

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ И НЕПРЕРЫВНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»
(«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ»)

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ВЫЯВЛЕНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ОДАРЕННЫХ ДЕТЕЙ
«ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ПЕРСЕЙ»

СОГЛАСОВАНО

протокол Экспертного совета
№ 1/Н от «24» декабря 2022 г.



И.о. директора

Т.В Измайлова

приказ № До-у/257/2022 от 27.06.2022 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«АЭРОДИНАМИКА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ»

Направленность: техническая

Категория обучающихся: 8-9 класс

Объем: 36 часов

Форма обучения: очная

г. Иркутск, 2022

Дополнительная общеразвивающая программа рассмотрена на заседании Экспертного совета протокол от «24» декабря 2022 г. № 1/Н

Разработчики программы: Суворкин Яков Владимирович, старший преподаватель
«Региональный институт кадровой политики»

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (ДОП)

1.1. Нормативно-правовые основания разработки программы
Нормативную правовую основу разработки программы составляют:

– Федеральный закон от 29.12.2012 г. №273 «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минпросвещения России № 196 от 09.11.2018 (ред. от 30.09.2020) «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеразвивающим программам»;

– Приказ Минпросвещения России от 30.09.2020 N 533 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеразвивающим программам, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. N 196» (Зарегистрировано в Минюсте России 27.10.2020 N 60590);

– Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) / Приложение к письму Министерства образования и науки Российской Федерации № 09-3242 от 18 ноября 2015 г.;

– Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. N 413). (С изменениями и дополнениями от: 29 декабря 2014 г., 31 декабря 2015 г., 29 июня 2017 г., 24 сентября, 11 декабря 2020 г.);

– Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2010 г. N 1897) (С изменениями и дополнениями от: 29 декабря 2014 г., 31 декабря 2015 г., 11 декабря 2020 г.);

– Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

– Устав института;

– Положение о разработке и реализации дополнительных общеразвивающих программ.

1.2. Актуальность программы: Аэродинамика – это наука об общих законах движения газа преимущественно воздуха, а также о взаимодействии газа с движущимися в нем телами. Дополнительная общеразвивающая программа технической направленности «Аэродинамика летательных аппаратов» дает представление о свойствах воздуха и знакомит с основными законами аэродинамики, физика взаимодействия воздуха с обтекаемыми телами и динамики полета.

Дополнительная общеразвивающая программа позволяет рассмотреть движение центра масс летательных аппаратов, а также движение летательных аппаратов вокруг его центра масс, т.е. вопросы устойчивости и управляемости.

Программа затрагивает темы, которые чаще всего не полностью освещены на уроке физики общеобразовательных учреждений, но при этом необходимы для решения большого количества практических задач. Полученные знания, обучающиеся смогут применить на соревнованиях, фестивалях и турнирах юных изобретателей и естествоиспытателей.

1.3. Направленность программы – техническая.

1.4. Адресат программы:

К освоению программы допускаются обучающиеся образовательных организаций в возрасте от 14 до 16 лет.

1.5. Цель, задачи и планируемые результаты освоения программы:

В результате освоения программы обучающийся должен

Знать:

- Аэродинамические и геометрические характеристики несущих и управляющих поверхностей летательного аппарата;
- Основные законы аэродинамики;
- Особенности обтекания тел при малых и больших скоростях полёта;
- Основы аэродинамики воздушных винтов;
- Динамику полета: установившееся и неустойчивое движение летательного аппарата;
- Равновесие, устойчивость, управляемость летательного аппарата.

Уметь:

- Рассчитывать аэродинамические, геометрические и летные характеристики летательных аппаратов.

Планируемые результаты освоения:

Личностные результаты:

- Формирование независимости и критичности мышления;
- Формирование настойчивости в достижении цели, умения преодолевать трудности;
- Формирование ценностного отношения учащегося к знаниям, повышение учебной мотивации.
- Формирование наглядного примера работы аэродинамических законов.

Предметные результаты:

- Создание фундамента для развития по предмету физика;
- Формирование механизмов мышления, характерных для деятельности в области физики и аэродинамики.

Метапредметные результаты:

- Сравнение разных приемов действий, выбор удобных способов для выполнения конкретного задания;
- Моделирование алгоритма решения задачи в процессе совместного обсуждения;
- Применение изученных способов учебной работы и приёмов вычислений для работы с нестандартными заданиями;
- Действие в соответствии с заданными правилами;
- Участие в обсуждении проблемных вопросов, высказывание собственного мнения и последующая аргументация;
- Контролирование своей деятельности: обнаружение и исправление ошибок;
- Анализ текста задачи: ориентирование в тексте, выделение условия и вопроса, данных и искомых чисел (величин);
- Поиск и выбор необходимой информации, содержащейся в тексте задачи, на рисунке или в таблице, для ответа на заданные вопросы;
- Моделирование ситуации, описанной в тексте задачи;
- Использование соответствующих знаково-символических средств для моделирования ситуации;
- Объяснение (обоснование) выполняемых и выполненных действий;
- Выбор наиболее эффективного способа решения задачи;
- Участие в учебном диалоге, оценка процесса поиска и результатов решения задачи;
- Сопоставление полученного (промежуточного, итогового) результата с заданным условием;
- Объяснение выбора деталей или способа действия при заданном условии;
- Осуществление развернутых действий контроля и самоконтроля.

1.6. Объем и срок освоения программы: 36 часов.

- 1.7. Форма обучения: очная.
- 1.8. Формы аттестации. Оценочные материалы:
 - Промежуточная аттестация;
 - Итоговая аттестация.
- 1.9. Форма итоговой аттестации – зачет - защита проекта.
- 1.10. Режим занятий – 36 часов, при очной форме обучения 2 раза в неделю, 3 часа в день (перерыв между занятиями 10 минут).
- 1.11. Особенности организации образовательной деятельности – образовательная деятельность организована в традиционной форме: лекционно-практические занятия.
- 1.12. Форма итоговой аттестации – зачет

1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№	Наименование разделов, дисциплин (модулей)	всего часов	Аудиторная нагрузка		Промежуточная аттестация
			теоретические занятия	практич. занятия	форма
1.	Раздел 1. Вводное занятие.	1	1	-	Тест
1.1.	Инструктаж по технике безопасности	0,5	0,5	-	
1.2.	Инструктаж по работе с лабораторным оборудованием Cornelsen experimenta	0,5	0,5	-	
2.	Раздел 2. Основы аэродинамики	9	3	6	Презентация, практическая работа
2.1.	Основные понятия и законы аэродинамики	3	1	2	
2.2.	Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики крыла и самолёта	3	1	2	
2.3.	Основы аэродинамики больших скоростей	3	1	2	
3.	Раздел 3. Динамика полёта	6	2	4	Презентация, практическая работа
3.1.	Установившееся движение самолёта	3	1	2	
3.2.	Неустановившееся движение самолёта	3	1	2	
4.	Раздел 4. Устойчивость и управляемость самолёта	6	2	4	Презентация, практическая работа
4.1.	Устойчивость самолёта	3	1	2	
4.2.	Управляемость самолёта	3	1	2	
5.	Раздел 5. Основы гидроавиации	6	2	4	Презентация,

					практическая работа
5.1.	Основные понятия гидроавиации	3	1	2	
5.2.	Мореходность гидросамолётов	3	1	2	
6.	Раздел 6. Квадракоптеры	5	2	3	Презентация, практическая работа
6.1.	История создания и принцип работы	3	1	2	
6.2.	Устройство квадракоптера. FPV шлем-очки	2	1	1	
7.	Итоговая аттестация	3		3	Защита проекта
7.1.	Защита проекта	3		3	
Итого:		36	12	24	

¹ По программе на практических занятиях допускается деление на подгруппы (не менее 8 человек в подгруппе)

2. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

3.1. Для реализации дополнительной общеразвивающей программы предусмотрена очная, очно-заочная или заочная форма, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий.

3.2. Срок освоения ДОП составляет 6 недель, в том числе:

Обучение по разделам (дисциплинам)	5 нед.
Итоговая аттестация	1 нед.
Итого	6 нед.

3.3. Календарные сроки реализации ДОП устанавливаются институтом на основании плана-графика.

№	Наименование разделов, дисциплин, модулей и тем	Всего часов/в т.ч. СР	Неделя/месяц	Неделя/месяц	Неделя/месяц	Неделя/месяц	Неделя/месяц	Неделя/месяц
1	Раздел 1. Вводное занятие.	1	1					
1.1.	Инструктаж по технике безопасности.	0,5	0,5					
1.2.	Инструктаж по работе с лабораторным оборудованием Cornelsen experimenta.	0,5	0,5					
2	Раздел 2. Основы аэродинамики	9	2	3	3	1		
2.1.	Основные понятия и	3	2	1				

Тема 1.1. Инструктаж по технике безопасности.	0,5
Теоретическое занятие 1.1. Инструктаж по технике безопасности	0,5
Тема 1.2. Инструктаж по работе с лабораторным оборудованием Cornelsen experimenta	0,5
Теоретическое занятие 1.2. Инструктаж по работе с лабораторным оборудованием Cornelsen experimenta	0,5
Раздел 2. Основы аэродинамики	9
Тема 2.1. Основные понятия и законы аэродинамики	3
Теоретическое занятие 2.1. Основные понятия и законы аэродинамики.	1
Практическое занятие 2.1.1. Статистическая подъёмная сила. Силы, порождаемые воздушным потоком	1
Практическое занятие 2.1.2. Решение задач по теме	1
Тема 2.2. Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики крыла и самолёта	3
Теоретическое занятие 2.2. Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики крыла и самолёта	1
Практическое занятие 2.2.1. Динамическая подъёмная сила	1
Практическое занятие 2.2.2. Решение задач по теме	1
Тема 2.3. Основы аэродинамики больших скоростей	3
Теоретическое занятие 2.3. Основы аэродинамики больших скоростей	1
Практическое занятие 2.3.1. Скорость воздушного потока. Исследование параметров воздушного потока с помощью трубки Винтури	1
Практическое занятие 2.3.2. Решение задач по теме	1
Раздел 3. Динамика полёта	6
Тема 3.1. Установившееся движение самолёта	3
Теоретическое занятие 3.1. Установившееся движение самолёта	1
Практическое занятие 3.1.1. Принцип работы манометра с наклонной трубкой. Измерение скорости потока воздуха. Принцип действия трубки Пито	1
Практическое занятие 3.1.2. Решение задач по теме	1
Тема 3.2. Неустановившееся движение самолёта	3
Теоретическое занятие 3.2. Неустановившееся движение самолёта	1
Практическое занятие 3.2.1. Разность давлений на аэродинамическом профиле. Распределение давления вдоль аэродинамического крыла	1
Практическое занятие 3.2.2. Решение задач по теме	1
Раздел 4. Устойчивость и управляемость самолёта	6
Тема 4.1. Устойчивость самолёта	3
Теоретическое занятие 4.1. Устойчивость самолёта	1
Практическое занятие 4.1.1 Измерение подъёмной силы. Обтекание аэродинамического профиля воздушным потоком.	1
Практическое занятие 4.1.2. Решение задач по теме	1
Тема 4.2. Управляемость самолёта	3
Теоретическое занятие 4.2. Управляемость самолёта	1
Практическое занятие 4.2.1 Сопротивление тел различной формы воздушному потоку. Измерение аэродинамического сопротивления	1
Практическое занятие 4.2.2. Решение задач по теме	1
Раздел 5. Основы гидроавиации	6
Тема 5.1. Основные понятия гидроавиации	3

Теоретическое занятие 5.1. Основные понятия гидроавиации	1
Практическое занятие 5.1.1. Измерение сопротивления воздушного потока на аэродинамическом крыле. Обтекание препятствий воздушным потоком	1
Практическое занятие 5.1.2. Решение задач по теме	1
Тема 5.2. Мореходность гидросамолётов	3
Теоретическое занятие 5.2. Мореходность гидросамолётов	1
Практическое занятие 5.2.1. Измерение скорости звука. Биение звука	1
Практическое занятие 5.2.2. Решение задач по теме	1
Раздел 6. Квадракоптеры	5
Тема 6.1. История создания и принцип работы	3
Теоретическое занятие 6.1. История создания и принцип работы	1
Практическое занятие 6.1.1. Формирование вихрей. Свойства пропеллера. Движущая сила пропеллера	1
Практическое занятие 6.1.2. Решение задач по теме	1
Тема 6.2. Устройство квадракоптера. FPV шлем-очки	2
Теоретическое занятие 6.2. Устройство квадракоптера. FPV шлем-очки	1
Практическое занятие 6.2.1. Принцип действия гироплана. Принцип действия пропеллера вертолёт	1
7. Итоговая аттестация	3
Практическое занятие 7.1. Защита проекта	3
Итого	36

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

5.1. Материально-техническое обеспечение

Реализация программы предполагает наличие учебного кабинета.

Оборудование учебного кабинета и рабочих мест кабинета:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;

Технические средства обучения:

Приложение №1

5.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Аржаников, Н. С. Аэродинамика: учебник / Н. С. Аржаников, В. Н. Мальцев. – 2-е изд. – Москва: Оборонгиз, 1956. – 484 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256621> – ISBN 978-5-4475-1633-8. – Текст: электронный.
2. Белов, С. В. Аэродинамика и динамика полета : учебное пособие / С. В. Белов, А. В. Гордиенко, В. Д. Проскурин ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. – 110 с.: схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364811> – ISBN 978-5-7410-1200-0. – Текст: электронный.
3. Фролов, В. А. Аэродинамические характеристики профиля и крыла: учебное пособие / В. А. Фролов. – Москва: Директ-Медиа, 2013. – 47 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143041> – ISBN 978-5-4458-2740-5. – DOI 10.23681/143041. – Текст: электронный.

4. Элементарный учебник физики: учебное пособие : в 3-х т. / ред. Г. С. Ландсберг. – 14-е изд. – Москва: Физматлит, 2010. – Том 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. – 612 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82899> – ISBN 978-5-9221-1256-7. – Текст: электронный.

5. Фабрикант, Н. Я. Аэродинамика / Н. Я. Фабрикант. – Москва ; Ленинград : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949. – Часть 1. – 627 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230927> – ISBN 978-5-4458-7116-3. – Текст: электронный.

Дополнительные источники:

1. Никитин Г.А., Баканов Е.А. Основы авиации: Учебник для вузов гражданской авиации. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1984. – 261 с. 2.

2. Аэромеханика: Учеб. для студентов вузов / В.М. Гарбузов, А.Л. Ермаков, М.С. Кубланов, В.Г. Ципенко. – М.: Транспорт, 2000. – 287 с. 3.

3. Аэромеханика самолета: Динамика полета: Учебник для авиационных вузов / А.Ф. Бочкарев, В.В. Андреевский, В.М. Белоконов и др.; под ред. А.Ф. Бочкарева и В.В. Андреевского. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 360 с., ил. 4.

4. Аэродинамика летательных аппаратов: Учебник для вузов по специальности «Самолетостроение» / Г.А. Колесников, В.К. Марков, А.А. Михайлюк и др.; под ред. Г.А. Колесникова. – М.: Машиностроение, 1993. – 544 с.; ил.

5. Основы аэродинамики и гидромеханики. Медведев В.П., Демонова Т.В. 283 с.

5.3. Организация образовательного процесса

Каждый обучающийся имеет рабочее место с доступом к сети Интернет (при необходимости), к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам, электронной библиотеке «Библиоклуб».

Программа обеспечивается учебно-методическим комплексом и материалами по всем дисциплинам, разделам (модулям).

Каждый обучающийся обеспечен не менее чем одним учебным печатным и/или электронным изданием по каждой дисциплине (модулю) (включая электронные базы периодических изданий).

Внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Образовательная деятельность обучающихся предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, практические занятия, выполнение проектной работы и создание презентаций по теме.

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

5.1. Промежуточная аттестация результатов освоения программы осуществляется преподавателем в форме проверки самостоятельных работ:

Раздел 1. Тестирование по технике безопасности.

Вопросы теста

1. При выполнении фронтальных лабораторных работ в кабинете физики разрешается:

А) приступать к выполнению работы без предварительного ознакомления с инструкцией по технике безопасности;

Б) приступать к работе только с разрешения преподавателя;

В) приступать к работе без предварительного изучения содержания и хода ее выполнения.

2. При выполнении лабораторных работ «Исследование параметров воздушного потока» соблюдайте особую осторожность при работе:

А) с приборами из стекла – проверить на целостность (при обнаружении сколов, трещин поставьте в известность преподавателя);

Б) с направляющей рельсом;

В) с жидкостью (водой).

3. Размещать приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте:

А) таким образом, чтобы было удобно разместить и тетрадь, и учебное пособие, и мобильный телефон;

Б) таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание;

В) таким образом, чтобы ничто не мешало учащемуся.

4. Безопасное и правильное использование динамометра при выполнении лабораторной работ:

А) обязательное закрепление динамометра в лапке штатива;

Б) при измерении динамометром – длина пружины не превышает ограничитель по шкале.

5. При работе со штоками нужно...

А) следить, чтобы не один из винтов не был затянут слишком сильно;

Б) затягивать винты со всей силы.

Ключ к тесту: 1-Б, 2-А, 3-Б, 4-А, 5-А.

Правильные ответы от 5 до 3 правильных ответов – зачтено.

Раздел 2. Основы аэродинамики.

Тема 2.1 «Основные понятия и законы аэродинамики».

Ответить на вопросы:

1. Что называется стружкой? Каким свойством она обладает?

2. Запишите условия неразрывности стружки идеальной жидкости?

3. Назовите явления, подтверждающие справедливость закона Бернулли.

4. Чем ламинарное течение отличается от турбулентного?

5. При каком течении – ламинарном или турбулентном – в пограничном слое раньше происходит срыв потока? Почему?

Ответы:

1. Стружкой называется часть потока, ограниченная поверхностью, состоящей из линий тока, проходящих через некоторый малый замкнутый контур.

Стружка обладает следующими свойствами:

– через боковую поверхность стружки расход жидкости или газа невозможен, так как векторы скорости касательны к ее поверхности;

– стружка сохраняет свою форму и размеры во времени;

– скорости потока в любой точке сечения стружки, перпендикулярного направлению течения, равны.

2. Объемный расход жидкости через любое поперечное сечение стружки — величина постоянная.

3. «Притягивание» человека на пироне к быстро движущемуся поезду.

4. При ламинарном течении течение в пограничном слое спокойное, слоистое. При турбулентном же весь пограничный слой беспорядочно завихрён.

5. Турбулентный пограничный слой более устойчив к отрыву, чем ламинарный. Это объясняется тем, что при интенсивном перемешивании частиц к нижним струйкам подводится дополнительная кинетическая энергия. Это препятствует появлению обратных течений и образованию вихрей.

Правильные ответы от 5 до 3 – зачтено.

Тема 2.2 «Аэродинамические силы и аэродинамические характеристики крыла и самолёта». Ответить на вопросы:

1. Какой принцип создания подъемной силы называется аэродинамическим? В каких летательных аппаратах он используется?

2. В каких летательных аппаратах используется реактивный принцип создания подъемной силы? Каковы физическая сущность этого принципа?

3. Что называют углом атаки крыла? Как изменяется спектр обтекания профиля при увеличении угла атаки?

4. Как создается подъемная сила бесконечного размаха крыла?

5. Какую зависимость показывает поляра крыла?

6. На каком угле атаки совершается отвесное пикирование?

Ответы на вопросы:

1. Аэродинамический принцип — подъемная сила создается через силовое взаимодействие движущегося сквозь воздушную среду летательного аппарата. Таким образом, сила тяжести преодолевается благодаря аэродинамической силе, как силе реакции на отбрасывание вниз части воздуха, обтекающего несущие поверхности летательного аппарата. Самолёт, планер, вертолёт.

2. Ракеты. В соответствии с законом сохранения импульса системы возникает движение при отделении от тела с какой-либо скоростью некоторой части его массы

3. Угол между хордой крыла и набегающим на него потока называется углом атаки.

4. Подъемная сила единицы длины крыла бесконечного размаха равна произведению циркуляции скорости вокруг профиля крыла на плотность и скорость набегающего потока.

5. Полярой крыла называется график зависимости коэффициента подъемной силы C_{ya} от коэффициента лобового сопротивления C_{xa} для различных углов атаки.

6. Пикирование с углом наклона, равным 90° , называется отвесным.

Правильные ответы от 6 до 3 – зачтено.

Тема 2.3 «Основы аэродинамики больших скоростей». Ответить на вопросы:

1. Что такое звук как физическое явление? От каких параметров среды зависит скорость звука? Напишите формулу.

2. Что такое число M ?

3. Какие формы имеет уравнение Бернулли для сжимаемого потока?

4. Как распространяются возмущения в сверхзвуковом потоке?

5. Какова физическая сущность явления волнового кризиса?

6. Какое число M^* называется критическим?

Ответы на вопросы:

1. Под звуком понимается распространяемые в воздушной среде малые изменения давления и плотности. $a = 20\sqrt{T}$, где T – температура.

2. Отношение скорости полёта к скорости звука называется числом Маха и является критерием сжимаемости газа. $M = V/a$.

$$3. \rho V = \frac{m}{f}$$

4. При равномерном течении среды сферические волны, возникающие в источнике возмущений, сносятся потоком в направлении скорости течения.

5. Явление образования на поверхности крыла местных сверхзвуковых зон и местных скачков уплотнения, приводящих к смещению центра давления, нарушению устойчивости и управляемости самолета, вибрациям, называется волновым кризисом крыла.

6. Число M_∞ невозмущенного дозвукового потока, при котором на поверхности крыла хотя бы в одной точке появляется местная скорость, равная скорости звука, называется критическим числом Маха (M_*).

Правильные ответы от 6 до 3 – зачтено.

Раздел 3. Динамика полёта

Тема 3.1 «Установившееся движение самолёта». Ответить на вопросы:

1. Какие признаки имеет установившееся движение самолета?
2. Как влияет масса самолета на продолжительность и дальность полета?
3. Чем характерны особые режимы планирования: парашютные, ответственное пикирование?
4. Назовите факторы, влияющие на продолжительность и дальность полета.
5. Что называется перегрузкой самолета? Когда возникают перегрузки и почему?

Ответы на вопросы:

1. Установившимся называется такое движение самолёта, при котором все силы, действующие на него в полете, взаимно уравновешены и самолёт совершает равномерное прямолинейное движение.

2. При прочих равных условиях затраты топлива прямо пропорциональны массе самолета. Поэтому, чем тяжелее ЛА (при прочих равных условиях), тем меньше как дальность, так и продолжительность горизонтального полета. Поэтому одна из главных задач конструкторов состоит в том, чтобы максимально возможно облегчить конструкцию, но без ущерба ее прочности и надежности.

3. Самолет выполняет отвесное пикирование, при котором $C_y=0$, $V_x=0$, $V_y=\max$, $\theta=-90^\circ$. При парашютировании самолет очень неустойчив, склонен к сваливанию на крыло и переходу в штопор. Кроме того, самолет может оказаться на углах атаки $\alpha > \alpha_{кр}$, на которых из-за срывного обтекания крыла коэффициент подъемной силы C_{ya} резко уменьшается.

4. На продолжительность и дальность полёта влияют профиль полёта и расход топлива, высота полёта и масса самолёта, а также попутный ветер.

5. Величина, показывающая во сколько раз подъемная сила самолета больше его веса, называется перегрузкой самолета. Перегрузка возникает во время виража из-за угла крена. Чем больше угол крена при правильном вираже, тем больше перегрузка.

Правильные ответы от 5 до 3 – зачтено.

Тема 3.2 «Неустановившееся движение самолёта». Ответить на вопросы:

1. Какое движение самолета называется неустановившимся?
2. Что делается для уменьшения длины разбега?
3. Что делается для уменьшения длины пробега?
4. Какие этапы включает в себя собственно посадка?
5. Какие этапы включает в себя собственно взлет?

Ответы на вопросы:

1. Движение самолета считается неустановившимся, если на него действуют неуравновешенные силы, вызывающие изменение скорости по величине и направлению.
2. Для уменьшения длины разбега применяют взлётно-посадочную механизацию, реактивные ускорители взлета, форсаж двигателей.
3. Для уменьшения длины пробега применяются: посадочная механизация, колесные тормоза, реверс тяги.
4. Посадка включает в себя следующие этапы: снижение; выравнивание; выдерживание; парашютирование; пробег.
5. Для современного самолета взлет состоит из следующих этапов: разбег; отрыв от поверхности ВПП; набор высоты с разгоном до безопасной скорости полета.

Правильные ответы от 5 до 3 – зачтено.

Раздел 4. Устойчивость и управляемость самолёта

Тема 4.1 «Устойчивость самолёта». Ответить на вопросы:

1. Оси какой системы координат считаются осями вращения самолета?
2. Что называется устойчивостью самолета?
3. Как обеспечивается продольная устойчивости самолета?
4. Как обеспечивается поперечная устойчивость самолета?
5. Назовите причину колебательной неустойчивости самолета. Назовите причину спиральной неустойчивости самолета.

Ответы на вопросы:

1. Осями вращения самолёта принято считать оси связанной системы координат с началом координат в центре масс самолета. Ось ОХ располагается в плоскости симметрии самолета и направлена по его продольной оси. Ось ОУ перпендикулярна оси ОХ, а ось ОZ перпендикулярна плоскости ХОУ и направлена в сторону правого полукрыла.
2. Устойчивостью самолёта называется его способность самостоятельно без вмешательства лётчика восстанавливать случайно нарушенное равновесие.
3. Продольная устойчивость обеспечивается:
 - 1) соответствующими размерами горизонтального оперения г.о., площадь которого зависит от площади крыла;
 - 2) плечом горизонтального оперения $L_{г.о.}$, т.е. расстоянием от центра масс самолёта до центра давления г.о.;
 - 3) Центровкой, т.е. расстоянием от носка средней аэродинамической хорды (САХ) до центра масс самолёта, выраженным в процентах от величины САХ.
4. Обеспечивается поперечная устойчивость крылом и вертикальным оперением.
5. При большой поперечной устойчивости и малой путевой самолёт имеет стремление к раскачиванию с крыла на крыло. В обратном случае самолёт движется по спирали.

Правильные ответы от 6 до 3 – зачтено.

Тема 4.2 «Управляемость самолёта». Ответить на вопросы:

1. Что называется статической управляемостью?
2. Что называется динамической управляемостью?
3. Что называется продольной управляемостью?
4. Перечислите особенности управляемости скоростных самолетов.

5. Что называется управляемостью самолета?

Ответы на вопросы:

1. Статическая управляемость – способность самолета под действием рулей уравниваться для восстановления исходного режима полета.

2. Динамическая управляемость – способность самолета под действием рулей нарушать равновесие для изменения режима полета или выполнения маневра.

3. Продольная управляемость – это способность самолета изменять угол атаки по воле пилота. Органом продольной управляемости самолета является руль высоты.

4. Затягивание в пикирование свойственно самолетам дозвуковых форм;

1) Резкое кабрирование свойственно самолетам со стреловидным и треугольным крыльями;

Заклинивание рулей;

2) Обратная реакция по крену, такая реакция свойственна только самолетам со стреловидным крылом;

3) «Валетка» — самопроизвольное кренение самолета при нейтральном положении элеронов;

4) Уменьшение эффективности рулей и элеронов, реверс элеронов.

5. Управляемостью называется способность самолета реагировать на отклонение органов управления и по воле пилота выполнять маневр в пределах ограничений, устанавливаемых инструкцией по летной эксплуатации самолета.

Правильные ответы от 6 до 3 – зачтено.

Раздел 5. «Основные понятия гидроавиации», «Мореходность гидросамолётов».

Ответить на вопросы:

1. Назовите основные понятия гидроавиации?

2. На какие группы делятся гидросамолеты по характеру взлетно-посадочного устройства?

3. В чем заключается основная отличительная особенность самолета-амфибии?

4. Что называется грузовой ватерлинией?

5. Какое условие необходимо для обеспечения поперечной остойчивости гидросамолета?

Ответы на вопросы:

1. Гидромеханика, гидростатика, гидродинамика, плавание и плавучесть, остойчивость, непотопляемость, глиссирование и устойчивость глиссирования, а также мореходность.

2. По характеру посадочно-взлетного устройства гидросамолеты можно разделить на три основные группы:

1) поплавковые;

2) лодочные;

3) амфибии.

3. Отличительным признаком самолёта-амфибии является наличие складного шасси с колесами, укрепленного по бортам лодки.

4. Грузовая ватерлиния - линия соприкосновения спокойной поверхности воды с корпусом лодки гидросамолета при полной взлетной массе и выключенных двигателях.

5. Для обеспечения поперечной остойчивости центр масс должен находиться ниже самого низкого положения метацентра.

Правильные ответы от 5 до 3 – зачтено.

Раздел 6. Написать эссе на любую из предложенных тем:

- «История создания и принцип работы квадрокоптера»;
- «Квадрокоптеры в современном мире. Взгляд «за» и «против»
- «Устройство квадрокоптера. FPV шлем-очки».

5.2. Освоение ДОП заканчивается итоговой аттестацией обучающихся. Лица, успешно освоившие ДОП и прошедшие итоговую аттестацию, получают сертификат.

5.3. В соответствии с учебным планом итоговая аттестация по программе «Аэродинамика летательных аппаратов» осуществляется в форме зачёта – защита проекта.

5.4. Порядок проведения итоговой аттестации:

Презентация и защита индивидуальных учебных проектов проводится после завершения курса обучения.

Проект обсуждается группой, каждый обучающийся может поставить от 1 до 5 баллов по каждому критерию.

Презентация на защиту проекта: до 15 слайдов

Критерии оценки защиты проекта:

- Качество доклада
 - 1 - доклад зачитывается;
 - 2 - доклад пересказывается, но не объяснена суть работы;
 - 3 - доклад пересказывается, суть работы объяснена;
 - 4 - кроме хорошего доклада, владение иллюстративным материалом;
 - 5 - доклад производит очень хорошее впечатление.
- Качество ответов на вопросы
 - 1 - нет четкости ответов на большинство вопросов
 - 2 - ответы на большинство вопросов
 - 3 - ответы на все вопросы убедительно, аргументировано
- Использование демонстрационного материала
 - 1 - представленный демонстрационный материал не используется в докладе;
 - 2 - представленный демонстрационный материал используется в докладе;
 - 3 - представленный демонстрационный материал используется в докладе, информативен, автор свободно в нём ориентируется.

Итоговый результат - максимальный балл, полученный обучающимся за защиту индивидуального проекта, составляет общую сумму участников группы.