми скоростями                                                                                                                                                                     | 7                                         | 4 | 3  | 0  |
| 5         | Аэродинамика ЛА                                                                                                                                                                                          | 12                                        | 6 | 6  | 0  |
| 6         | Пограничный слой                                                                                                                                                                                         | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 7         | Гидростатика и гидравлика                                                                                                                                                                                | 7                                         | 4 | 3  | 0  |
| 8         | Перспективы развития разделов и методов решения задач                                                                                                                                                    | 2                                         | 2 | 0  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Кол-во часов |
|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-2      | 1         | Основные свойства жидкостей и газов: сплошности, вязкости, сжимаемости, диссоциации и ионизации. Свойство сплошности, свойство вязкости, свойство сжимаемости, свойство изменения теплоемкости, диссоциации и ионизации.                                                                                                                                                                                                                         | 4            |
| 3-4      | 2         | Силы в жидкостях и газах. Объемные и поверхностные силы в жидкости, аэродинамические силы, аэродинамические коэффициенты сил, действующих на поверхность $S$ , системы координат, аэродинамические коэффициенты моментов ЛА, коэффициент центра давления, статическая устойчивость и коэффициенты, характеризующие ее запас, зависимость АДК от $\alpha$ , $M$ , $Re$ .                                                                          | 4            |
| 5        | 2         | Основные уравнения гидродинамики. Методы изучения движения жидкости. Уравнение сплошности (неразрывности). Уравнение движения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2            |
| 6-7      | 3         | Уравнение энергии. Уравнение энергии вязкой, теплопроводной, излучающей жидкости. Энтропические течения. Анализ уравнения энергии для газа. Критические параметры. Связь параметров торможения с числом $M$ движущегося газа. Связь критических параметров с параметрами торможения. Зависимость параметров газа, движущегося по соплу, от степени расширения сопла $S/S^*$ . Влияние сжимаемости на давление торможения и коэффициент давления. | 4            |
| 8-9      | 4         | Скачки уплотнения. Прямые скачки. Диссоциирующий газ. Косой скачок уплотнения. Течения около тупого угла (Прандтля – Майера). Обтекание плоских тел. Обтекание пластины сверхзвуковым потоком (линейная теория). Аэродинамические коэффициенты профиля крыла. Индуктивное сопротивление крыльев (модель несжимаемой среды).                                                                                                                      | 4            |
| 10       | 5         | Обтекание тел вращения. Обтекание конуса сверхзвуковым потоком. Обтекание тел вращения с криволинейной образующей ( $M > 1$ ). Аэродинамические коэффициенты для тел вращения.                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2            |

|       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |
|-------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 11    | 5 | Кинематика жидкости. Характеристики движения жидкости. Потенциальные течения.                                                                                                                                                                                                                                  | 2 |
| 12    | 5 | Закон сохранения импульса.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 |
| 13    | 6 | Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Относительный покой. Силы давления жидкости на криволинейные поверхности.                                                                                                                                                                                       | 2 |
| 14-15 | 7 | Критерии кинематического и силового подобия. Гидравлика. Течение вязкой жидкости по трубам. Уравнение Бернулли с учетом потерь давления на трение. Местные сопротивления. Истечение газов через отверстия и насадки. Нестационарные течения. Неустановившиеся течения жидкостей. Гидравлический удар в трубах. | 4 |
| 16    | 8 | Пограничный слой. Основные уравнения. Пограничный слой на пластине.                                                                                                                                                                                                                                            | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                          | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Цели и задачи курса. Основные модели, свойства, методы.                                      | 2            |
| 2         | 2         | Общие вопросы аэрогазогидродинамики (основные понятия и уравнения динамики жидкости и газа). | 2            |
| 3         | 4         | Течения со сверхзвуковыми скоростями.                                                        | 3            |
| 4-5       | 5         | Аэродинамика ракет.                                                                          | 3            |
| 6-7       | 5         | Аэродинамика ракет.                                                                          | 3            |
| 8         | 7         | Гидростатика и гидравлика.                                                                   | 3            |

## 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 |
| Выполнение самостоятельной работы | Шлихтинг. Г. Теория пограничного слоя. М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1974 г., 712 с. Петров К.П. Аэродинамика тел простейшей формы. М.: Физматлит, 1998 г., 428 с. Краснов Н.Ф. Прикладная аэродинамика. М.: Высшая школа, 1974 г., 727с. Кравец А. С. Характеристики авиационных профилей. М: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939 г., 329 с Аржаников Н.С. Аэродинамика летательных аппаратов. М.: Высшая школа, 1983 г., 485 с. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч. П. Методы аэродинамического расчета: Учебник для студентов втузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа 1980г., 416 с. | 5       | 31,5         |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |    |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|
| Изучение теоретического материала при подготовке к практическим занятиям. | Шлихтинг. Г. Теория пограничного слоя. М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1974 г., 712 с. Петров К.П. Аэродинамика тел простейшей формы. М.: Физматлит, 1998 г., 428 с. Краснов Н.Ф. Прикладная аэродинамика. М.: Высшая школа, 1974 г., 727с. Кравец А. С. Характеристики авиационных профилей. М: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939 г., 329 с Аржаников Н.С. Аэродинамика летательных аппаратов. М.: Высшая школа, 1983 г., 485 с. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч. П. Методы аэродинамического расчета: Учебник для студентов втузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа 1980г., 416 с. | 5 | 10 |
| Подготовка к экзамену                                                     | Шлихтинг. Г. Теория пограничного слоя. М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1974 г., 712 с. Петров К.П. Аэродинамика тел простейшей формы. М.: Физматлит, 1998 г., 428 с. Краснов Н.Ф. Прикладная аэродинамика. М.: Высшая школа, 1974 г., 727с. Кравец А. С. Характеристики авиационных профилей. М: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939 г., 329 с Аржаников Н.С. Аэродинамика летательных аппаратов. М.: Высшая школа, 1983 г., 485 с. Краснов Н.Ф. Аэродинамика. Ч. П. Методы аэродинамического расчета: Учебник для студентов втузов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа 1980г., 416 с. | 5 | 10 |

## 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    | 5        | Текущий контроль | Контрольная точка 1               | 1   | 20         | Контрольная точка состоит из 4 заданий. Каждое задание оценивается в 5 баллов. 5 баллов: выставляется за выполненный | экзамен          |

|   |   |                  |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
|---|---|------------------|---------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                     |   | <p>отчет по контрольной точке, которое полностью соответствует заданию, отчет имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы.</p> <p>4 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который полностью соответствует заданию, отчет 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.</p> <p>3 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не полностью соответствует техническому заданию, отчет имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения.</p> <p>2 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не соответствует заданию, отчет не имеет анализа, не отвечает требованиям. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер.</p> <p>1 балл: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не соответствует заданию, отчет не имеет анализа. В работе присутствуют грубые ошибки.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
| 2 | 5 | Текущий контроль | Контрольная точка 2 | 1 | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Контрольная точка состоит из 4 заданий.</p> <p>Каждое задание оценивается в 5 баллов.</p> <p>5 баллов: выставляется за выполненный отчет по контрольной точке, которое полностью соответствует заданию, отчет имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При</p> | экзамен |

|   |   |                  |                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
|---|---|------------------|---------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                     |   | <p>защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы.</p> <p>4 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который полностью соответствует заданию, отчет 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.</p> <p>3 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не полностью соответствует техническому заданию, отчет имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения.</p> <p>2 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не соответствует заданию, отчет не имеет анализа, не отвечает требованиям. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер.</p> <p>1 балл: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не соответствует заданию, отчет не имеет анализа. В работе присутствуют грубые ошибки.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
| 3 | 5 | Текущий контроль | Контрольная точка 3 | 1 | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Контрольная точка состоит из 4 заданий.</p> <p>Каждое задание оценивается в 5 баллов.</p> <p>5 баллов: выставляется за выполненный отчет по контрольной точке, которое полностью соответствует заданию, отчет имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы.</p> | экзамен |

|   |   |                          |                        |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |
|---|---|--------------------------|------------------------|---|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                        |   |    | <p>4 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который полностью соответствует заданию, отчет 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.</p> <p>3 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не полностью соответствует техническому заданию, отчет имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения.</p> <p>2 балла: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не соответствует заданию, отчет не имеет анализа, не отвечает требованиям. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер.</p> <p>1 балл: выставляется за отчет по отчет по контрольной точке, который не соответствует заданию, отчет не имеет анализа. В работе присутствуют грубые ошибки.</p> |         |
| 4 | 5 | Промежуточная аттестация | Экзаменационная работа | - | 40 | <p>На экзамене выдается экзаменационный билет, состоящий из 8 вопросов.</p> <p>Каждый вопрос оценивается в 5 баллов.</p> <p>5 баллов: студент владеет знаниями вопроса в полном объеме; самостоятельно и в логической последовательности отвечает на вопрос, подчеркивая при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное</p> <p>4 балла: студент владеет знаниями вопроса почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых моментах); студент самостоятельно, и отчасти при наводящих вопросах, дает полноценные ответы на вопросы билета, не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | экзамен |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>ошибок в ответах.</p> <p>3 балла: студент владеет ответил на часть вопроса, проявляет затруднения в самостоятельном ответе, оперирует неточными формулировками, в процессе ответа допускает ошибки по существу вопроса</p> <p>2 балла: ответ не соответствует формулировке вопроса, ответ не имеет анализа В ответе нет выводов либо они носят декларативный характер.</p> <p>1 балл: ответ не соответствует формулировке вопроса, ответ не имеет анализа. В ответе присутствуют грубые ошибки.</p> |  |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | <p>На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Критерии оценивания. Отлично: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%.</p> <p>Хорошо: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84%. Удовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | № КМ |   |   |   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1    | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-5       | Знает: основные физические положения, законы аэрогидрогазодинамики, основные свойства жидкости и газов, основные законы и уравнения гидрогазоаэродинамики для идеальной жидкости и газа и вязкой жидкости. иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития науки и техники в области аэрогидрогазодинамики, их взаимосвязи со смежными областями, о тенденциях создания принципиально новых форм летательных аппаратов и ракет                                                                                                                                                                                                         | +    | + | + | + |
| ОПК-5       | Умеет: применять основные законы аэрогидрогазодинамики при анализе процессов нагружения объектов ракетно-космической техники, использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов аэродинамических и гидродинамических параметров ракет (в том числе с применением вычислительной техники), специальную литературу и другие информационные данные (в том числе на иностранных языках) для решения профессиональных задач; методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований для разработки новых летательных аппаратов, а также методы обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов | +    | + | + | + |
| ОПК-5       | Имеет практический опыт: проведения расчетов аэродинамических,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | +    | + | + | + |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | газодинамических процессов внешних и внутренних течений в ракетных системах; разработки схем, графиков, диаграмм и других профессионально-значимых изображений, работы с технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками, составления программ компьютерных расчетов аэродинамических параметров ракет, применения вычислительной техники для решения специальных задач, выполнения инженерных расчетов по основным типам профессиональных задач, разработки планов исследований, выполнения экспериментов. |  |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Прикладная аэродинамика Учеб. пособие для вузов Н. Ф. Краснов, В. Н. Кошевой, А. Н. Данилов и др.; Под общ. ред. Н. Ф. Краснова. - М.: Высшая школа, 1974. - 731 с.
2. Мхитарян, А. М. Аэродинамика Учебник для студ. авиац. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1976. - 448 с. ил.
3. Фабрикант, Н. Я. Аэродинамика Общ. курс. - М.: Наука, 1964. - 814 с.

#### 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. Аржаников, Н. С. Аэродинамика больших скоростей Учеб. для авиац. вузов и фак. - М.: Высшая школа, 1965. - 559 с. ил.
3. Петров, К. П. Аэродинамика тел простейших форм. - М.: Факториал, 1998. - 432 с. ил.

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

1. Ракетная техника.
2. Вопросы ракетной техники.

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

1. Сидельников Р.В. Семестровые, курсовые и научно-исследовательские работы в курсе аэрогидрогазодинамика: Учебное пособие. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2014. - 240 с.

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

1. Сидельников Р.В. Семестровые, курсовые и научно-исследовательские работы в курсе аэрогидрогазодинамика: Учебное пособие. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2014. - 240 с.

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

### Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. ТЕСИС-Flow Vision 3.0.8(бессрочно)
4. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
5. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simpler, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
6. -Creo Academic(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.    | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                            |
|---------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лабораторные занятия            | 104 (2)   | Аэродинамические трубы, жидкостные микроманометры, модели исследований и другое оборудование для проведения лабораторных работ.                                             |
| Практические занятия и семинары | 114-1 (2) | Компьютерная программа по расчету аэродинамических коэффициентов ЛА (материалы на электронных носителях в лаборатории компьютерных технологий аэрокосмического факультета). |