

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

Факультет среднего профессионального образования



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета СПО, к.т.н.  
*С.Л. Поляков* С.Л. Поляков  
«21» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Аэродинамика и динамика полета»**

Для специальности среднего профессионального образования

**12.02.01 «Авиационные приборы и комплексы»**

<u>Максимальная нагрузка по дисциплине, часов</u>	92
Аудиторные занятия, часов	72
в т.ч. лабораторно-практические занятия, часов	12
Самостоятельная работа, часов	20

Санкт-Петербург 2023

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе  
Федерального государственного образовательного стандарта по  
специальности среднего профессионального образования

12.02.01

*код*

Авиационные приборы и комплексы

*наименование специальности(ей)*

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА

Цикловой комиссией

приборостроения и робототехники

Протокол № 12 от 14.06.2023 г.

Председатель:  Савельев Н.В./

РЕКОМЕНДОВАНА

Методическим

советом факультета СПО

Протокол № 10 от 14.06.2023 г.

Председатель:  /Шелешнева С.М./

Разработчики:

Ананьев Р.Е., преподаватель

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	14

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## АЭРОДИНАМИКА И ДИНАМИКА ПОЛЕТА

### 1.1. Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является составной частью программно-методического сопровождения образовательной программы (ОП) среднего профессионального образования (СПО) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 12.02.01 «Авиационные приборы и комплексы».

Программа учебной дисциплины может быть использована в профессиональных образовательных организациях при реализации программ подготовки специалистов среднего звена, повышения квалификации и переподготовки рабочих кадров и специалистов среднего звена по направлению 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии».

### 1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Учебная дисциплина «Аэродинамика и динамика полета» является дисциплиной профессионального учебного цикла.

### 1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- изображать графически зависимости различных аэродинамических параметров;
- производить расчеты основных летных характеристик самолета;
- вычерчивать схемы взаимодействия сил, действующих на самолет в полете, графики динамических характеристик;
- оценивать изменение аэродинамических характеристик летательных аппаратов при изменении условий полета (на больших углах атаки, сваливания и штопора, в турбулентной атмосфере и т. д.);

– решать простейшие задачи по аэродинамике.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- состав и свойства воздуха, строение атмосферы;
- природу аэродинамических сил – подъемной силы и силы лобового сопротивления;
- принципы полета летательных аппаратов;
- сущность аэродинамического качества;

- основные термины и параметры динамики полетов;
- методы расчета траекторий движения и основных летных характеристик ЛА;
- условия выполнения горизонтального полета, набора высоты и снижения;
- зависимость скоростей полета от мощности мотора или тяги двигателя.

**1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы учебной дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки 92 часов,

в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки 72 часов;

самостоятельной работы 20 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>92</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>72</b>
в том числе:	
лабораторно-практические занятия	12
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>20</b>
<b>Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета в 5 семестре</b>	

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий и (или) лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины АЭРОДИНАМИКА И ДИНАМИКА ПОЛЕТА

Наименование разделов и тем 1	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) 2	Объем часов 3	Уровень освоения 4
<b>Раздел 1.</b>	<b>Общие сведения о воздухе и его свойствах</b>	-	-
<b>Тема 1.1.</b> Строение атмосферы. Стандартная атмосфера	<b>Содержание учебного материала</b>	2	-
	1. Понятие атмосферы.		1
	2. Процентное содержание газов в нижних слоях атмосферы.		1
	3. Основные и переходные слои атмосферы. Их характерные особенности.		1
	4. Понятие стандартной атмосферы. Основные параметры для нулевого уровня.		1
	5. Основные формулы для расчета изменения температуры, давления и плотности.	1	
	<b>Практические занятия</b>	2	-
	1. Расчет температуры воздуха и барометрического давления на заданных высотах до 11000 м	2	2
	<b>Самостоятельная работа</b>	2	-
1. Построить график зависимостей температуры, давления и плотности от высоты, на заданном диапазоне высот.	2	3	
<b>Тема 1.2.</b> Основные параметры и свойства воздуха	<b>Содержание учебного материала</b>	2	-
	1. Температура, плотность, давление. Взаимосвязь этих параметров, уравнение Менделеева-Клапейрона.		1
	2. Вязкость воздуха. Схема обтекания тела вязким газом.		1
	3. Сжимаемость воздуха. Скорость звука, как характеристика сжимаемости воздуха.	1	
	<b>Самостоятельная работа</b>	2	-
1. Построить график зависимости скорости звука от высоты, в заданном диапазоне высот.	2	3	
<b>Раздел 2</b>	<b>Основные законы движения воздуха</b>	-	-
<b>Тема 2.1.</b> Принцип обратимости. Аэродинамическая труба	<b>Содержание учебного материала</b>	2	-
	1. Аэродинамика, как наука.		1
	2. Принцип обращения движения.		1
	3. Гипотеза сплошности.	1	
	<b>Самостоятельная работа</b>	2	-
1. Обзор аэродинамических труб: виды, типы, конструктивные особенности.	2	3	
<b>Тема 2.2.</b> Основы кинематики и динамики воздуха	<b>Содержание учебного материала</b>	4	-
	1. Понятия: траектория движения частицы, линия тока, установившееся и неустановившееся течения, трубка тока, элементарная струйка		1
	2. Уравнение неразрывности.		1
	3. Уравнение Бернулли или закон сохранения энергии.		1
	4. Понятия давления: полное, статическое, динамическое.		1
	5. Принцип работы приемника воздушного давления. Схема трубки Пито-Прандтля.	1	
	<b>Самостоятельная работа</b>	2	-

	1.	Обзор различных схем приемников воздушного давления.		3
<b>Раздел 3.</b>	<b>Аэродинамические силы</b>		-	-
<b>Тема 3.1.</b> Обтекание тел воздушным потоком	<b>Содержание учебного материала</b>		2	-
	1.	Аэродинамические спектры различных по форме тел.		1
	2.	Несимметричное обтекание тела и возникновение полной аэродинамической силы.		1
	3.	Возникновение лобового сопротивления.		1
<b>Раздел 4.</b>	<b>Аэродинамические характеристики самолетов</b>		-	-
<b>Тема 4.1.</b> Геометрические характеристики самолета	<b>Содержание учебного материала</b>		4	-
	1.	Понятие – самолет.		1
	2.	Геометрические характеристики крыла: профиль крыла, хорда крыла, относительная толщина, относительная кривизна.		1
	3.	Характеристики крыла в плане: размах, площадь, сужение, угол поперечного V, угол установки крыла, угол атаки крыла.		1
	<b>Практические занятия</b>		4	-
	1.	Построение различных профилей крыла, расчет основных характеристик профиля.		2
	2.	Расчет основных характеристик различных по форме крыльев с заданными параметрами.		2
<b>Тема 4.2.</b> Аэродинамические силы крыла	<b>Содержание учебного материала</b>		8	-
	1.	Подъемная сила крыла. Возникновение подъемной силы, распределение избыточных давлений по профилю крыла.		1
	2.	Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки. Критический угол атаки.		1
	3.	Зависимость коэффициента подъемной силы крыла от его формы и профиля.		1
	4.	Лобовое сопротивление крыла и самолета. Составляющие лобового сопротивления.		1
	5.	Зависимость коэффициента лобового сопротивления от угла атаки.		1
	6.	Поляра. Взаимосвязь между коэффициентами подъемной силы и лобового сопротивления.		1
	7.	Аэродинамическое качество самолета, его зависимость от угла атаки.		1
	8.	Учет аэродинамической интерференции.		1
	9.	Механизация крыла самолета.		1
	10.	Принцип работы посадочных щитков и влияние их выпуска на аэродинамические характеристики.	1	
	<b>Практические занятия</b>		2	-
	1.	Расчет аэродинамического качества при заданных параметрах: полетный вес самолета, перегрузка, скорость полета, высота полета.		2
<b>Раздел 5.</b>	<b>Установившийся прямолинейный полет самолета</b>		-	-
<b>Тема 5.1.</b> Установившийся горизонтальный полет	<b>Содержание учебного материала</b>		10	-
	1.	Уравнение движения центра масс самолета.		1
	2.	Установившийся горизонтальный полет.		1
	3.	Схема сил, действующих на самолет в установившемся горизонтальном полете.		1
	4.	Формула подъемной силы для горизонтального полета.		1
	5.	Удельная нагрузка на крыло.		1
	6.	Скорость и коэффициент подъемной силы, потребные для горизонтального полета.		1
	7.	Влияние угла атаки на потребную скорость горизонтального полета. Максимальная и минимальная скорость.		1



	8.	Зависимость скорости горизонтального полета от полетного веса самолета, высоты полета.		1		
	9.	График перевода скоростей полета по прибору в истинную и обратно с учетом температурной поправки.		1		
	10.	Метод тяг Жуковского. Потребная тяга, располагаемая тяга.		1		
	11.	Диаграмма потребных и располагаемых тяг. Характерные точки на диаграмме.		1		
	12.	Изменение потребной и располагаемой тяг в зависимости от высоты полета.		1		
	13.	Влияние удельной нагрузки на летные качества самолета в горизонтальном полете.		1		
	14.	Влияние ветра в горизонтальном полете на характеристики самолета.		1		
	<b>Практические занятия</b>				-	
	1.	Расчет скорости, необходимой для создания подъемной силы самолета с известными весовыми характеристиками и площадью крыла, летящего на заданной высоте с определенным углом атаки.		2	2	
	<b>Самостоятельная работа</b>				-	
	1.	Проанализировать влияние угла атаки на потребную скорость горизонтального полета.		2	3	
	<b>Тема 5.2.</b> Установившийся подъем самолета	<b>Содержание учебного материала</b>			-	
		1.		Установившийся набор высоты. Схема сил, действующих на самолет при установившемся наборе высоты.	6	1
		2.		Скорость и тяга потребные для подъема. Мощность, потребная при подъеме.		1
3.		Вертикальная скорость набора. Режим максимальной скороподъемности.	1			
4.		Поляры скоростей подъема самолета. Первые и вторые режимы подъема.	1			
5.		Влияние высоты на вертикальную скорость, потолок и скороподъемность самолета.	1			
6.		Влияние ветра на подъем.	1			
<b>Самостоятельная работа</b>			-			
1.	Проанализировать состояние в заданных точках на поляре скоростей подъема.	2	3			
<b>Тема 5.3.</b> Установившееся планирование самолета	<b>Содержание учебного материала</b>			-		
	1.	Условия равновесия сил при планировании. Потребная скорость планирования.	6	1		
	2.	Пикирование. Предельная скорость самолета.		1		
	3.	Угол планирования самолета. Вертикальная скорость планирования.		1		
	4.	Поляры скоростей планирования. Первые и вторые режимы планирования.		1		
	5.	Дальность и время планирования.		1		
	6.	Влияние ветра на планирование.		1		
	<b>Практические занятия</b>			-		
1.	Расчет дальности планирования для определенного самолета, планирующего в безветрие с заданной высоты, с заданным углом атаки.	2	2			
<b>Раздел 6.</b>	<b>Балансировка, устойчивость и управляемость самолета</b>		-	-		
<b>Тема 6.1.</b> Основные понятия. Принцип действия рулей управления	<b>Содержание учебного материала</b>			-		
	1.	Равновесие самолета в полете, балансировка самолета.	2	1		
	2.	Равновесие сил и моментов, действующих на самолет в полете.		1		
	3.	Управляемость самолета. Центровка самолета.				
	4.	Действие рулей на изменение подъемной силы самолета.				
	5.	Средняя аэродинамическая хорда крыла. Центр давления крыла.		1		
	<b>Самостоятельная работа</b>		2	-		

	1.	Изготовить простейшую авиамодель и проанализировать ее управляемость.		3
<b>Тема 6.2.</b> Центр тяжести. Весовые и центровочные данные	<b>Содержание учебного материала</b>		1	-
	1.	Центр тяжести самолета.		1
	2.	Продольная центровка самолета.		1
	3.	Фокус крыла самолета.		1
	<b>Контрольная работа</b>		1	-
1.	Письменный опрос по пройденному материалу.	3		
<b>Тема 6.3.</b> Балансировка самолета	<b>Содержание учебного материала</b>		2	-
	1.	Продольная балансировка самолета.		1
	2.	Аэродинамическая компенсация. Триммер.		1
	3.	Влияние момента горизонтального оперения на продольную балансировку.		1
	4.	Влияние момента силовой установки на продольную балансировку.		1
	5.	Боковая и поперечная балансировка		1
	6.	Влияние реакции вращения воздушного винта на поперечную балансировку.		1
	7.	Путевая балансировка.		1
	8.	Влияние воздушной струи от винта на путевую балансировку.	1	
	<b>Самостоятельная работа</b>		2	-
	1.	Обзор стендов для испытания двигателей и снятия его характеристик.		3
<b>Тема 6.4.</b> Устойчивость и управляемость самолета	<b>Содержание учебного материала</b>		2	-
	1.	Продольная устойчивость самолета.		1
	2.	Устойчивость по перегрузке и по скорости.		1
	3.	Поперечная устойчивость. Угол поперечного V крыла.		1
	4.	Стреловидность крыла. Удлинение крыла.		1
	5.	Поперечная устойчивость на больших углах атаки. Путевая устойчивость.		1
	6.	Критерии, определяющие поперечную и путевую устойчивость самолета.		1
	7.	Боковая устойчивость. Продольная управляемость.		1
	8.	Поперечная управляемость. Путевая управляемость. Боковая управляемость.	1	
	<b>Самостоятельная работа</b>		2	-
1.	Решение различных задач по аэродинамике.	3		
<b>Раздел 7.</b>	<b>Взлет и посадка самолета</b>		-	-
<b>Тема 7.1.</b> Взлет самолета	<b>Содержание учебного материала</b>		2	-
	1.	Схема и этапы взлета.		1
	2.	Схема сил и уравнения движения на различных этапах взлета.		1
	3.	Ускорение при разбеге.		1
	4.	Скорость отрыва.		1
	5.	Длина и время разбега.		1
<b>Тема 7.2.</b> Посадка самолета	<b>Содержание учебного материала</b>		2	-
	1.	Схема и этапы посадки.		1
	2.	Планирование, выравнивание, выдерживание, приземление, пробег самолета.		1
	3.	Схема сил и уравнения движения на различных этапах посадки.		1

	4.	Посадочная дистанция и скорость. Длина и время пробега.		1
	<b>Самостоятельная работа</b>			-
	1.	Доклад на тему: «Пилотажные фигуры».	2	3
<b>Раздел 8.</b>	<b>Криволинейное движение</b>		-	-
<b>Тема 8.1.</b> Общие понятия и определения	<b>Содержание учебного материала</b>			-
	1.	Пилотаж. Фигуры простого пилотажа.	2	1
	2.	Фигуры сложного пилотажа.		1
	3.	Фигуры высшего прямого и обратного пилотажа.		1
	4.	Общее понятие о криволинейном полете.		1
	5.	Аэродинамические перегрузки.		1
<b>Всего:</b>			<b>92</b>	-

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены следующие специальные помещения: кабинет авиационных приборов и комплексов.

Оборудование в соответствии с Распоряжением декана факультета СПО № 212-68-04/23 от 27.01.2023 г..

#### 3.2. Информационное обеспечение обучения

##### Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

- 1 Овчинников, В. В. Производство деталей летательных аппаратов : учебник / В.В. Овчинников. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 367 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0817-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1725239>
- 2 Кучерявый, А. А. Авионика : учебное пособие для вузов / А. А. Кучерявый. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 452 с. — ISBN 978-5-8114-9149-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187688>
- 3 Системы жизнеобеспечения и оборудование летательных аппаратов: учебное пособие / А. В. Чичиндаев, Ю. В. Дьяченко, В. А. Спарин, И. В. Хромова; под редакцией А. В. Чичиндаев. — Новосибирск: НГТУ, 2019. — 319 с. — ISBN 978-5-7782-3904-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152174>
- 4 Авиационные приборы и системы: учебное пособие [для СПО] / Ю. М. Кафтан; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2019. - 93 с.: рис. - Библиогр.: с. 91 (11 назв.). - ISBN 978-5-8088-1382-3: Б. ц. - Текст: непосредственный.

5

Дополнительные источники:

- 1 Авиационные приборы и системы: методические указания к выполнению лабораторных работ [для СПО] / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. Ю. М. Кафтан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2019. - 106 с.: рис., табл. - Б. ц. - Текст: непосредственный.
- 2 Авиационные приборы и системы: методические указания к выполнению курсового проекта [для СПО] / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения;

сост. Ю. М. Кафтан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2019. - 25 с. - Библиогр.: с. 21 - 22 (32 назв.). - Б. ц. - Текст: непосредственный

- 3 Захаров, А. С. Системы энергооборудования летательных аппаратов : учебное пособие / А. С. Захаров, В. И. Сабельников, Д. Е. Сиденко. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 284 с. — ISBN 978-5-7782-4666-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306158>
- 4 Подружин, Е. Г. Конструкция и проектирование летательных аппаратов. Крыло : учебно-методическое пособие / Е. Г. Подружин, П. Е. Рябчиков. — 2-е изд. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-7782-4234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/310601>

Интернет-ресурсы:

- 1 Российское образование. Федеральный портал. — URL: <http://www.edu.ru>

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>Умения</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– изображать графически зависимости различных аэродинамических параметров;</li> <li>– производить расчеты основных летных характеристик самолета;</li> <li>– вычерчивать схемы взаимодействия сил, действующих на самолет в полете, графики динамических характеристик;</li> <li>– оценивать изменение аэродинамических характеристик летательных аппаратов при изменении условий полета (на больших углах атаки, сваливания и штопора, в турбулентной атмосфере и т. д.);</li> <li>– решать простейшие задачи по аэродинамике.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– экспертная оценка выполнения практических работ,</li> <li>– оценка выполнения расчетно-графического задания,</li> <li>– дифференцированный зачет.</li> </ul>
<b>Знания</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– состав и свойства воздуха, строение атмосферы;</li> <li>– природу аэродинамических сил – подъемной силы и силы лобового сопротивления;</li> <li>– принципы полета летательных аппаратов;</li> <li>– сущность аэродинамического качества;</li> <li>– основные термины и параметры динамики полетов;</li> <li>– методы расчета траекторий движения и основных летных характеристик ЛА;</li> <li>– условия выполнения горизонтального полета, набора высоты и снижения;</li> <li>– зависимость скоростей полета от мощности мотора или тяги двигателя.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– экспертная оценка выполнения практических работ,</li> <li>– устный опрос,</li> <li>– дифференцированный зачет.</li> </ul>