

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Директор физтех-школы**  
**аэрокосмических технологий**  
**С.С. Негодяев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Концептуальное проектирование самолетов
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Авиационные технологии
	Физтех-школа авиационных и цифровых технологий
	кафедра аэрофизики и летательных аппаратов
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: И.Г. Башкиров, д-р техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры аэрофизики и летательных аппаратов 04.06.2020

## Аннотация

Дисциплина "Концептуальное проектирование маневренных самолетов" направлена на овладение студентами методами решения прямой и обратной задачи аэродинамического расчета сверхзвуковых маневренных самолетов, получение опыта решения типовых задач предварительного аэродинамического проектирования, освоение принципов предварительного аэродинамического проектирования перспективных сверхзвуковых маневренных самолетов.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- освоение принципов предварительного аэродинамического проектирования перспективных сверхзвуковых маневренных самолетов.

#### Задачи дисциплины

- овладение методами решения прямой и обратной задачи аэродинамического расчета сверхзвуковых маневренных самолетов;
- получение опыта решения типовых задач предварительного аэродинамического проектирования.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы механики полета;
- постановку проблем аэродинамического проектирования летательных аппаратов.

уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов расчетных исследований;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием задач механики полета.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение. Аэродинамический расчет сверхзвукового маневренного самолёта (цель, задачи, уравнения).	3			3
2	Расчет параметров маневренного самолета и силовой установки под заданные тактико-технические требования.	3			3
3	Расчет геометрических параметров аэродинамической компоновки.	4			4
4	Инженерный расчет весовых параметров маневренного самолета.	4			4
5	Инженерный расчет продольных аэродинамических характеристик при до- и сверхзвуковых скоростях полета и в области больших и закритических углов атаки.	4			4
6	Решение задач продольной балансировки.	4			4
7	Расчет эффективных высотно-скоростных и дроссельных характеристик силовой установки.	4			4
8	Решение типовых задач предварительного аэродинамического проектирования перспективных сверхзвуковых маневренных самолетов.	4			4
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

## 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Введение. Аэродинамический расчет сверхзвукового маневренного самолёта (цель, задачи, уравнения).

Основные тенденции развития методов аэродинамического расчета. Основные понятия и величины. Силы и моменты, действующие на самолёт в полёте. Ограничения функций состояния и управляющих функций.

2. Расчет параметров маневренного самолета и силовой установки под заданные тактико-технические требования.

Обзор существующих методов расчета. Тактико-технические требования, предъявляемые к перспективным боевым самолетам и их влияние на аэродинамический облик компоновки. Оптимизация параметра Бреге для получения связи параметров аэродинамической компоновки и силовой установки по условию обеспечения сверхзвукового крейсерского полета.

3. Расчет геометрических параметров аэродинамической компоновки.

Инженерные методы и численные алгоритмы расчета геометрических параметров аэродинамической компоновки.

4. Инженерный расчет весовых параметров маневренного самолета.

Статистический подход к расчету основных составляющих весовой сводки маневренного самолета.

5. Инженерный расчет продольных аэродинамических характеристик при до- и сверхзвуковых скоростях полета и в области больших и закритических углов атаки.

Влияние геометрических параметров компоновки на аэродинамические коэффициенты и коэффициенты аэродинамической поляры при до- и сверхзвуковых скоростях полета. Инженерные формулы расчета.

6. Решение задач продольной балансировки.

Аналитический расчет балансировочных аэродинамических характеристик в области малых углов атаки. Численный алгоритм решения задачи продольной балансировки как задачи нахождения условного экстремума для невыпуклых функций.

7. Расчет эффективных высотно-скоростных и дроссельных характеристик силовой установки.

Эффективные потери силовой установки в воздухозаборниках и соплах, отбор мощности на самолетные нужды. Расчет влияния потерь силовой установки на высотно-скоростные и дроссельные характеристики.

8. Решение типовых задач предварительного аэродинамического проектирования перспективных сверхзвуковых маневренных самолетов.

Формирование исходных данных и особенности решения задач аэродинамического проектирования боевых самолетов различного класса.

## 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном. MS Office, APP 6.10 Aircraft Performance Program.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### Основная литература

1. Основы аэродинамического расчета : Аэродинамика тел вращения, несущих и управляющих поверхностей [Текст] / Н. Ф. Краснов - М.Высшая школа,1981

### Дополнительная литература

1. Механика полета [Текст]. Т. 1/А. Миеле , -М., Наука, 1965

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На занятиях должны использоваться мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий дисциплину "Концептуальное проектирование самолетов ", должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к экзамену.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Авиационные технологии  
Физтех-школа авиационных и цифровых технологий  
кафедра аэрофизики и летательных аппаратов  
**курс:** 1  
**квалификация:** магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

**Разработчик:** И.Г. Башкиров, д-р техн. наук, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Концептуальное проектирование самолетов » обучающийся должен:

### знать:

- место и роль общих вопросов науки в научных исследованиях;
- современные проблемы механики полета;
- постановку проблем аэродинамического проектирования летательных аппаратов.

### уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму универсальных методов и законов современного естествознания;
- абстрагироваться от несущественных влияний при моделировании реальных физических ситуаций.

### владеть:

- планированием, постановкой и обработкой результатов расчетных исследований;
- научной картиной мира;
- математическим моделированием задач механики полета.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

1. Расчет дополнительных требований к компоновке и двигателю по условию обеспечения сверхзвукового крейсерского полета.
2. Инженерный метод расчета геометрических параметров аэродинамической компоновки.
3. Инженерный расчет продольных аэродинамических характеристик на больших и закритических углах атаки.
4. Расчет эффективных высотно-скоростных и дроссельных характеристик силовой установки
5. Выбор рациональной аэродинамической схемы
6. Особенности выбора параметров легкого истребителя
7. Особенности выбора параметров многофункционального истребителя
8. Влияние технологий "Stealth" на летные данные боевого самолета

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

1. Основные системы координат, используемые при аэродинамическом проектировании.
2. Силы и моменты, действующие на самолет в полете и при движении на земле, уравнения движения самолета.
3. Тангенциальная и нормальная перегрузка и соответствующие уравнения движения самолета.
4. Уравнения движения в вертикальной и горизонтальной плоскости.
5. Полная механическая энергия самолета, энергетическая скороподъемность и ее связь с геометрической скороподъемностью.
6. Расчет дальности и продолжительности полета.
7. Комплексный итерационный метод формирования облика (КИМФАО) сверхзвукового маневренного самолета.
8. Связь перегрузочной поляры и тактико-технических требований к маневренности в Методе выбора параметров боевого самолета под заданные ТТТ.
9. Инженерный расчет весовой сводки маневренного самолета.

Билет 1

Выведите уравнение движения в вертикальной плоскости.

Билет 2

Опишите связь перегрузочной поляры и тактико-технических требований к маневренности.

#### **Критерии оценивания**

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Вопрос обучающегося по билету на устном экзамене не превышает 20 минут.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.