

Егорьевский АТК имени В.П. Чкалова – филиал МГТУ ГА

Утверждаю
Зам. директора по учебно-методической
работе к.ф.м.н. С.Ю. Рыжков
« 27 » 2020 г.




**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

по специальности

25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Егорьевск 2020

Обсуждена и одобрена
методическим советом
отделения ТЭЛА и Д
Зав.отделением
 А.В.Зверев

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на
основе ФГОС СПО по специальности 25.02.01 Техническая
эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Автор: Носов А.В., преподаватель цикловой комиссии «АКЛА и Д»

Рецензент: Зверев А. В., преподаватель цикловой комиссии «АКЛА и Д»

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	стр. 4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	13
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	14

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аэродинамика летательных аппаратов

1.1 Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, входящей в укрупненную группу специальностей 25.00.00 Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники.

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании (в программах повышения квалификации и переподготовки) и профессиональной подготовке по рабочей профессии 10005 Авиационный механик по планеру и двигателям.

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

дисциплина входит в профессиональный цикл.

1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- применять основные уравнения аэродинамики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- аэродинамические характеристики крыла и летательного аппарата;
- основы аэродинамики больших скоростей;
- воздушный винт;
- установившееся и неустановившееся движения летательного аппарата;
- равновесие, устойчивость и управляемость летательного аппарата.

1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины

Максимальной учебной нагрузки обучающегося 120 часов, в том числе:
обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 80 часов;
самостоятельной работы обучающегося 40 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	120
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	80
в том числе:	
лабораторные работы	16
практические занятия	0
контрольные работы	0
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	40
в том числе:	
работа с конспектом лекций и учебной литературой	21
решение задач и упражнений по образцу	4
обработка результатов лабораторных работ и оформление отчетов	6
ответы на контрольные вопросы	9
Промежуточная аттестация в форме экзамена	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины Аэродинамика летательных аппаратов

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Раздел 1. Основы аэродинамики		73	
Тема 1.1. Основные уравнения аэродинамики	21		
	<p>Аэродинамика летательных аппаратов, ее содержание и методы.</p> <p>Физико-механические свойства жидкостей и газов:</p> <p>-основные параметры воздуха: давление, температура, плотность, единицы величин.</p> <p>-физические свойства воздуха: инертность, вязкость, сжимаемость.</p> <p>Атмосфера: состав воздуха, строение атмосферы, изменение параметров воздуха по высоте.</p> <p><u>Международная стандартная атмосфера (МСА): понятие, параметры атмосферы на среднем уровне моря (начальные параметры), их изменение по высоте, применение в аэродинамике.</u></p>	2	2
	<p>Основные сведения о потоке: поток, установившееся и неустановившееся движение потока, траектория частиц, линия тока, струйка.</p> <p>Основные уравнения аэродинамики: уравнение неразрывности, уравнение Бернулли (вывод уравнений, формулировка, физическая сущность).</p> <p>Вихревое движение. Понятие о потенциальных течениях.</p> <p><u>Обтекание тела потоком воздуха:</u></p> <p>-аэродинамические спектры, их получение, элементы аэродинамического спектра, <u>невозмущенный поток, возмущенный поток;</u></p> <p>-пограничный слой: понятие, характер течения: <u>ламинарное и турбулентное течение, профиль скоростей, застойная область, спутная струя, явление отрыва пограничного слоя.</u></p>	2	2
	<p>Лабораторные работы</p> <p>Определение скорости воздушного потока в аэродинамической трубе</p> <p>Визуальные методы исследования обтекания тел дозвуковым потоком.</p>	6	

1	2	3	4
	<p>Самостоятельная работа обучающегося Работа с конспектом лекций и учебной литературой. Решение задач и упражнений по образцу. Обработка результатов лабораторных работ и оформление отчетов. Ответы на контрольные вопросы.</p>	7	
<p>Тема 1.2. Аэродинамические характеристики крыла и летательного аппарата</p>	<p>Геометрические характеристики крыла и его профиля (<u>основные понятия</u>): -системы координат: связанная, скоростная, понятие угла атаки и угла скольжения. -профиль несущей поверхности: <u>форма, хорда, кривизна</u>; -несущая поверхность: вид в плане, <u>формы и параметры</u>, геометрическая и аэродинамическая кривая, вид спереди. Силы, действующие на летательный аппарат: <u>тяга, сила тяжести, полная аэродинамическая сила, центр давления</u>. <u>Распределение давления по профилю несущей поверхности</u>. Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики профиля: <u>природа, формулы</u>, влияние различных факторов. Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики несущей поверхности: <u>природа, формулы</u>, влияние различных факторов. Аэродинамическое качество несущей поверхности. <u>Механизация крыла: несущая способность крыла, назначение и принцип действия типовой механизации передней и задней кромки крыла (устройства увеличения подъемной силы: <u>целевой эффект, предкрылки, закрылки, флапероны</u></u>. <u>Управление пограничным слоем. Роль механизации в обеспечении безопасности и экономичности взлетно-посадочных режимов.</u> Аэродинамические силы и характеристики летательного аппарата в целом: <u>интерференция частей летательного аппарата, подъемная сила и сила лобового сопротивления летательного аппарата, вредное сопротивление, аэродинамические характеристики летательного аппарата.</u></p>	30	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2

1	2	3	4
	<p>Лабораторные работы</p> <p>Исследование распределения давления по поверхности профиля крыла.</p> <p>Определение аэродинамических характеристик модели самолета.</p> <p>Самостоятельная работа обучающегося</p> <p>Работа с конспектом лекций и учебной литературой.</p> <p>Решение задач и упражнений по образцу.</p> <p>Обработка результатов лабораторных работ и оформление отчетов.</p> <p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	6	
Тема 1.3. Основы аэродинамики больших скоростей		10	
	<p>Основные закономерности движения сжимаемой среды: природа и скорость звука, дозвуковой полет, трансзвуковой полет, сверхзвуковой полет, число Маха, уравнение неразрывности, формы записи уравнения Бернулли, понятие о предельной и критической скоростях, зависимости параметров газа от скорости его течения, аэродинамический нагрев, области нагрева, параметры торможения. <u>Влияние заторможенного потока на работу воздухозаборников двигателя высокоскоростных самолетов.</u></p> <p>Распространение возмущений в потоке воздуха. Обтекание тел сверхзвуковым потоком: скачки уплотнения, формы скачков уплотнения, волновое сопротивление, «звуковой удар».</p> <p>Волновой кризис: понятие о критическом числе Маха, развитие местных скачков на околозвуковых скоростях, последствия волнового кризиса и их влияние на безопасность полета.</p> <p>Преодоление волнового кризиса: скоростные профили, увеличение стреловидности (влияние угла стреловидности на критическое число Маха), уменьшение удлинения. <u>Средства предупреждения срыва потока с поверхности стреловидного крыла: аэродинамические гребни, аэродинамический зуб, «запил».</u></p> <p>Самостоятельная работа обучающегося</p> <p>Работа с конспектом лекций и учебной литературой.</p> <p>Решение задач и упражнений по образцу.</p> <p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	9	
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	2
		2	

1	2	3	4
Тема 1.4. Воздушный винт	<p>Основные элементы воздушного винта. Геометрические и кинематические характеристики воздушного винта.</p> <p><u>Аэродинамические силы и характеристики воздушного винта: угол атаки элемента лопасти, угловая и истинная скорости вращения винта и их зависимость от скорости полета и частоты вращения, сила тяги элемента лопасти воздушного винта и момент сопротивления вращению (крутящий момент винта).</u></p> <p><u>Центробежные силы воздушного винта.</u></p> <p>Режимы работы воздушного винта. Совместная работа винта и двигателя. Принцип работы винта изменяемого шага (ВИШ).</p> <p>Лабораторная работа</p> <p>Определение характеристик самолетного воздушного винта.</p> <p>Самостоятельная работа обучающегося</p> <p>Работа с конспектом лекций и учебной литературой.</p> <p>Обработка результатов лабораторной работы и оформление отчета.</p> <p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	13	2
Раздел 2. Динамика полета		2	
Тема 2.1. Установившееся движение летательного аппарата	<p>Определение и условия установившегося движения летательного аппарата.</p> <p>Режимы установившегося полета, характеристики.</p> <p><u>Горизонтальный полет: определение режима полета, схема сил (связь между подъемной силой, весом, тягой и сопротивлением) и уравнения движения, потребности для горизонтального полета, скорость, тяга, мощность</u></p> <p>Кривые потребной и располагаемой тяг (мощностей): принцип построения, избыток тяги (мощности), характерные скорости горизонтального полета, диапазон скоростей горизонтального полета.</p> <p>Влияние на параметры горизонтального полета массы летательного аппарата и высоты полета. Полет на <u>больших углах атаки: сваливание, летные и конструктивные ограничения.</u> <u>Приращение подъемной силы.</u> <u>Ограничения скорости и запретные режимы.</u></p>	19	2
		13	2

1	2	3	4
	<p>Продолжительность и дальность горизонтального полета, условия наибольшей продолжительности и наибольшей дальности полета. Топливная эффективность полета транспортного летательного аппарата. Влияние аэродинамического качества на топливную эффективность полета.</p>	2	2
	<p>Набор высоты летательного аппарата: определение режима полета, схема сил и уравнения движения, потребности для набора высоты скорость, тяга, мощность. Угол наклона траектории, вертикальная скорость, понятие о «потолке» летательного аппарата. Основные характеристики и режимы набора высоты.</p>	2	2
	<p>Снижение (планирование) летательного аппарата: определение режима полета, схема сил и уравнения движения. Основные характеристики и режимы снижения: скорость при планировании, угол планирования, дальность планирования.</p>	2	2
	<p>Самостоятельная работа обучающегося Работа с конспектом лекций и учебной литературой. Ответы на контрольные вопросы.</p>	3	
<p>Тема 2.2. Неустановившееся движение летательного аппарата</p>		6	
	<p>Определение и признаки неустановившегося движения летательного аппарата. Взлет и посадка летательного аппарата: этапы взлета и посадки, их назначение, схема сил и уравнения движения. Способы улучшения взлетно-посадочных характеристик летательного аппарата. Криволинейное движение летательного аппарата (<u>теория криволинейного движения</u>): схема сил, уравнения движения при выходе из пикирования и правильном выраже.</p>	2	2
	<p>Самостоятельная работа обучающегося Работа с конспектом лекций и учебной литературой. Ответы на контрольные вопросы.</p>	2	2
		2	

Раздел 3. Равновесие, устойчивость и управляемость летательного аппарата		28	
Тема 3.1. Равновесие летательного аппарата	<p>Центровка самолета: центр масс, понятие о САХ и ее нахождение для трапециевидного крыла, факторы, влияющие на центровку летательного аппарата, влияние центровки на летные свойства летательного аппарата. Пределы допустимых центровок и их влияние на безопасность полета.</p> <p>Равновесие летательного аппарата: определение и условия равновесия, продольное, поперечное, путевое равновесие летательного признака аппарата, признаки и условия каждого вида равновесия; причины, вызывающие нарушение равновесия летательного аппарата.</p>	4	2
	<p>Самостоятельная работа обучающегося</p> <p>Работа с конспектом лекций и учебной литературой.</p> <p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	2	
Тема 3.2. Устойчивость летательного аппарата		12	
	<p>Понятие об устойчивости летательного аппарата: определение устойчивости, стабилизирующие и дестабилизирующие моменты, статическая и динамическая устойчивость.</p> <p>Продольная устойчивость (активная и пассивная): определение продольной устойчивости, понятие о фокусе летательного аппарата, проявление устойчивости при нарушении продольного равновесия, условие продольной устойчивости, орган продольной устойчивости, факторы, влияющие на продольную устойчивость.</p>	2	2
	<p>Путевая устойчивость (активная и пассивная): определение путевой устойчивости, понятие о боковом фокусе летательного аппарата, проявление устойчивости при нарушении путевого равновесия, условие путевой устойчивости, орган путевой устойчивости, факторы, влияющие на путевую устойчивость.</p>	2	2

I	2	3	4
Тема 3.3. Управляемость летательного аппарата	<p>Поперечная <u>устойчивость</u> (активная и пассивная): определение поперечной устойчивости, проявление устойчивости при нарушении поперечного равновесия, органы поперечной устойчивости, факторы, влияющие на поперечную устойчивость.</p> <p>Связь поперечной и путевой устойчивости.</p> <p>Лабораторная работа</p>	2	
	<p>Исследование модели самолета на продольную устойчивость.</p> <p>Самостоятельная работа обучающихся</p>	2	
	<p>Работа с конспектом лекций и учебной литературой.</p> <p>Обработка результатов лабораторной работы и оформление отчета.</p> <p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	4	
		12	
	<p>Понятие об управляемости летательного аппарата, управляющие силы и моменты, степень управляемости.</p> <p>Продольная управляемость (<u>управление по тангажу</u>): определение, поведение самолета при отклонении руля высоты, орган продольной управляемости: <u>принцип работы руля высоты, управляемого стабилизатора, факторы, влияющие на продольную управляемость.</u></p> <p>Путевая управляемость (<u>управление по рысканию</u>): определение, поведение летательного аппарата при отклонении руля направления, орган путевой управляемости: <u>принцип работы руля направления, ограничения руля направления; факторы, влияющие на путевую управляемость</u></p>	2	2
	<p>Поперечная управляемость (<u>управление по крену</u>): определение, поведение летательного аппарата при отклонении элеронов, орган поперечной управляемости: <u>принцип работы элеронов и интерцепторов, принцип управления с использованием элевонов и зависающих элеронов; факторы, влияющие на поперечную управляемость.</u></p> <p>Дифференциальные элероны - как средство улучшения боковой управляемости на больших углах атаки.</p>	2	2

1	2	3	4
	<p><u>Аэродинамическая и весовая компенсация рулей и элеронов</u>: понятие о шарнирном моменте, его связь с усилием на командном рычаге. Назначение аэродинамической компенсации, принцип действия, преимущества и недостатки осевой, внутренней (<u>аэродинамические панели компенсаторов</u>) и сервокомпенсации; средства балансировки самолета (триммер и управляемый стабилизатор).</p> <p>Самостоятельная работа обучающегося Работа с конспектом лекций и учебной литературой. Ответы на контрольные вопросы.</p>	2	2
	Всего:	120	

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 РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета «Аэромеханика» и лаборатории «Аэромеханика».

Оборудование учебного кабинета:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-наглядных пособий.

Технические средства обучения:

- мультимедийный компьютер с лицензионным программным обеспечением, мультимедиапроектор, интерактивная доска;

Оборудование лаборатории:

- аэродинамическая труба и дымовая аэродинамическая труба;
- моментный центровой прибор с моделью самолета;
- весы для определения аэродинамических сил с α -механизмом;
- гидрлоток с набором тел;
- микроманометр ЦАГИ;
- батарейный манометр;
- продувочные модели летательных аппаратов и их изолированные части;
- дренированная модель крыла;
- приемники воздушного давления;
- анемометр;
- секундомер, барометр, термометр, аналитические разновесы (комплект).

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Кокунина Л.Х. Основы аэродинамики. М.: Альянс, 2015.-197 с.
2. А.В. Носов. Аэродинамика летательных аппаратов. Методические указания по выполнению лабораторных работ. - Егорьевск: ЕАТК им. В.П. Чкалова – филиал МГТУ ГА, 2013.- 40 с.
3. А.В. Носов. Аэродинамика летательных аппаратов. Сборник задач - Егорьевск: ЕАТК им. В.П. Чкалова – филиал МГТУ ГА, 2013.- 46 с.

Дополнительные источники:

1. А.Б. Кощев, А.А.Платонов, А.В. Хабров. Аэродинамика самолетов семейства Ту-204/214. Учебное пособие.- М.: ОАО «Туполев», 2009.-304 с.
2. Динамика летательных аппаратов в атмосфере. Термины, определения и обозначения. ГОСТ 20058-80, Изд-во стандартов, 1981. Изменения, 2015.
3. Характеристики самолета геометрические. Термины, определения и буквенные обозначения. ГОСТ 22833-77, Изд-во стандартов, 1987. Изменения, 2012.
4. Атмосфера стандартная. Параметры. ГОСТ 4401-81, Изд-во стандартов, 1981. ИПК Изд-во стандартов, 2004. Изменения, 2015.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.airlines.net/> (английский язык). Приводится большая база самолетов (только ГА) мировой авиации, в том числе России.
2. <http://avia.cybernet.name/plane/all.html> (русский язык). Словарь терминов, а также история самолетов пассажирских транспортных, военных.

3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (русский язык). История авиации и полетов, начиная с древних времен и до наших дней.
4. <http://www.avialibrary.com/> (русский язык). Авиационная библиотека по 25 разделам, включая аэродинамику и динамику полета. В разделе "Динамика полета" приводится 18 книг, которые можно скачать.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения лабораторных работ, практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1	2
Умения:	
применять основные уравнения аэродинамики	текущий контроль в форме: - устный опрос, - тестирование, - решение ситуационных задач.
Знания:	
аэродинамические характеристики крыла и летательного аппарата	текущий контроль в форме: - устный опрос, - тестирование, - решение ситуационных задач.
основы аэродинамики больших скоростей	текущий контроль в форме: - устный опрос, - тестирование, - решение ситуационных задач.
воздушный винт	текущий контроль в форме: - устный опрос, - тестирование, - решение ситуационных задач.
установившееся и неустановившееся движения летательного аппарата	текущий контроль в форме: - устный опрос, - тестирование, - решение ситуационных задач.
равновесие, устойчивость и управляемость летательного аппарата	текущий контроль в форме: - устный опрос, - тестирование, - решение ситуационных задач.

Программа обсуждена на заседании цикловой комиссии АКЛА и Д

Протокол № 1 от «27» августа 2020 г.

Председатель цикловой комиссии «Лек» Крошкеев М.Ю.

Методист отделения ТЭЛА и Д Дягилев /Т.С. Дягилева

Начальник отдела качества А. Н. Пронина /А. Н. Пронина