

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института механики и энергетики
Мастепаненко Максим Алексеевич

«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.09 Аэродинамика полета воздушных судов

35.04.06 Агроинженерия

Системы управления беспилотными летательными аппаратами

магистр

очная

1. Цель дисциплины

формирование знаний и навыков в области аэродинамики полета беспилотных летательных аппаратов

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| ОПК-1 Способен анализировать современные проблемы науки и производства, решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации; | ОПК-1.1 Анализирует современные проблемы науки и производства, решает задачи развития в области профессиональной деятельности и (или) организации | знает основы аэродинамики беспилотных воздушных судов самолётного и вертолётного типа, их центровку и этапы полёта умеет рассчитывать основные уравнения аэродинамики владеет навыками понимание взаимосвязей сил, действующих на летательный аппарат при различных режимах полёта, и его характеристик |
| ОПК-1 Способен анализировать современные проблемы науки и производства, решать задачи развития области профессиональной деятельности и (или) организации; | ОПК-1.2 Применяет информационно-коммуникационные технологии для решения задач развития в области профессиональной деятельности и (или) организации | знает лётные и технические характеристики беспилотных ВС, основные конструкции беспилотных ВС умеет производить расчет положения равновесия, устойчивость, управляемость летательного аппарата владеет навыками применение основных уравнений аэродинамики при расчёте параметров и характеристик летательных аппаратов |

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аэродинамика полета воздушных судов» является дисциплиной обязательной части программы.

Изучение дисциплины осуществляется в 3 семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Аэродинамика полета воздушных судов» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Современные методы исследования в агроинженерии

Технологические инновации в сфере применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве

Научно-исследовательская работа

Освоение дисциплины «Аэродинамика полета воздушных судов» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Аэродинамика полета воздушных судов» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

| Семестр | Трудоемкость час/з.е. | Контактная работа с преподавателем, час | | | Самостоятельная работа, час | Контроль, час | Форма промежуточной аттестации (форма контроля) |
|-------------------------------------|-----------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|---|
| | | лекции | практические занятия | лабораторные занятия | | | |
| 3 | 144/4 | 10 | | 20 | 78 | 36 | Эк |
| в т.ч. часов: в интерактивной форме | | 2 | | 6 | | | |

| Семестр | Трудоемкость час/з.е. | Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел | | | | | |
|---------|-----------------------|---|-----------------|-------|--------------------------|------------------------------|---------|
| | | Курсовая работа | Курсовой проект | Зачет | Дифференцированный зачет | Консультации перед экзаменом | Экзамен |
| 3 | 144/4 | 2 | | | | | 0.25 |

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| № | Наименование раздела/темы | Семестр | Количество часов | | | | | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций | Код индикаторов достижения компетенций |
|------|---|---------|------------------|--------|---------------------|--------------|------------------------|---|--|--|
| | | | всего | Лекции | Семинарские занятия | | Самостоятельная работа | | | |
| | | | | | Практические | Лабораторные | | | | |
| 1. | 1 раздел. Основы аэродинамики летательных аппаратов | | | | | | | | | |
| 1.1. | Основы аэродинамики летательных аппаратов | 3 | 20 | 8 | | 12 | 40 | КТ 1 | Коллоквиум | ОПК-1.1, ОПК-1.2 |
| 2. | 2 раздел. Основы динамики летательного аппарата | | | | | | | | | |
| 2.1. | Основы динамики летательного аппарата | 3 | 10 | 2 | | 8 | 38 | КТ 2 | Коллоквиум | ОПК-1.1, ОПК-1.2 |
| | Промежуточная аттестация | | Эк | | | | | | | |
| | Итого | | 144 | 10 | | 20 | 78 | | | |
| | Итого | | 144 | 10 | | 20 | 78 | | | |

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

| Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка) | Содержание темы (и/или раздела) | Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка |
|---|--|---|
| Основы аэродинамики летательных аппаратов | Основные понятия, история аэродинамики, строение атмосферы, оси координат, параметры и свойства воздуха, уравнение Бернулли | 4/4 |
| Основы аэродинамики летательных аппаратов | Геометрические характеристики основных частей БПЛА, аэродинамические силы и моменты, действующие на самолёт, подъёмная сила, сила лобового сопротивления | 4/2 |
| Основы динамики летательного аппарата | Основы динамики полёта летательных аппаратов: типы траекторий полёта, горизонтальный полёт, набор высоты и снижение, вираж летательных аппаратов. | 2/2 |
| Итого | | 10 |

5.2.2. Лабораторные занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

| Наименование раздела дисциплины | Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка) | Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка | |
|---|--|---|------|
| | | вид | часы |
| Основы аэродинамики летательных аппаратов | уравнение Бернулли | лаб. | 4 |
| Основы аэродинамики летательных аппаратов | параметры и свойства воздуха | лаб. | 4 |
| Основы аэродинамики летательных аппаратов | геометрические и кинематические характеристики крыла и профиля | лаб. | 4 |
| Основы динамики летательного аппарата | аэродинамические характеристики воздушного винта | лаб. | 4 |
| Основы динамики летательного аппарата | Основы динамики полёта летательных аппаратов | лаб. | 4 |

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом предусмотрен

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

| Темы и/или виды самостоятельной работы | Часы |
|--|------|
| | |

| | |
|---|----|
| Основы аэродинамики летательных аппаратов | 40 |
| Основы динамики летательного аппарата | 38 |

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Аэродинамика полета воздушных судов» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Аэродинамика полета воздушных судов».
2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Аэродинамика полета воздушных судов».
3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ () (при наличии).
4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии)
5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

| № п/п | Темы для самостоятельного изучения | Рекомендуемые источники информации (№ источника) | | |
|-------|--|--|-----------------------------|--------------------------|
| | | основная (из п.8 РПД) | дополнительная (из п.8 РПД) | метод. лит. (из п.8 РПД) |
| 1 | Основы аэродинамики летательных аппаратов. Основы аэродинамики летательных аппаратов | Л1.1 | Л2.1 | Л3.1 |
| 2 | Основы динамики летательного аппарата. Основы динамики летательного аппарата | Л1.1 | Л2.1 | Л3.1 |

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Аэродинамика полета воздушных судов»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Индикатор компетенции (код и содержание) | Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции | 1 | | 2 | |
|--|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-1.1:Анализирует современные проблемы науки и производства решает задачи развития в области профессиональной деятельности и (или) организации | Научно-исследовательская работа | | x | | |
| | Современные методы исследования в агроинженерии | | x | | |
| | Технологическая (проектно-технологическая) практика | | x | | x |
| | Технологические инновации в сфере применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве | | x | | |
| ОПК-1.2:Применяет информационно-коммуникационные технологии для решения задач развития в области профессиональной деятельности и (или) организации | Научно-исследовательская работа | | x | | |
| | Современные методы исследования в агроинженерии | | x | | |
| | Технологическая (проектно-технологическая) практика | | x | | x |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Индикатор компетенции (код и содержание) | Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции | 1 | | 2 | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Технологические инновации в сфере применения беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве | | x | | |

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Аэродинамика полета воздушных судов» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Аэродинамика полета воздушных судов» проводится в виде Экзамен, Курсовая работа.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

| № контрольной точки | Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций | | Максимальное количество баллов |
|---|---|--------------------------------|----------------------------------|
| 3 семестр | | | |
| КТ 1 | Коллоквиум | | 15 |
| КТ 2 | Коллоквиум | | 15 |
| Сумма баллов по итогам текущего контроля | | | 30 |
| Посещение лекционных занятий | | | 20 |
| Посещение практических/лабораторных занятий | | | 20 |
| Результативность работы на практических/лабораторных занятиях | | | 30 |
| Итого | | | 100 |
| № контрольной точки | Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций | Максимальное количество баллов | Критерии оценки знаний студентов |
| 3 семестр | | | |

| | | | |
|------|------------|----|--|
| КТ 1 | Коллоквиум | 15 | <p>Полное и глубокое усвоение материала. Обучающийся свободно ориентируется в теоретических основах, умеет анализировать нестандартные ситуации.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Знания: Превосходно знает законы аэродинамики, физику процессов и геометрические параметры. Понимает не только основы, но и нюансы (влияние сжимаемости, интерференцию, особенности пограничного слоя) . • Умения: Самостоятельно строит и анализирует графики, делает обоснованные выводы об аэродинамическом качестве и устойчивости. Может оценить влияние различных факторов (обледенение, механизация) на летные характеристики . <ul style="list-style-type: none"> • Практика: Уверенно решает комплексные задачи (например, расчет дистанции планирования с учетом ветра, определение центровки), демонстрируя сформированность профессиональных компетенций |
| КТ 2 | Коллоквиум | 15 | <p>Полное и глубокое усвоение материала. Обучающийся свободно ориентируется в теоретических основах, умеет анализировать нестандартные ситуации.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Знания: Превосходно знает законы аэродинамики, физику процессов и геометрические параметры. Понимает не только основы, но и нюансы (влияние сжимаемости, интерференцию, особенности пограничного слоя) . • Умения: Самостоятельно строит и анализирует графики, делает обоснованные выводы об аэродинамическом качестве и устойчивости. Может оценить влияние различных факторов (обледенение, механизация) на летные характеристики . <ul style="list-style-type: none"> • Практика: Уверенно решает комплексные задачи (например, расчет дистанции планирования с учетом ветра, определение центровки), демонстрируя сформированность профессиональных компетенций |

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на экзамене

Сдача экзамена может добавить к текущей балльно-рейтинговой оценке студентов не более 20 баллов:

| Содержание билета | Количество баллов |
|-------------------------|-------------------|
| Теоретический вопрос №1 | до 7 |
| Теоретический вопрос №2 | до 7 |
| Задача (оценка умений и | до 6 |
| Итого | 20 |

Критерии оценки ответа на экзамене

Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)

7 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

5 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Оценивание задачи

6 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

5 баллов Задачи решены с небольшими недочетами.

4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.

3 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

2 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

Перевод рейтинговых баллов в пятибалльную систему оценки знаний обучающихся:
для экзамена:

- «отлично» – от 89 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;

- «хорошо» – от 77 до 88 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

- «удовлетворительно» – от 65 до 76 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки;

- «неудовлетворительно» – от 0 до 64 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Аэродинамика полета воздушных судов»

Задания для промежуточной аттестации

Вопрос 1. Какие параметры относятся к основным характеристикам физического состояния воздуха, определяющим аэродинамические силы?

Варианты ответов:

А. Влажность, давление, температура и сжимаемость

Б. Давление, температура и плотность

В. Инертность, плотность и вязкость

Г. Только давление и температура

Вопрос 2. Как формулируется закон неразрывности струи для установившегося течения несжимаемой жидкости?

Варианты ответов:

А. Произведение давления на скорость постоянно вдоль струйки

Б. Произведение площади поперечного сечения на скорость потока постоянно вдоль струйки

В. Сумма статического и динамического давлений постоянна

Г. Плотность воздуха прямо пропорциональна давлению

Вопрос 3. Какое утверждение наиболее точно соответствует физическому смыслу уравнения Бернулли для идеальной несжимаемой жидкости?

Варианты ответов:

- А. В местах сужения потока скорость уменьшается, а давление возрастает
- Б. В местах расширения потока скорость увеличивается, а давление падает
- В. В местах увеличения скорости потока статическое давление уменьшается
- Г. Полное давление в потоке изменяется пропорционально скорости

Вопрос 4. Как изменяется скорость звука с увеличением высоты в тропосфере (до 11 км)?

Варианты ответов:

- А. Увеличивается, так как падает давление
- Б. Остается неизменной
- В. Уменьшается, так как падает температура
- Г. Сначала увеличивается, затем падает

Вопрос 5. Что характеризует число Маха (M) в аэродинамике?

Варианты ответов:

- А. Отношение скорости звука к скорости потока
- Б. Отношение скорости потока к скорости звука
- В. Отношение кинетической энергии к потенциальной
- Г. Отношение давления к плотности

Раздел 2. Геометрия и теория крыла (Вопросы 6–12)

Вопрос 6. Каково основное назначение крыла самолета?

Варианты ответов:

- А. Создает подъемную силу и обеспечивает путевую устойчивость
- Б. Создает подъемную силу и обеспечивает поперечную устойчивость
- В. Создает подъемную силу и обеспечивает продольную устойчивость
- Г. Создает только подъемную силу

Вопрос 7. Угол атаки профиля — это угол между:

Варианты ответов:

- А. Хордой профиля и вектором скорости набегающего потока
- Б. Верхней образующей профиля и горизонтальной линией
- В. Плоскостью хорд крыла и строительной горизонталью фюзеляжа
- Г. Касательной к средней линии профиля и хордой

Вопрос 8. Что происходит с точкой торможения потока (критической точкой) на профиле крыла при увеличении положительного угла атаки?

Варианты ответов:

- А. Она смещается вверх по передней кромке
- Б. Она смещается вниз по передней кромке
- В. Она остается на месте, но меняется давление в ней
- Г. Она смещается к задней кромке

Вопрос 9. Одной из негативных особенностей стреловидного крыла является то, что сваливание (срыв потока) начинается:

Варианты ответов:

- А. У корня крыла
- Б. Равномерно по всему размаху
- В. У законцовок крыла
- Г. В средней части крыла

Вопрос 10. Для чего применяется механизация крыла (закрылки, предкрылки)?

Варианты ответов:

- А. Для увеличения максимальной скорости полета
- Б. Для улучшения взлетно-посадочных характеристик (увеличения C_u и уменьшения посадочной скорости)
- В. Для уменьшения лобового сопротивления на крейсерском режиме
- Г. Для повышения поперечной устойчивости

Вопрос 11. Что называется аэродинамической хордой крыла?

Варианты ответов:

- А. Расстояние между передней и задней кромками крыла по потоку
- Б. Отрезок, соединяющий центры давления всех сечений
- В. Отрезок, соединяющий наиболее удаленные точки профиля
- Г. Средняя геометрическая хорда, используемая для приведения моментов

Вопрос 12. Какое влияние оказывает увеличение относительной толщины профиля на его аэродинамические характеристики?

Варианты ответов:

- А. Увеличивает максимальный коэффициент подъемной силы и сопротивление
- Б. Уменьшает максимальный коэффициент подъемной силы и сопротивление
- В. Не влияет на аэродинамические характеристики
- Г. Увеличивает только критическое число Маха

Раздел 3. Аэродинамические силы и характеристики (Вопросы 13–18)

Вопрос 13. Полная аэродинамическая сила R раскладывается на составляющие:

Варианты ответов:

- А. Силу тяги и силу веса
- Б. Подъемную силу (Y) и силу лобового сопротивления (X)
- В. Силу давления и силу трения
- Г. Нормальную и тангенциальную силы

Вопрос 14. Из чего складывается профильное сопротивление крыла?

Варианты ответов:

- А. Сопротивление давления и сопротивление трения
- Б. Индуктивное и волновое сопротивление
- В. Сопротивление трения и интерференции
- Г. Только сопротивление давления

Вопрос 15. Что такое индуктивное сопротивление и когда оно возникает?

Варианты ответов:

- А. Сопротивление, связанное с образованием скачков уплотнения
- Б. Сопротивление, обусловленное перетеканием воздуха через концы крыла и образованием концевых вихрей
- В. Сопротивление трения воздуха о поверхность
- Г. Сопротивление, возникающее при обтекании выступающих частей

Вопрос 16. Наивысшая точка на поляре крыла соответствует:

Варианты ответов:

- А. Критическому углу атаки и максимальному значению коэффициента подъемной силы (Су макс)
- Б. Наивыгоднейшему углу атаки (максимальному аэродинамическому качеству)
- В. Нулевому углу атаки
- Г. Углу атаки, при котором сопротивление минимально

Вопрос 17. Аэродинамическое качество самолета — это:

Варианты ответов:

- А. Отношение силы тяги к силе веса
- Б. Отношение подъемной силы к лобовому сопротивлению (Y/X)
- В. Величина, обратная коэффициенту лобового сопротивления
- Г. Отношение дальности полета к расходу топлива

Вопрос 18. Аэродинамическое качество планера равно 30. Какое расстояние (км) он сможет пролететь в спокойной атмосфере, потеряв 1 км высоты?

Варианты ответов:

- А. 30 км
- Б. 15 км
- В. 60 км
- Г. 10 км

Раздел 4. Динамика полета и устойчивость (Вопросы 19–24)

Вопрос 19. Какие четыре силы действуют на самолет в установившемся прямолинейном горизонтальном полете?

Варианты ответов:

- А. Подъемная сила, сила тяжести, сила тяги и сила лобового сопротивления
- Б. Центробежная сила, сила Кориолиса, сила тяги и подъемная сила
- В. Подъемная сила, сила инерции, сила тяги и сила реакции опоры
- Г. Аэродинамическая сила, вес, тяга и реактивная сила

Вопрос 20. Загрузка самолета произведена так, что центр тяжести находится за предельно задней центровкой. Какой эффект пилот может испытать при выводе из сваливания?

Варианты ответов:

- А. Разбег станет длиннее
- Б. Сваливание произойдет на скорости выше нормальной
- В. Возникнут трудности с выводом самолета из режима сваливания (самолет будет стремиться увеличить угол атаки)
- Г. Управляемость улучшится

Вопрос 21. Масса самолета равна 4500 кг. Какова будет нагрузка на конструкцию (кажущийся вес) в координированном вираже с креном 60° при сохранении высоты? ($\cos 60^\circ = 0.5$)

Варианты ответов:

- А. 4500 кг
- Б. 9000 кг (перегрузка 2)
- В. 5200 кг
- Г. 2250 кг

Вопрос 22. Если скорость сваливания самолета (V_{s1}) в горизонтальном полете равна 100 км/ч, какова будет приблизительная скорость сваливания в вираже с креном 60° (перегрузка 2)?

Варианты ответов:

- А. 100 км/ч
- Б. 141 км/ч (увеличение примерно на 41%)
- В. 200 км/ч
- Г. 120 км/ч

Вопрос 23. Если после кратковременного воздействия порыва ветра самолет возвращается к исходному режиму полета без вмешательства пилота, то он обладает:

Варианты ответов:

- А. Положительной статической устойчивостью
- Б. Отрицательной статической устойчивостью
- В. Нейтральной устойчивостью
- Г. Динамической устойчивостью

Вопрос 24. При каком условии обеспечивается продольная статическая устойчивость самолета?

Варианты ответов:

- А. При расположении центра тяжести (ЦТ) впереди аэродинамического фокуса
- Б. При расположении центра тяжести (ЦТ) позади аэродинамического фокуса
- В. При совпадении ЦТ и фокуса
- Г. Устойчивость не зависит от положения ЦТ

Раздел 5. Особые случаи и эксплуатация (Вопросы 25–30)

Вопрос 25. Что происходит с потоком при прохождении через прямой скачок уплотнения?

Варианты ответов:

- А. Скорость увеличивается, давление и плотность падают
- Б. Скорость резко уменьшается до дозвуковой, статическое давление и плотность скачкообразно возрастают
- В. Все параметры остаются неизменными, но меняется направление потока
- Г. Температура резко падает

Вопрос 26. Какое явление называется волновым кризисом?

Варианты ответов:

- А. Резкое увеличение лобового сопротивления при достижении критического числа Маха из-за появления местных сверхзвуковых зон и скачков уплотнения
- Б. Помпаж двигателя на больших высотах
- В. Флаттер крыла
- Г. Сваливание самолета на закритических углах атаки

Вопрос 27. Влияние обледенения на аэродинамику крыла приводит к:

Варианты ответов:

- А. Увеличению подъемной силы и уменьшению лобового сопротивления
- Б. Уменьшению подъемной силы и резкому увеличению лобового сопротивления
- В. Только к утяжелению конструкции
- Г. Увеличению критического угла атаки

Вопрос 28. При каких условиях истинная высота полета будет ниже, чем барометрическая высота, считываемая с высотомера?

Варианты ответов:

- А. При температуре воздуха ниже стандартной
- Б. При температуре воздуха выше стандартной
- В. При стандартном давлении на уровне моря
- Г. При любых условиях истинная высота совпадает с барометрической

Вопрос 29. Какая скорость полета рекомендуется для прохождения через зоны сильной турбулентности (болтанки) для предотвращения повреждения конструкции из-за перегрузок?

Варианты ответов:

- А. Скорость максимальной дальности
- Б. Маневренная скорость (V_a)
- В. Скорость сваливания
- Г. Максимальная скорость горизонтального полета

Вопрос 30. Что происходит с аэродинамическим фокусом самолета при переходе от дозвуковых к сверхзвуковым скоростям?

Варианты ответов:

- А. Смещается вперед (к носу)
- Б. Смещается назад (к хвосту)
- В. Остается неподвижным
- Г. Фокус исчезает на сверхзвуке

Эволюция аэродинамических компоновок пассажирских самолетов: от первых реактивных лайнеров к интегральным схемам с несущим фюзеляжем. Анализ изменения подходов к обеспечению топливной эффективности.

Ламинарный поток против турбулентности: мифы и реальность ламинаризации обтекания крыла современных авиалайнеров. Насколько достижимо снижение сопротивления трения? .

Пропульсивная аэродинамика – новый взгляд на старую идею: история развития концепции создания тяги аэродинамическими телами и перспективы ее применения для низкоскоростных и бесшумных летательных аппаратов .

Дилемма стреловидного крыла: как баланс между уменьшением волнового сопротивления и проблемами сваливания определяет облик современного самолета? .

Аэродинамическое качество как философия проектирования: почему увеличение качества на 1% может дать экономию топлива в сотни тысяч долларов в год для авиакомпании? .

Влияние эксплуатационных загрязнений на аэродинамику: анализ того, как шероховатость, волнистость и остаточные деформации поверхности планера (на примере Ил-114) влияют на взлетные характеристики и безопасность полета

Вопросы к коллоквиуму 1:

Параметры воздуха: Какие основные параметры характеризуют состояние атмосферы (давление, температура, плотность, вязкость) и как они изменяются с высотой?

Уравнение состояния: Как связаны между собой плотность, давление и температура идеального газа?

Закон Бернулли: В чем заключается принцип Бернулли и как его действие объясняет создание подъемной силы крыла?

Геометрия крыла и возникающие силы

Элементы крыла: Что такое хорда крыла, размах, профиль, угол атаки и удлинение? Как эти

параметры влияют на несущие свойства?

Полная аэродинамическая сила: Из чего состоит полная аэродинамическая сила R и на какие составляющие (подъемная сила Y и сила лобового сопротивления X) она раскладывается?

Поляра крыла: Что такое поляра крыла и какую информацию о летных характеристиках самолета можно из нее получить?

Аэродинамическое качество: Дайте определение аэродинамического качества. Как, зная качество и расстояние, определить потерю высоты при планировании?

Задача на качество: Аэродинамическое качество планера равно 23. На сколько снизится воздушное судно, пролетев 15 км?

Скорости и дистанции: Сколько километров пролетит воздушное судно за 10 минут при путевой скорости 360 км/ч?

Устойчивость, управляемость и балансировка

Центровка: Как изменится центровка (положение центра тяжести) воздушного судна после посадки пассажира?

Задняя центровка: К каким нежелательным эффектам приводит эксплуатация самолета с центровкой за предельно задней?

Перегрузка в вираже: Какой вес должна выдержать конструкция самолета массой 4500 фунтов в координированном вираже с креном 45° ?

Механизация крыла и особые условия

Назначение механизации: С какой целью применяется механизация крыла (закрылки, предкрылки) и как она влияет на взлетно-посадочные характеристики?

Сваливание: Каковы признаки сваливания и как влияет на этот режим наличие льда на крыле?

Влияние ветра и метеоусловий

Боковой ветер: Как рассчитать максимально допустимую скорость ветра при заданном угле (например, 45°) к ВПП, если ограничение по боковой составляющей равно 25 узлов?

Выбор ВПП: При сообщенном северном ветре 20 узлов, какая из ВПП (6, 29 или 32) приемлема для самолета с ограничением по боковому ветру 13 узлов?

Высоты: Чем отличается абсолютная высота от истинной? При каких условиях показания барометрического высотомера будут равны истинной высоте?

Воздушные винты и двигатели

Элементы винта: Что называется углом атаки элемента лопасти и установочным углом сечения воздушного винта?

Работа винта: Дайте определение коэффициента полезного действия (КПД) воздушного винта.

Вопросы к коллоквиуму 2:

Параметры воздуха: Перечислите основные параметры, характеризующие состояние воздуха. Какой из них (влажность, давление, температура, плотность) оказывает наибольшее влияние на величину аэродинамических сил?

Вязкость: В чем заключается физическая природа вязкости воздуха? Как изменяется вязкость воздуха с ростом температуры и почему?

Сжимаемость: Что характеризует скорость звука? При увеличении скорости звука среда становится более или менее сжимаемой?

Закон неразрывности: Сформулируйте закон неразрывности струи для установившегося движения. Как связаны скорость потока и площадь поперечного сечения струйки?

Уравнение Бернулли: Какие формы уравнения Бернулли (для несжимаемой жидкости и для газа с учетом температуры) вы знаете?

Вопросы направлены на понимание того, как форма крыла и взаимодействие с потоком создают подъемную силу и сопротивление .

Элементы крыла: Назовите основные геометрические параметры, определяющие форму крыла в плане (размах, хорды, площадь, удлинение, сужение).

Аэродинамические силы: Расшифруйте формулу полной аэродинамической силы R . Как она раскладывается на подъемную силу (Y) и силу лобового сопротивления (X)?

Составляющие лобового сопротивления: Из чего складывается профильное сопротивление крыла? Что такое индуктивное сопротивление и при каких условиях оно возникает?

Аэродинамическое качество: Дайте определение максимального аэродинамического качества. От каких параметров (угол атаки, форма профиля, форма крыла в плане, обработка поверхности) зависит его величина?

Поляра крыла: Что такое поляра крыла? Какая точка на поляре соответствует критическому углу атаки, а какая — наивыгоднейшему?

Эти вопросы, часто встречающиеся в экзаменационных билетах пилотов , увязывают теорию с практикой пилотирования.

Расчет центровки: Как изменится центр тяжести (ЦТ) воздушного судна после посадки пассажира весом 84 кг, если до посадки вертолет весил 626 кг, а расстояние пассажира от точки измерения — 2,1 метра?

Влияние задней центровки: Загрузка самолета произведена так, что ЦТ находится за предельно задней центровкой. Какой нежелательный эффект пилот может испытать (удлинение разбега, сваливание на повышенной скорости, трудности вывода из сваливания)?

Перегрузка в вираже: Масса самолета равна 4500 фунтов. Какой вес (приблизительно) должна выдержать конструкция в координированном вираже с креном 45° при сохранении высоты?

Блок вопросов, проверяющий способность учитывать внешние факторы, критически важные для взлета, посадки и навигации .

Составляющие ветра: Определите максимальную скорость ветра для встречно-бокового ветра под углом 45° , если максимальная допустимая боковая составляющая для данного ВС равна 25 узлов.

Выбор ВПП: При сообщенном северном ветре 20 узлов, какая из ВПП с магнитными курсами 6° , 29° или 32° приемлема для самолета с ограничением по боковому ветру 13 узлов?

Типы высот: Что такое абсолютная высота и что такое истинная высота? При каких условиях показания барометрического высотомера будут равны абсолютной высоте?

Температурные поправки: При каких условиях (температура выше или ниже стандартной) истинная высота полета будет ниже, чем приборная высота?

Специализированный раздел для изучения аэродинамики винтов .

Геометрия лопасти: Что называется установочным углом сечения лопасти? Что называется углом атаки элемента лопасти?

Характеристики винта: Расстояние, проходимое воздушным винтом за один оборот в воздухе, — это геометрический шаг или поступь винта?

Коэффициент полезного действия: Дайте определение коэффициента полезного действия (КПД) воздушного винта. Как он вычисляется через затрачиваемую и полезную мощность?

Вопросы, связывающие аэродинамику с конструкцией ВС и безопасностью полета .

Механизация крыла: С какой целью применяется механизация крыла и какие элементы (закрылки, предкрылки) для этого служат?

Элементы конструкции крыла: Какие элементы (лонжероны, нервюры, стрингеры) служат для сохранения профиля крыла, передачи нагрузок и подкрепления обшивки?

Противообледенительные системы: Какие типы противообледенительных систем (воздушно-тепловые, электротепловые, механические и др.) применяются на самолетах?

Аэродинамика сваливания: Загрузка самолета с задней центровкой приводит к трудностям при выводе из сваливания. Объясните физику этого явления с точки зрения балансировки.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

основная

Л1.1 Никеров В. А. Физика. Современный краткий курс [Электронный ресурс]:учебник; ВО - Бакалавриат, Специалитет. - Москва: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2023. - 441 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=432245>

дополнительная

Л2.1 Яновский А. А. Динамика жидкости газа:учеб. пособие. - Ставрополь, 2020. - 1,77 МБ

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 Г. П. Стародубцева, Е. А. Свириденко, С. И. Любая, А. В. Школьников Практикум для лабораторных работ по физике:учеб. пособие для студентов по специальности 110305 - "Технология пр-ва и перераб. с.-х. продукции". - Ставрополь: АГРУС, 2005. - 136 с.

Л3.2 Благин А. В., Беликова Т. С., Жданова Т. П., Князев С. Ю., Мардасова И. В., Попова И. Г., Пруцакова Н. В., Шкиль Т. В., Благин А. В. Физика для инженеров [Электронный ресурс]:учебник; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 544 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/451841>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

| № | Наименование ресурса сети «Интернет» | Электронный адрес ресурса |
|---|--|---------------------------|
| 1 | Карта зон ограничений полетов для БПЛА | map.avtm.center |

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет.

Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры. Студентам необходимо:

- узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора); перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы). Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;
- постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции;
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Запись лекции – одна из форм активной самостоятельной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Каждая учебная дисциплина как наука использует свою терминологию, категориальный, графический материал которыми студент должен научиться пользоваться и применять по ходу записи лекции. Последующая работа над текстом лекции воскрешает в памяти ее содержание, позволяет развивать мышление.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Kaspersky Total Security - Антивирус
2. Microsoft Windows Server STDCORE AllLngLicense/Software AssurancePack Academic OLV 16Licenses LevelE AdditionalProduct CoreLic 1Year - Серверная операционная система

11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

1. Kaspersky Total Security - Антивирус

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Номер аудитории | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|-------|--|--------------------------------|--|
| 1 | Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | 206/ЭЭ Ф 106/ЭЭ Ф | <p>Оснащение: специализированная мебель на 117 посадочных мест, персональный компьютер – 1 шт., телевизор LG 65UH LED -1 шт., Звуковая аппаратура – 1 шт., документ-камера портативная Aver Vision – 1 шт., коммутатор Comrex DS – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x180 – 1шт, учебно-наглядные пособия в виде тематических презентаций, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.</p> <p>"Оснащение: ученические парты на 36 посадочных мест, трибуна 1 шт., ученические стенды – 2 шт., лабораторный стенд « Опытная иллюстрация уравнения Бернулли» - 1 шт., лабораторный стенд «Определение гидравлических коэффициентов трения в трубопроводе» - 1 шт., лабораторный стенд « Определение коэффициентов местных сопротивлений» - 1 шт., лабораторный стенд «Изучение работы сифона» - 1 шт., лабораторный стенд « Истечение жидкости через отверстия и насадки» - 1 шт., лабораторный стенд « Изучение режимов движения жидкости (опыт Рейнольдса)» - 1</p> |
| 2 | Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования | | |

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Аэродинамика полета воздушных судов» составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (приказ Минобрнауки России от 26.07.2017 г. № 709).

Автор (ы)

_____ зав. каф. , кфмн Яновский Александр Александрович

Рецензенты

_____ доц. , ктн Гринченко Виталий Анатольевич

_____ доц. КЭФиОТ, ктн Коноплев Павел Викторович

Рабочая программа дисциплины «Аэродинамика полета воздушных судов» рассмотрена на заседании Кафедра электротехники, физики и охраны труда протокол № 8 от 12.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Заведующий кафедрой _____ Яновский Александр Александрович

Рабочая программа дисциплины «Аэродинамика полета воздушных судов» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт механики и энергетики протокол № 7 от 17.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия

Руководитель ОП _____