

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

Утверждаю

Зам. директора филиала по УМР, к.ф-м.н.



С. Ю. Рыжков

« 01 » 09 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

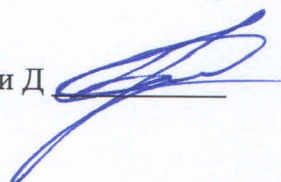
по специальности

25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Егорьевск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, утвержденного приказом № 389 от 22.04.2014 г. Министерства образования и науки РФ.

Разработчик: Носов Аркадий Васильевич, преподаватель ц/к АКЛА и Д 

Рецензент: Брызгалин Сергей Александрович, преподаватель ц/к АКЛА и Д 

Обсуждена и одобрена
методическим советом
отделения ТЭЛА и Д

Зав. отделением ТЭЛА и Д

 С. А Брызгалин

1.09. 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	стр. 4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	15
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	16

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аэродинамика летательных аппаратов

1.1. Область применения программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) 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 по дисциплине “ АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ” или её часть может быть реализована в рамках смешанного обучения в целях интеграции традиционных и электронно-дистанционных форм обучения в соответствии с действующим в колледже «Положением о применении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий» от 21.04.2021г., приказом Минобрнауки РФ от 23.08.2017 № 816 "Об утверждении Порядка применения организациями осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ".

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: дисциплина входит в профессиональный цикл (П.00) общепрофессиональных дисциплин (ОП) ППССЗ.

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

в результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- рассчитывать основные уравнения аэродинамики.

знать:

- аэродинамические характеристики крыла и летательного аппарата;
- основы аэродинамики больших скоростей;
- воздушный винт;
- динамику полета: установившееся и неустойчивое движение летательного аппарата;
- равновесие, устойчивость, управляемость летательного аппарата.

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы компетенции:

- ПК 1.3. Обеспечивать безопасность, регулярность и экономическую эффективность авиаперевозок на этапе технического обслуживания;

- ПК 2.4. Принимать участие в оценке экономической эффективности производственной деятельности при выполнении технического обслуживания и контроля качества выполняемых работ;

- ПК 2.5. Соблюдать технику безопасности и требования охраны труда на производственном участке.

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 (из них лабораторных занятий 16 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 занятия	16
практические занятия	-
контрольные работы	-
курсовая работа (проект)	-
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	40
в том числе:	
решение задач и упражнений по образцу	10
подготовка к лабораторным работам	6
обработка результатов лабораторных работ и оформление отчетов	7
ответы на контрольные вопросы	11
подготовка к экзамену по дисциплине	6
Промежуточная аттестация в форме экзамена	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины **Аэродинамика летательных аппаратов**

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Раздел 1. Основы аэродинамики		71	
Тема 1.1. Основные уравнения аэродинамики	<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>	22	
	<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>	2	2
	<p><u>Вихревое движение. Понятие о потенциальных течениях.</u></p> <p><u>Обтекание тела потоком воздуха:</u></p>	2	1
	<p>-аэродинамические спектры, их получение, элементы аэродинамического спектра, <u>невозмущенный</u> поток, <u>возмущенный</u> поток; -пограничный слой: понятие, характер течения: <u>ламинарное</u> и</p>	2	2

	турбулентное течение, профиль скоростей, застойная область, спутная струя, явление отрыва пограничного слоя.		
	Лабораторные работы		6
	Определение скорости воздушного потока в аэродинамической трубе		4
	Визуальные методы исследования обтекания тел дозвуковым потоком.		2
	Самостоятельная работа		8
	Решение задач и упражнений по образцу.		3
	Подготовка к лабораторным работам.		2
	Обработка результатов лабораторных работ и оформление отчетов.		2
	Ответы на контрольные вопросы.		1
Тема 1.2.			31
Аэродинамические характеристики крыла и летательного аппарата	Геометрические характеристики крыла и его профиля (основные понятия): -системы координат: связанная, скоростная, понятие угла атаки и угла скольжения. -профиль несущей поверхности: форма, хорда, кривизна; -несущая поверхность: вид в плане, формы и параметры, геометрическая и аэродинамическая кривая, вид спереди. Силы, действующие на летательный аппарат: тяга, сила тяжести, полная аэродинамическая сила, центр давления. Распределение давления по профилю несущей поверхности. Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики профиля: природа, формулы, влияние различных факторов. Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики несущей поверхности: природа, формулы, влияние различных факторов. Аэродинамическое качество несущей поверхности.		2
			2
			2
			2
			2

	Механизация крыла: несущая способность крыла, назначение и принцип действия типовой механизации передней и задней кромок крыла (<u>устройства увеличения подъемной силы: щелевой эффект, предкрылки, закрылки, флапероны.</u>)	2	2
	Управление пограничным слоем. Роль механизации в обеспечении безопасности и экономичности взлетно-посадочных режимов.	2	2
	Аэродинамические силы и характеристики летательного аппарата в целом: интерференция частей летательного аппарата, подъемная сила и сила лобового сопротивления летательного аппарата, вредное сопротивление, аэродинамические характеристики летательного аппарата	2	2
	Лабораторные работы	6	
	Исследование распределения давления по поверхности профиля крыла.	2	
	Определение аэродинамических характеристик модели самолета.	4	
	Самостоятельная работа	11	
	Решение задач и упражнений по образцу.	4	
	Подготовка к лабораторным работам.	2	
	Обработка результатов лабораторных работ и оформление отчетов.	3	
	Ответы на контрольные вопросы.	2	
Тема 1.3.		7	
Основы аэродинамики больших скоростей	Основные закономерности движения сжимаемой среды: природа и <u>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</u>	2	2

	нагрев, области нагрева, параметры торможения. Влияние заторможенного потока на работу воздухозаборников двигателя высокоскоростных самолетов.		
	Распространение возмущений в потоке воздуха. Обтекание тел сверхзвуковым потоком: скачки уплотнения, формы скачков уплотнения, волновое сопротивление, «звуковой удар».	2	2
	Волновой кризис: понятие о критическом числе Маха, развитие местных скачков на околосзвуковых скоростях, последствия волнового кризиса и их влияние на безопасность полета.		
	Преодоление волнового кризиса: скоростные профили, увеличение стреловидности (влияние угла стреловидности на критическое число Маха), уменьшение удлинения. Средства предупреждения срыва потока с поверхности стреловидного крыла: аэродинамические гребни, аэродинамический зуб, «запил».	2	2
	Самостоятельная работа	1	
	Ответы на контрольные вопросы.	1	
Тема 1.4. Воздушный винт		11	
	Основные элементы воздушного винта. Геометрические и кинематические характеристики воздушного винта.	2	2
	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). Центробежные силы воздушного винта.	2	2
	Режимы работы воздушного винта. Совместная работа винта и двигателя. Принцип работы винта изменяемого шага (ВИШ).	2	2
	Лабораторная работа	2	
	Определение характеристик самолетного воздушного винта.	2	

	Самостоятельная работа обучающегося	3	
	Подготовка к лабораторным работам.	1	
	Обработка результатов лабораторной работы и оформление отчета.	1	
	Ответы на контрольные вопросы	1	
	Раздел 2.	20	
	Динамика полета		
	Тема 2.1.	15	
	Установившееся движение летательного аппарата		
	<p>Определение и условия установившегося движения летательного аппарата. <u>Режимы установившегося полета, характеристики.</u></p> <p>Горизонтальный полет: <u>определение режима полета, схема сил (связь между подъемной силой, весом, тягой и сопротивлением) и уравнения движения, потребные 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. Полёт на больших углах атаки: <u>сваливание, летные и конструктивные ограничения. Приращение подъёмной силы. Ограничения скорости и запретные режимы.</u></p> <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
		2	2
		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</p>	5	
	<p>Решение задач и упражнений по образцу.</p>	3	
	<p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	2	
<p>Тема 2.2. Неустановившееся движение летательного аппарата</p>	<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 в правильном выраже.</p>	2	2
<p>Раздел 3. Равновесие, устойчивость и управляемость летательного аппарата</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	1	
	<p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	1	
		23	

<p>Тема 3.1. Равновесие летательного аппарата</p>	<p>Центровка самолета: центр масс, понятие о САХ и ее нахождение для трапецевидного крыла, факторы, влияющие на центровку летательного аппарата, влияние центровки на летные свойства летательного аппарата. Пределы допустимых центровок и их влияние на безопасность полета. Равновесие летательного аппарата: определение и условия равновесия, продольное, поперечное, путевое равновесие летательного признаки аппарата, признаки и условия каждого вида равновесия; причины, вызывающие нарушение равновесия летательного аппарата.</p>	<p>3</p>	
		<p>2</p>	<p>2</p>
	<p>Самостоятельная работа</p>	<p>1</p>	
	<p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	<p>1</p>	
<p>Тема 3.2. Устойчивость летательного аппарата</p>	<p>Понятие об устойчивости летательного аппарата: определение устойчивости, стабилизирующие и дестабилизирующие моменты, статическая и динамическая устойчивость. Продольная устойчивость (активная и пассивная): определение продольной устойчивости, понятие о фокусе летательного аппарата, проявление устойчивости при нарушении продольного равновесия, условия продольной устойчивости, орган продольной устойчивости, факторы, влияющие на продольную устойчивость. Путевая устойчивость (активная и пассивная): определение путевой устойчивости, понятие о боковом фокусе летательного аппарата, проявление устойчивости при нарушении путевого равновесия, условия</p>	<p>11</p>	
		<p>2</p>	<p>2</p>
		<p>2</p>	<p>2</p>

	<p>путевой устойчивости, орган путевой устойчивости, факторы, влияющие на <u>путевую устойчивость</u>.</p> <p><u>Поперечная устойчивость (активная и пассивная)</u>: 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>	2	2
	Лабораторная работа	2	
	Исследование модели самолета на продольную устойчивость.	2	
	Самостоятельная работа	3	
	Подготовка к лабораторной работе.	1	
	Обработка результатов лабораторной работы и оформление отчета.	1	
	Ответы на контрольные вопросы.	1	
Тема 3.3.		9	
Управляемость летательного аппарата	<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
		2	2

	<p>Поперечная управляемость (управление по крену): определение, поведение летательного аппарата при отклонении элеронов, орган поперечной управляемости: <u>принцип работы элеронов и интерцепторов, принцип управления с использованием элеронов и зависящих элеронов</u>; факторы, влияющие на поперечную управляемость. Дифференциальные элероны - как средство улучшения боковой управляемости на больших углах атаки.</p>	2	2
	<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 (аэродинамические панели компенсаторов) и сервокомпенсации; средства балансировки самолета (триммер и управляемый стабилизатор).</p>	2	2
	<p>Самостоятельная работа обучающегося</p>	1	
	<p>Ответы на контрольные вопросы.</p>	1	
<p>Подготовка к экзамену по дисциплине</p>		6	
	<p>Итого: Максимальная учебная нагрузка – 120. Обязательная аудиторная нагрузка - 80. Самостоятельная работа обучающихся – 40. На занятиях используются активные и интерактивные методы и технологии: технологии развития критического мышления, разбор ситуаций, круглый стол, дискуссии, компьютерные, игровые, проектные, мультимедиа-технологии</p>		

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 ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета «Аэромеханика», оборудованного техническими средствами обучения и лаборатории «Аэромеханика».

Оборудование учебного кабинета:

1. Многофункциональный комплекс преподавателя:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- мультимедиа-проектор;
- принтер;
- интерактивная доска;
- Интернет.

2. Столы и посадочные места для учащихся.

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. Сборник задач. - Егорьевск: ЕАТК им. В.П.Чкалова – филиал МГТУ ГА, 2013. - 46 с.
3. А. В. Носов. Аэродинамика летательных аппаратов. Методические указания по выполнению лабораторных работ. - Егорьевск: ЕАТК им. В.П.Чкалова – филиал МГТУ ГА, 2013. - 40 с.

Дополнительные источники:

1. Динамика летательных аппаратов в атмосфере. Термины, определения и обозначения. ГОСТ 20058-80, Изд-во стандартов, 1981. Изменения, 2015.

2. Характеристики самолета геометрические. Термины, определения и буквенные обозначения. ГОСТ 22833-77, Изд-во стандартов, 1987. Изменения, 2012.
3. Атмосфера стандартная. Параметры. ГОСТ 4401-81, Изд-во стандартов, 1981. ИПК Изд-во стандартов, 2004. Изменения, 2015.

Интернет-ресурсы:

1. Аэродинамика самолета [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://aviaclub.ru/uploads/media/Aerodynamics.pdf>.- 25.10.2015.
2. <http://www.airlines.net/> (английский язык). Приводится большая база самолетов (только ГА) мировой авиации, в том числе России.
3. <http://avia.cybernet.name/plane/all.html> (русский язык). Словарь терминов, а также история самолетов пассажирских транспортных, военных.
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (русский язык). История авиации и полетов, начиная с древних времен и до наших дней.
5. <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 ДИСЦИПЛИНЫ «АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»

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
<p><u>Умения:</u> рассчитывать основные уравнения аэродинамики</p>	<p><u>Формы контроля обучения:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - индивидуальный и фронтальный опрос: устный и письменный; - домашнее задание; - практические задания по работе с информацией, документами, литературой; - подготовка и защита индивидуальных работ; - выполнение тестовых заданий по разделам (темам) учебной дисциплины. <p><u>Формы оценки обучения:</u></p>

<p><u>Знания:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - аэродинамические характеристики крыла и летательного аппарата; - основы аэродинамики больших скоростей; - воздушный винт; - динамику полета: установившееся и неустойчивое движение летательного аппарата; - равновесие, устойчивость и управляемость летательного аппарата. <p>ПК 1.3, ПК 2.4, ПК 2.5.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - накопительная система баллов, на основании которой выставляется итоговая отметка; - традиционная система оценок в баллах за каждую выполненную работу, на основе которой выставляется итоговая отметка <p><u>Методы оценки результатов обучения:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - мониторинг роста творческой самостоятельности и опыта получения нового знания каждым обучающимся; - оценка результатов выполнения лабораторных работ; - экспертное наблюдение лабораторных работ и экспертная оценка точности расчетов; - оценка результатов лабораторных и самостоятельных работ; - промежуточный контроль – экзамен.
---	--

Программа обсуждена на заседании цикловой комиссии «АКЛА и Д»

Протокол № 1 от «29» 08 2022 г.

Председатель цикловой комиссии «АКЛА и Д»  М. Ю. Крошкин

Начальник отдела качества  А. Н. Пронина

Методист  О. Ю. Комиссарова