

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет летательных аппаратов

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФЛА

профессор, д.т.н. Матвеев  
Константин Александрович

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Практическая аэродинамика самолета

ООП: специальность 160202.65 Системы жизнеобеспечения оборудования летательных аппаратов

Шифр по учебному плану: ОПД.В.1.2

Факультет: летательных аппаратов очная форма обучения

Курс: 4, семестр: 7

Лекции: 36

Практические работы: 18 Лабораторные работы: 18

Курсовой проект: - Курсовая работа: 7 РГЗ: -

Самостоятельная работа: 52

Экзамен: 7 Зачет: -

Всего: 132

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 652100 Авиастроение .(№ 154 тех/дс от 17.03.2000)

ОПД.В.1.2, дисциплины по выбору студента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Аэрогидродинамики протокол № 6 от 16.06.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Чемезов Владимир Леонидович

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Саленко Сергей Дмитриевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Чичиндаев Александр Васильевич

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
	Концептуальная записка. Требования к дисциплине основаны на содержании государственного образовательного стандарта специальности 071300 Гидроаэродинамика направления подготовки дипломированного специалиста 652500 Гидроаэродинамика и динамика полета, утверждённому 14 апреля 2000г. (Регистрационный номер 408 тех/дс).. Объектами профессиональной деятельности выпускника являются летательные аппараты различного назначения, установки и устройства, в которых движутся жидкости и (или) газы или используется их энергия, характеристики режимов полета и управления летательными аппаратами, процессы проектирования объектов и систем.	<b>132</b>

## 2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

### Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Курс входит в число вариативных дисциплин профессионального цикла Решение Ученого совета факультета ЛА протокол № 3 от 28.05.2007г.
Адресат курса	Студенты, обучающиеся по направлению 652500 Гидроаэродинамика и динамика полета.
Основная цель (цели) дисциплины	Обучить студентов базовым методам и основным принципам формирования облика летательного аппарата, выполняющего заданные требования.
Ядро дисциплины	Основные концепции и законы аэродинамики, физическая сущность явлений обтекания летательного аппарата и его основных элементов потоком газа (воздуха).
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Для успешного усвоения материала необходимы знания из предшествующих дисциплин: "Теоретическая аэрогидродинамика", "Общее проектирование летательных аппаратов", "Двигатели летательных аппаратов", "Аэродинамика", "Методы аэрофизического эксперимента", "Численные методы аэромеханики", "Динамика полёта".
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Обучающиеся должны знать основные закономерности движения жидкостей или газов, а также механическое и тепловое взаимодействие между жидкостью или газом и движущимся в них телами в объёме ранее изученных курсов, владеть основами численных и экспериментальных методов исследования аэродинамики.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Темы практических занятий и лабораторные работы по основным разделам укрупнены. Практические занятия содержат дополнительно материал по современным проблемам авиастроения.

### 3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О предмете аэродинамического проектирования.
2	О физической сущности явлений обтекания основных элементов ЛА и ЛА в целом потоком несжимаемой и сжимаемой жидкости (газа)
3	О принципах формирования облика перспективных пассажирских, транспортных и специальных ЛА.
4	О перспективах развития летательных аппаратов.
знать	
5	Основные принципы аэродинамического проектирования.
6	Виды течений, применяемых для ЛА.
7	Методы выбора профиля, крыла, аэродинамической схемы с учётом движителя и интерференции частей ЛА.
8	Методы управления обтеканием элементов ЛА и ЛА в целом.
9	Методы создания стабилизирующих и управляющих сил и моментов.
10	Концепции современных пассажирских, транспортных, маневренных и специальных ЛА.
11	Аэродинамические аспекты проектирования современных сверхзвуковых самолётов.
12	Особенности аэродинамики специальных ЛА: СВВП, СКВП, СБВП, экранопланов.
уметь	
13	Обосновывать выбор параметров аэродинамической компоновки ЛА для удовлетворения заданных технических требований.
14	Анализировать результаты численных и экспериментальных исследований аэродинамических характеристик ЛА и их элементов.
иметь опыт (владеть)	
15	Принципами методологии аэродинамического проектирования по выбору основных параметров и разработке рекомендаций по совершенствованию аэродинамической компоновки перспективных ЛА.

### 4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7		
Модуль: Введение		
Дидактическая единица: "Основные задачи, этапы и методы аэродинамического проектирования ЛА", "Требования к аэродинамической компоновке ЛА"		
Основные задачи аэродинамического	4	1, 5

<p>проектирования самолётов. Аэродинамические характеристики и аэродинамическая компоновка самолёта.</p> <p>Требования к аэродинамической компоновке и аэродинамическим характеристикам самолёта.</p> <p>Основные этапы аэродинамического проектирования самолёта.</p> <p>Применение численных методов в аэродинамическом проектировании самолёта.</p>		
<p>Модуль: Виды и методы описания течений</p>		
<p>Дидактическая единица: Концепции течений сплошной среды", "Методы описания невязких течений", "Модели сжимаемой жидкости", "Влияние вязкости, отрыв потока", "УПС", "Ламиниризация"</p>		
<p>Модели воздуха и некоторых его свойств. Методы описания невязких течений. Модели для описания сжимаемости жидкости. Влияние вязкости, отрыв потока. Типы отрыва пограничного слоя. Виды течений, применяемые к летательным аппаратам. Управление пограничным слоем (УПС). Способы и устройства ламинаризации обтекания.</p>	4	2, 6, 8
<p>Модуль: Аэродинамическое проектирование крыльев ЛА</p>		
<p>Дидактическая единица: Крыло конечного размаха", "Крыло малого удлинения", "Стреловидное крыло", "Крыло обратной стреловидности", "Максимальная подъёмная сила крыла", "Устройства повышения максимальной подъёмной силы крыла"</p>		
<p>Подъёмная сила и связанное с ней сопротивление. Крыло конечного размаха. Многозначность решения задачи об оптимальном крыле. Эффективное удлинение крыла. Крыло малого удлинения. Несущие тела с ударными волнами. Эффект скольжения. Аэродинамические характеристики стреловидного крыла. Распределение нагрузки по хорде и размаху стреловидного крыла. Изобары на стреловидном крыле. Отрыв потока на стреловидных крыльях. Крыло обратной стреловидности. Преимущества и недостатки по сравнению с крылом прямой стреловидности. Максимальная подъёмная сила крыльев. Устройства повышения максимальной подъёмной силы. Механизация передней и задней кромок крыла. Энергетические методы повышения несущих свойств крыльев. Крыло вблизи земли.</p>	12	6, 7, 8
<p>Модуль: Обеспечения управляемости и</p>		

устойчивости ЛА		
Дидактическая единица: "Выбор параметров и компоновка оперения", "Эффективность органов управления", "Шарнирные моменты органов управления"		
Хвостовое оперение самолёта. Выбор параметров хвостового оперения. Компоновка горизонтального и вертикального оперений. Эффективность рулей высоты и направления. Шарнирные моменты органов управления. Аэродинамическая компенсация.	4	9
Модуль: Аэродинамическая интерференция		
Дидактическая единица: "Интерференция элементов компоновки при дозвуковых, трансзвуковых и сверхзвуковых скоростях"		
Аэродинамическая интерференция элементов компоновки при малых дозвуковых, трансзвуковых и сверхзвуковых скоростях полёта. Влияние мотогондол на аэродинамические характеристики магистральных самолётов. Интеграция силовой установки и планера самолёта.	4	10, 7
Модуль: Аэродинамическое проектирование самолётов		
Дидактическая единица: "Аэродинамические схемы самолётов", "Особенности аэродинамической компоновки магистральных самолётов", "Аэродинамическая компоновка сверхзвуковых самолётов"		
Аэродинамические схемы самолётов. Особенности аэродинамической компоновки самолётов, связанные с повышением аэродинамического качества. Аэродинамическая компоновка магистральных самолётов. Выбор параметров аэродинамической компоновки сверхзвукового самолёта. Особенности аэродинамики самолётов с крылом изменяемой геометрии.	4	10, 11, 13, 14, 3
Модуль: Особенности аэродинамического проектирования специальных ЛА		
Дидактическая единица: "Особенности аэродинамической компоновки СВВП, СКВП, экранопланов и высокоманевренных самолётов"		
Особенности аэродинамики самолётов вертикального взлёта и посадки (СВВП), самолётов короткого взлёта и посадки (СКВП), самолётов бесконтактного взлёта и посадки (СБВП), экранопланов и экранолётов. Особенности аэродинамической компоновки истребителей 5-го поколения. Адаптивное крыло высокоманевренного самолёта. Продольная статическая неустойчивость и управление вектором тяги высокоманевренного самолёта.	4	12, 14, 3, 4

--	--	--

Практические занятия

Таблица 4.2

<b>(Модуль), дидактическая единица, тема</b>	<b>Учебная деятельность</b>	<b>Часы</b>	<b>Ссылки на цели</b>
Семестр: 7			
Модуль: Введение			
Дидактическая единица: "Основные задачи, этапы и методы аэродинамического проектирования ЛА", "Требования к аэродинамической компоновке ЛА"			
Анализ аэродинамических характеристик моделей самолётов, полученных численными методами и по результатам испытаний в аэродинамических трубах.	Моделирование на ЭВМ аэродинамические характеристики моделей самолётов	4	14, 3, 7, 8, 9
Модуль: Аэродинамическое проектирование самолётов			
Дидактическая единица: "Особенности аэродинамической компоновки СВВП, СКВП, экранопланов и высокоманевренных самолётов"			
Особенности оптимального аэродинамического проектирования маневренного многорежимного самолёта-истребителя.	Моделирование на ЭВМ многорежимного самолёта-истребителя	6	10, 11, 13, 15, 3
Дидактическая единица: "Аэродинамические схемы самолётов", "Особенности аэродинамической компоновки магистральных самолётов", "Аэродинамическая компоновка сверхзвуковых самолётов"			
Решение задач аэродинамического проектирования магистральных самолётов на крейсерских и взлётно-посадочных режимах	Моделирование на ЭВМ решение задач аэродинамического проектирования магистральных самолётов	8	10, 13, 14, 15, 3, 8, 9

Лабораторная работа

Таблица 4.3

<b>(Модуль), дидактическая единица, тема</b>	<b>Учебная деятельность</b>	<b>Часы</b>	<b>Ссылки на цели</b>
Семестр: 7			
Модуль: Введение			
Дидактическая единица:			

"Основные задачи, этапы и методы аэродинамического проектирования ЛА", "Требования к аэродинамической компоновке ЛА"			
Исследование зависимости аэродинамических характеристик самолёта от кинематических параметров движения.	Моделирование на ЭВМ аэродинамических характеристик самолёта	2	1, 2, 3, 6
Модуль: Аэродинамическое проектирование крыльев ЛА			
Дидактическая единица: Крыло конечного размаха", "Крыло малого удлинения", "Стреловидное крыло", "Крыло обратной стреловидности", "Максимальная подъёмная сила крыла", "Устройства повышения максимальной подъёмной силы крыла"			
Исследование аэродинамических характеристик самолёта от параметров механизации крыла	Моделирование на ЭВМ аэродинамических характеристик самолёта от параметров механизации крыла	4	14, 6, 7, 8
Модуль: Аэродинамическая интерференция			
Дидактическая единица: "Интерференция элементов компоновки при дозвуковых, трансзвуковых и сверхзвуковых скоростях"			
Исследование влияния элементов компоновки на аэродинамические характеристики самолёта	Моделирование на ЭВМ элементов компоновки на аэродинамические характеристики самолёта	4	10, 12, 13, 15
Модуль: Аэродинамическое проектирование самолётов			
Дидактическая единица: "Аэродинамические схемы самолётов", "Особенности аэродинамической компоновки магистральных самолётов", "Аэродинамическая компоновка сверхзвуковых самолётов"			
Исследование влияние механизации крыла на взлётно-посадочные характеристики	Моделирование на ЭВМ влияние механизации крыла на	4	12, 14, 15, 5, 7

самолёта	взлётно-посадочные характеристики самолёта		
Модуль: Обеспечения управляемости и устойчивости ЛА			
Дидактическая единица: "Выбор параметров и компоновка оперения", "Эффективность органов управления", "Шарнирные моменты органов управления"			
Исследование продольной статической устойчивости и управляемости самолёта	Моделирование на ЭВМ продольной статической устойчивости и управляемости самолёта	4	13, 14, 8, 9

## 5. Самостоятельная работа студентов

### Семестр- 7, Контрольные работы

Вопросы и задачи по пройденным темам. 20 часов

### Семестр- 7, Курсовая работа

Расчётное определение аэродинамических характеристик магистрального самолёта на крейсерских режимах полёта. Оценки эффективности механизации крыла самолёта на взлётно-посадочных режимах. 20 часов

### Семестр- 7, Индив. работа

8 часов

### Семестр- 7, Подготовка к занятиям

Ознакомление с материалом лекций, литературными источниками. 12 часов

## 6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Максимальный рейтинг курса - 100 баллов, из них рейтинг экзамена - 40 баллов.

К экзамену допускаются студенты, набравшие не менее 36 баллов (из максимума в 60 баллов) в течение семестра, причем

- за практические занятия присуждается до 24 баллов (достаточный рейтинг для допуска к экзамену - 14 баллов);

- за контрольные работы - 12 (6);

- за лабораторные работы - 24 (16).

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Максимальное количество баллов за первый вопрос - 15; за второй - 10; за задачу - 10. Студент, набравший на экзамене 27-35 баллов, получает оценку "отлично"; 18-26 баллов - "хорошо"; 10-17 баллов - "удовлетворительно"; менее 15 баллов - "неудовлетворительно". Студент, набравший более 20 баллов за практические занятия, получает 5 баллов за задачу на экзамене. Студент, набравший более 18 баллов за практические занятия и более 18 баллов за лабораторные работы, получает 5 баллов за задачу и 10 баллов за первый вопрос.

## 7. Список литературы

### 7.1 Основная литература

#### В печатном виде

1. Краснов Н. Ф. Аэродинамика. Ч. 1 : [учебник для вузов] / Н. Ф. Краснов. - М., 2010. - 496 с. : ил., табл. - Рекомендовано МО.
2. Краснов Н. Ф. Аэродинамика. Ч. 2 : [учебник для вузов] / Н. Ф. Краснов. - М., 2010. - 415, [1] с. : ил., табл., схемы - Рекомендовано МО.
3. Колесников Г. А. Аэродинамика летательных аппаратов : учебник для авиационных спец. вузов / Г. А. Колесников, В. К. Марков, А. А. Михайлюк [и др.] ; под ред. Г. А. Колесникова. - М., 1993. - 543 с. : ил.
4. Аэродинамическая компоновка и характеристики летательных аппаратов / [В. И. Бушуев и др.] ; под ред. Ништа М. И. - М., 1991. - 256 с. : ил.
5. Актуальные проблемы авиационной науки и техники : [сборник статей / редкол.: М. А. Лавретьев (пред.) и др.] ; Акад. наук СССР, Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе. - М., 1984. - 270, [1] с. : ил.
6. Володин В. В. Особенности проектирования реактивных самолетов вертикального взлета и посадки / В. В. Володин, Н. К. Лисейцев, В. З. Максимович; под ред. С. М. Егера. - М., 1985. - 221, [1] с. : ил.
7. Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра... : научно-популярный журнал ВВС / учредитель: Военно-воздушные силы РФ. - М., 1997 -
8. Обуховский А. Д. Аэродинамика воздушного винта : учебное пособие / А. Д. Обуховский ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. летат. аппаратов. - Новосибирск, 2009. - 78, [1] с. : ил.
9. Авиация ПВО России и научно-технический прогресс : боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра / [В. К. Бабич и др.] ; под ред. Е. А. Федосова. - М., 2005. - 815, [1] с. : ил.
10. Харитонов А. М. Техника и методы аэрофизического эксперимента. Ч. 1 : [учебник] / А. М. Харитонов. - Новосибирск, 2005. - 217 с. : ил.
11. Гостеев Ю. А. Гидравлика и газодинамика. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. А. Гостеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 103, [1] с. : ил.
12. Сборник задач по аэрогидромеханике : учебное пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2003. - 112 с. : ил.
13. Кюхеман Д. Аэродинамическое проектирование самолетов : обстоятельное введение в современную аэродинамику и практическое руководство по решению проблем проектирования самолетов : пер. с англ. / Д. Кюхеман ; под ред. Г. И. Майкапара. - М., 1983. - 655, [1] с. : ил.
14. Мхитарян А. М. Аэродинамика : [учебник для авиационных специальностей вузов] / А. М. Мхитарян. - М., 1976. - 446 с. : ил.
15. Саленко С. Д. Газовая динамика элементов силовых установок летательных аппаратов : учебное пособие / С. Д. Саленко, Ю. А. Гостеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 38, [1] с. : ил.
16. Машиностроение. Т. IV-21, кн. 1 : энциклопедия : в 40 т. / редсовет: Фролов К. В. (пред.) [и др.]. - М., 2002. - 799 с. : ил. - В надзаг.: Раздел IV. Расчет и конструирование машин.
17. Авиация ВВС России и научно-технический прогресс : боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра / [Д. А. Антонов и др.] ; под ред. Е. А. Федосова. - М., 2005. - 732, [1] с. : ил.
18. Петров К. П. Аэродинамика элементов летательных аппаратов. - М., 1985. - 272 с. : ил.

#### В электронном виде

1. Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра... : научно-популярный журнал ВВС / учредитель: Военно-воздушные силы РФ. - М., 1997 -. - Режим доступа: <http://www.ak-tv.narod.ru>
2. Обуховский А. Д. Аэродинамика воздушного винта : учебное пособие / А. Д. Обуховский ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. летат. аппаратов. - Новосибирск, 2009. - 78, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/obuh.pdf>
3. Харитонов А. М. Техника и методы аэрофизического эксперимента. Ч. 1 : [учебник] / А. М. Харитонов. - Новосибирск, 2005. - 217 с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2005/2005\\_haritonov.pdf](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2005/2005_haritonov.pdf)
4. Гостеев Ю. А. Гидравлика и газодинамика. Ч. 1 : учебное пособие / Ю. А. Гостеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 103, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008\\_gost.rar](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008_gost.rar)
5. Сборник задач по аэрогидромеханике : учебное пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. А. Кураев и др.]. - Новосибирск, 2003. - 112 с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2003/2003\\_kuraev.rar](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2003/2003_kuraev.rar)
6. Саленко С. Д. Газовая динамика элементов силовых установок летательных аппаратов : учебное пособие / С. Д. Саленко, Ю. А. Гостеев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 38, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008\\_calen.rar](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008_calen.rar)

## **7.2 Дополнительная литература**

### **В печатном виде**

1. Джонс Р. Т. Теория крыла / Р. Т. Джонс; пер. с англ. В. Н. Голубкина; под. ред. М. Н. Когана. – М. : Мир, 1995. – 206 с.

## **8. Методическое и программное обеспечение**

### **8.1 Методическое обеспечение**

#### **В печатном виде**

1. Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата. Ч. 1 : методическое руководство к выполнению курсового проекта "Аэродинамика" для 4 курса ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: С. Г. Деришев, А. В. Игнатьева, В. Л. Чемезов]. - Новосибирск, 2008. - 34, [1] с. : ил.

#### **В электронном виде**

1. Расчет аэродинамических характеристик летательного аппарата. Ч. 1 : методическое руководство к выполнению курсового проекта "Аэродинамика" для 4 курса ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: С. Г. Деришев, А. В. Игнатьева, В. Л. Чемезов]. - Новосибирск, 2008. - 34, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3463.rar>

## 9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине Экзаменационные вопросы по курсу "Практическая аэродинамика самолёта"

1. Основные задачи аэродинамического проектирования самолёта.
2. Аэродинамические характеристики и аэродинамическая компоновка самолёта.
3. Требования к аэродинамической компоновке и аэродинамическим характеристикам самолёта.
4. Основные этапы аэродинамического проектирования самолёта.
5. Применение численных методов в аэродинамическом проектировании самолёта.
6. Системы автоматизированного проектирования авиационной техники (САПР).
7. Международная организация гражданской авиации (ИКАО). Нормы лётной годности. Авиационные Правила (АП), FAR, JAR.
8. Модели воздуха и некоторых его свойств.
9. Методы описания невязких течений.
10. Модели для описания сжимаемости жидкости.
11. Влияние вязкости, отрыв потока. Типы отрыва пограничного слоя.
12. Виды течений, применяемые к летательным аппаратам.
13. Управление пограничным слоем. Способы и устройства ламинизации обтекания.
14. Естественная и искусственная ламинаризация. Комбинированное управление ламинарным обтеканием
15. Подъёмная сила и связанное с ней сопротивление.
16. Крыло конечного размаха в потоке несжимаемой жидкости.
17. Многозначность решения задачи об оптимальном крыле. Эффективное удлинение крыла.
18. Крыло малого удлинения.
19. Несущие тела с ударными волнами.
20. Эффект скольжения. Скользящее крыло.
21. Аэродинамические характеристики скользящего крыла.
22. Аэродинамические характеристики стреловидного крыла.
23. Физические особенности обтекания стреловидного крыла. Отрыв потока.
24. Крыло обратной стреловидности.
25. Особенности аэродинамики самолётов с крылом обратной стреловидности и антисимметричным крылом
26. Максимальная подъёмная сила крыльев.
27. Устройства повышения подъёмной силы.
28. Механизация передней кромки крыла.
29. Механизация задней кромки крыла.
30. Энергетические устройства повышения максимальной подъёмной силы крыла.
31. Крыло вблизи земли.
32. Аэродинамика хвостового оперения.
33. Выбор параметров хвостового оперения.
34. Компоновка горизонтального и вертикального оперений.
35. Эффективность рулей высоты и направления.
36. Шарнирные моменты органов управления.
37. Аэродинамическая компенсация.
38. Аэродинамическая интерференция элементов компоновки при малых скоростях полёта.
39. Аэродинамическая интерференция элементов компоновки при трансзвуковых скоростях.
40. Аэродинамическая интерференция при сверхзвуковых скоростях.
41. Влияние мотогондол на аэродинамические характеристики магистральных самолётов.
42. Интеграция силовой установки и планера самолёта.
43. Аэродинамические схемы самолётов.
44. Особенности аэродинамической компоновки самолётов, связанные с повышением аэродинамического качества.

45. Выбор параметров аэродинамической компоновки дозвукового магистрального самолёта.
46. Общая характеристика сверхзвуковых самолётов.
47. Выбор параметров аэродинамической компоновки сверхзвукового самолёта.
48. Особенности аэродинамики самолётов с крылом изменяемой геометрии.
49. Особенности аэродинамики самолётов вертикального взлёта и посадки (СВВП).
50. Особенности аэродинамики самолётов короткого взлёта и посадки (СКВП).
51. Особенности аэродинамики самолётов бесконтактного взлёта и посадки (СБВП), экранопланов и экранолётов.
52. Особенности аэродинамической компоновки истребителей 5-го поколения.
53. Адаптивное крыло высокоманевренного самолёта.
54. Продольная статическая неустойчивость и управление вектором тяги высокоманевренного самолёта.

#### Примеры экзаменационных задач

##### Задача № 1

Определить основные аэродинамические характеристики пассажирского самолёта по представленным результатам расчётных исследований и дать рекомендации по совершенствованию аэродинамической компоновки.

##### Задача № 2

По результатам испытаний модели в аэродинамической трубе определить эффективность органов управления маневренного самолёта и предложить способы повышения эффективности органов управления в продольном канале.