

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
Филиал «РКТ» МАИ в г. Химки Московской области

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора филиала «РКТ» МАИ
Шулепов Е.В.
2024



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.04 Аэродинамика летательных аппаратов

Специальность 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Квалификация (степень) выпускника Техник

Форма обучения Очная

Химки

2024

Программа разработана на основе ФГОС среднего профессионального образования по специальности 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

Год начала подготовки 2024г.

Программа одобрена:

предметно - цикловой комиссией (далее – ПЦК).

Заключение ПЦК № 8 от «15» октября 2024 г.

Председатель ПЦК  / Галустян В.А. /

Начальник учебного отдела  / Зверева М.С. /

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----|---------------------------------------------------------|----|
| 1 | Общая характеристика рабочей программы дисциплины | 4 |
| 2 | Структура и содержание дисциплины | 5 |
| 3 | Условия реализации программы дисциплины | 10 |
| 4. | Контроль и оценка результатов освоения дисциплины | 12 |

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

1.1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина является частью профессионального учебного цикла основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

1.2. Цели и планируемые результаты освоения дисциплины:

1.2.1. Цель дисциплины

Цель дисциплины: сформировать у обучающихся знания и умения в области аэродинамики, навыки их применения в практической профессиональной деятельности.

1.2.2. Планируемые результаты освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать профессиональными компетенциями, включающими в себя способность:

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.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- давать общее описание предмета, используя, если применимо, типовые примеры;
- читать и понимать документы, описывающие предмет;
- рассчитывать основные уравнения аэродинамики;
- применять свои знания на практике.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

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

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы | Объем часов |
|--------------------------------------------------|--------------------|
| Максимальная учебная нагрузка (всего) | 225 |
| Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) | 150 |
| в том числе: | |
| теоретические занятия | 75 |
| практические занятия | 47 |
| лабораторные работы | 28 |
| Самостоятельная работа обучающегося (всего) | 69 |
| в том числе: | |
| внеаудиторная самостоятельная работа | 69 |
| Промежуточная аттестация –экзамен | 6 |

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем | Содержание учебного материала, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся | Объем часов |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Раздел 1. Основы аэродинамики | | 129 |
| Тема 1.1. Основные уравнения аэродинамики | <p>Аэродинамика летательных аппаратов, ее содержание и методы.</p> <p>Физико-механические свойства жидкостей и газов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные параметры воздуха: давление, температура, плотность, единицы величин - физические свойства воздуха: инертность, вязкость, сжимаемость. <p>Атмосфера: состав воздуха, строение атмосферы, изменение параметров воздуха по высоте.</p> <p>Международная стандартная атмосфера (МСА): понятие, параметры атмосферы на среднем уровне моря (начальные параметры), их изменение по высоте, применение в аэродинамике.</p> | 4 |
| | <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> | 4 |
| | <p>Вихревое движение. Понятие о потенциальных течениях.</p> | 4 |
| | <p>Обтекание тела потоком воздуха:</p> <ul style="list-style-type: none"> - аэродинамические спектры, их получение, элементы аэродинамического спектра, невозмущенный поток, возмущенный поток; - пограничный слой: понятие, характер течения: ламинарное и турбулентное течение, профиль скоростей, застойная область, спутная струя, явление отрыва пограничного слоя. | 4 |
| | <p>Лабораторные работы</p> <p>Дозвуковые аэродинамические трубы. Методы измерения скорости. Методы визуального исследования обтекания тел. Распределения давления по профилю</p> <hr/> <p>Исследование поля скоростей в пограничном слое, определение толщины ПС</p> <hr/> <p>Определение лобового сопротивления шара и степени начальной турбулентности</p> | 28 |
| | <p>Самостоятельная работа</p> | 12 |
| <p>Практические занятия</p> | 4 | |
| Тема 1.2. Аэродинамические характеристики крыла и летательного аппарата | <p>Геометрические характеристики крыла и его профиля (основные понятия):</p> <ul style="list-style-type: none"> - системы координат: связанная, скоростная, понятие угла атаки и угла скольжения. - профиль несущей поверхности: форма, хорда, кривизна; - несущая поверхность: вид в плане, формы и параметры, <p>Геометрическая и аэродинамическая крутка, вид спереди</p> <hr/> <p>Силы, действующие на летательный аппарат: тяга, сила тяжести, полная аэродинамическая сила, центр давления</p> <p>Распределение давления по профилю несущей поверхности</p> | 5 |

| | | |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| | Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики профиля: природа, формулы, влияние различных факторов | 2 |
| | Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики несущей поверхности: природа, формулы, влияние различных факторов Аэродинамическое качество несущей поверхности | 2 |
| | Механизация крыла: несущая способность крыла, назначение и принцип действия типовой механизации передней и задней кромок крыла (устройства увеличения подвесной силы: щелевой эффект, предкрылки, закрылки, флапероны) | 2 |
| | Управление пограничным слоем. Роль механизации в обеспечении безопасности и экономичности взлетно-посадочных режимов | 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 |
| | Самостоятельная работа | 10 |
| | Практические занятия | 10 |
| Тема 1.3. Основы аэродинамики больших скоростей | Основы 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. | 2 |
| | Распространение возмущений в потоке воздуха. Обтекание тел сверхзвуковым потоком: скачки уплотнения, формы скачков уплотнения, волновое сопротивление, «звуковой удар». | 2 |
| | Волновой кризис: понятие о критическом числе Маха, развитие местных скачков на околозвуковых скоростях, последствия волнового кризиса и их влияние на безопасность полета. | 2 |
| | 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 |
| | Самостоятельная работа | 9 |
| | Практические занятия | 7 |
| Тема 1.4. Воздушный винт | Основные элементы воздушного винта. Геометрические и кинематические характеристики воздушного винта. | 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 |
| | Режимы работы воздушного винта. Совместная работа винта и двигателя. Принцип работы винта изменяемого шага (ВИШ). | 2 |
| | Практические занятия | 6 |
| Раздел 2. Динамика полета | | 90 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <p>Тема 2.1. Установившееся движение летательного аппарата</p> | <p>Определение и условия установившегося движения летательного аппарата. Режимы установившегося полета, характеристики. Горизонтальный полет: определение режима полета, схема сил (связь между подъемной силой, весом, тягой и сопротивлением) и уравнения движения, потребные для горизонтального полета, скорость, тяга, мощность</p> | 2 |
| | <p>Кривые потребной и располагаемой тяг (мощностей): принцип построения, избыток тяги (мощности), характерные скорости горизонтального полета, диапазон скоростей горизонтального полета. Влияние на параметры горизонтального полета массы летательного аппарата и высоты полета. Полет на больших углах атаки: сваливание, летные и конструктивные ограничения. Приращение подъемной силы. Ограничения скорости и запретные режимы.</p> | 2 |
| | <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 |
| | <p>Наборы высоты летательного аппарата: определение режима полета, схема сил и уравнения движения, потребная для набора высоты скорость, тяга, мощность. Угол наклона траектории, вертикальная скорость, понятие о «потолке» летательного аппарата. Основные характеристики и режимы набора высоты.</p> | 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 |
| | <p>Практические занятия</p> | 6 |
| <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 (теория криволинейного движения) : схема сил, уравнения движения при выходе из пикирования и правильном вираже.</p> | 2 |
| | <p>Самостоятельная работа</p> | 8 |
| | <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. Равновесие летательного аппарата: определение и условия равновесия, продольное, поперечное, путевое равновесие летательного аппарата.</p> | 4 |
| <p>Тема 2.3 Равновесие летательного аппарата</p> | <p>Самостоятельная работа</p> | 10 |
| | <p>Практические занятия</p> | 6 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Тема 2.4 Устойчивость летательного аппарата | 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, условие продольной устойчивости, орган продольной устойчивости, факторы, влияющие на продольную устойчивость. | 2 |
| | 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. | 2 |
| | Поперечная устойчивость (активная и пассивная): определение поперечной устойчивости, проявление устойчивости при нарушении поперечного равновесия, органы поперечной устойчивости, факторы, влияющие на поперечную устойчивость. Связь поперечной и путевой устойчивости. | 2 |
| | Самостоятельная работа | 10 |
| | Практические занятия | 8 |
| Тема 2.5 Управляемость летательного аппарата. | Понятие об управляемости летательного аппарата, управляющие силы и моменты, степень управляемости. Продольная управляемость (управление по тангажу) : определение, поведение самолета при отклонении руля высоты, орган продольной управляемости :принцип работы руля высоты, управляемого стабилизатора, факторы, влияющие на продольную управляемость. | 2 |
| | Путевая управляемость (управление по рысканью) : определение, поведение летательного аппарата при отклонении руля направления, орган путевой управляемости: принцип работы руля направления, ограничения руля направления; факторы влияющие на путевую управляемость. | 2 |
| | Поперечная управляемость (управление по крену): определение, поведение летательного аппарата при отклонении элеронов, органов поперечной управляемости: принцип работы элеронов и интерцепторов, принцип управления с использованием элеронов и зависающих элеронов; факторы, влияющие на поперечную управляемость. | 2 |
| | Аэродинамическая и весовая компенсация рулей и элеронов. 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. | 2 |
| | Самостоятельная работа | 10 |
| Промежуточная аттестация –экзамен | | 6 |
| Итого | | 225 |

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимально материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета.

3.1.1. Оборудование учебного кабинета:

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

3.1.2. Технические средства обучения:

- компьютер преподавателя;
- мультимедиапроектор и экран или интерактивная панель;
- аэродинамическая труба;
- доска

3.1.3. Действующая нормативно – техническая и технологическая документация:

- правила техники безопасности и производственной санитарии;
- инструкции по эксплуатации компьютерной техники.

3.2. Информационное обеспечение обучения

3.2.1. Основные источники

1. Конспекты лекций по дисциплине «Аэродинамика ЛА» от преподавателей филиала РКТ МАИ

2. Основы аэродинамики. Учебник 2023г, автор Кокунина Л.Х.

Юрайт

1. Чаплыгин, С. А. Динамика полета. Избранные работы / С. А. Чаплыгин. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 268 с. — (Антология мысли)
<https://urait.ru/book/dinamika-poleta-izbrannye-raboty-514759>

1. Жуковский, Н. Е. Аналитическая механика. Теория регулирования хода машин. Прикладная механика: учебник для вузов / Н. Е. Жуковский; под редакцией В. П. Ветчинкина, Н. Г. Чеботарева. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 462 с.
<https://urait.ru/book/analiticheskaya-mehanika-teoriya-regulirovaniya-hoda-mashin-prikladnaya-mehanika-513970>

2. Механика жидкости и газа. Математика. Общая механика. Избранные труды
<https://urait.ru/book/mehanika-zhidkosti-i-gaza-matematika-obschaya-mehanika-izbrannye-trudy-514760>

3.2.2. Дополнительная литература

1. А.А Вотяков, Н.Т Каюнов «Аэродинамика и динамика полета самолета Изд. ДОСААФ 1975
(<https://search.rsl.ru/ru/record/01006916154>)

2. Д.С.Горшенин, А.К.Мартынов "Методы и задачи практической аэродинамики" Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1983г. (<https://djuv.online/file/5VManHTsubw6g>),
(<https://search.rsl.ru/ru/record/01007721365>)

3. Александров В.А. Воздушные винты. Изд. Машиностроение 1951
(<https://search.rsl.ru/ru/record/01005748460>)

3.2.3. Интернет ресурсы

1. <http://elibrary.mai.ru/MegaPro2/Web> (Электронная библиотека МАИ)

2. <http://window.edu.ru/> (Единое окно доступа к образовательным ресурсам)
3. <http://urait.ru>
4. <http://www.avia.ru> – сайт об авиации
5. <http://www.aviaglobus.ru> – журнал международных авиановостей
6. <http://www.aviation.com.ru> – авиационные новости, аналитика
7. <http://www.aviapanorama.ru> – журнал «Авиапанорама»
8. http://www.ts.vpk.ru/www-vpk/izd/red_star/avia/avia.htm - газета «Авиация России»
9. <http://www.svavia.ru> – сайт, посвященный российской авиации.
10. <http://www.ato.ru> – журнал «Авиатранспортное обозрение»
11. <https://tsagi.ru>– сайт Центрального аэрогидродинамического института
12. www.icao.int (ИКАО)

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения аудиторных, практических и лабораторных занятий, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, докладов, рефератов, презентаций в ходе самостоятельной работы.

| № | Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины | Формы и методы контроля и оценки результатов обучения |
|---|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1 | Раздел 1. Основы аэродинамики | тестирование, письменная работа, письменный или устный опрос |
| 2 | Раздел 2. Динамика полета | тестирование, письменная работа, письменный или устный опрос |
| | Промежуточная аттестация | экзамен (тестирование или письменная работа) |